

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий
Российской академии наук»

На правах рукописи



Сафронова Александра Андреевна

**Биологические и хозяйственные особенности скота герефордской породы
разных генотипов**

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата биологических наук

4.2.4 Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и
производство продукции животноводства

Научный руководитель

доктор сельскохозяйственных наук

К.М. Джуламанов

Оренбург 2025

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Обзор литературы	9
1.1. Основные направления инновационного развития мясного скотоводства.....	9
1.2. Факторы, влияющие на продуктивный потенциал крупного рогатого скота в постнатальный период онтогенеза	22
1.3. Использование биотехнологических методов в селекции мясных пород скота	41
2. Материал и методика исследований	51
3. Результаты исследований	57
3.1. Селекционно-генетическая оценка стада герефордской породы	57
3.1.1. Характеристика быков-производителей разных селекционных групп.....	57
3.1.2. Характеристика маточного стада разных селекционных групп	65
3.1.3. Формирование племенной ценности телок разных селекционных линий	68
3.2. Отбор быков-производителей по адаптационной племенной ценности	72
3.2.1. Интерьерные показатели бычков разных селекционных групп	80
3.2.1.1. Морфологический и биохимический состав крови бычков	80
3.2.1.2. Гормональный статус бычков герефордской породы разных селекционных групп	84
3.2.1.3. Генетическая характеристика бычков герефордской породы по генам GH и TG5... ..	85
3.3. Мясная продуктивность и качества мяса бычков в зависимости от генотипа по генам GH и TG5	88
3.3.1. Убойные показатели и прижизненная оценка мясной продуктивности бычков в зависимости от генотипа по генам GH и TG5	88
3.3.2. Анатомо-морфологическая характеристика туши бычков разных генотипов по генам GH и TG5	91
3.3.3. Химический состав и энергетическая ценность мяса бычков разных генотипов по генам GH и TG5	94
3.3.4. Жирнокислотный состав длиннейшей мышцы спины бычков разных генотипов по генам GH и TG5	96
3.3.5. Аминокислотный состав мяса бычков разных генотипов по генам GH и TG5	98
3.3.6. Влияние GH L127V и TG5 C422T полиморфизмов на эффективность конверсии питательных веществ корма в мясную продукцию у герефордских бычков	100
3.3.7. Экономическая эффективности выращивания бычков герефордской породы разных генотипов по генам GH и TG5	103
4. Обсуждение полученных результатов.....	105
5. Заключение	114
6. Предложения производству	116
7. Перспективы дальнейшей разработки темы	116

8. Список литературы	118
-----------------------------------	------------

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В настоящее время герефордская порода занимает одну из лидирующих позиций среди специализированных мясных пород, культивируемых в регионах Российской Федерации (Боголюбова Л.П. и др., 2021). Эта порода, обладающая выдающимися генетическими характеристиками и адаптационными возможностями, демонстрирует высокую продуктивность в условиях различных климатических зон страны (Инербаев Б.О. и др., 2023). Развитие мясной отрасли направлено на повышение уровня селекции, расширение сети племенных ферм, рациональное использование селекционных ресурсов, ускорение процесса улучшения линий. Еще одним важным направлением улучшения использования племенных ресурсов является более полное использование генетически ценных племенных быков, особенно проверенных улучшателей (Хайнацкий В.Ю., 2021).

В мясном скотоводстве ключевым фактором, определяющим эффективность производственного процесса, является уровень воспроизводства в стаде и выживаемость полученного приплода (Лебедев С.В. и др., 2024). Развитие данной отрасли существенно ограничивается несовершенством существующих технологий разведения и их относительно низкой экономической эффективностью (Дускаев Г.К. и др., 2022). Проведение детального анализа воспроизводительных характеристик животных представляет собой важный инструмент для оптимизации продуктивности мясного скота и повышения его экономической целесообразности.

Планирование использования современных племенных ресурсов требует оперативного сбора, обработки и анализа больших объемов информации о фенотипических и генетических качествах животных. Этого можно достичь в рамках цифровизации животноводства, при широком внедрении современных генетических и статистических методик в практику селекционной работы (Мысик А.Т. и др., 2022). В связи с этим важно определить пути совершенствования методов селекции с учетом региональных особенностей,

которые помогут максимизировать генетический потенциал. Также существует необходимость определения влияния линейных связей на рост, развитие и репродуктивные качества герефордской породы.

Степень разработанности темы. Методы эффективного использования внутрипородных племенных ресурсов при улучшении герефордского скота и создании высокоценных популяций и стад достаточно хорошо изучены (Герасимов Н.П. и др., 2020; Дуров А.С. и др., 2024). Тем не менее в совершенствовании герефордской породы скота остается необходимость выведения новых линий и типов, которые должны отличаться продленным периодом интенсивного роста живой массы. Кроме того, в современной селекции мясного скота наблюдается смещение акцентов с традиционных критериев оценки, таких как молочность, экстерьерный тип и живая масса, на эксплуатационные параметры, включая воспроизводительную и адаптационную приспособленность, эффективность использования корма (Хакимов И.Н. и др., 2023; Сеитов М.С. и Левицкая Т.Т., 2021; Шичкин Г.И. и др., 2023). Это обусловлено необходимостью повышения эффективности животноводческих систем в условиях изменяющихся экологических и экономических факторов. Воспроизводительная способность животных, выраженная в плодовитости и скорости полового созревания, является ключевым фактором для устойчивого развития стада (Джуламанов К.М. и др., 2025). Адаптационная приспособленность, включающая резистентность к стрессам и способность к акклиматизации в различных климатических зонах, также приобретает все большее значение в контексте глобализации и интенсификации сельскохозяйственного производства.

В связи с этим очень важно с учетом региональных особенностей определить подходы совершенствования методов селекции, которые способствовали бы наиболее полной реализации генетического потенциала (Суржикова Е. С. И др., 2023). Также необходимо установить влияние линейной принадлежности на рост, развитие и воспроизводительные качества герефордской породы.

Цели и задачи исследования. Целью работы являлось изучение биологических, племенных и хозяйственных особенностей скота герефордской породы разных генотипов. Исследования проводились в рамках выполнения НИР ФНЦ БСТ РАН №FNWZ-2021-0001 и №FNWZ-2022-0018.

Для выполнения были поставлены следующие задачи:

- провести оценку быков-производителей, коров и молодняка разных генетических групп по комплексу хозяйственно-биологических признаков;
- провести мониторинг адаптационных качеств бычков с учетом интерьерных показателей;
- разработка нового способа оценки и отбора быков-производителей на основе индексной оценки по адаптационной племенной ценности;
- оценить мясную продуктивность и качество мяса по генам гормона роста и тиреоглобулина;
- изучить биоконверсию питательных веществ рационов из местных кормов в мясную продукцию герефордов разных генотипов;
- определить пищевую и биологическую ценность мяса;
- обосновать экономическую эффективность разведения бычков герефордской породы разных генотипов.

Научная новизна исследований. Впервые в условиях Южного Урала проведены комплексные исследования продуктивных и воспроизводственных качеств герефордского скота разных генотипов. Впервые разработан способ отбора быков мясных пород скота с адаптационной племенной ценностью (Патент РФ на изобретение RU 2779936 С1, 15.09.2022). Получены новые данные по повышению генетического потенциала мясной продуктивности герефордской породы скота с использованием маркерной селекции.

Теоретическая значимость работы состоит в разработке новых подходов повышения эффективности воспроизводства стада через повышение объективности и точности оценки племенной ценности быков-производителей, что открывает новые возможности совершенствования отечественных

популяций герефордской породы скота. Результаты исследований углубляют знания о генетических факторах и биологическом потенциале повышения производства говядины.

Практическая значимость исследований. Разработанный и апробированный новый способ отбора быков мясных пород скота с адаптационной племенной ценностью (Патент РФ на изобретение RU 2779936 С1, 15.09.2022) позволяет отбирать быков-производителей с наилучшими воспроизводительными качествами. Разведение перспективных генотипов герефордской породы скота позволяет дополнительно получать в расчете на 1 голову 33–45 кг мяса и повысить рентабельность производства говядины на 6%.

Основные положения, выносимые на защиту:

- обоснование хозяйственно-биологических параметров животных разных генотипов;
- результаты оценки биологической ценности мяса;
- хозяйственные биологические параметры оценки по биоконверсии питательных веществ корма в мясную продукцию;

Степень достоверности и апробация работы: при выполнении работы были использованы общебиологические методы, результаты исследования обрабатывались на персональном компьютере с применением программы «Microsoft Excel». Достоверность показателей оценивали по критерию Стьюдента. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в ходе исследования, основаны на убедительных фактических данных, которые приведены в таблицах и рисунках.

Основные положения диссертационной работы доложены и получили положительную оценку: III Всероссийская научно-практическая конференция Посвящённая 70-летию Пензенского государственного аграрного университета (Пермь, 2021), IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (2021), Всероссийская молодежная научно-практическая конференция посвященная 300-летию Российской академии наук «Наука будущего – наука молодых» (Оренбург, 2022), III Всероссийская молодежная научно-практическая

конференция «Наука будущего – наука молодых» памяти заслуженного деятеля науки К.А. Акопяна (Оренбург, 2024), Международная научно–практическая конференция «Зоотехния сегодня – приоритеты и перспективы развития» (Оренбург, 2025г.)

- **Публикации результатов исследований.** По теме диссертационной работы написано 5 работ в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации для публикации на соискание ученой степени кандидата наук.

Получен патент «Способ отбора быков мясных пород скота с адаптационной племенной ценностью» № 2779936.

Реализация результатов исследований. Результаты исследования внедрены в ООО «Агрофирма Калининское» Челябинской и ООО «Амеко - труд» Оренбургской областей.

Структура и объем работы. Работа изложена на 146 страницах компьютерного текста, содержит 5 рисунков и 22 таблиц. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов собственных исследований, обсуждения, заключения и списка литературы. Список литературы включает 258 источника, из них – 15 иностранных.

1. Обзор литературы

1.1. Основные направления инновационного развития мясного скотоводства

Животноводство — это важнейшая отрасль сельского хозяйства, которая обеспечивает нас самыми ценными продуктами питания. Молочные и мясные продукты являются основой нашего рациона, поскольку они содержат все необходимые питательные вещества. Результаты работы в животноводстве определяются достижениями зоотехнической науки. Селекционные работы направлены на создание высокопродуктивных и конкурентоспособных животных, а также на решение практических вопросов производства в настоящее время. Одним из ключевых факторов эффективности производства животноводческой продукции является биологически полноценное кормление животных. Меняя уровень и качество кормления, можно значительно улучшить или ухудшить признаки породы. Чтобы достичь наивысшей продуктивности, в каждой природно-хозяйственной зоне необходимо разводить определённые породы сельскохозяйственных животных, которые наиболее приспособлены к местным условиям (Мысик А.Т. и др., 2023).

Производство продуктов животноводства является одним из основных источников высокобелковой пищи для населения страны. Особое значение имеет производство и потребление мяса. Россия занимает четвёртое место в мире по производству мяса всех видов, седьмое место — по производству говядины и свинины, четвёртое место — по производству птицы на мировом рынке и десятое место — по производству баранины (Сударев Н.П. и др., 2022).

В мире 40% всего поголовья крупного рогатого скота составляют мясные породы. В России специализированное мясное скотоводство начали развивать как отдельную отрасль животноводства в начале 30-х годов XX века. Сейчас в нашей стране разводят 12 мясных пород крупного рогатого скота. Наиболее распространённые из них — абердин-ангусская, калмыцкая, герефордская и

казахская белоголовая. Они составляют около 97% от общего поголовья мясного скота. Остальные породы, такие как лимузинская, галловейская, обрак, шаролеизская, салерс, представлены в меньшем количестве. Симментальская мясная порода, русская комолая и бланк-блю бельж имеют совсем незначительный удельный вес. Благодаря территориальным и климатическим особенностям России, мясным скотоводством можно заниматься в 59 регионах всех федеральных округов (Боголюбова Л.П. и др. 2021).

Герефордская порода крупного рогатого скота демонстрирует высокую продуктивность в условиях биогеохимической провинции Южного Урала. Многолетняя селекционно-племенная работа с данной популяцией позволила сформировать высокопродуктивный зональный тип, отличающийся выраженной массивностью экстерьера и интенсивными показателями роста живой массы. Тем не менее, существующий генетический потенциал породы в регионе остается недоиспользованным.

Современная стратегия совершенствования уральского типа герефордов в племенных хозяйствах преимущественно основывается на методах внутрипородного отбора с привлечением импортного генетического материала. Однако подобные подходы сопряжены с возможной эрозией адаптивных признаков, сформированных у локального типа в процессе длительной акклиматизации. В этой связи особую актуальность приобретает систематический контроль за сохранением адаптационного потенциала герефордского скота в условиях направленного повышения его продуктивных качеств.

Во многих регионах внедряются передовые методы выращивания и откорма молодняка. Проводятся исследования, сравнивающие мясную продуктивность различных пород животных, как при чистопородном разведении, так и при скрещивании для получения помесных особей. Потенциал для увеличения производства говядины значителен. Многие сельскохозяйственные предприятия уже используют высокопродуктивные породы скота и применяют интенсивные технологии выращивания. Реализация

этого потенциала позволит нашей стране наращивать производство и улучшать качество говядины (Грачева Е.П. и др., 2021).

На государственном уровне постоянно говорят о необходимости развивать мясное скотоводство в стране и повышать конкурентоспособность производства мяса крупного рогатого скота. Эта тема актуальна и сегодня (Ильченко И., 2021).

В современных условиях перед отраслью мясного скотоводства стоит важная задача: сохранить и успешно развивать производство экологически чистой говядины. На российском рынке мяса и мясопродуктов растёт спрос на продукцию с высокими вкусовыми качествами и безопасную для здоровья. При этом особую актуальность приобретает вопрос объективной оценки мяса и его эффективного использования с учётом пищевой ценности и технологических свойств (Меренкова Н.В. и др., 2021).

Вопросы развития мясного скотоводства тесно связаны с развитием всей инфраструктуры этой отрасли. Селекционные достижения, такие как животные и стада с высоким генетическим потенциалом продуктивности, являются лишь инструментами производства. Они реализуются в условиях товарных хозяйств и откормочных предприятий. Инфраструктура подотрасли включает в себя различные сферы производства, как по функциональному назначению, так и по отраслевому признаку. Важны все эти сферы: племенные хозяйства, откормочные производства, организации по искусственному осеменению, ассоциации, рынки скота, мясоперерабатывающие предприятия, а также оптовая и розничная торговля. Особое внимание уделяется необходимости создания в стране сети системообразующих предприятий, таких как откормочные площадки и рынки живого скота. Также важно вовлечение в производственный процесс крестьянских фермерских хозяйств, индивидуальных предпринимателей и личных подсобных хозяйств граждан, которые владеют до 50% поголовья крупного рогатого скота (Хайнацкий В.Ю., 2022).

Важно активно внедрять и использовать экономически эффективные системы разведения скота, основанные на конкурентоспособных мясных

породах мирового уровня. Также необходимо задействовать малоиспользуемые пастбищные ресурсы, которые есть в некоторых регионах страны. Это позволит в полной мере применять ресурсосберегающие технологии производства высококачественной говядины, требующие минимальных затрат. Особенность российского рынка говядины отличается от стран с развитым мясным скотоводством. В долгосрочной перспективе это даёт возможность значительно увеличить объёмы производства, ориентируясь на внутренний рынок. Такой подход не только создаст новые рабочие места, но и станет важным ресурсом для развития сельских территорий, способствуя улучшению жизни в сельской местности (Дунин И.М. и др., 2023).

Экономическая эффективность мясного скотоводческого хозяйства зависит от множества факторов. Одним из наиболее эффективных способов повышения рентабельности является использование подходящей породы скота и правильного метода разведения. Также важно учитывать размер фермы, продолжительность пастбищного периода, стоимость кормов, количество рожденных телят и скорость их роста, сохранность поголовья, цены на племенную продукцию и говядину, а также квалификацию персонала (Инербаев Б.О., 2019).

В будущем необходимо активно внедрять и использовать экономически выгодные системы разведения скота. Они должны основываться на конкурентоспособных мясных породах мирового уровня и малоиспользуемых пастбищных ресурсах, которые есть в некоторых регионах страны. Это позволит в полной мере применять наименее затратные и ресурсосберегающие технологии для производства высококачественной говядины. Особенность современного российского рынка говядины заключается в том, что в отличие от стран с развитым мясным скотоводством, у нас есть возможность существенно увеличить объёмы производства с ориентацией на внутренний рынок. Это можно сделать на долгосрочной основе (Дунин И.М. и др., 2023).

Современное мясное скотоводство на Южном Урале требует системного подхода, включающего селекционные мероприятия, использование

генетического потенциала и внедрение интенсивных технологий. Также необходимо создание единой базы данных для комплексной оценки племенной ценности скота. Герефордская порода демонстрирует высокую продуктивность благодаря успешной адаптации и улучшению, однако требует регулярного мониторинга её качественных характеристик.

Стратегия импортозамещения включает в себя индустриализацию, оптимизацию кормовой базы, совершенствование племенной работы и повышение эффективности воспроизводственных процессов. В Российской Федерации отсутствие единой базы данных снижает результативность селекционных мероприятий, что делает её создание необходимым условием для развития отрасли.

В Российской Федерации система определения племенных качеств крупного рогатого скота функционирует в условиях отсутствия единого информационного пространства. Проводимая в настоящее время оценка племенной ценности животных осуществляется разрозненно, без интеграции в общенациональную систему генетического мониторинга. Критически важным ограничением выступает отсутствие централизованной базы данных, содержащей унифицированные показатели продуктивности, происхождения и генетических характеристик поголовья. Такая ситуация существенно снижает точность селекционных прогнозов и ограничивает возможности сравнительного анализа племенных ресурсов между хозяйствами и регионами, что в конечном итоге негативно сказывается на эффективности всего племенного дела в стране. (Захарчук Ф.О. и Тузов И.Н., 2022).

Племенная ценность быка проявляется в сравнении индексов при ранжировании. Индекс племенной ценности не только определяет ценность быка для селекции, но и служит основным инструментом для ранжирования животных. Благодаря этому рейтингу потомство лучших быков получает наибольшее распространение. Несмотря на отсутствие единого международного стандарта, понятность и возможность пересчёта индексов позволяют выявлять и

использовать лучшие генотипы не только в одной стране, но и во всём мире. Это и лежит в основе крупномасштабной селекции (Сагинбаев А. и Сервах Б., 2014).

Успех развития отрасли будет зависеть от внедрения новых технологий, строительства специализированных площадок для выращивания и откорма скота, а также от уровня государственной поддержки и доступности кредитных ресурсов (Раджабов Р.Г. и Иванова Н.В., 2017).

Эффективность животноводства во многом зависит от того, насколько успешно проводится селекционная работа. Создание новых и совершенствование уже существующих пород и типов скота — это интенсивный путь развития скотоводства, который позволяет получать больше молока и мяса, не увеличивая поголовье. Улучшение мясных пород скота привело к увеличению объёма получаемой продукции и повышению её качества. Однако увеличение массы тела животных привело к некоторым проблемам: у них провисает спина и поднимается крестец, а также возникают трудности при отёлах из-за того, что телята рождаются крупными. В связи с этим селекционеры вынуждены учитывать больше признаков при отборе животных. Эти признаки определяются требованиями к продуктивности скота и проблемами, которые возникают при его разведении (Сагинбаев А. и Сервах Б., 2014).

Современная стратегия развития мясного скотоводства предполагает целенаправленную интенсификацию селекционного процесса, основанную на комплексном подходе к качественной трансформации породного состава. Ключевыми элементами данной стратегии выступают: модернизация методологии племенного отбора с применением передовых геномных технологий, планомерное расширение системы племенных хозяйств-репродукторов, а также научно обоснованное управление генетическими ресурсами. Особое значение приобретает внедрение инновационных методов селекции, позволяющих значительно сократить временные интервалы между поколениями при одновременном повышении точности отбора. Параллельно с этим осуществляется структурная реорганизация племенной сети, направленная на создание оптимальных условий для реализации генетического потенциала

высокопродуктивных животных. Рациональное использование племенного материала базируется на принципах максимального сохранения генетического разнообразия при обеспечении устойчивого прогресса продуктивных качеств. Такой многофакторный подход обеспечивает не только количественный рост показателей, но и качественное преобразование всего генофонда мясного скота, что соответствует современным требованиям интенсивного животноводства.

Планирование селекционной работы имеет огромное значение для развития и улучшения популяций растений и животных. Однако этот процесс сопряжён с определёнными трудностями, такими как сохранение генетического разнообразия, выбор важных признаков и интеграция новых технологий. Тем не менее, перед селекционерами открываются интересные перспективы на будущее. Например, использование геномных инструментов и точных методов селекции может значительно ускорить процесс улучшения пород и сортов. Кроме того, важно учитывать факторы устойчивости и климатической адаптации, чтобы создавать популяции, способные выживать в различных условиях. Преодоление этих трудностей и использование новых возможностей позволят селекционерам создавать улучшенные популяции растений и животных. Это, в свою очередь, будет способствовать развитию устойчивого и адаптивного сельского хозяйства (Черепедов М.В. и др., 2024).

Необходимо создать программу по обеспечению станций искусственного осеменения быками-производителями. Ежегодно планируется проводить от 3 до 5 тысяч заказных спариваний с использованием лучших мировых генетических ресурсов для каждой породы. Это поможет укрепить отечественный генофонд и решить проблему обеспечения населения страны молоком и говядиной. С учётом территориальных особенностей нашей страны, в системе племенных организаций будет создан региональный информационно-селекционный центр. Его задача — обеспечивать научно-методическую, технологическую, сервисную и информационную поддержку селекционно-племенной работы в животноводстве на территории всех субъектов Российской Федерации (Мымрин С.В., 2017).

Последние два десятилетия в России характеризуются тревожной тенденцией - сокращением поголовья крупного рогатого скота молочных пород. Эта проблема, к сожалению, не компенсируется ростом поголовья мясного скота. Наоборот, наблюдается устойчивое снижение и в этой сфере. Фактором, отягчающим ситуацию, является недостаточная численность и низкая продуктивность поголовья отечественного мясного скота. В результате страна остается в высокой степени зависимой от импорта мяса и животных. Проблема недостатка отечественного мяса не только имеет экономические последствия, но и угрожает продовольственной безопасности страны. Нехватки собственного мяса делает страну уязвимой перед глобальными кризисами и ценными колебаниями на мировом рынке. Важно уделить внимание развитию селекции и генетики мясных пород скота. Необходимо создать программы по повышению продуктивности и улучшению генетических характеристик отечественных пород (Пегашева А.А., 2024).

Увеличением количественного роста запасов домашних животных, а также качественным улучшением существующих и созданием новых, наиболее продуктивных и экономически эффективных пород, видов, скрещиваний, линий и гибридов, которые подходят для современных, прогрессивных технологий - этим занимается разведение сельскохозяйственных животных (Конова Е.С. и Рогозинникова И.В., 2021).

Для того чтобы сделать животноводческий сектор более эффективным и ускорить процесс импортозамещения, необходимо принять ряд мер, направленных на более активное внедрение передовых технологий и достижение стабильных результатов. Чтобы обеспечить прибыльность животноводческих и птицеводческих предприятий, важно внедрить технологии экономии ресурсов при содержании и кормлении животных и птиц, а также использовать современные методы и технологии в животноводстве, которые позволяют добиться высокой производительности и эффективности маркетинга. Внедрение целенаправленных инноваций в животноводческом секторе является важным условием для достижения конкурентного преимущества компании на рынке

животноводческой продукции и повышения эффективности отечественного производства в целом. Текущая ситуация в России подчёркивает необходимость решения проблем импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности (Пульман Д.П. и Лихолетова Н.В., 2022).

Численность породы, которая указывается в ежегодниках по племенной работе, не отражает реального состояния её генофонда. Это связано с тем, что половина поголовья животных в стране — это помеси, полученные в результате различных вариантов скрещивания (Паронян И.А., 2018).

Специалистам в области селекции профессиональных сортов мяса и улучшения животноводства необходимо пересмотреть методы разведения, основываясь на текущем состоянии и накопленных знаниях. При существующем уровне разведения, условиях разведения, животноводства и регистрации пород, с надёжностью существующих источников чистопородных животных и без использования генетической статистики и экономической математики невозможно наладить эффективную селекционную работу. Анализ и планирование племенной работы, за исключением информационных технологий и персональных компьютеров (Хайнацкий В.Ю., 2022).

Значительно повысить эффективность сельскохозяйственного производства можно благодаря использованию передовых технологий и технических средств. Их применение позволит сэкономить трудовые, материальные, энергетические и финансовые ресурсы, что в итоге приведёт к увеличению прибыли и рентабельности производства и предприятия в целом (Горбачев М.И., 2016).

В современном мире информационные технологии играют ключевую роль в развитии различных отраслей экономики, включая животноводство. Внедрение информационных технологий и компьютеризация производства позволяют оптимизировать и упростить рабочий процесс. Автоматизация, будь то полная или частичная, облегчает выполнение тяжёлых, опасных и затратных операций, как в физическом, так и в финансовом плане. Кроме того,

информационные технологии предоставляют широкие возможности для производства экологически чистой и безопасной продукции (Садов В.В., 2018).

Важной задачей при разработке теоретических основ генетических методов управления селекционным процессом является мониторинг селекционных и генетических изменений в породе. Это необходимо для совершенствования и сохранения генетических ресурсов (Косяченко Н.М. и др., 2018).

С учетом принципов селекционных программ, относящихся к мировой практике, предложен функциональный план отбора генома на основе фенотипического анализа предыдущих поколений животных. Метод BLUP представляет собой метод организации и согласования данных, а также метод разделения факторов рабочей среды и компонентов генотипа. Чтобы предсказать генетическую ценность животных, результаты методов генетического прогнозирования должны быть близки к оценке генетической ценности животных на основе их собственной продуктивности с использованием регрессионного анализа для ежегодной переоценки продуктивности потомства (Калашников А.Е. и др., 2021).

В современной селекционно-племенной работе ключевое значение приобретает внедрение передовых методов оценки генетического потенциала животных. Особую роль играет применение методологии BLUP, позволяющей с высокой точностью рассчитывать индексы племенной ценности с учётом специфики российских природно-климатических условий и технологических особенностей производства. Параллельно развивается инновационное направление геномной селекции, основанное на достижениях молекулярно-генетических исследований, что открывает новые перспективы для повышения эффективности племенного дела. Эти подходы в совокупности формируют научную основу для качественного преобразования отрасли. Эти методы позволяют определить происхождение животных, их генетический потенциал продуктивности, а также выявить наследственные заболевания и аномалии развития на основе анализа ДНК-маркеров (Кузьмина Т.Н., 2019).

Конкурентоспособность отечественной селекции и снижение зависимости от импорта генетического потенциала крупного рогатого скота специализированных мясных пород во многом зависят от уровня организации племенной работы и применения методов оценки племенной ценности животных. Для отрасли наибольшее значение имеют такие группы селекционных признаков, как показатели роста, воспроизводства и качества туш. Поэтому для оценки племенной ценности животных специализированных мясных пород, включая производителей, методом BLUP, необходимо иметь полную информацию о продуктивности как самих быков, так и их потомков. Повышение эффективности селекционно-племенной работы невозможно без использования современных методов оценки племенной ценности. Эти методы позволяют с высокой степенью достоверности определить племенную ценность производителей и спрогнозировать продуктивные качества их потомства. Племенная ценность, рассчитанная методом BLUP, показывает, насколько вероятный генотип проверяемых производителей отличается от средней генетической ценности остальных быков, участвующих в оценке, по изучаемому признаку (Хайнацкий В.Ю., 2021).

Современная зоотехническая наука рассматривает развитую генетическую инфраструктуру как ключевой фактор эффективной селекционно-племенной работы. В этом контексте племенные хозяйства приобретают особое значение, выступая в роли научно-производственных центров генетического совершенствования скота. На их базе проводится целенаправленная селекционная работа по консолидации ценных генетических признаков, созданию высокопродуктивных генотипов мясного направления и формированию специализированных линий. Именно в условиях таких хозяйств достигается устойчивый генетический прогресс, позволяющий выводить новые типы животных с чётко выраженными хозяйственно-полезными качествами, соответствующими современным требованиям животноводства. Данный процесс основывается на глубоких знаниях генетических закономерностей, применении современных методов биометрии и строгом научном подходе к

оценке селекционного материала. Следует особо подчеркнуть, что качество племенной базы непосредственно определяет эффективность всего селекционного процесса в мясном скотоводстве, поскольку именно здесь закладывается генетический фундамент будущей продуктивности стад товарных хозяйств (Герасимов Н.П., 2020).

Эффективность сельскохозяйственного производства и его интенсивное развитие в современном агропромышленном комплексе России достигаются не только благодаря внедрению новых технологических процессов производства. Важную роль играет также использование информационно-технологических систем и баз данных. Эти системы включают автоматизированные системы сбора и обработки информации, необходимой для принятия обоснованных управленческих решений в процессе управления производством. Развитие таких систем неразрывно связано с разработкой специальных программных комплексов для управления данными (Сутолкин А.А. и др., 2019).

Развитие отечественного мясного скотоводства сталкивается с рядом существенных проблем. Среди них — отставание племенного поголовья крупного рогатого скота, выращиваемого на сельскохозяйственных предприятиях, от мировых лидеров по производству говядины. Это отставание проявляется в основных критериях продуктивности. Кроме того, в сфере селекционно-племенной работы используются в основном традиционные методы, а инновационные достижения в области генетики и биотехнологий применяются недостаточно широко. Также ощущается нехватка высококвалифицированных специалистов, а система их переподготовки и повышения квалификации развита слабо (Хорошайло Т.А. и Алексеева Ю.А., 2020).

Важной технологией, которая упрощает взаимодействие с животными, являются микрочипы или чипирование крупного рогатого скота. С их помощью специалисты зооветеринарной службы могут получить необходимую информацию о животных с помощью радиочастотного анализа. Это необходимо в первую очередь для идентификации животных и отслеживания их состояния.

Электронная бирка — это электронный паспорт, который содержит полную информацию о животном: породу, хозяина, масть, дату рождения и его передвижения (Кычков Н.Е. и Хамидуллина А.Ш., 2023).

Аграрный сектор играет важную роль в обеспечении населения продуктами питания. Одной из ключевых задач является достижение стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции. Для успешного решения этой задачи необходимо постоянно совершенствовать методы, способствующие повышению продуктивности сельскохозяйственных животных. Это включает в себя разведение и внедрение передовых технологий выращивания молодняка, обеспечение животных полноценным питанием, а также селекцию существующих пород. Одним из основных показателей эффективности работы в аграрном секторе является продуктивность животных. Понимание факторов, влияющих на качество продукции, позволяет получать максимальную пользу от животных при минимальных затратах труда и кормов.

Чтобы успешно развивать конкурентоспособное мясное скотоводство, необходимо решить несколько важных задач. Во-первых, нужно увеличить поголовье мясного скота. Сейчас его недостаточно для удовлетворения спроса. Во-вторых, необходимо улучшить техническое и технологическое оснащение отрасли на этапах репродукции поголовья и откорма молодняка. В-третьих, следует обратить внимание на состояние и использование естественных кормовых угодий. Они должны быть в хорошем состоянии и обеспечивать достаточное количество корма для откорма скота. Кроме того, важно повысить потенциал продуктивности скота и создать более эффективную экономическую мотивацию для сельскохозяйственных производителей, чтобы они были заинтересованы в откорме скота и производстве говядины. Ещё одним важным условием для успешного развития мясного скотоводства является формирование рынка высококачественной говядины в свежем виде, то есть без заморозки и переработки (Шевхужев А.Ф. и др., 2021).

Ассоциация заводчиков герефордского скота объединяет предприятия, которые занимаются разведением этой породы. Она способствует развитию

рынка герефордов, организует обмен опытом и информацией между заводчиками, помогает им получать доступ к современным генетическим технологиям. Также ассоциация защищает права и интересы заводчиков, проводит демонстрации и аукционы племенного скота. Цель дальнейшего разведения и совершенствования герефордской породы в России — расширение и укрепление племенной базы. Для этого используются высокопродуктивные животные как зарубежной, так и отечественной селекции. Кроме того, ассоциация работает над популяризацией потребления говядины, полученной от мясного скота (Дубовскова М.П., 2020).

1.2. Факторы, влияющие на продуктивный потенциал крупного рогатого скота в постнатальный период онтогенеза

Герефордская порода крупного рогатого скота демонстрирует ряд выдающихся биологических и хозяйственных характеристик, включая исключительную адаптивность, длительный продуктивный период и высокую воспроизводительную способность. Высокий генетический потенциал данной породы обеспечивает надежную передачу ценных хозяйственных признаков потомству, что в сочетании с превосходными мясными качествами делает её исключительно перспективной для коммерческого разведения. Проведенный экономический анализ производственных параметров герефордов подтвердил их высокую рентабельность, что позволяет рассматривать эту породу как экономически обоснованный выбор для интенсивного мясного скотоводства (Чуворкина Т.Н. и др., 2020). По численности порода герефорд занимает третье место среди мясных пород в Российской Федерации, и является самой распространенной в мире (Абилов А.И. и др., 2019).

Разведение и улучшение породы герефорд в России связано с увеличением количества и улучшением качества племенного поголовья. Для этого расширяется и укрепляется племенная база путём использования высокопродуктивных животных как зарубежной, так и отечественной селекции.

Также проводится работа по популяризации потребления говядины от мясного скота, которая считается полезным и важным продуктом питания (Дубовскова М.П., 2019).

Оценка характеристик типа телосложения мясного скота может помочь определить наиболее подходящий генотип для эффективного производства мясного скота. Среди различных пород мясного скота, существующих в мире, важно выбрать породу, наиболее подходящую для конкретных условий производства; даже в пределах одной породы существуют различия между скотом, обусловленные вариациями признаков, поэтому изучение генотип-зависимых экстерьерных характеристик важно в современных условиях агропромышленного комплекса. Молодняк канадской селекции значительно отклоняется от стандартных значений индекса массы тела герефордов. Это не свидетельствует о нарушении однородности телосложения, а наоборот, указывает на то, что мясные качества наиболее развиты благодаря целенаправленной селекционной работе и использованию импортного племенного скота. Молодняк сибирской селекции превышает значения стандарта породы по основным показателям, но уступает молодняку импортной селекции. Поэтому канадские герефорды характеризуются более крепким телосложением и выраженными мясными качествами по сравнению с сибирскими герефордами (Иванова И.П. и Косенчук О.В., 2019).

Крупный рогатый скот герефордской породы по экстерьеру соответствует среднему типу телосложения. Для отбора коров в племенное ядро следует выбирать животных с желательными экстерьерными признаками и подбирать соответствующих быков. Это позволит в будущем получать животных с оптимальными экстерьерными характеристиками. Племенное ядро формируется из лучших коров, которые отвечают основным требованиям селекции. От них выращивают тёлочек для ремонта собственного стада и, если есть возможность, для реализации на племя (Шастунов С.В. и Терещенко И.В., 2019).

Для создания маточного поголовья и выведения новых селекционных форм животных герефордской породы следует выбирать коров, которые уже

отелились первый раз. Оценка таких коров должна быть не ниже класса «элитарекорд». Коровы второго отёла должны быть оценены классом «элита», а третьего — не ниже первого класса (Инербаев Б.О. и др., 2016).

Поскольку в мясном скотоводстве внешний вид животных влияет на их продуктивность, можно уделять больше внимания селекции по экстерьерным признакам и одновременно улучшать мясную продуктивность. Поэтому важно проводить селекционную работу с породой герефорд, стремясь увеличить размеры животных. В этом нам поможет использование животных шведской селекции. При отборе коров для племенного ядра необходимо выбирать особей с желательными экстерьерными признаками и подбирать соответствующих быков. Это позволит в будущем формировать животных с оптимальными внешними характеристиками (Шевелева О.М. и Криницина Т.П., 2019).

Селекция на высокорослость может быть успешной, однако для улучшения других характеристик экстерьера эффективнее работать с родственными группами, типами телосложения и генотипами. При этом следует выбирать наиболее удачные варианты подбора (А.Б. Ахметалиева и др., 2015). Использование в племенной работе животных, которые имеют хорошо выраженные мясные формы и отличаются высокорослым типом телосложения, может способствовать увеличению живой массы и более быстрому созданию высокопродуктивных и экономически выгодных животных (Акимов К.С. и Акимов С.А., 2019).

При оценке конституции и экстерьера герефордских коров в первую очередь обращают внимание на общий вид, развитие и типичность породы. Важным критерием является выраженность желательного типа телосложения.

У хорошо выраженного мясного типа герефордского скота крупный формат телосложения, широкое и округлое туловище с развитой мускулатурой. Костяк крепкий, но не грубый (Джуламанов К.М. и др., 2016).

На этапе производства высококачественного мясного скота важно разработать и внедрить усовершенствованные методы получения, выращивания и откорма молодняка в период акклиматизации, чтобы более рационально

использовать биологический потенциал породы. Герефордская порода играет важную роль в российском животноводстве: за более чем 50 лет ученые совместно со специалистами агропромышленного комплекса получили ряд генетических результатов. При этом ценность герефордской породы заключается в присущей ей высокой плодовитости и продуктивности, которая непрерывно передается из поколения в поколение и развивается с изменением условий окружающей среды. В процессе своего развития скот с разными генотипами в новых условиях приобретает другие биологически и экономически полезные признаки, которые ранее не встречались в популяции. Герефордская порода характеризуется высокой адаптивной пластичностью, стабильностью, легкостью в кормлении и высокими темпами роста. Совершенствование герефордской породы крупного рогатого скота ведет к более рациональному отбору и использованию генетических признаков, а высокий рост поголовья во многом соответствует основному направлению улучшения воспроизводства и продуктивности (Басонов О.А. и Судакова А.В., 2023).

Отечественное мясное скотоводство будет и дальше развиваться благодаря интенсивному использованию герефордской породы крупного рогатого скота. Эта порода хорошо адаптируется к различным природным и климатическим условиям и отличается высокой плодовитостью. Длительная и целенаправленная селекционно-племенная работа с герефордской породой отечественной селекции, которая проводилась в соответствии с единой долгосрочной программой Всероссийского научно-исследовательского института мясного скотоводства, привела к созданию большого поголовья животных с высокими продуктивными характеристиками и ценными биологическими особенностями (Колпаков В.И. и др., 2016).

Племенная работа с герефордской породой направлена на улучшение генетических и продуктивных характеристик животных. Это достигается за счёт разведения чистопородных особей с использованием выдающихся производителей-быков. Также мы стремимся создать высокопродуктивные маточные стада, тщательно отбирая животных с заданными параметрами

продуктивности. В нашей работе мы применяем современные методы воспроизводства (Кузьмина Т.Н., 2019).

Бык-производитель должен обладать выдающимися качествами, которые значительно превосходят средние показатели коров. Только тогда можно ожидать, что его использование приведёт к улучшению всего стада (Акимова К.С. и Акимов С.А., 2019). Для селекционной группы необходимо тщательно отбирать быков-производителей. Следует использовать метод заказного спаривания, чтобы получать, в первую очередь, быков, которые продолжают родственные линии. Этих быков можно будет продавать или обменивать (Шевелева О.М. и Криницына Т.П., 2020).

В современном мясном скотоводстве эффективность селекции во многом зависит от выбора и использования лучших быков для спаривания с лучшими коровами. Поэтому система племенной работы должна включать в себя отбор и подбор животных на разных этапах чистопородного разведения. На первом этапе выбирают лучших производителей и маток и подбирают их для спаривания. На втором этапе проводят испытания полученных племенных бычков: оценивают их интенсивность роста, способность эффективно использовать корм, живую массу и экстерьер. И наконец, на третьем этапе отбирают производителей на основе результатов испытаний и оценивают их по качеству потомства (Акимова К.С. и Акимов С.А., 2019).

Цель оценки производителей по их потомству — выявить лучших в племенном отношении особей, способных при спаривании с определёнными самками производить потомство желаемого качества. Оценка производителей по качеству их потомства является важной задачей для каждого племенного хозяйства (Коротких Д.И., 2020).

Современная система племенного отбора предполагает тщательную селекцию быков-производителей, прошедших производственные испытания. Особи с выдающимися показателями будут переданы на племенные предприятия для организации элитного семеноводства, тогда как остальные пополнят маточное поголовье товарных хозяйств региона. Особое значение приобретает

идентификация высокопродуктивных генетических линий, демонстрирующих устойчивую адаптацию к местным условиям. В отношении герефордской породы селекционная стратегия должна включать комплексное совершенствование конституциональной крепости, увеличение молочной продуктивности маток, селекцию по критериям крупности и широкотелости, а также оптимизацию мясных качеств с акцентом на снижение жирности. Перспективным направлением роста мясного поголовья остается промышленное скрещивание, при котором коровы молочных пород осеменяются семенем быков мясного направления. При этом ремонтный молодняк мясного типа следует сохранять для воспроизводства стада, а свехремонтный - эффективно использовать на откорме. (Шевелева О.М. и Криницына Т.П., 2019).

Воспроизводительные способности тёлочек можно оценить по нескольким показателям: возраст первого осеменения, время до плодотворного осеменения, возраст первого отёла и вес новорождённого телёнка. Для этого анализируют данные из журналов учёта осеменения и отёла коров и нетелей, а также информацию из племенных карточек. Молочность коров измеряют, взвешивая телят в возрасте 205 суток или рассчитывая этот показатель исходя из возраста (Полковникова В.И., 2016).

Чтобы увеличить производство говядины и повысить эффективность мясного скотоводства, необходимо совершенствовать породы, применять эффективные технологии выращивания молодняка и активно воспроизводить стадо (Рагимов Г.И. и Рогачев В.А., 2019).

В современном скотоводстве большое значение имеет оценка воспроизводительных качеств коров в зависимости от их происхождения. Это связано с тем, что нарушение репродуктивных функций животных приводит к снижению молочной продуктивности, сокращению срока их хозяйственного использования и, как следствие, снижению рентабельности производства в целом. Линейная принадлежность коров оказывает влияние на их воспроизводительные способности, такие как возраст первого осеменения и отёла, сервис-период (период от отёла до следующего отёла), межотельный период (период между

двумя отёлами) и индекс плодовитости. Кроме того, рассчитывается коэффициент воспроизводительной способности, который показывает эффективность использования коров (Шишкина Т.В. и др., 2021). Наиболее частой причиной бесплодия являются дисфункциональные гонадные расстройства и воспалительные заболевания матки (Марков Д.Н., 2020).

В современном мясном скотоводстве особую значимость приобретает традиционная технология содержания по системе "корова-телёнок", доказавшая свою экономическую целесообразность в различных производственных условиях. Данная система, основанная на биологических особенностях вида, предусматривает совместное содержание матери и потомства до достижения телёнком возраста 6-8 месяцев, что обеспечивает: 1) оптимальные условия для постнатального развития молодняка, 2) максимальную реализацию материнского потенциала, 3) существенное снижение затрат на выращивание. Современный генофонд мясного скота характеризуется выраженным полиморфизмом по комплексу хозяйственно-ценных признаков, включая показатели живой массы, экстерьерные особенности, скорость роста и качественные параметры мясной продуктивности. Этот генетический потенциал требует детального изучения и научно обоснованного использования, особенно в отношении такой высокопродуктивной породы, как герефордская. Эффективное использование генетических ресурсов невозможно без создания мощной племенной инфраструктуры, включающей: сеть племенных репродукторов, систему оценки и отбора племенных животных, современные методы генетического мониторинга. Только такой комплексный подход позволяет максимально реализовать продуктивный потенциал пород мясного направления в конкретных условиях хозяйствования (Линник Л.М. и др., 2019).

В целях создания отечественного массива герефордской породы скота в настоящее время племенная продукция импортируется из высокопродуктивных стад разных селекционных групп (Шелехова А.А., Чеченихина О.С., 2023).

Адаптация к новым условиям среды влияет на системы гипоталамус-гипофиз-надпочечники, что разрушает репродуктивную способность животного.

Следовательно, это один из основных показателей приспособляемости организмов к новым условиям питания, условиям содержания и местным климатическим характеристикам. Но, создание комфортных условий для разведения и полноценного и сбалансированного питания может снизить негативное воздействие стрессоров и улучшить репродуктивную способность привозного поголовья (Афанасьева А.И. и др., 2018). Установлено, что из-за высокого уровня кортизола на начальной стадии адаптации способность к оплодотворению у канадских телок на 12,4% ниже, чем у сибирских аналогов. У большинства необработанных импортных животных наблюдается стойкое желтое тело и недостаточность питания яичников. Дальнейшая адаптация животных канадской породы и развитие беременности сопровождались повышенной функциональной активностью коры надпочечников и высоким метаболизмом гормонов щитовидной железы. Показатели репродуктивной эффективности существенно не различались между канадскими и сибирскими первичными коровами в послевоенный период (Афанасьева А.И. и Сарычев В.А., 2016).

Животные II и III поколений наиболее приспособлены к повышению температуры окружающей среды, что требует меньшего напряжения в защите организма. Эти группы животных имеют более совершенную систему терморегуляции и могут более рационально использовать биологические ресурсы в условиях жаркого климата (Кажгалиев Н. и др., 2023).

В условиях трансформации рыночных отношений мясное скотоводство Южного Урала и Поволжья требует внедрения инновационных селекционных стратегий и адаптивных технологий производства говядины. Ключевым элементом такой системы становится биологически обоснованная сезонность воспроизводства, приурочивающая массовые отелы к периоду, обеспечивающему оптимальное развитие молодняка на богатых ранневесенних пастбищах. Это позволяет получать физиологически зрелый, резистентный молодняк с высоким генетическим потенциалом. Особую значимость приобретает селекция на адаптивность - комплекс хозяйственно-ценных

признаков, включающий способность животных поддерживать продуктивность при флуктуациях факторов среды. Многолетние исследования физиологических механизмов адаптации демонстрируют, что наиболее перспективными являются особи, проявляющие минимальный стресс-ответ на вариации кормовой базы и параметров содержания, что свидетельствует о сформированной генетической устойчивости.

Результаты многолетних исследований адаптационных процессов у крупного рогатого скота демонстрируют существенное влияние акклиматизационного фактора на репродуктивную функцию животных. Проведённый анализ выявил чёткую закономерность: у импортированных особей наблюдалось статистически значимое увеличение сервис-периода по сравнению с аборигенными животными, что непосредственно отражалось на удлинении межотельного интервала. Однако в ходе онтогенетической адаптации отмечалась положительная динамика - с каждым последующим поколением происходило постепенное сокращение данного показателя. Наиболее оптимальные репродуктивные параметры были зафиксированы у коров второго поколения, что свидетельствует о завершении основных процессов физиологической адаптации и формировании устойчивого генетико-экологического баланса. Эти данные подтверждают необходимость учёта акклиматизационного фактора при разработке программ селекции и воспроизводства стада, особенно при работе с импортированным генетическим материалом (Бахарев А.А., 2013).

В мясном скотоводстве живая масса животных представляет собой ключевой продукционный показатель, детерминирующий экономическую эффективность отрасли. Как интегральный параметр, она отражает не только количественные характеристики конечной продукции, но и служит важнейшим индикатором физиологического развития молодняка. Проведённые исследования демонстрируют выраженную корреляцию между живой массой и такими хозяйственно-ценными признаками, как: скорость постнатального роста, конверсия кормов и мясная продуктивность. Особый интерес представляет

феномен гетерозисного эффекта у крупных особей, проявляющийся в повышенной интенсивности анаболических процессов и оптимальной трансформации питательных веществ корма в мышечную ткань. Эти физиологические особенности необходимо учитывать при разработке современных технологий выращивания и селекционных программ в мясном скотоводстве (Васильев В.Р. и Краснова О.А., 2023).

Мясная продуктивность и качество говядины зависят от многих факторов, в том числе от особенностей породы животных. Процесс формирования мясной продуктивности тесно связан с биологическими закономерностями роста и развития животных. Понимание этих закономерностей позволяет эффективно планировать выращивание и откорм скота, чтобы получать высококачественную говядину (Раджабов Р.Г. и Иванова Н.В., 2020).

Для повышения мясной продуктивности стада рекомендуется использовать влияние бычков канадской селекции на рост, развитие и мясную продуктивность бычков отечественной селекции (Виль Л.Г. и др., 2022).

Межпородное и промышленное скрещивание остается перспективным приемом повышения степени реализации племенного потенциала крупного рогатого скота. Чтобы увеличить производство говядины, необходимо создавать помесные стада и активнее использовать эффект гетерозиса при межпородном скрещивании (Косилов В.И. и др., 2019; Гудыменко В.В. и др., 2023). Продуктивность герефордского скота зависит от множества факторов, включая происхождение. Эта порода отличается скороспелостью, и чем дольше длится откорм, тем больше накапливается жировой ткани, включая внутренний жир. Поэтому происхождение быка-производителя имеет большое значение для мясных качеств его потомков. Это позволяет рекомендовать хозяйствам, занимающимся разведением мясного скота герефордской породы, тщательно подбирать быка-производителя, чтобы обеспечить эффективное производство мяса (Овчинникова Л.И. и др., 2020). Улучшать наследственные качества животных — значит направлять эволюционный процесс сообразно интересам

селекции, накапливать в поколениях и развивать признаки высокой продуктивности.

Динамика живой массы является основным показателем, который позволяет определить, насколько быстро растёт организм молодняка сельскохозяйственных животных. Чтобы оценить, насколько хорошо развито телосложение животного и насколько выражены его мясные качества, необходимо использовать комплексный подход. Он включает в себя определение прироста живой массы тела, измерение различных частей тела и расчёт индексов телосложения. Индексы телосложения позволяют в относительных значениях увидеть, как развиваются разные части тела относительно общего роста организма. Также можно выявить положительные и отрицательные связи с другими показателями мясной продуктивности (Седых Т.А. и Гизатуллин Р.С., 2015).

Прижизненная оценка качества мяса молодых альтернативных мясных пород КРС на основе их собственной продуктивности имеет важное научное и практическое значение для дальнейшего разведения (Гумеров М.Б. и Горелик О.В., 2020).

Герефордская порода коров — одна из самых популярных в России. Эти животные обладают прекрасными качествами для разведения на мясо. Благодаря этому, герефорды могут приносить хорошую прибыль при выращивании для получения говядины (Марясов А.Н. и Харлап С.Ю., 2020).

Известно, что живой вес влияет на качество производства коров. Важно оценить взаимосвязь между производственными и репродуктивными характеристиками коров. При преобладающей продуктивностью и интенсивностью использования коров, выявлена проблема снижения продуктивности племенного стада. Существует определенная взаимосвязь между надоями и продолжительностью срока службы коров. Живой вес коров не влияет на продолжительность срока службы, а это, в свою очередь, имеет низкую положительную корреляцию с молочным выходом коров, независимо от их живого веса (Горелик О.В. и др., 2021).

При оценке мясной продуктивности животных важно учитывать не только вес туши, её выход и строение, но и химический состав мякоти. Это помогает определить, когда мясо достигает физиологической зрелости, а также оценить его энергетическую и биологическую ценность. Известно, что в процессе роста и развития животных химический состав их тела изменяется. Он зависит от породы, возраста, массы, упитанности, рациона питания и условий содержания (Цырендоржиев Ч.Б. и Лумбунов С.Г., 2014).

Мясная продуктивность крупного рогатого скота определяется количеством и качеством мяса, жира и субпродуктов, которые можно получить при убойе животных. С возрастом у животных происходят изменения в соотношении тканей и химическом составе мяса. В абсолютном выражении все ткани увеличиваются, выход мышц и жира растёт, а выход костей уменьшается в 1,5-2 раза. Высокое содержание костей снижает качество туши, а слаборазвитый костяк не позволяет достичь высокого уровня мясной продуктивности. Увеличение содержания мякоти в туше повышает пищевые достоинства мяса. Чтобы оценка мясной продуктивности животных была полной, необходимо одновременно изучать как количество мяса в тушах, так и его качество. Важным показателем, характеризующим качество мясной продуктивности крупного рогатого скота, является химический состав мяса (Заяц О.В. и др., 2020).

Важными показателями качества мяса являются содержание в нём белка и жира. Однако пищевая ценность мяса зависит не только от общего содержания белка, но и от соотношения в нём заменимых и незаменимых аминокислот (Раджабов Р.Г. и Иванова Н.В., 2020).

При оценке мясной продуктивности животных важное значение имеет морфологический состав туш. Он определяется по количеству и соотношению мышечной, жировой, соединительной тканей и костей. Ключевым показателем качества мяса является соотношение массы костей, связок и хрящей в полутуше к массе её мякотной части. Поэтому, помимо увеличения массы мякоти, важно также снизить количество несъедобных частей туши (Гафарова Ф.М. и др., 2022).

Важным показателем оценки мясной продуктивности животных является убойный выход. Он характеризует соотношение между живой массой животного, массой туши и массой внутреннего сала (Гармаев Д.Ц. и Дашинимаев М.Н., 2017).

Животные, родившиеся в разное время года, демонстрируют высокую продуктивность. Исследования показывают, что сезон рождения не влияет на способность герефордских бычков набирать оптимальную живую массу. Это доказывает, что герефордская порода может быть успешно использована в новых и перспективных технологических решениях (Инербаев Б.О. и др., 2018).

Технология производства говядины направлена на то, чтобы максимально раскрыть потенциал продуктивности животных. Для этого важно как можно раньше определить полезные для хозяйства признаки животных, такие как их вес при рождении. Этот показатель влияет на то, как быстро они будут набирать вес в дальнейшем, а также на их мясную продуктивность. Телята, которые рождаются с большим весом, обычно растут быстрее и имеют преимущество по весу к моменту завершения откорма (Наумова В.В., 2019).

Говядина — один из основных мясных продуктов в рационе россиян. Она занимает третье место по значимости среди других видов мяса. На мясную продуктивность животных влияют различные факторы, такие как порода, возраст, упитанность и пол животного. Однако наиболее важным фактором является уровень кормления. Повышение производства говядины в России — одна из ключевых задач агропромышленного комплекса (Иваков М.С., 2023).

Для повышения эффективности животноводства важно внедрять новые прогрессивные технологии, улучшать породные и племенные качества животных и обеспечивать их достаточным количеством высококачественных кормов (Гусева Т.А., 2023).

Выбор культур, соблюдение сроков уборки в зависимости от фазы их развития, использование подходящей техники и учёт погодных условий — вот основные составляющие успешного производства качественных кормов. Ещё один способ улучшить качество кормов — это применение биоконсервантов. В их состав входят специально отобранные штаммы молочнокислых бактерий,

которые расщепляют сахара, содержащиеся в зелёной массе, до молочной и уксусной кислот (Алексеев А.А. и др., 2018).

Исследования Байкаловой Л.П. и Кривоноговой Д.В. (2016) выявили значительные различия в энергетической ценности кормовых трав в зависимости от фенологической фазы и видового состава. Максимальное энергосодержание (9,897 МДж/кг) отмечено у люцерны гибридной в фазу вымётывания-бутонизации, что превышало показатели травосмесей (9,635 МДж/кг). Примечательно, что в фазу цветения наблюдалось снижение энергетической ценности до 9,0 и 8,858 МДж/кг соответственно. Особый интерес представляют данные по энергопродуктивности травосмесей: оптимальные результаты показали комбинации костреца (65-75%) с тимopheевкой (30-40%) и бобовыми компонентами (галега, эспарцет, клевер, люцерна) в различных фенологических фазах.

Как подчеркивают Дускаев Г.К. и др. (2025), кормление представляет собой ключевой фактор реализации генетического потенциала животных. Оптимальное кормление обеспечивает: полноценное развитие физиологических систем; реализацию продуктивного потенциала; сохранение репродуктивных функций; качество конечной продукции.

Эти данные подчеркивают необходимость комплексного подхода к организации кормовой базы, учитывающего как биологические особенности кормовых растений, так и современные технологические решения в заготовке и хранении кормов (Подласова Е.Ю. и Лебедев С.В., 2023).

Легошин Г.П. и Алексеев А.А. (2017), Левахин Г.И. и др. (2022) отмечали, что среди условий внешней среды кормление и содержание - ключевые вопросы, от которых зависят здоровье животных, качество воспроизводства и продуктивность. Расстройства пищевого поведения влияют на функцию репродуктивной системы и продолжительность репродуктивного использования быков-доноров спермы.

Качество кормов и воды, соблюдение санитарных норм и адекватное питание должны подвергаться регулярным ветеринарным и санитарным

осмотрам. Эта мера позволяет нам своевременно вносить коррективы для устранения недостатков, тем самым снижая риск неблагоприятного воздействия на здоровье животных и помогая улучшить качество продукции (Сушкова М.А. и др., 2019).

О том, как растут и развиваются животные, судят по изменениям их живой массы и размерам тела (Легошин Г. и Гончаров С., 2017; Инребаев Б.О. и др., 2023). Основная цель при разведении и откорме крупного рогатого скота для получения мяса — это выращивание животных с высокой живой массой. Важное значение имеет весовой рост животного в определённом возрасте. Быстрорастущие животные достигают необходимой массы для убоя за более короткий период времени, чем медленнорастущий молодняк. Это позволяет сократить расходы на корма, уменьшить сроки откорма и, как следствие, снизить себестоимость продукции (Ермошина Е.В. и др., 2020).

Регулируя уровень и тип кормления можно изменять форму телосложения крупного рогатого скота, пропорцию тканей в теле, влиять на отдельные качественные показатели мяса (Салихов А.А. и др., 2017; Солошенко В.А. и др., 2016).

Оптимизация репродуктивной функции крупного рогатого скота напрямую зависит от сбалансированности рационов кормления, что подтверждается многочисленными физиологическими исследованиями. Нарушения в кормлении провоцируют развитие метаболических расстройств, которые не только снижают продуктивность животных, но и наносят существенный экономический ущерб сельхозпредприятиям (Христиановский П.И. и др., 2023).

Кроме того, дефицитное кормление негативно сказывается на жизнеспособности потомства, повышая риск рождения ослабленных телят и развития послеродовых осложнений, увеличение межотельного периода, росте яловости у маточного поголовья (Пулатов Ф.Б. и Шаравьев П.В., 2019).

Полноценная реализация генетического потенциала животных возможна только при условии комплексного обеспечения оптимальных параметров

кормления и содержания, что подчеркивает необходимость системного подхода в современном животноводстве (Сеитов М.С. и Левицкая Т.Т., 2021).

При кормлении племенных бычков, особенно если их оценивают по собственной продуктивности, очень важно качество и разнообразие кормов в рационе. В структуре рациона этой группы животных примерно 30% должно занимать сено, 30% — кукурузный силос и 40% — концентраты (Хайнацкий В.Ю. и др., 2016).

Благодаря минеральным добавкам животные содержатся в здоровом состоянии, нормально размножаются, а молодняк развивается должным образом. Функция минералов в организме разнообразна и важна для биохимии питания животных. Недостаток минеральных компонентов в рационе негативно влияет на степень минерализации скелета, здоровье и продолжительность жизни животного, уровень продуктивности, репродуктивные функции (Сембаева А.И. и др., 2020; Сизова Е.А. и др., 2025).

Эффективность мясного скотоводства определяется различными факторами, включая продуктивность молодняка, предназначенного для убоя, среднюю живую массу одной головы скота и степень его упитанности перед продажей. Также важны общие затраты, включая расходы на содержание основного стада и быков-производителей (Болотов Ф.М. и Гордеева А.К., 2020).

Ключевым элементом, влияющим на результативность ведения животноводства, является организация интенсивного разведения скота (Асланова М.Х. и Гукеев В.М., 2016; Барсукова М.А. и др., 2024; Пермякова А.В. и Камаева Д.А., 2024). Одна из ключевых задач в обеспечении продовольственной независимости России — это увеличение производства мяса, особенно говядины. В современном животноводстве наиболее эффективно эту задачу можно решить, используя районированные породы как отечественного, так и импортного происхождения, скрещивая их с быками специализированных мясных пород. В середине прошлого века исследователи изучали возможность промышленного скрещивания симментальских коров с герефордскими быками. Однако появление новых современных генотипов этих пород требует

корректировки данного метода скрещивания для увеличения производства говядины с учётом современных требований и уровня развития мясного скотоводства (Ли С. и Болотова Ю.А., 2014).

Процесс выбора племенных животных с учётом их породы, вида и линии для решения конкретных задач называется разведением сельскохозяйственных животных. Существуют три основных метода разведения: чистопородное разведение, скрещивание и гибридизация (Чеченихина О.С. и Светикова Е.А., 2023).

Улучшить мясные качества можно с помощью чистопородного разведения, но это требует много времени и целенаправленной селекции. Ускорить этот процесс помогает «вводное» скрещивание коров казахской белоголовой породы с быками-герекфордами канадской селекции. Это позволяет получить животных с новыми генотипами, которые сочетают в себе все полезные хозяйственные признаки, при этом обладают повышенной скоростью роста и большей живой массой. Это позволяет им набирать вес без интенсивного накопления жира (Тарасевич Л.Ф. и Козлова Н.Н., 2015). Современные зоотехнические исследования убедительно доказывают эффективность применения высокорослых быков-производителей как при чистопородном разведении герекфордов, так и в программах промышленного скрещивания с молочными породами для получения сверхремонтного молодняка. Проведенный анализ демонстрирует устойчивую закономерность: независимо от экстерьерно-конституциональных характеристик маточного поголовья, использование высокорослых быков обеспечивает достоверное увеличение живой массы потомства по сравнению с животными среднего или компактного типа.

Особый практический интерес представляют количественные показатели этого эффекта. Научно подтверждено, что при спаривании высокорослых быков с коровами среднего типа достигается увеличение живой массы потомства на 8-10%, а при сочетании с компактными коровами этот показатель возрастает до 15-20%, что свидетельствует о проявлении эффекта гетерозиса. В условиях дефицита высокорослых производителей допустимо использование быков

среднего типа, однако следует учитывать, что такая замена приведет к некоторому снижению ростовых характеристик получаемого потомства, особенно при работе с компактными коровами.

Данные закономерности имеют важное значение для разработки оптимальных схем подбора в мясном скотоводстве, позволяя максимально реализовать генетический потенциал животных. При этом особое внимание следует уделять сохранению баланса между ростовыми характеристиками и другими хозяйственно-полезными признаками, что особенно актуально в условиях промышленной технологии производства говядины (Шевелева О.М. и Криницына Т.П., 2020).

Породный состав поголовья продолжает улучшаться, а количество и качественные характеристики породистых животных продолжают увеличиваться. Это позволяет постоянно повышать продуктивность животноводства по молоку и мясу, а также улучшать качество животноводческого сырья. Аналитические данные показывают, что разведение, выращивание и реализация скота для сельскохозяйственных нужд в агрокомплексах подтверждается высокой продуктивностью по молоку и мясу животных (Шундалов Б.М., 2021).

Основная цель селекционно-племенной работы — это получение экономически выгодных и высокопродуктивных животных, которые хорошо адаптированы к конкретным технологическим и климатическим условиям. Для производителей молочной продукции особенно интересны конкурентоспособные породы, которые не только отличаются высокой продуктивностью, но и обладают другими преимуществами. Например, они могут обеспечивать более длительный срок хозяйственного использования, требовать меньше ветеринарных затрат, лучше перерабатывать корм и иметь более оптимальные параметры воспроизводства. Всё это позволяет повысить рентабельность производства (Кукушкина А.А., 2022).

Племенные хозяйства занимаются улучшением генетических характеристик стада коров, стремясь повысить уровень продуктивности и

продлить срок их продуктивного использования (Куликова Н.И. и Щербина Л.А., 2020).

Долголетие продуктивного использования коров представляет собой ключевой фактор, определяющий экономическую эффективность молочного скотоводства. Продолжительность хозяйственного использования животных оказывает прямое влияние на совокупную пожизненную продуктивность, темпы генетического совершенствования стада и окупаемость капитальных вложений в его формирование. Продолжительность продуктивного периода крупного рогатого скота обычно составляет от 12 до 17 лактаций. С увеличением возраста коров увеличивается и период их хозяйственного использования. Чем дольше животное используется в хозяйстве, тем выше её пожизненная продуктивность. Это означает, что от такой коровы можно получить не только больше молочной продукции, но и больше приплода. Продолжительное использование коров в стаде позволяет более качественно проводить селекционную работу. Это, в свою очередь, повышает качество получаемого молодняка и увеличивает его генетический потенциал (Адушинов Д.С., 2022).

Продление продуктивной жизни животных является важнейшей проблемой в молочном и мясном скотоводстве, свиноводстве и других отраслях животноводства. Увеличение выработки молока сопровождается снижением репродуктивных функций: удлиняется сервисный период, снижается оплодотворяемость, что вызвано стрессом в результате активации доминантной лактации. Для улучшения репродуктивной функции и продолжительности применения рекомендуется применение специальных минерально-витаминных добавок. Благополучие животных считается показателем стабильности системы и считается экономически целесообразным (Бекенев В.А., 2019).

1.3. Использование биотехнологических методов в селекции мясных пород скота

Животноводство — важнейшая отрасль сельского хозяйства, которая обеспечивает финансовые средства для развития производственной и социальной инфраструктуры агропромышленного комплекса страны. Новые генетические достижения в животноводстве, такие как породы, типы и линии, не только позволяют производить высококачественную продукцию, но и являются ценным достоянием отрасли. С ростом спроса на говядину становится всё более актуальным не только увеличение поголовья мясного скота, но и повышение его продуктивности. Для этого необходимо разработать и внедрить ускоренные методы создания высокопродуктивных мясных стад, основанные на современных достижениях селекции и генетики (Слепцов В.В., 2020). Для достижения прогресса в этой области необходимо точно определять племенную ценность животных. Поэтому во многих странах мира, где развито животноводство, селекция ведётся с использованием современных молекулярно-генетических технологий. Эти технологии позволяют более точно оценивать и прогнозировать экономически значимые показатели продуктивности животных. Популярность молекулярно-генетических методов в животноводстве объясняется их экономическими преимуществами. Они позволяют вести селекцию животных на основе их генетических особенностей (Шевхужев А.Ф. и др., 2022)

Применение современных иммуногенетических методов позволяет определить происхождение пород и линий, а также выявить связи между продуктивностью и устойчивостью животных (Тищенко Н.Н. и др., 2024).

Воспроизводство стада — это важный технологический процесс, который не только обеспечивает получение приплода с высоким генетическим потенциалом, но и направлен на сохранение и создание животных с заданными качествами. В мясном скотоводстве интенсивность воспроизводства стада имеет более значительное влияние на уровень и экономику производства мяса по

сравнению с молочным скотоводством или другими отраслями животноводства (Полковникова В.И., 2016).

Современные достижения биотехнологии воспроизводства требуют внедрения инновационных методов организации воспроизводства стада в практику животноводства. Особую актуальность приобретают разработанные научным сообществом биотехнологические приемы, включающие индукцию суперовуляции посредством применения гонадотропных гормональных препаратов, использование простагландинов для регуляции полового цикла, а также методы синхронизации репродуктивных функций у значительных групп маточного поголовья. Эти технологические решения приобретают особую значимость применительно к условиям современных животноводческих комплексов с беспривязным содержанием, где традиционные подходы к воспроизводству демонстрируют недостаточную эффективность. Внедрение данных методов позволяет существенно повысить интенсивность воспроизводства, оптимизировать организационные процессы и увеличить экономическую отдачу от племенного стада.

Наиболее эффективным методом биотехнологий в воспроизводстве стада, который позволяет увеличить количество высокопродуктивных коров, является метод трансплантации эмбрионов коров. Он сокращает срок генетического улучшения коров в 8 раз. Уже через три года можно получить племенную нетель с уникальной родословной (Слепцов В.В., 2020).

При интенсивном ведении мясного скотоводства в племенных хозяйствах по разным причинам ежегодно выбраковываются 20-30 % коров, в том числе и высокопродуктивных. В этом случае метод трансплантации эмбрионов позволит получать от них высокоценный племенной молодняк. Метод трансплантации эмбрионов вышел далеко за рамки научных исследований и уже внедряется в практику работы ведущих племенных заводов. Это помогает дополнительно получать племенной молодняк.

Современные достижения в области геномики открывают новые перспективы для ускоренного улучшения хозяйственно-ценных признаков

крупного рогатого скота. Как показывают исследования, ключевым фактором интенсификации селекционного процесса выступает идентификация функционально значимых генов и анализ их полиморфных вариантов, ассоциированных с продуктивными характеристиками. В ходе проведенных исследований был составлен перечень потенциальных генов-кандидатов, оказывающих влияние на экономически значимые параметры мясной продуктивности, а также разработаны современные геномные технологии для детекции генетических вариаций.

На сегодняшний день накоплен значительный массив данных, демонстрирующих наличие устойчивых корреляций между специфическими аллельными вариантами и количественно-качественными показателями говядины. Установленные молекулярно-генетические маркеры создают научную основу для разработки инновационных методов селекционного контроля, позволяющих прогнозировать и направленно регулировать качественные параметры мясной продукции на генетическом уровне. Особую ценность представляют выявленные ассоциации полиморфизмов с такими важными технологическими характеристиками мяса, как его сочность, нежность и мраморность, что открывает новые возможности для целенаправленного улучшения потребительских свойств говядины. (Шевхужев А.Ф. и др., 2022).

В наши дни одним из самых многообещающих методов для ускорения улучшения продуктивных характеристик и прогнозирования племенной ценности сельскохозяйственных животных, в частности мясного скота, является маркер-ассоциированная и геномная селекция. Этот метод опирается на понимание взаимосвязи между генотипом и фенотипом. Он позволяет практически сразу после рождения определить племенную ценность животных и отобрать наиболее перспективных особей для разведения (Селионова М.И. и др., 2023).

Внедрение селекции с помощью маркеров (MAS) в племенную работу способно улучшить генетический потенциал продуктивности мясного скота. Отбор и интенсивное воспроизводство носителей «желательных» генотипов

может повысить ежегодный эффект селекции на 15-20 % по сравнению с традиционными методами селекции. Прижизненная оценка мясного скота основывается на измерении живой массы, интенсивности роста, конституции и экстерьеру.

Активное использование геномной оценки в племенной работе, которая на сегодняшний день считается одной из самых точных, требует более тщательного и детального подхода к оценке генетического потенциала племенных бычков. Это необходимо для воспроизводства высокоценного стада. Комплексная оценка, основанная на анализе ДНК и выявлении лучших животных по их весовому и линейному росту, позволяет с большей вероятностью выбрать гарантированных бычков желаемого типа. Такой подход соответствует основной цели селекции — повышению мясной продуктивности и созданию крупного и высокорослого типа животных (Герасимов Н.П. и Джуламанов К.М., 2020).

Чтобы увеличить производство мяса, нужно не только увеличить поголовье крупного рогатого скота, но и повысить его продуктивность. Для этого необходимо разработать и внедрить более эффективные методы производства. Современные генетические методы позволяют выводить высокопродуктивные породы крупного рогатого скота. Используя современные иммуногенетические методы, можно узнать происхождение пород и линий, а также определить связь между их продуктивностью и устойчивостью (Тищенко Н.Н. и др., 2024).

При правильном ведении племенной работы в скотоводстве сейчас невозможно без использования неограниченно долгого хранения, накопления запасов и транспортировки на любые расстояния семени быка. В связи с массовым внедрением в практику животноводства искусственного осеменения скота глубоко замороженным семенем все более высокие требования предъявляются к качеству производителей.

Чтобы закрепить в генотипе потомков такие важные качества, как высокая удойность и жирность молока, в чистопородном разведении необходимо применять метод внутрилинейного подбора с использованием инбридинга на

выдающихся предков. При скрещивании также можно достичь высоких показателей надоя молока, используя кроссы линий с применением инбридинга. А для повышения жирности и содержания белка в молоке рекомендуется применять внутрилинейный подбор с использованием аутбредных линий (Муравьева Н.А. и Зверева Е.А., 2018).

Селекционно-племенная работа с породой базируется на выборе животных желательного типа и подборе пар для разведения. Одним из ключевых факторов, влияющих на эффективность селекции, является интервал между поколениями. Он зависит не только от наследственных особенностей, но и от внешних условий. Современные технологии геномной селекции позволяют ускорить темпы селекционно-племенной работы в скотоводстве. Они дают возможность проводить косвенный отбор, который в сочетании с традиционными зоотехническими и биологическими методами позволяет создавать стада животных желаемого типа. Генотипирование при создании высокопродуктивных стад герефордского скота помогает выявить генетические особенности животных, отобрать подходящих особей для разведения и подобрать родителей. Это открывает перспективы для создания отродья или заводского типа (Басонов О.А. и др., 2023)

Для оценки мясной продуктивности был разработан метод ДНК-маркирования племенных животных. Этот метод основан на анализе генов, связанных с мясной продуктивностью, таких как ген рилизинг-фактора, ген диацилглицерол-О-ацилтрансферазы 1 (DGAT1), ген кальпаина (CAPN1), ген лептина (LEP) и ген тиреоглобулина (TG5). Исследование и анализ этих генов позволяют получать высокие приросты живой массы и отбирать молодняк для формирования племенного ремонтного стада с высокими показателями качества мяса. Это имеет большое значение в экономической сфере, поскольку помогает минимизировать экономические потери. Кроме того, анализ этих генов также позволяет выявлять генетические аномалии, которые могут быть связаны с различными заболеваниями. Например, можно определить наличие синдрома иммунодефицита (BLAD — CD18), комплексного порока позвоночника (CVM),

дефицита уридинмонофосфатсинтетазы (DUMPS), синдрома Brachy-spina (BS), цитруллинемии (BC) и дефицита коагуляционного фактора крови XI (FXI) (Губарев Е.В., 2022).

Физиологическая регуляция количественных признаков мясного скота контролируется множеством генов. Особое значение уделяется для улучшения генетического потенциала в мясном скотоводстве играют гены соматотропной оси, которые ассоциируются с ростом, развитием и дифференцировкой тканей, интенсивностью обменных процессов и лактацией животных.

Для того чтобы сохранить малочисленные популяции крупного рогатого скота отечественной селекции, которые способны воспроизводить отечественные генофонды, необходимо использовать вспомогательные репродуктивные технологии в животноводстве. Это поможет избежать утраты ценных генотипов. Такие технологии включают в себя получение эмбрионов *in vitro* и *in vivo*, генотипирование эмбрионов, криоконсервацию эмбрионов и ооцитов. Они позволяют сократить интервал между поколениями и значительно увеличить количество молодняка с желаемыми хозяйственно полезными признаками. Криоконсервация гамет и эмбрионов является эффективным способом долговременного сохранения генетических ресурсов животных. Она позволяет защитить их от эпидемической угрозы и обеспечить их сохранность на протяжении длительного времени (Шульгина В.Д. и др., 2024).

Контроль качества и стандартизация генетического материала и препаратов, используемых в животноводстве, являются ключевыми задачами для успешного развития отрасли. В нашу страну поступает большое количество замороженной спермы из-за рубежа. Однако не всегда она соответствует стандартам качества. На качество спермопродукции влияет множество факторов, таких как кормление и содержание быков-производителей, гигиена взятия спермы, состав разбавителей, способы замораживания и размораживания и другие. Для успешного развития животноводства, будь то метод искусственного осеменения или современные биотехнологические методы воспроизводства, важно не только оценивать быков по качеству потомства, но и учитывать

качественные характеристики семени, влияющие на его оплодотворяющую способность (Плешков В.А. и др., 2021).

В наши дни использование разделенного по полу семени при получении эмбрионов крупного рогатого скота в культуре *in vitro* показало свою эффективность, которая практически не уступает эффективности обычного семени. Технология разделения сперматозоидов по полу с помощью высокоскоростной проточной цитометрии — это эффективный метод регулирования пола. В настоящее время он применяется не только в разведении крупного рогатого скота, но и в разведении других видов сельскохозяйственных животных. Дальнейшее развитие этой технологии позволит улучшить качество разделения сперматозоидов и повысить эффективность искусственного осеменения животных (Голубец Л.В., 2021). Быки-производители, которые используются в компаниях, применяющих сексированное семя, играют важную роль в обеспечении значительного генетического прогресса. Это достигается благодаря тщательно спланированной селекционно-племенной работе, в которой особое внимание уделяется улучшению здоровья, продуктивности и эффективности животных (Захарчук Н.О. и Щербатов В.И., 2021).

На современном этапе развития молекулярной генетики наиболее перспективным направлением идентификации генетических детерминант продуктивных качеств мясного скота признан метод полногеномного анализа ассоциаций (GWAS). Данный подход базируется на комплексном исследовании полиморфных генетических маркеров, равномерно распределенных по всем хромосомам и находящихся в состоянии неравновесного сцепления с локусными вариантами, определяющими количественные признаки хозяйственной ценности. Применение этой высокотехнологичной методики позволило идентифицировать целый спектр функционально значимых генов, ассоциированных с ключевыми параметрами мясной продуктивности: возрастной динамикой живой массы, интенсивностью среднесуточных привесов, эффективностью конверсии корма, массой туши и выходом мышечной ткани.

Биологический анализ выявленных генов-кандидатов показал их непосредственное участие в регуляции фундаментальных физиологических процессов, включая механизмы клеточной пролиферации, биосинтеза липидов и метаболизма углеводов. Полученные данные имеют существенное значение для разработки молекулярно-генетических панелей, позволяющих осуществлять ранний прогноз продуктивного потенциала животных и оптимизировать селекционные программы в мясном скотоводстве. Особого внимания заслуживает тот факт, что многие из обнаруженных генетических маркеров демонстрируют плеiotропные эффекты, одновременно влияя на несколько хозяйственно-важных признаков, что открывает новые перспективы для комплексного улучшения продуктивных качеств мясного скота.

Накопление данных о полногеномных ассоциативных исследованиях и экзомном секвенировании способствовало развитию новых методов генетического анализа — геной онтологии и геной сетей. Использование геной сети позволило получить первое детальное понимание генетической основы формирования сложных фенотипических признаков, которые основаны на сложном взаимодействии регуляторных сетей «главных» и «периферических» генов, контролирующих развитие определённого признака (Селионова М.И. и др., 2023).

Одним из видовых признаков крупного рогатого скота являются рога. Основная роль рогов — самооборона. Однако в современном животноводстве надобность в них отпала, поскольку они являются большой помехой при обслуживании скота. Чтобы исключить риск травмирования людей и животных, прибегают к обезроживанию скота. Однако широко использовать эту практику очень тяжело, так как она негативно воспринимается в обществе. В связи с этим ведется целенаправленный отбор и распространение животных с генетически заложённой комолостью представляется наиболее целесообразным решением. Безрогий скот предпочтителен по практическим и экономическим соображениям. При раздельном содержании с рогатым поголовьем у комолых животных меньше повреждений, туши имеют более товарный вид. В стадах

комолых коров меньше аборт, вызванных травмами и, следовательно, выше выход телят.

Генетическая детерминация признака рогатости у крупного рогатого скота подчиняется аутосомно-рецессивному механизму наследования, при котором фенотипическое проявление данного признака требует наличия рецессивного аллеля гена *horn* (H) в гомозиготном состоянии, унаследованного от обоих родителей. Современные исследования в области мясного скотоводства демонстрируют необходимость комплексного подхода, сочетающего генетические и физиолого-биохимические методы анализа для повышения продуктивного потенциала животных. Особое значение в этом контексте приобретает разработка объективных диагностических критериев оценки адаптационных возможностей и продуктивных качеств скота. В частности, гематологические показатели представляют особый научный интерес, поскольку отдельные параметры крови характеризуются высокой наследуемостью и демонстрируют устойчивую корреляцию с хозяйственно-ценными признаками мясной продуктивности, что открывает новые перспективы для селекционного отбора.

Для всесторонней оценки метаболических особенностей молодняка герефордской породы было организовано комплексное исследование, включающее анализ морфологических и биохимических показателей крови, а также оценку функционального состояния эндокринной системы. Изучение проводилось на животных, принадлежащих к различным эколого-генетическим группам, что позволило выявить специфику физиологических процессов в зависимости от их генетического происхождения и условий содержания. Такой интегративный подход дает возможность установить взаимосвязь между гематологическими параметрами, гормональным статусом и адаптационными возможностями организма, что имеет важное значение для совершенствования селекционно-генетических программ в мясном скотоводстве.

Современные вызовы аграрного сектора выдвигают на первый план необходимость модернизации генетического потенциала мясного скота как

ключевого фактора обеспечения продовольственного суверенитета России. Исследования последних лет (Dzhulamanov K.M. et al., 2022) убедительно доказывают, что формирование конкурентоспособной отрасли мясного скотоводства требует принципиально новых подходов к селекции, основанных на выявлении и тиражировании оптимальных генотипов с выраженными адаптационными и продуктивными характеристиками.

Инновационный путь развития отрасли предполагает создание референтных популяций животных с последующим их распространением в различных регионах страны с применением передовых биотехнологических методов репродукции (Gerasimov N.P. et al., 2023). Особую актуальность приобретает комплексное изучение генома мясных пород с использованием молекулярно-генетических маркеров, связанных с хозяйственно важными признаками. Такой подход позволяет формировать высокопродуктивные стада, максимально адаптированные к конкретным условиям содержания и кормления.

Современная селекционная стратегия базируется на интенсивном использовании выдающихся производителей, что способствует совершенствованию внутривидовой структуры (Джуламанов К.М. и др., 2020). Эффективность селекционного процесса существенно возрастает при ранней диагностике племенной ценности молодняка с помощью ДНК-технологий. Идентификация функциональных полиморфизмов в генах, ассоциированных с мясной продуктивностью (Kök & Varur, 2021), обеспечивает ежегодный прирост селекционного эффекта на 15-30% по сравнению с традиционными методами отбора (Столповский Ю.А и др., 2020).

Методы геномной селекции нашли широкое применение в практике племенного дела (Kostusiak et al., 2023). Они позволяют не только подтверждать происхождение животных, но и выявлять носителей наследственных аномалий, а также проводить целенаправленный отбор по маркерам хозяйственно полезных признаков. Особый интерес представляют полиморфизмы генов гормона роста (GH) и тиреоглобулина, которые оказывают существенное влияние на рост, развитие и качественные характеристики мясной продукции (Джуламанов К.М.

и др., 2020; Zalewska et al., 2021). Эти генетические маркеры становятся важным инструментом в создании высокопродуктивных стад мясного направления.

2. Материал и методика исследований

Объектом исследования были быки-производители, коровы, молодняк герефордской породы скота разных генетических групп.

Исследования проводились в племзаводах ООО «Агрофирма Калининская» и К(Ф)Х «Риск» Челябинской области (Рис. 1). Выполнение задач исследования осуществлялось как путем постановки специальных экспериментов, так и на основе использованных данных племенного учета стада.



Рисунок 1 – Схема исследования

Для исследования были сформированы три группы животных: I группа – уральской (потомство быка Фордер 191), II группа – канадской (потомство быков Дайс 10М, Таймлайн TR) и III группа – американской (потомство быков Виктор 719Т, Абсолют 49S, Революшин 4Ru) селекции. При определении генотипа родителей, участвовавших в подборе, учитывали происхождение согласно базе данных племенных животных информационно-аналитической системы (ИАС) «Селэкс. Мясной скот» (Плино, Россия). Весовой и линейный рост изучали общепринятыми методами племенного учета: у коров и быков-производителей ежегодно во время проведения бонитировок согласно «Порядок и условия проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности» (М., 2012). Взвешивание молодняка производили ежемесячно на платформенных весах «ВСП4-Ж» (Россия). Условиях кормления и содержания животных были одинаковыми в разрезе половозрастных групп по традиционной для специализированного мясного скотоводства технологии. Учет поедаемости кормов проводили ежемесячно в течение двух смежных суток групповым методом по разнице между заданным количеством и несъеденных остатков. Поедаемость пастбищной травы устанавливали методом обратного пересчета.

Для суждения об изменчивости отдельных селекционных признаков оценивали распределение его значения в стаде. Поэтому кроме лимитов определяли среднее квадратическое отклонение, представляющее изменчивость признаков в абсолютных величинах, что дало возможность использовать его для оценки вариабельности одних и тех же показателей в различных половозрастных группах животных. Относительную изменчивость признака изучали с помощью коэффициента вариации (C_v), выраженному в процентах.

Для контроля за физиологическим состоянием определяли морфологический, биохимический и гормональный состав крови. У подопытных животных брали пробы крови из яремной вены, которую вносили в пробирки до получения объёма 10 мл. Для определения гематологических особенностей использовали пробирки с активатором свёртывания (SiO_2) и пробирки с ЭДТА,

автоматический биохимический анализатор Dirui CS-T240, ветеринарный автоматический гематологический анализатор DF50 Vet, автоматический микропланшетный анализатор InfiniteF200 PRO.

Для молекулярно-генетического анализа полиморфизмов генов GH L127V (гормон роста) и TG5 C422T (тиреоглобулин) у экспериментальных животных осуществляли забор венозной крови с последующей экстракцией геномной ДНК с использованием набора «DIAtomtm DNA Prep» (IsoGeneLab, Москва).

Полимеразная цепная реакция с последующим рестрикционным анализом (ПЦР-ПДРФ) выполнялась с применением реагентов «GenePakPCRCore» (IsoGeneLab, Москва) на термоциклере «Терцик» (ДНК-технология, Россия). Амплификация специфических участков проводилась с использованием следующих олигонуклеотидных праймеров (НПФ «Литех», Россия):

- Для GH L127V: прямой 5'-gct-gct-cct-gag-ggc-cct-tcg-3' и обратный 5'-gcg-gcg-gca-ctt-cat-gac-cct-3'
- Для TG5 C422T: прямой 5'-ggg-gat-gac-tac-gag-tat-gac-tg-3' и обратный 5'-gtg-aaa-atc-ttc-tgg-agg-ctg-ta-3'

Параметры амплификации:

1. Для гена GH: начальная денатурация 5 мин при 95°C; 35 циклов (94°C - 45 сек, 65°C - 45 сек, 72°C - 45 сек); финальная элонгация 7 мин при 72°C
2. Для гена TG5: начальная денатурация 4 мин при 94°C; 35 циклов (94°C - 60 сек, 62°C - 60 сек, 72°C - 60 сек); финальная элонгация 4 мин при 72°C

Рестрикцию продуктов ПЦР проводили эндонуклеазами AluI (GH) и BstX2I (TG5) при 37°C с последующей визуализацией результатов методом горизонтального электрофореза в агарозном геле. Размеры фрагментов для генотипирования:

- GH: VV - 223 п.н.; LV - 223, 171, 52 п.н.; LL - 171, 52 п.н.
- TG5: TT - 473, 75 п.н.; CT - 473, 295, 178, 75 п.н.; CC - 295, 178, 75 п.н.

Контрольный убой бычков разных генотипов по генам GH и TG5 провели в 21-месячном возрасте. Для биохимического анализа отбирали образцы

мышечной ткани (400 г фарша и 200 г длиннейшей мышцы спины) из левой полутуши. Определение химического состава включало:

1. Содержание сухого вещества - гравиметрический метод при 100°C
2. Органического вещества - озоление при 550°C
3. Аминокислотного профиля - капиллярный электрофорез («Капель-105М»)
4. Жирнокислотного состава - газожидкостная хроматография («Кристалл-2000 М»)

Все исследования проведены в Центре коллективного пользования ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН с соблюдением стандартных протоколов и методов контроля качества <http://цкп-бст.рф>.

Расчет биоконверсии питательных веществ и энергии корма в мясную продукцию проводили по В.И. Левахину и др. (1999).

Плодовитость (Н) каждого изучаемого быка устанавливали по фактическому выходу отъемных потомков (бычки + телки), определяемой соотношением количества отнятых телят к общему поголовью осемененных телок в сезон случки продолжительностью 60 дней, по формуле:

$$H = \frac{\text{количество отъемных телят}}{\text{количество осемененных телок}} \times 100\% \quad (1)$$

Плодовитость телок-дочерей определяли по уровню их оплодотворяемости, соотношением количества плодотворно слученых животных к общему числу выращенных телок для случки по каждой группе в соответствие с происхождением по быку-отцу.

Индекс адаптационной племенной ценности (ИАПЦ) быков-производителей определялся по шкале (Табл. 1) по представленной формуле (2):

$$\text{ИАПЦ (N)} = H_i + Z_i + M_i + T_i \quad (2)$$

где, Н – плодовитость быка по выходу телят при отъеме от осемененного поголовья телок (не менее 40 голов) в сезон случки в интервале 60 дней, %;
Z – плодовитость телок-дочерей (не менее 25 голов) по оплодотворяемости их после осеменения в сезон случки в интервале 60 дней, %;

M – ожидаемая мясная продуктивность по средней живой массе при отъеме всех телят от оцениваемого быка, кг;

T – средняя живая масса телок-дочерей в возрасте 12 мес., кг;

i – показатели отбора (критерии развития того или иного признака в баллах);

N – инвентарный номер быка.

Таблица 1 – Шкала оценки быка-производителя для выведения его индекса адаптационной племенной ценности (ИАПЦ)

Символ признака и показатель отбора	Селекционный признак и уровень продуктивности по классам		Значение признака в структуре индекса, балл
N	Плодовитость быка по выходу телят при отъеме от осемененного поголовья телок (не менее 40 голов) в сезон случки в интервале 60 дней, %		
N1	элита - рекорд	60%	30
N2	Элита	55%	25
N3	I класс	50%	20
Z	Плодовитость телок – дочерей (не менее 25 голов) по оплодотворяемости их после осеменения в сезон случки в интервале 60 дней, %		
Z1	элита - рекорд	65%	35
Z2	Элита	60%	30
Z3	I класс	55%	25
Z4	II класс	50%	20
M	Ожидаемая мясная продуктивность по средней живой массе при отъеме всех телят от оцениваемого быка, кг		
M1	элита – рекорд		25
M2	Элита		15
M3	I класс		10
M4	II класс		5
T	Средняя живая масса телок - дочерей в возрасте 12 мес		
T1	элита- рекорд		15
T2	Элита		10
T3	I класс		5

Экономическую эффективность выращивания молодняка разных генотипов рассчитывали исходя из фактических сложившихся производственных затрат и реализационной стоимости животных при убое.

Статистическая обработка. Анализ данных проводили с использованием программ «Excel» («Microsoft», США) и «Statistica 10» («StatSoftInc.», США) по алгоритмам описательной статистики, корреляционным и дисперсионным анализом. Определение значимости различий между групповыми средними проводили по критериям Стьюдента, Фишера (F-критерий), Тьюки для неравных и равных выборок при этом критический уровень значимости в данном исследовании принимался $P \leq 0,05$.

3. Результаты исследований

3.1. Селекционно-генетическая оценка стада герефордской породы

3.1.1. Характеристика быков-производителей разных селекционных групп

Особую ценность в селекции представляют особи, устойчиво передающие свои качества по весовому росту. Объективным признаком при отборе быков-производителей и формировании бычьего стада для воспроизводства в условиях технологии мясного скотоводства является наращивание живой массы в отдельные периоды выращивания.

Важным этапом нашего исследования являлось сравнительное изучение оценки быков герефордской породы методом «сыновья – сверстники по стаду» в целях уточнения их племенной ценности.

Из изученных генеалогических линии быки-потомки быков-производителей при использовании в воспроизводстве стада Дайса и Таймлайн во все возрастные периоды от 2 до 5 лет сохраняли живую массу, отвечающие требованиям не ниже высшего бонитировочного класса элита-рекорд.

Наиболее важным этапом реализации правильной селекционно-племенной работы является совершенствование методики оценки быков-производителей по потомству, а их сыновей по собственной продуктивности. Это позволяло не только выявлять племенные достоинства производителей, используемых в данное время, но и подобрать для ремонта бычьего стада наиболее перспективных сыновей (Табл. 2).

В процессе селекционной работы уделяли внимание хорошей сочетаемости у ремонтных бычков высокой живой массы как в возрасте молодняка до 2 лет, так и в более старшем (полновозрастной) в 5 лет. Наилучшие соотношения установлено у бычков-потомков от быков-производителей генеалогических линий Дайса и Таймлайн.

Таблица 2. Живая масса бычков-потомков быков различных селекционных групп

Кличка и номер родоначальника родственных групп, селекция	Биометрические показатели	Возраст продолжателей							
		месяцев				лет			
		8	12	15	18	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фордер 191 (Уральский герефорд)	n	28	28	28	28	5	5	5	5
	X	230,5	369,7	488,5	540,5	638,2	786,4	868,2	920,6
	σ	17,63	25,96	33,12	27,40	32,31	40,90	35,08	30,68
	Cv	7,65	7,02	6,78	5,07	5,06	5,20	4,04	3,33
Революшин 4Ru (американская селекция)	n	22	22	22	22	5	5	5	5
	X	235,4	370,5	491,2	572,5	660,2	798,4	904,2	1005,4
	σ	19,82	29,31	35,46	37,96	32,86	47,34	44,68	47,45
	Cv	8,42	7,91	7,22	6,63	4,98	5,93	4,94	4,72
Виктор 719Т	n	26	26	26	26	5	5	3	3
	X	233,5	366,5	484,5	546,3	668,4	813,2	895,3	956,3
	σ	20,66	30,57	35,55	30,92	37,62	59,32	28,71	24,01
	Cv	8,85	8,34	7,34	5,66	5,63	7,30	3,21	2,51
Абсолют 49S	n	26	26	26	26	5	5	3	3
	X	231,5	329,3	428,5	493,5	646,4	801,4	923,3	988,3
	σ	20,71	27,40	34,07	32,82	39,60	61,51	23,89	33,77
	Cv	8,95	8,32	7,95	6,65	6,13	7,68	2,59	3,42
Дайс 10М (канадская селекция)	n	23	23	23	5	5	5	5	5
	X	238,5	378,5	490,3	586,4	695,4	840,6	998,4	1088,6
	σ	21,97	32,74	37,36	38,82	41,14	65,79	58,14	62,76
	Cv	9,27	8,65	7,62	6,62	5,92	7,83	5,82	5,77
Таймлайн TR (американская селекция)	n	22	22	22	5	5	5	5	5
	X	248,3	383,5	501,5	590,6	711,4	858,6	949,6	1035,4
	σ	23,69	34,21	40,82	27,41	49,66	46,07	54,65	49,56
	Cv	9,54	8,92	8,14	4,64	6,98	5,37	5,76	4,79

Продолжение таблицы 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
В среднем по стаду	n	119	119	119	53	14	8	5	5
	X	225,3	346,3	428,0	509,0	611,0	746,0	853,0	906,0
	σ	15,61	24,69	28,29	30,69	35,62	40,13	43,76	44,85
	Cv	6,93	7,13	6,61	6,03	5,83	5,38	5,13	4,95

Изучение продуктивных и генетических особенностей этих животных является необходимым предпосылкой разработки концепции создания высокоценного стада, соответствующим современным требованиям.

Следует отметить, что рациональное использование высокопродуктивных производителей – весьма значительный резерв повышения продуктивности стада. Так, сыновья быков Дайса и Таймлайн по живой массе в 15 мес. на 61,7 кг (14,3%; $P < 0,05$) и 72,9 кг (17,0%; $P < 0,01$) превосходили сверстников-потомков от других быков-производителей. Это дало возможность выявить 10 самых высокопродуктивных особей по самому ценному селекционному признаку живой массе. Для прогнозирования эффективности отбора рассчитали результативность селекционно-племенной работы в стаде на перспективу. Различия в генофонде потомков – это различия, которые селекционер создает искусственным отбором. Из потомства Дайса и Таймлайна для бычьего состава мы отобрали по 5 самых лучших ремонтных бычков в качестве родителей следующего поколения. Тогда действие отбора будет равно разнице между потомками. В стаде племенного завода наследуемость (h^2) живой массы равна 0,32.

Средняя продуктивность племенных бычков по стаду от разных генотипов по живой массе в возрасте 15 мес. составила 428 кг. Этот же показатель у отобранных племенных бычков от быков-отцов Дайса (канадская селекция) и Таймлайна (американская селекция) был на хорошем уровне и составил 495 кг.

Выбирая для разведения лучшие фенотипы, которые отклоняются по продуктивности от средней по стаду в положительном направлении, можно повысить частоту всех генов, которые оказывают действие в этом направлении на все признаки, фенотипическая изменчивость которых хотя бы частично обусловлена наследственностью.

Эту разницу между селекционными признаками животных, отобранных для дальнейшего воспроизводства в качестве родительского поколения и среднем уровне этого показателя в стаде до отбора можно вывести с учетом

наследуемости. Для прогнозирования селекционного эффекта пользовались формулами $SE = \frac{SD \times h^2}{2}$, SE – эффект селекции, SD – селекционный дифференциал, h^2 – коэффициент наследуемости данного признака для этого стада. Селекционный дифференциал будет равняться: (495 кг – 428 кг = 67 кг). Отсюда предполагаемый эффект селекции был следующим:

$$SE = \frac{67 \text{ кг} \times 0,32}{2} = 10,5 \text{ кг}$$

Следовательно, средний генетический потенциал по живой массе племенных бычков к 2027 году (через 1 поколение) в среднем по стаду племенного завода «Калининское» теоретически может возрасти на 10,5 кг и составить 438,5 кг.

Для повышения надежности полученных результатов для дальнейшей селекции брали тех бычков-сыновей, которые показывали продуктивность уровня элита-рекорд по живой массе в предыдущие возрастные периоды.

Бычки канадской и американской селекций при дальнейшем выращивании также характеризовались хорошими показателями весового роста. Преимущество 18-месячных потомков быков зарубежной селекции над сверстниками уральского герефорда составила 45,9 кг (8,5%; $P < 0,05$) и 50,1 кг (9,3%; $P < 0,05$). Чистопородные бычки-потомки от прочих производителей характеризовались сравнительно меньшей живой массой и более выраженной скороспелостью. В результате использования быков американской и канадской селекций получены животные выраженного мясного типа, характерными особенностями которых являются высокорослость, достаточно растянутое, хорошо обмускуленное туловище.

С возрастом разница по изучаемому селекционному признаку у молодняка разных генотипов становилась более существенной. Так, в 2 года бычки уральского герефорда уступали сверстникам канадской и американской селекции на 57,2 кг (9,0%; $P < 0,05$) и 73,2 кг (11,5%; $P < 0,01$). Высокая продуктивность племенных бычков-потомков Дайса и Таймлайна и четко выраженная долгорослость дали основание использовать их потомков в

укреплении генеалогической структуры стада племенного завода. Использование продолжателей родственных групп Дайса и Таймлайна в стаде ускорило создание долгорослого типа герефордского скота с интенсивностью роста до 12 мес 960-970 г, до 18 мес 1020-1030 г.

Лидирующее положение быков-производителей канадской и американской селекций над уральским герефордом и сверстниками по стаду по живой массе за период с 8-месячного возраста и до половозрастного периода 5 лет свидетельствует о высоком генетическом потенциале.

В возрасте 18 месяцев потомки Дайса и Таймлайна превышали требования высшего бонитировочного класса элита-рекорд по живой массе на 14,0 – 16,0%. Это в значительной степени предопределила рекордно высокую массивность тела в последующие возрасты. Так, в возрасте 5 лет по 10 племенным быкам-продолжателям данных групп изучаемый селекционный признак составил 1001,6 и 1035,4 кг, соответственно. В то же время отдельные генотипы имели живую массу от 1310 до 1380 кг.

Практически это означает, что необходимо при племенной оценке основных быков-производителей по потомству учитывать характер проявления важных селекционных признаков с возрастом.

В связи с интенсивным производства мяса и переводом его на промышленную основу, особую роль в настоящее время приобретает высокая интенсивность роста живой массы, долгорослость, большая производительность на 1 голову откармливаемого скота.

Чем больше значение показателя коэффициента вариации, тем живая масса отдельных быков-производителей относительно более изменчива. Среди изученных генетических групп это потомки быков-производителей канадской и американской селекции.

Следует отметить, что, прежде всего изменчивость является одним из основных условий селекции – чем она выше, тем больше возможности для выявления и отбора лучших представителей в изучаемых родственных группах.

В племенном заводе «Калининский» для ремонта бычьего стада отбирались лучшие бычки после испытания их по собственной продуктивности. В результате их средняя живая масса в контрольные возрастные периоды превышала требования высшего бонитировочного класса – элита-рекорд.

Нельзя игнорировать одно из важнейших теоретических положений о том, что генотип животного реализуется в различных технологических условиях неодинаково.

Для успешного линейного разведения отдельных продолжателей высокоценных быков-производителей необходимо проводить отбор их по живой массе включительно до 5-летнего возраста.

Метод разведения, улучшающую породу, заводское стадо и конкретных быков-производителей указывали в рабочем плане племенной работы со стадом, который корректировался ежегодно в рамках выполнения пятилетнего срока.

В процессе селекционно-племенной работы были установлены определенные различия между потомками, происходящие от разных родственных групп. Учитывая настоящие требования, племенная работа с быками-производителями была направлена в первую очередь на выращивание животных с большой живой массой к 5-летнему возрасту. На основании проведенного статистического анализа разнообразия племенных бычков-потомков по живой массе можно говорить о значительных межгрупповых различиях в развитии этого признака с возрастом.

Испытание герефордских бычков по собственной продуктивности и использование наилучших генотипов для воспроизводства стада позволяет добиваться заметного прогресса по скорости роста животных и в повышении живой массы во взрослом состоянии.

Средняя живая масса 15-месячных бычков использованных в период 2010-2012 года по сравнению с периодом 2020-2022 года повысилась на 9,9% ($P < 0,05$).

В литературе имеется много данных, характеризующих степень наследуемости живой массы отдельных мясных пород крупного рогатого скота. Показатели мясной продуктивности достаточно изменчивы и зависят также от генетической структуры стада в конкретные периоды анализа. Бычки, показавшие наибольший прирост живой массы, должны интенсивно наращивать массу тела с возрастом в таких же условиях.

Определенное внимание в селекционно-племенной работе уделяли повторяемости признака, насколько точно по первому значению по живой массе 15 месяцев можно предсказать последующие измерения, то есть массу тела в последующие возрасты. С увеличением возрастного порога до 5 лет количество представителей родоначальников, превышающих живую массу элитных животных не всегда имела положительную динамику. В племенной работе со стадом племзавода при подборе быков-производителей ставилась задача получать потомство более высокого генетического качества, чем предыдущего.

Увеличение параметров продуктивности быков-производителей последних поколений над своими сверстниками в возрасте 5 лет свидетельствует о высокой племенной ценности стада. Так продолжали генеалогических линий Революшн, Фордера БМ8, Виктора 719, Абсолют 49S, Дайса, Таймлайна стабильно превосходили всех продолжателей предыдущего поколения с двухлетнего возраста до 5 лет. Так превосходство в пятилетнем возрасте составило 24,3 - 188,6 (2,6 – 20,9%; $P > 0,05$, $P < 0,05 - 0,01$).

Максимальный показатель весового роста значимо превышал минимальный, что свидетельствует как о разнокачественности отдельных генеалогических линий производителей – лидеров герефордской породы скота, так о контрастных по продуктивности быков-потомков.

Учитывая, что за счет отбора производителей несколько легче создать высокий селекционный дифференциал, чем на основе коров, требования для их отбора оставались максимальными. Ставилась задача, чтобы отбираемые

ремонтные бычки в качестве отцов нового поколения быков характеризовалось по живой массе не менее элита-рекорд класса по породе.

Ежегодная корректировка в подборе быков не исключалась, так в пределах одного поколения уровень реализации даже на уровне генетических групп. Самые лучшие из использованных вариантов не всегда отвечали целевым стандартам подбора и выранжировывались из стада.

Из 43 быков-потомков, оцененных до 5-летнего возраста, отобранных от представителей типа Уральский герефорд, канадской и американской селекций, только 10 продолжателей отвечали целевыми параметрами по живой массе во все учетные периоды требованию высшего бонитировочного класса элита-рекорд.

3.1.2. Характеристика маточного стада разных селекционных групп

Основной целью формирования заводского типа скота герефордской породы является создание маточной части стада, хорошо приспособленного к условиям сухой степной зоны Южного Урала. Одновременно продолжается селекционно-племенная работа по формированию генеалогических линий животных крупного формата телосложения. Характеристика коров создаваемых линий и родственных групп по основным селекционным признакам приведены в таблице 3.

Средняя живая масса коров-дочерей от быков разных генетических групп в возрасте 3-х лет составила 453,0-490,5 кг. Это выше стандарта герефордской породы на 23,0-60,5 кг (5,3-14,1%). Среди изучаемых селекционных групп животных лучшими показателями продуктивности характеризовались коровы от быков-производителей канадской селекции. В возрасте 3-х лет они превосходили сверстниц уральской селекции (от быка Фордера) на 19,0-31,5 кг ($P < 0,05-0,01$).

Таблица 3. Сравнительная оценка качества коров, отобранных от быков-производителей разных генетических групп

Показатели	Быки-отцы				
	Фордер	Виктор	Абсолют	Дайс	Таймлайн
Коровы в возрасте 3-х лет					
Численность, гол.	36	36	33	32	34
Живая масса, кг	459,0	453,0	472,3	478,0	490,5
V	29,01	25,31	26,58	40,57	42,28
C _v	6,32	5,59	5,63	8,49	8,62
lim = min-max	420-513	420-499	431-512	430-552	431-566
Целевой стандарт, кг	470,0	470,0	470,0	470,0	470,0
Молочность*, кг	192,8	189,1	193,5	201,0	205,3
V	13,48	9,89	14,03	21,61	15,08
C _v	6,99	5,23	7,25	10,75	7,35
lim = min-max	175-218	176-211	176-219	176-225	179-228
Целевой стандарт, кг	190,0	190,0	190,0	190,0	190,0
Высота в крестце, см	127,1	126,4	127,3	128,2	127,8
V	2,69	2,02	2,51	3,27	2,29
C _v	2,11	1,60	1,97	2,55	1,79
lim = min-max	124-133	124-130	124-132	124-135	124-132
Целевой стандарт, см	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0
Конституция и экстерьер, балл	86,0	86,2	86,6	86,4	86,5
V	1,37	1,37	1,97	1,32	1,75
C _v	1,60	1,59	2,27	1,52	2,03
lim = min-max	84-88	85-90	85-88	85-88	84-90
Целевой стандарт, балл	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0
Коровы в возрасте 5 лет					
Численность, гол.	36	36	33	32	34
Живая масса, кг	553,8	554,0	561,0	591,8	602,5
V	37,13	29,96	27,29	47,14	47,74
C _v	6,72	5,41	4,89	7,96	7,92
lim = min-max	508-629	511-619	521-629	533-668	533-688
Целевой стандарт, кг	570,0	570,0	570,0	570,0	570,0
Молочность*, кг	208,4	205,9	203,4	214,8	231,8
V	14,13	10,52	15,23	14,87	11,40
C _v	6,78	5,11	7,49	6,92	4,92
lim = min-max	188-232	192-217	183-228	194-238	212-249
Целевой стандарт, кг	220,0	220,0	220,0	220,0	220,0
Высота в крестце, см	129,4	130,3	129,8	132,5	131,5
V	2,54	2,70	2,57	4,47	2,83
C _v	1,96	2,07	1,98	3,38	2,15
lim = min-max	126-134	126-135	126-134	127-138	126-136
Целевой стандарт, см	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0
Конституция и экстерьер, балл	87,3	87,5	87,5	88,2	88,6
V	1,46	1,61	2,02	2,26	2,60
C _v	1,67	1,84	2,31	2,56	2,94
lim = min-max	85-90	85-92	85-92	86-92	85-92
Целевой стандарт, балл	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0

Формируемая генеалогическая группа канадской селекции характеризуется достаточно высокой молочной продуктивностью. По отъемной живой массе молодняка в возрасте 7 месяцев коровы по первому отелу соответствовали требованию класса элита-рекорд. По высоте в крестце и развитию мясных статей изучаемые генеалогические линии соответствовали требованиям элита и элита-рекорд.

Большая вариабельность оценки по живой массе установлена у коров-первотелок генеалогических линий Дайса и Таймлайна, что указывает на наличие особей, отвечающих направлению отбора, то есть с более выраженной массивностью. С возрастом изменчивость основных показателей селекционной оценки имела тенденцию к уменьшению во всех группах животных. Максимальными значениями данного показателя характеризовались потомки Дайса и Таймлайна. Это свидетельствует о том, что разнообразие в группах канадской и американской селекций позволяет вести целенаправленный отбор в направлении улучшения основных признаков племенной ценности.

Важно, что независимо от генеалогических линий все коровы возраста 3 и 5 лет отвечали требованиям стандарта герефордской породы скота. В возрасте 5 лет разница по величине живой массы между самыми высокопродуктивными группами Дайса и Таймлайна увеличилась до 38,0-48,7 кг ($P < 0,001$). Необходимо отметить, что коровы, относящиеся к генеалогической линии Дайса и Таймлайна по величине изучаемого селекционного признака, отнесены к классу элита-рекорд, в то время как животные от Фордера – к классу элита. Это свидетельствует о том, что разнообразие группы коров Фордера несколько ниже, животные более скороспелы, менее массивны с выраженным признаком компактного телосложения. В то время группа коров от Дайса и Таймлайна высокоросла и разнородна, что позволяет вести дальнейшую племенную работу в направлении увеличения живой массы.

Наиболее перспективен растянутый высокорослый (крупный) тип герефордского скота, к которому в основном относятся животные генеалогической линии Дайса и Таймлайна. В настоящее время большинство животных этих генотипов можно отнести к укрупненному типу. Это довольно крупные животные с хорошими мясными формами. Максимальный показатель живой массы в возрасте 7 мес (205 дней) 214,8-231,8 кг, определяющий уровень молочности коров-матерей, наблюдается у коров линий Дайса и Таймлайна. Оценка экстерьера и выраженность типа телосложения коров-дочерей генеалогических линий Дайса и Таймлайна отвечали требованиям класса элита-рекорд, что выделяет их в число абсолютных улучшателей стада.

3.1.3 Формирование племенной ценности телок разных селекционных линий

Ценным свойством, характеризующим породу, следует считать степень весового роста и развития молодняка. Основной целью является формирование линейных животных крупного формата телосложения. Поэтому интенсификация выращивания племенных телок с высокой наследственной продуктивностью является важной задачей. И в этой проблеме центральное значение приобретает выращивание и отбор телок для воспроизводства стада (Табл. 4).

Таблица 4. Фенотипическое проявление основных признаков племенной ценности

Возраст, мес	Селекционный признак, статистические величины					Класс по живой массе	Доля животных элита, элита- рекорд класс, %
	живая масса, кг			высота в крестце, см	тип телосложения, балл		
	$\overline{X} \pm S\overline{X}$	σ	Cv				
1	2	3	4	5	6	7	8
Телки генеалогической линии Фордера, объем выборки 36 гол.							
новорожд.	28,5 ± 0,42	2,52	8,84	67,5 ± 0,28	-	-	-
7	188,3 ± 2,81	16,87	8,96	98,3 ± 0,43	14,2 ± 0,25	I	58,3
12	288,5 ± 4,49	26,95	8,34	110,4 ± 0,48	13,3 ± 0,25	I	58,3
15	326,6 ± 4,49	26,94	8,25	115,5 ± 0,47	13,1 ± 0,19	элита	66,7
18	380,4 ± 4,83	28,99	7,62	118,3 ± 0,42	13,05 ± 0,20	I	50,3
24	420,5 ± 4,92	29,52	7,02	122,5 ± 0,42	13,06 ± 0,15	I	58,3
Телки генеалогической линии Виктора, объем выборки 36 гол.							
новорожд.	29,8 ± 0,64	3,83	12,85	70,3 ± 0,45	-	-	-
7	192,4 ± 3,41	20,49	10,65	101,8 ± 0,67	13,3 ± 0,20	I	61,1
12	292,5 ± 4,65	27,91	9,54	110,5 ± 0,65	12,9 ± 0,20	элита	66,7
15	331,8 ± 4,62	27,71	8,35	115,6 ± 0,57	13,2 ± 0,15	элита	66,7
18	376,5 ± 4,92	29,52	7,84	118,2 ± 0,54	13,0 ± 0,15	элита	66,7
24	412,3 ± 4,59	27,54	6,68	123,6 ± 0,49	13,2 ± 0,15	I	58,3
Телки генеалогической линии Абсолют, объем выборки 33 гол.							
новорожд.	29,2 ± 0,63	3,63	12,43	70,8 ± 0,49	-	-	-
7	196,3 ± 4,42	25,40	12,94	102,6 ± 0,76	14,4 ± 0,19	элита	72,7
12	298,6 ± 5,63	32,40	10,85	114,5 ± 0,79	14,3 ± 0,19	элита	72,7
15	336,3 ± 6,06	34,84	10,36	119,8 ± 0,76	14,6 ± 0,14	элита	72,7
18	380,6 ± 5,92	34,06	8,95	122,5 ± 0,69	14,7 ± 0,13	элита	75,8
24	428,3 ± 5,85	33,66	7,86	125,1 ± 0,64	14,6 ± 0,14	элита	75,8

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8
Телки генеалогической линии Дайса, объем выборки 32 гол.							
новорожд.	29,8 ± 0,59	3,35	11,24	71,5 ± 0,52	-	-	-
7	195,5 ± 3,73	21,12	10,82	103,8 ± 0,59	14,7 ± 0,13	элита	78,1
12	303,8 ± 5,78	32,69	10,76	115,5 ± 0,53	14,6 ± 0,14	элита	78,1
15	343,5 ± 5,87	33,24	9,68	121,8 ± 0,48	14,7 ± 0,12	элита	78,1
18	398,6 ± 6,54	37,00	9,28	124,8 ± 0,44	14,8 ± 0,10	элита-рекорд	81,2
24	441,8 ± 6,70	37,90	8,58	126,9 ± 0,44	14,9 ± 0,10	элита	78,1
Телки генеалогической линии Таймлайна, объем выборки 34 гол.							
новорожд.	31,2 ± 0,66	3,85	12,34	72,2 ± 0,40	-	-	-
7	198,5 ± 3,77	21,99	11,08	103,2 ± 0,52	14,5 ± 0,15	элита	79,4
12	306,5 ± 5,81	33,25	10,85	115,2 ± 0,47	14,7 ± 0,13	элита-рекорд	82,4
15	351,3 ± 6,30	36,71	10,45	122,1 ± 0,47	14,8 ± 0,11	элита-рекорд	82,4
18	411,5 ± 6,72	39,18	9,52	124,5 ± 0,45	14,7 ± 0,12	элита-рекорд	82,4
24	452,3 ± 6,87	40,03	8,85	126,8 ± 0,44	14,8 ± 0,10	элита-рекорд	82,4

Установлено, что более высокой живой массой отличались телки генеалогической линии Таймлайна. Их преимущество по изучаемому селекционному признаку над сверстниками остальных генотипов составляло 1,4-2,7 кг (4,7-9,5 %; $P > 0,05$, $P < 0,05$). В 7-месячном возрасте ранг положения изучаемых групп сохранился. Следует отметить, что животные, принадлежащие генеалогическим линиям Таймлайна, Дайса, Абсолюта американской и канадской селекций, по величине изучаемого признака отвечали требованиям класса элита. В то время как телки-потомки Фордера и Виктора относятся к I классу.

С возрастом изменчивость живой массы телок всех генотипов уменьшается. Наименьшим коэффициентом изменчивости характеризовались телки линии Фордера и Виктора. Это свидетельствует о том, что разнообразие в группе телок данных групп несколько ниже, животные более скороспелы, менее массивны, в то время как группы телок линии Таймлайна и Дайса более высокорослы и разнородны, что позволяет вести дальнейшую селекцию в направлении увеличения весового роста.

Большая вариабельность высоты в крестце, выраженности типа телосложения установлена у телок линии Таймлайна и Дайса. Значительное содержание в данных генетических группах животных «плюс вариантов» по изучаемому селекционному признаку указывает на наличие особей, отвечающих направлению отбора, то есть с более выраженной высокорослостью.

Наиболее высокие показатели продуктивности у телок от Дайса и Таймлайна способствовали большему количеству животных высших бонитировочных классов. Количество животных высших классов варьировало от 78 до 82 %. Следовательно, быки-производители Дайс и Таймлайна являются абсолютными улучшателями стада.

3.2 Отбор быков-производителей по адаптационной племенной ценности

Одной из ключевых проблем в современном мясном скотоводстве остается эффективное управление воспроизводством стада, где особое значение приобретает совершенствование методов оценки и отбора быков-производителей. В ходе исследования были адаптированы традиционные зоотехнические методики для моделирования селекционной оценки самцов по их репродуктивным качествам.

Использование комплексного подхода к племенной оценке животных, включающего анализ различных комбинаций селекционных признаков, позволило определить наиболее эффективную стратегию отбора быков-производителей. В основу разработанного "**оценочного индекса**" легли фенотипические показатели ключевых селекционных характеристик, а также их вариативность в исследуемых стадах.

Анализ данных по искусственному осеменению телок глубокозамороженным семенем (с учетом количества успешных оплодотворений в течение 60-дневного случного сезона) выявил значительные различия между производителями по данному параметру (Табл. 5).

Таблица 5. Характеристика быков-производителей по результатам осеменения телок

Быки-отцы	Осеменено телок			Получено живых телят, гол			Получено телят к отъему			
	п	в т.ч. плодотворно		п	в т.ч.		всего		♂	♀
		гол.	%		♂	♀				
							гол.	%		
ООО «АФ Калининская»										
Мазай 117	177	98	55,4	96	50	46	94	53,1	50	44
Дубок 7517	136	85	62,5	82	40	42	78	57,3	38	40
Виктор 719Т	101	67	66,3	62	33	29	57	56,4	29	28
Timeline 237 W	98	64	65,3	60	31	29	54	55,1	28	26
Всего	512	314	61,3	300	154	146	283	55,3	145	138
КФХ «Риск»										
Джозеф GB 185	95	62	65,3	61	32	29	58	61,05	32	26
Павлин 4676	109	59	54,1	57	27	30	55	50,46	26	29
Всего	204	121	59,3	118	59	59	113	55,4	58	55

Среди изученных животных наивысшей оплодотворяющей способностью отличались быки Виктор, Джозеф и Таймлайн (импортная селекция), а также Дубок (отечественная селекция). Показатели оплодотворяемости в исследуемых стадах колебались в диапазоне от 54,1% до 66,3%. В хозяйстве «АФ Калининская» наилучшие результаты продемонстрировали Виктор и Таймлайн, превосходя Мазая и Дубка на 2,8–10,9%.

Средний уровень оплодотворения семенем быков в период случки составил 61,3%. При этом наблюдалась стабильность репродуктивных показателей у родственных животных в пределах одного хозяйства. Например, в стаде «Риск» бык Павлин (потомок Мазая) показал низкую оплодотворяющую способность, что, вероятно, связано с наследственными факторами. В тех же условиях Джозеф оказался одним из наиболее эффективных производителей.

Отбор быков с отклонениями ключевых показателей в положительную сторону от среднего значения по стаду позволяет увеличить частоту появления высокопродуктивных особей в следующем поколении, сохраняя ценные хозяйственные качества.

При оценке адаптационного потенциала быков-производителей ключевым критерием служила способность производить жизнестойкое потомство, что определялось по проценту сохранности телят к моменту отъема.

Исследования в хозяйстве "АФ Калининская" выявили лидеров по данному показателю - быков Дубка (отечественное происхождение) и Виктора (канадская селекция). Параллельные наблюдения в племязаводе "Риск" показали, что наибольший процент сохраненного к отъему молодняка (61,05%) дал производитель Джозеф, тогда как Павлин продемонстрировал наименьшую эффективность.

Анализ полового состава потомства по обоим хозяйствам выявил незначительное преобладание бычков (50,96%) над телочками (49,04%), при

этом максимальный выход самцов коррелировал с зимними сроками осеменения (февраль-март). Особый интерес представляет потомство быка Павлина, где четко прослеживалось доминирование особей женского пола, что свидетельствует о выраженном влиянии генетической линии на половую структуру приплода.

Выявленная вариабельность репродуктивных показателей среди производителей подтверждает перспективность селекционной работы, направленной на улучшение плодовитости стада. Несмотря на общеизвестно низкую наследуемость воспроизводительных качеств у КРС, проведенные исследования оплодотворяемости дочерних особей от контрольных быков в течение 60-дневного случного периода доказали возможность эффективного использования генетического потенциала лучших производителей для совершенствования племенных качеств стада (Табл. 6).

Таблица 6. Характеристика быков-производителей по воспроизводительной способности телок-дочерей

Быки-отцы	Количество телок-дочерей, гол.	в том числе оплодотворилось после осеменения в сезон случки	
		гол.	%
ООО «АФ Калининская»			
Мазай 117	40	21	52,50
Дубок 7517	38	20	52,60
Виктор 719Т	26	14	53,85
Timeline 237 W	24	14	58,30
Всего	128	69	53,90
КФХ «Риск»			
Джозеф GB 185	25	15	60,00
Павлин 4676	26	12	46,20
Всего	51	27	52,94

В ходе исследований, проведенных в стаде "АФ Калининская", были выявлены существенные колебания показателей репродуктивной эффективности среди различных генеалогических линий. Уровень плодотворных осеменений варьировал в диапазоне 52,5-58,3%, при этом среднее значение составило 53,9%. Параллельное изучение аналогичных параметров в племенном хозяйстве "Риск" продемонстрировало аналогичную методику оценки, где максимальные показатели оплодотворяемости зафиксированы среди потомства быка Джозефа, тогда как наименьшая эффективность отмечена у дочерних особей от производителя Павлина.

Современный подход к оценке племенных качеств быков-производителей предполагает комплексный анализ их потенциала, где особое внимание уделяется адаптационным возможностям животных. В условиях засушливого климата Южноуральского региона эта характеристика приобретает особую значимость при формировании высокопродуктивных стад. Практический опыт подтверждает, что особи с низкой приспособленностью к изменяющимся условиям окружающей среды не способны демонстрировать стабильные производственные показатели, что существенно снижает эффективность селекционной работы.

В рамках данного исследования адаптационные качества животных дополнительно оценивались через анализ динамики весового роста их прямых потомков. Этот параметр служит важным индикатором, позволяющим объективно оценить способность генетического материала производителей обеспечивать развитие жизнестойкого и продуктивного потомства в конкретных условиях содержания. Полученные данные подчеркивают необходимость учета адаптационного потенциала как ключевого критерия при отборе племенных животных для последующего воспроизводства стада (Табл. 7).

Гораздо более значимой характеристикой племенной ценности является живая масса молодняка, достигаемая к возрасту (7 мес.) отъема. Так, средние показатели массы тела по стаду «АФ Калининская» варьировали у 7-месячных

животных от 205 до 224 кг. При этом наибольшими племенными качествами в этом возрасте отличались потомки быков-производителей Таймлайна 237 и Виктора 719. Разница в пользу бычков и телок этих производителей по сравнению с животными от Мазая и Дубка составили 8-19 кг (3,8-9,3%; $P>0,05$, $P<0,05-0,01$).

Таблица 7. Характеристика быков по мясной продуктивности потомков

Бык	Потомки при отъеме							Телки-потомки в 12 мес		
	бычки		телки		всего голов	живая масса		всего голов	живая масса	
	п	живая масса	п	живая масса		кг	класс		кг	класс
ООО «АФ Калининская»										
Мазай 117	50	212	44	198	94	205± 3,46	Эл.	4	298± 2,76	Эл.
Дубок 7517	38	221	40	202	78	211± 3,83	Эл.	38	309± 2,98	Эр.
Виктор 719Т	29	226	28	212	57	219± 2,86	Эр.	26	315± 4,23	Эр.
Timeline 237 W	28	229	26	218	54	224± 3,12	Эр.	24	323± 5,84	Эр.
КФХ «Риск»										
Джозеф GB 185	32	216	26	201	58	209± 2,23	Эл.	25	308± 5,04	Эр.
Павлин 4676	26	206	29	194	55	200± 2,14	I	26	289± 2,92	I

Высокая живая масса телок мясного скота является главной селекционной задачей и условием достижения животными хозяйственной зрелости в молодом возрасте. Мясной скот характеризуется высокой степенью стадной организованности. По мнению многих ученых и практиков, одним из стресс-факторов, отрицательно воздействующим на организм молодняка – отъем от матерей и изменение условий выращивания. В следующий возрастной период (12 мес.) ранг животных в межгенетическом аспекте по величине живой массы остался таким же, что и в предыдущем возрасте. Причем, несмотря на заметные изменения условий содержания и кормления молодняка-потомков быков-производителей Виктора и Таймлайна, связанных с переводом на

испытание по собственной продуктивности по технологии мясного скотоводства в зимний период, преимущество по этому селекционному признаку сохранились за ними. Разумеется, такая ситуация сложилась по причине того, что потомки этих быков обладают повышенной адаптивной пластичностью относительно сверстников, происходящих от других генеалогических групп.

Сходная направленность взаимосвязей между изученными признаками и межлинейные различия на основании известной методики ранжирования животных по классам при бонитировке позволили выявить суммарное действие племенных качеств, обеспечивающих желательные изменения в групповом составе и состоянии стада. Учитывая сказанное, каждая индексная оценка быка-производителя может быть представлена в общем виде, следующем выражении: $ИАПЦ(N) = H_i + Z_i + M_i + T_i$,

где ИАПЦ – индекс адаптационной племенной ценности, балл;

i – показатели отбора - критерии развития признака в баллах;

N – инвентарный номер быка, при этом показатели H_i , Z_i , M_i и T_i в баллах.

Повышение надежности индексной оценки для быков-производителей конкретизируется включением в критерии племенной ценности максимально баллов за развитие оплодотворяющей способности самого быка и плодовитости телок-дочерей (Табл. 1).

Результаты практического применения разработанной методики оценки выявили существенные различия в адаптационном потенциале быков-производителей. Так, в племенном хозяйстве "АФ Калининская" индекс племенной ценности составил 65 баллов у быка Мазая, тогда как производитель Виктор продемонстрировал значительно более высокий результат - 80 баллов. Преимущества Виктора подтверждаются не только выдающимися репродуктивными показателями, но и исключительными мясными качествами его потомства, что делает его оптимальным кандидатом для улучшения генетического потенциала стада.

Проведенный анализ выявил комплекс факторов, влияющих на эффективность воспроизводства. Наряду с индивидуальными характеристиками производителей существенное значение имеет принадлежность к конкретному стаду. Среднестатистические показатели по исследуемым хозяйствам составили 60,7% по уровню оплодотворяемости и 55,3% по выходу телят к отъёму. Особого внимания заслуживают результаты, показанные быками-лидерами: Дубок (57,3%) и Джозеф (61,05%) превзошли средние значения на 0,9-10,59 процентных пункта.

Наибольшие показатели живой массы были зарегистрированы у потомства Виктора (219 кг) и Таймлайна (224 кг). Эти же производители дали наиболее развитых тёлочек в годовалом возрасте, что напрямую отразилось на их репродуктивных характеристиках - 53,85-58,30% успешных осеменений в течение 60-дневного случного периода. Комплексная оценка, учитывающая жизнеспособность, динамику роста и плодовитость потомства, подтвердила безусловное лидерство Виктора с максимальным индексом адаптационной ценности (80 баллов), что обосновывает его приоритетное использование в селекционной работе.

3.1. Хозяйственно-биологические особенности герефордских бычков разных генотипов

3.1.1. Условия кормления и содержания бычков разных селекционных групп

Выращивание бычков в подсосный период проводили по системе «корова-теленочек». Зимой животные содержались вместе с коровами в помещениях легкого типа на соломенной подстилке. В летний период до отъема телята вместе с коровами выпасались на пастбищах. В этот период основными кормами для телят являлись молоко и трава. Сухостепные пастбища Челябинской области не способны в полной мере обеспечить животных питательными веществами на весь пастбищный сезон, поэтому с

середины лета (конец июля) телят подкармливали в загонах с теновыми навесами, где устанавливались кормушки и поилки для воды. Отъем молодняка проводили по достижении ими живой массы не менее 200 кг и возраста 7 месяцев. После отъема бычков перевели на откормочную площадку при беспривязном содержании. Кормление и поение осуществлялось на выгульном дворе из групповых кормушек и поилок.

В течение всего периода исследований для бычков разных генетических групп были созданы одинаковые условия кормления и содержания. Рационы кормления животных были оптимальными по питательным веществам и соответствовали нормам кормления мясного скота (табл. 8).

Таблица 8 - Потребление кормов бычками за 21-месячный период выращивания (в среднем на одну голову)

Показатель	Группа		
	Уральский герефорд	Канадская селекция	Американская селекция
Молоко, кг	1041	1062	1048
Сено люцерновое	186	186	186
Сено суданки	577	606	623
Сено кострецовое, кг	667	710	702
Сено житняково, кг	318	360	358
Сенаж из ячменя, кг	1455	1686	1666
Сенаж из суданки, кг	2642	2821	2870
Зерносмесь, кг	2622	2622	2622
Зеленая масса, кг	1832	1822	1848
Трава пастбищная, кг	624	656	638
Премикс, кг	130	130	130
В кормах содержится:			
Кормовых единиц, кг	4471,0	4635,4	4638,0
Сухого вещества, кг	4539,0	4608,0	4607,0
Обменной энергии, МДж	45370,6	47004,0	47656,0
Сырого протеина, кг	584,1	621,6	621,1
Переваримого протеина, кг	446,3	452,0	451,2
Концентрация ОЭ в 1 кг сухого вещества, МДж	10,0	10,2	10,3
Приходится переваримого протеина на 1 корм.ед., г	99,8	97,5	97,4

Несмотря на организацию одинакового уровня кормления молодняк от отцов зарубежных селекций за весь период контрольного выращивания (от рождения до 21-месячного возраста) потреблял на 1,5% больше сухого вещества, на 1633,4-2285,4 МДж обменной энергии и 164,4-167 кг корм. ед. Главным образом эти различия сложились за счет неодинакового потребления всех видов сена и сенажа, разница бычков в пользу бычков канадской и американской селекций составляла 114-121 кг и 410-439 кг соответственно. При этом большая поедаемость корма была сопряжена с заметным превосходством бычков импортных селекций по величине весового роста к концу периода выращивания.

3.2.1 Интерьерные показатели бычков разных селекционных групп

3.2.1.1 Морфологический и биохимический состав крови бычков

У бычков Уральского типа герефордов наблюдалось повышенное на 15,5-16,6% содержание эритроцитов в крови, что свидетельствует о лучшей доставке кислорода к тканям тела и способствовало лучшей адаптации организма животных отечественной селекции относительно аналогов импортного происхождения (Табл. 9).

Размер красных клеток крови варьировал в узком диапазоне, в пределах 42,39-43,17 фл. Содержание гемоглобина в крови животных отечественной популяции превышало показатели молодняка канадской и американской селекции на 12,57-13,71 г/л (14,9-16,5%), соответственно. Таким образом, лучшая приспособленность к кормовым условиям бычков I группы выражалась в повышенном потреблении кислорода, который необходим для окислительно-восстановительных процессов в организме.

На фоне относительно невысокого содержания эритроцитов в крови герефорды канадской селекции отличались повышенной насыщенностью эритроцитов гемоглобином. Таким образом, можно отметить высокую

адаптационную реакцию организма молодняка II группы в процессе приспособления к сложившимся условиям региона Южного Урала.

Таблица 9 - Морфологический состав крови герефордских бычков разных селекционных групп

Показатель	Группа		
	Уральский герефорд	Канадская селекция	Американская селекция
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	$6,47 \pm 1,088$	$4,94 \pm 0,723$	$4,25 \pm 0,710$
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	$5,28 \pm 0,548$	$4,53 \pm 0,467$	$4,57 \pm 0,452$
Гемоглобин, г/л	$96,71 \pm 9,675$	$84,14 \pm 8,450$	$83,00 \pm 9,649$
Гематокрит, %	$22,63 \pm 2,114$	$19,21 \pm 1,916$	$19,39 \pm 2,134$
Средний объем эритроцитов, фл	$43,17 \pm 0,706$	$42,54 \pm 0,680$	$42,39 \pm 1,366$
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	$18,37 \pm 0,209$	$18,61 \pm 0,683$	$18,07 \pm 0,527$
Средняя концентрация гемоглобина в эритроцитарной массе, г/л	$425,86 \pm 4,160$	$438,14 \pm 16,568$	$426,71 \pm 3,803$
Тромбоциты, $10^9/\text{л}$	$170,43 \pm 44,369$	$147,43 \pm 37,661$	$117,71 \pm 30,420$
Средний объем тромбоцитов, фл	$8,44 \pm 0,226$	$8,48 \pm 0,252$	$8,47 \pm 0,252$
Ширина распределения тромбоцитов по объему, фл	$16,93 \pm 0,425$	$16,85 \pm 0,353$	$16,26 \pm 0,691$
Тромбокрит, %	$0,14 \pm 0,037$	$0,14 \pm 0,031$	$0,10 \pm 0,024$

Кровь бычков отечественного происхождения отличалась более высокой скоростью свертывания и вязкостью по сравнению со сверстниками американской селекции, о чем свидетельствуют различия в показателях тромбокрита и содержания тромбоцитов. Канадские герефорды характеризовались промежуточным количеством тромбоцитов в крови.

О высоких защитных свойствах крови представителей Уральского герефорда свидетельствовало повышенный на 31,0-52,2% уровень лейкоцитов в крови по сравнению со сверстниками импортной селекции. Также бычки отечественного происхождения отличались наиболее благоприятной лейкограммой крови и обладали лучшей адаптацией к факторам внешней среды (Табл. 10).

Таблица 10. Лейкограмма крови герефордских бычков разных селекционных групп, %

Показатель	Группа		
	Уральский герефорд	Канадская селекция	Американская селекция
Нейтрофилы	42,30±2,790	44,19±2,979	35,31±3,791
Лимфоциты	47,86±3,249	46,16±2,859	54,64±3,668
Моноциты	5,10±0,446	5,00±0,437	5,93±0,416
Эозинофилы	4,34±0,805	4,14±0,476	3,41±0,549
Базофилы	0,40±0,113	0,51±0,099	0,70±0,157

В свою очередь продолжатели быка американской селекции характеризовались максимальной долей лимфоцитов, моноцитов и базофилов, а также минимальной нейтрофилов и эозинофилов.

Глюкоза выполняет важную роль для образования аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Содержание глюкозы в сыворотке крови в большей степени зависит от поступления углеводов с рационом, а также способностью переваривать грубые объемистые корма. Менее активный углеводный обмен фиксировался у бычков американской селекции (Табл. 11). Так, по уровню глюкозы они уступали сверстникам на 0,17-0,27 ммоль/л (3,15-4,91%), что свидетельствует о меньшей приспособленности к кормовым условиям Южного Урала.

Содержание холестерина в сыворотке крови в большей мере характеризует особенности липидного обмена, а также его уровень связан с синтезом половых и стероидных гормонов, витамина D. Большее количество холестерина отмечалось у молодняка Уральского герефорда, которые превосходили импортных аналогов на 0,45-0,75 ммоль/л (7,79-13,69%). Это свидетельствовало о высокой барьерной функции клеток у бычков отечественной селекции, так как холестерин обеспечивает прочность и

проницаемость клеточных мембран и влияет на активность мембранных ферментов.

Таблица 11. Биохимические показатели сыворотки крови герефордских бычков разных селекционных групп

Показатель	Группа		
	Уральский герефорд	Канадская селекция	Американская селекция
Глюкоза, ммоль/л	5,40±0,177	5,50±0,856	5,23±0,304
Общий белок, г/л	95,52±1,601	91,34±1,081	94,46±1,729
Альбумин, г/л	45,71±0,808	44,71±1,085	45,71±0,644
АЛТ, Ед/л	51,60±1,395	51,73±2,774	52,57±2,055
АСТ, Ед/л	135,27±8,318	141,71±5,905	141,64±8,339
Билирубин общий, мкмоль/л	2,60±0,449	2,98±0,270	3,06±0,296
Билирубин прямой, мкмоль/л	4,68±0,447	4,97±0,214	5,08±0,259
Холестерин, ммоль/л	6,23±0,360	5,48±0,328	5,78±0,410
Триглицериды, ммоль/л	0,23±0,010	0,21±0,007	0,25±0,022
Мочевина, ммоль/л	7,70±0,223	7,66±0,173	7,67±0,184
Креатинин, мкмоль/л	104,30±4,436	110,57±3,634	104,04±3,465
Мочевая кислота, мкмоль/л	27,33±1,463	24,47±1,412	25,90±2,838
Магний, ммоль/л	0,82±0,016	0,85±0,041	0,86±0,022
Кальций, ммоль/л	2,33±0,032	2,31±0,050	2,30±0,021
Фосфор, ммоль/л	0,51±0,036	0,46±0,035	0,53±0,028

Наглядным показателем белкового обмена может служить уровень различных форм азота в крови и трансаминазная ее активность, которая свидетельствует о процессах переаминирования и синтезе белка в организме крупного рогатого скота. Согласно нашим данным, более интенсивный азотистый обмен регистрировался у представителей отечественного типа герефордской породы, что выражалось в превосходстве по содержанию белка

на 1,06-4,18 г/л (1,12-4,58%) и альбуминовой фракции на 1,00 г/л (2,24%) относительно аналогов импортной селекции. Однако более интенсивное переаминирование аминокислот установлено у продолжателей американских и канадских быков-производителей, о чем указывают повышенная активность аланин-аминотрансферазы и аспартат-аминотрансферазы. Пониженный уровень мочевины в сыворотке крови молодняка II и III групп на 0,03-0,04 ммоль/л демонстрировал высокий потенциал использования азотсодержащих веществ корма.

3.2.1.2 Гормональный статус бычков герефордской породы разных селекционных групп

Резистентность организма в значительной степени определяется влиянием тиреоидных гормонов на обмен веществ и состояние органов и тканей (Табл. 12). Кроме того, гормоны щитовидной железы воздействуют на интенсивность обмена веществ, что находит свое отражение в уровне мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота.

Таблица 12 - Концентрация гормонов в сыворотке крови герефордских бычков разных эколого-генетических групп

Показатель	Группа		
	Уральский герефорд	Канадская селекция	Американская селекция
Гормон роста, мМЕ/мл	21,34±2,921	26,18±6,573	23,04±6,676
Трийодтиронин, нмоль/л	2,22±0,163	2,49±0,160	2,38±0,152
Тироксин, нмоль/л	144,64±7,205	133,03±6,738	126,66±5,848

Наивысший уровень трийодтиронина в крови отмечался у бычков канадского происхождения, которые превосходили сверстников на 0,11-0,27 нмоль/л (4,62-12,16%). Уральский герефорд отличался максимальной концентрацией тирокина, на 11,61-17,98 нмоль/л (8,73-14,20%) превышая

показатели сверстников импортной селекции. Таким образом, сравнительно лучшая адаптация к факторам внешней среды была характерна для бычков I и II групп.

Гормон роста играет важную роль в развитии животного, способствуя росту и обновлению клеток в организме. Уровни гормона роста в крови достигают пика в период полового созревания. Значительный потенциал мясной продуктивности бычков импортной селекции подтверждается высокой концентрацией гормона роста в крови, превышая на 1,70-4,84 мМЕ/мл (7,97-22,68%) показатели сверстников отечественного происхождения.

3.2.1.3 Генетическая характеристика бычков герефордской породы по генам GH и TG5

Мониторинг генетической структуры популяций по генам, ассоциируемым с хозяйственно-полезными признаками, является важным элементом племенной работы с мясными породами скота в условиях внедрения маркерной селекции. Недостаточное генетическое разнообразие в стаде значительно снижает эффективность отбора и темпы совершенствования продуктивного потенциала. Особо остро эта проблема стоит в племенных хозяйствах при интенсивном использовании ограниченного количества высокоценных быков методом искусственного осеменения. Таким образом изучение генофонда стада имеет высокое практическое значение при организации случной кампании и планировании племенного подбора родительских пар для получения потомства с желательной комбинацией генотипов.

Важным этапом наших исследований являлось изучение генетической структуры уральской популяции герефордского скота по генам гормона роста (GH) и тиреоглобулина (TG5). В результате генотипирования бычков были установлены минорные аллели изучаемых молекулярных маркеров (Табл. 13).

С наименьшей частотой в популяции встречались носители V-аллеля – 0,236 и T-аллеля – 0,209. Наиболее высокая встречаемость в подконтрольной выборке была у L-аллеля – 0,764 и C-аллеля – 0,791. Таким образом, обращает на себя внимание схожее соотношение альтернативных аллелей по анализируемым маркерам как количественных, так и качественных показателей мясной продуктивности, что дает возможность вести селекцию в стаде с учетом комплекса хозяйственно-полезных признаков.

Таблица 13. Генетическая характеристика бычков (n=55 голов) герефордской породы уральской популяции

Ген	Частота встречаемости генотипа, %				Частота встречаемости аллеля		χ^2
		VV	LV	LL	V	L	
GH	наблюдаемая	7,27	32,73	60,00	0,236	0,764	0,45
	ожидаемая	5,64	36,00	58,36			
TG5		TT	CT	CC	T	C	
	наблюдаемая	3,63	34,55	61,82	0,209	0,791	0,11
	ожидаемая	4,36	33,09	62,55			

Существенные различия в распределении минорных и доминантных аллелей предопределили неравномерное соотношение наблюдаемых генотипов в популяции. Причем на гетерозиготных особей приходилась примерно треть подконтрольного поголовья как по гену гормона роста (32,73%), так и по гену тиреоглобулина (34,55%). Частота доминирующего гомозиготного LL-генотипа гена GH превосходила на 52,73% встречаемость VV-особей. По гену TG5 соответствующее различие составляло 58,19% в пользу носителей CC-генотипа.

Следует отметить, что уральская популяция герефордов генетически сбалансирована по анализируемым генам, о чем свидетельствует минимальная разница между наблюдаемыми частотами и ожидаемой генетической структурой. Математически это выразалось в невысоком значении χ^2 (критерий Хи-квадрат), который варьировал в пределах 0,11-0,45. Это означает отсутствие давления искусственного отбора на поголовье по генам

гормона роста (GH) и тиреоглобулина (TG5). Ассоциативный анализ и выбор «желательных» аллелей, вероятно, изменит соотношение фактических и теоретических носителей генотипов.

Уральская популяция герефордов характеризуется консолидируемостью внутрипопуляционной изменчивости с учетом анализируемых полиморфизмов генов гормона роста и тиреоглобулина (Табл. 14). Фактическая гетерозиготность (H_o) по гену TG5 составляла 0,35 и превышала данный параметр по гену GH на 0,02. Однако, ожидаемая гетерозиготность (H_e) имела обратный ранг распределения в разрезе изучаемых генов. Так, данный показатель при генотипировании бычков по гену GH равнялся 0,36, что превышало теоретическое генное разнообразие по гену TG5 на 0,03.

Таблица 14. Генетическая изменчивость бычков (n=55 голов) герефордской породы уральской популяции по полиморфизмам GH C2141G, TG5 C422T

Показатель	Полиморфизм	
	GH C2141G	TG5 C422T
Фактическая гетерозиготность	0,33	0,35
Ожидаемая гетерозиготность	0,36	0,33
Степень гомозиготности, %	67,3	65,5
Число эффективных аллелей	1,56	1,49
Оценка избытка гетерозигот	-0,083	0,061
Тест гетерозиготности	-0,03 $H_{obs} < H_{ex}$	0,02 $H_{obs} > H_{ex}$

Таким образом, заметны невысокие различия по гетерозиготности уральской популяции с учетом анализируемых полиморфизмов, что также подтверждается незначительной разницей по степени гомозиготности, которая варьировала в пределах 65,5-67,3%.

Дефицит гетерозигот в уральской популяции герефордского скота по гену GH выражается отрицательным коэффициентом Селендера (D), который составлял -0,083, что свидетельствует об отклонении генофонда стада от оптимального состояния по данному полиморфизму. Напротив,

положительный коэффициент Селендера по гену TG5 доказывает избыток гетерозигот на уровне 0,061.

Тем не менее, несмотря на незначительный диапазон гетерогенности популяции, фиксировалось достаточно высокое число эффективных аллелей по изучаемым локусам. Причем по гену гормона роста данный параметр достигал 1,56, что превышало соответствующий показатель гена тиреоглобулина на 0,07.

Таким образом, мониторинг генетической структуры уральской популяции герефордов по генам гормона роста (GH) и тиреоглобулина (TG5) показал, что в двух изученных локусах присутствуют обе альтернативные аллели. При этом наблюдалось достаточно высокое число эффективных аллелей в стаде в пределах 1,49-1,56. Относительно высокая гетерозиготность популяции ($H_o=0,33-0,35$) создает предпосылки для внедрения маркер-ориентированной селекции, направленной на повышение мясной продуктивности герефордской породы скота.

3.3. Мясная продуктивность и качества мяса бычков в зависимости от генотипа по генам GH и TG5

3.3.1 Убойные показатели и прижизненная оценка мясной продуктивности бычков в зависимости от генотипа по генам GH и TG5

Носители V-аллели гена GH проявляли высокую интенсивность весового роста в период откорма, что выражалось в превосходстве по предубойной массе на 43,0-63,0 кг (7,60-11,13 %; $P>0,05$) по сравнению с бычками с LL-генотипом (Табл. 15). Также V-аллель у герефордского скота ассоциировалась с повышенной массой туши, причём VV-гомозиготы значительно превосходили LL-особей на 45,0 кг (13,61 %; $P<0,05$). Такой же ранг распределения генотипов при полиморфизме GH L127V установлен по выходу туши. Более интенсивный процесс накопления внутреннего жира фиксировался у гетерозиготных бычков, которые превосходили гомозиготных

сверстников по массе жира на 0,7-1,2 кг (4,40-7,79 %; $P>0,05$) и его выходу – на 0,2 % ($P>0,05$).

Таблица 15. Влияние полиморфизмов генов GH и TG5 на динамику показателей убоя герефордских бычков ($X\pm Sx$)

Показатель	GH			TG5		
	LL	LV	VV	CC	CT	TT
Предубойная масса, кг	566,0± 24,03	609,0± 23,46	629,0± 5,51	607,7± 22,51	597,3± 26,77	599,0± 30,66
Масса туши, кг	330,7± 13,72 ^a	363,0± 16,09	375,7± 6,36 ^a	364,7± 16,70	350,3± 17,75	354,3± 19,43
Выход туши, %	58,4± 0,34	59,6± 0,36	59,7± 0,80	60,0± 0,55	58,6± 0,61	59,1± 0,50
Масса внутреннего жира, кг	15,4± 0,49	16,6± 0,91	15,9± 1,08	16,7± 0,78	15,2± 0,57	16,0± 1,04
Выход внутреннего жира, %	2,73± 0,15	2,73± 0,17	2,53± 0,19	2,76± 0,19	2,56± 0,22	2,66± 0,09

Примечание: значения с одинаковыми индексами в строке различаются при ^a – $P<0,05$

Полиморфизм TG5 C422T не оказывал значительного влияния на изменчивость показателей убоя у герефордских бычков. У носителей CC-генотипа зафиксирована наивысшая величина абсолютно по всем признакам убоя, а минимальные значения установлены у гетерозиготных животных.

Прижизненная оценка мясных качеств с использованием УЗИ-исследования свидетельствует о влиянии полиморфизма гена GH на развитие мышечной ткани (Рис. 2,3). Наибольшая площадь длиннейшей мышцы спины зафиксирована у бычков с VV-вариантом гена, которые превышали показатель сверстников на 2,7-8,1 см² (4,3-14,0%). Кроме того, эта же группа отличалась сравнительно меньшим формированием подкожной жировой клетчатки, уступая аналогам других генотипов на 0,10-0,43 мм (1,64-6,69%).

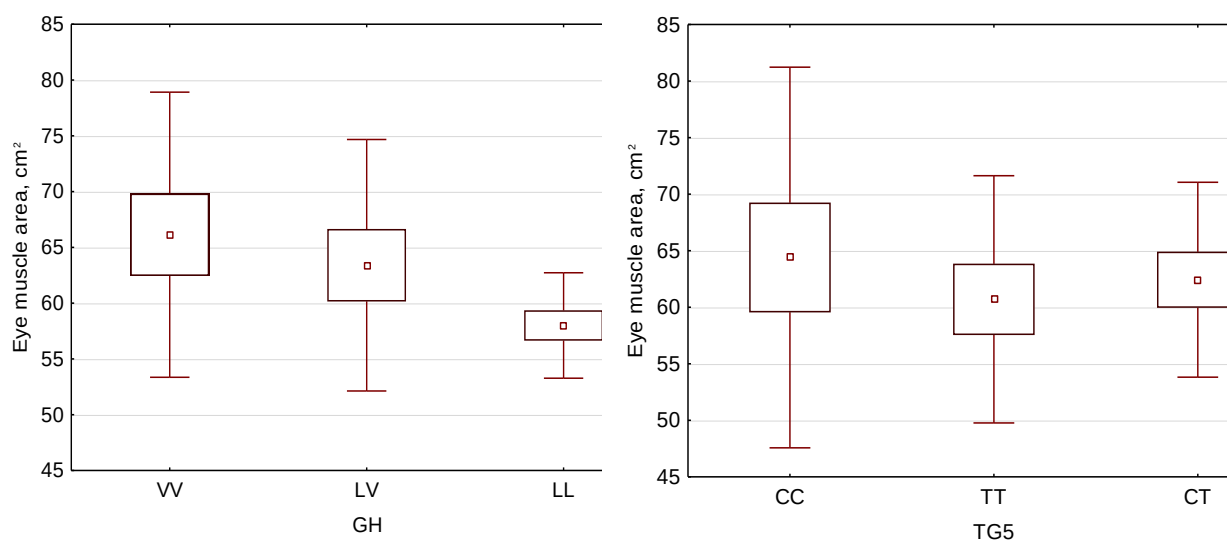


Рисунок 2. Влияние полиморфизмов генов GH и TG5 на площадь мышечного глазка на уровне 12-13 ребра у герефордских бычков

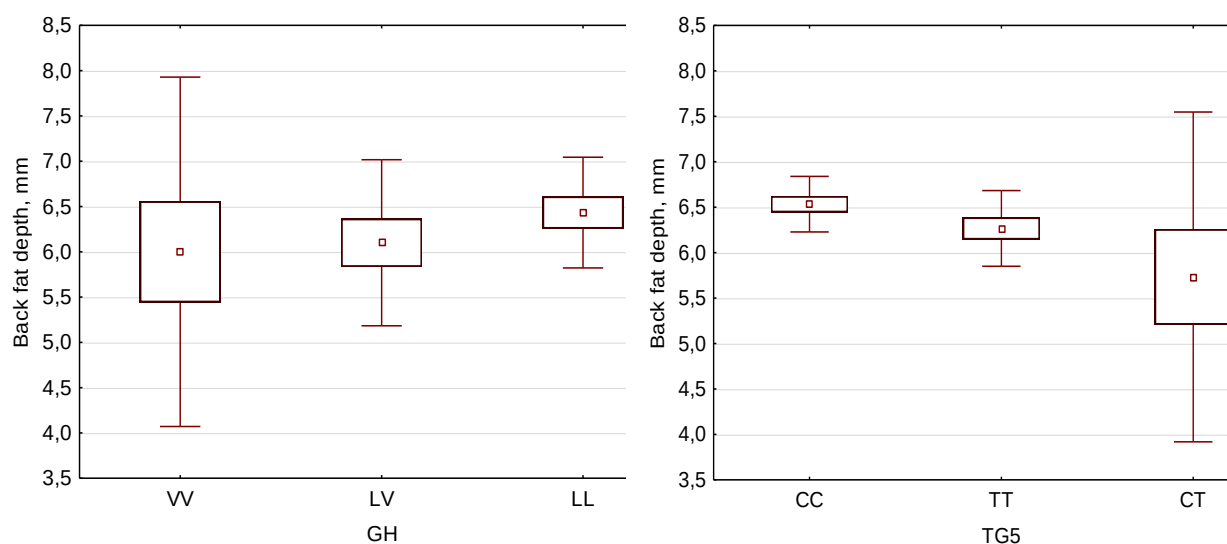


Рисунок 3. Влияние полиморфизмов генов GH и TG5 на толщину подкожного жира на уровне 12-13 ребра у герефордских бычков

Следует отметить заметные различия между гомозиготными и гетерозиготными носителями С-аллели по развитию жировой ткани в тушах. Так, разница по толщине подкожного жира составляла 0,8 мм (13,96%) в пользу СС-генотипа.

3.3.2. Анатомо-морфологическая характеристика туши бычков разных генотипов по генам GH и TG5

Результаты обвалки и жировки полутуш герефордских бычков показали значительные различия по содержанию отдельных тканей тела в зависимости от генотипа по гену GH (Табл. 16).

Таблица 16. Морфологический состав полутуши герефордских бычков разных генотипов по генам GH и TG5 ($\bar{X} \pm S_x$)

Показатель	GH			TG5		
	LL	LV	VV	CC	CT	TT
Масса полутуши, кг	161,7±6,69	178,0±7,77	184,3±3,18	179,0±8,19	171,2±8,88	173,3±9,56
Масса мякоти, кг	114,2±5,94 ^a	134,0±5,18	139,8±3,70 ^a	137,0±6,44	126,1±8,21	124,9±10,09
Масса жира, кг	22,7±1,04 ^{ab}	15,6±2,00 ^a	16,3±1,23 ^b	14,3±1,72 ^a	18,5±1,21	21,8±1,95 ^a
Масса костей	22,4±0,80 ^{ab}	25,5±0,52 ^a	25,5±0,30 ^b	25,0±0,26	24,4±1,75	24,1±0,93
Масса сухожилий, кг	2,3±0,30	2,9±0,20	2,8±0,09	2,7±0,06	2,7±0,15	2,6±0,47

Примечание: ^{a, b} значения с одинаковыми индексами в строке различаются при $P < 0,05$

LL-генотип отличался минимальной массой мякоти, костей и максимальной массой жировой ткани. Различия между группами носителей V-аллеля и LL-генотипом по массе мышечной ткани составляли 19,8-25,6 кг (17,3-22,4%; $P < 0,05$). Более интенсивное жиросложение у бычков с LL-генотипом выражалось в значительном превосходстве по накоплению жира в полутуше на 6,4-7,1 кг (39,3-45,5%; $P < 0,05$) относительно сверстников с V-аллелем. Ранг распределения генотипов по гену GH по содержанию костной ткани соответствовал развитию мякотной части туши при разнице между группами 3,1 кг (13,8%; $P < 0,05$). Генетические особенности бычков по гену

ГН не оказали значительного влияния на вариабельность массы охлажденной полутуши, тем не менее установлены различия на уровне тенденции ($P=0,09$) между носителями альтернативных гомозиготных генотипов, достигающих 22,6 кг (14,0%).

Влияние генотипа по гену TG5 на массу отдельных тканей тела было менее выражено. Значительные различия между гомозиготными группами установлены по количеству жира, которые составляли 7,5 кг (52,4%; $P<0,05$) в пользу ТТ-генотипа. По остальным показателям морфологического состава полутуши носители СС-генотипа имели тенденцию к превосходству относительно сверстников.

Особенности развития тканей тела в большей мере характеризует анализ относительного содержания отдельных частей полутуши у герефордских бычков (Рис. 4). Формирование мышечной ткани значительно детерминировано генотипом по гену ГН. У носителей LL-генотипа она составляла 70,6% массы туши, что на 4,7-5,2% ($P<0,05$) меньше гетерозиготных и гомозиготных сверстников с V-аллелем. Обратный ранг распределения генотипов наблюдался по содержанию жировой ткани. V-аллель ассоциирована с меньшей интенсивностью жиросотложения и способствовала снижению доли жира в туше на 5,3-5,4% ($P<0,05$) относительно LL-генотипа.

Полиморфизм гена TG5 также оказывал влияние на изменчивость морфологического состава полутуши бычков герефордской породы. Между альтернативными гомозиготными генотипами была зафиксирована разница на уровне тенденции по содержанию мышечной на 4,6% ($P=0,09$) и жировой ткани на 4,8% ($P=0,08$). Причем Т-аллель ассоциировалась с интенсивным жиросотложением, а С-аллель с развитием мускулатуры. Сочетание аллелей способствовало промежуточной выраженности развития тканей в теле у гетерозиготного генотипа.

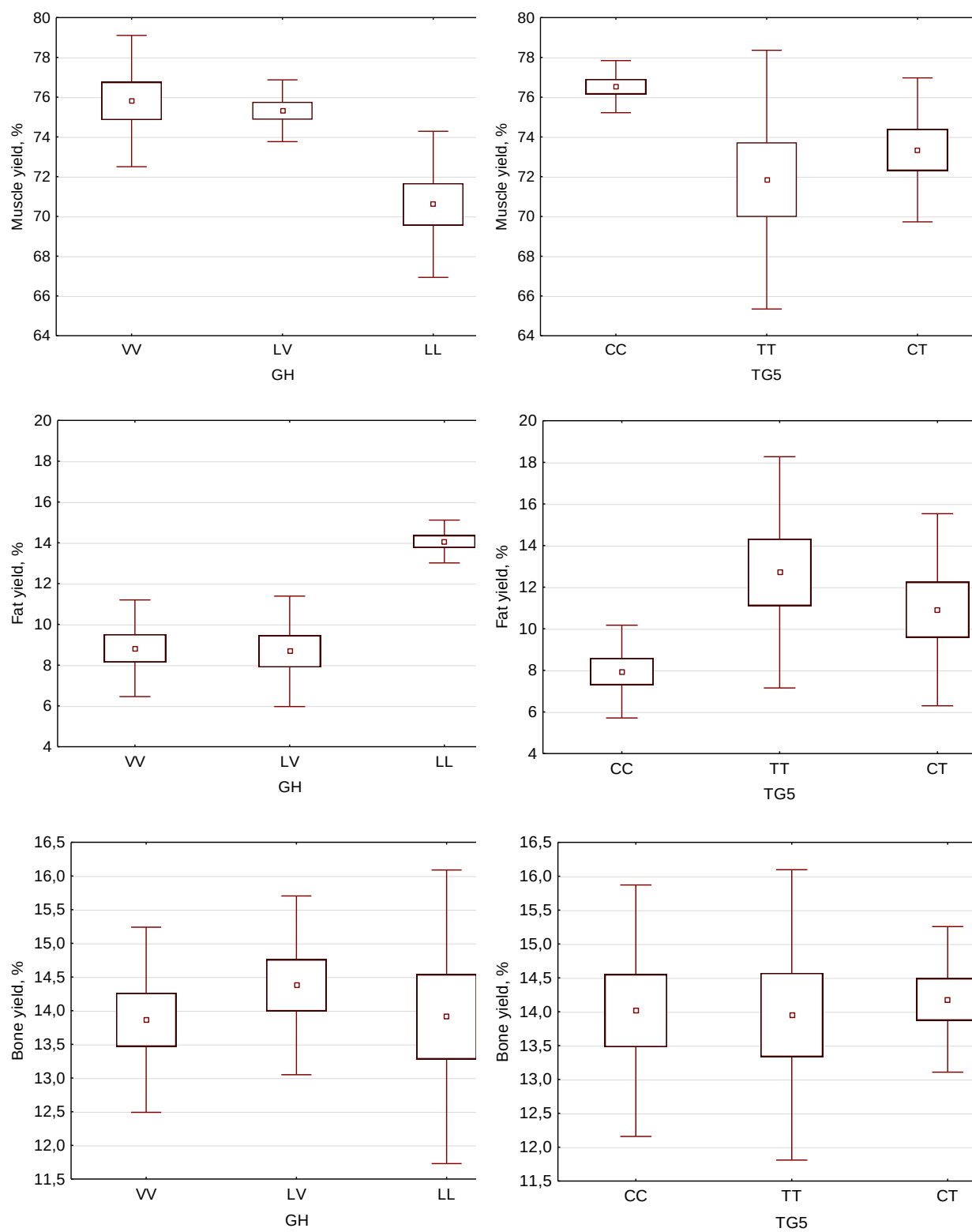


Рисунок 4. Содержание тканей в полутушах герефордских бычков разных генотипов по генам GH и TG5, %

3.3.3. Химический состав и энергетическая ценность мяса бычков разных генотипов по генам GH и TG5

Анализ биохимического состава мяса выявил определенные закономерности, связанные с генетическими особенностями животных. Хотя различия в химическом составе оказались статистически незначительными, прослеживается четкая тенденция в распределении питательных веществ у бычков с разными генотипами (Табл. 17).

Таблица 17. Влияние полиморфизмов генов GH и TG5 на химический состав мяса-фарша у герефордских бычков ($X \pm Sx$), %

Показатель	GH			TG5		
	LL	LV	VV	CC	CT	TT
Влага	69,94±	70,10±	70,22±	70,62±	69,70±	69,94±
	1,11	1,81	1,15	1,31	1,65	1,10
Жир	11,06±	9,64±	9,95±	9,44±	10,38±	10,82±
	1,74	1,56	1,04	1,24	1,20	1,91
Белок	18,11±	19,36±	18,93±	19,03±	19,02±	18,35±
	0,79	0,27	0,14	0,11	0,45	0,87
Зола	0,89±	0,90±	0,90±	0,91±	0,89±	0,89±
	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02

Наибольшее содержание жира (превышение на 1,11-1,42%) при минимальном уровне белка (снижение на 0,82-1,25%) характерно для LL-генотипа по сравнению с животными - носителями V-аллели. Особый интерес представляют гетерозиготные особи, демонстрирующие оптимальный баланс питательных веществ - максимальную концентрацию белковых соединений при минимальном содержании липидов в стандартной пробе мясного фарша. Эти данные свидетельствуют о выраженном влиянии полиморфизмов генов GH и TG5 на метаболические процессы, определяющие качественные характеристики конечной продукции. Полученные результаты подчеркивают

важность учета генетических маркеров при селекционной работе, направленной на улучшение пищевой ценности говядины.

Генетический анализ выявил значимую взаимосвязь между аллельным вариантом Т гена TG5 и особенностями метаболизма у бычков герефордской породы. Носительство Т-аллеля коррелировало с активизацией процессов липогенеза при одновременном снижении белкового синтеза в мышечной ткани. Наиболее выраженные изменения наблюдались у гомозиготных особей, где разница в содержании липидов достигала 1,38%, а белковых компонентов - 0,68% по сравнению с альтернативным гомозиготным генотипом.

Интересно отметить, что гетерозиготные животные демонстрировали промежуточный фенотип по накоплению питательных веществ в мякотной части туши. Такая закономерность может быть обусловлена изменением функциональной активности ферментов липидного и белкового обмена под влиянием различных аллельных вариантов гена TG5.

Особое значение имеет выявленная разница в 1,38% по содержанию жира, что с технологической точки зрения может существенно влиять на качественные характеристики конечного продукта. Полученные результаты подчеркивают перспективность использования молекулярно-генетических маркеров для прогнозирования биохимического состава мяса и целенаправленной селекции животных с желательными характеристиками мясной продуктивности.

Способность герефордских бычков к синтезу питательных веществ в теле в зависимости от генотипа по генам GH и TG5 представлена в таблице 18. Несмотря на существенно большее содержание протеина в мякоти по сравнению с жиром у бычков всех генотипов вклад жира в энергетическую ценность мяса был выше. Причем по соотношению энергии жира и протеина между группами животных имелись различия. В разрезе генотипов по гену GH наивысшее соотношение энергии жира и протеина фиксировалось у носителей LL-генотипа 1,41:1, а наименьшее у гетерозиготного молодняка 1,12:1. Среди генотипов по гену TG5 крайними вариантами этого показателя выделялись

альтернативные гомозиготные генотипы с максимальной выраженностью у ТТ-носителей (1,37:1) и минимальной у СС-особей (1,12:1).

Таблица 18. Выход питательных веществ и энергетическая ценность мякотной части туши герефордских бычков разных генотипов по генам GH и TG5 ($X \pm S_x$)

Генотип	Содержание в 1 кг мякоти, г		Заключено энергии в 1 кг мякоти, кДж	в том числе энергии, кДж		Всего энергии в мякоти туши, МДж
	протеина	жира		протеина	жира	
GH						
LL	181,1±	110,6±	7414,5±	3109,3±	4305,2±	2026,9±
	7,91	17,43	563,87	135,71	678,57	152,25
LV	193,6±	96,4±	7076,1±	3323,9±	3752,2±	2121,6±
	2,74	15,57	653,10	47,09	606,14	240,62
VV	189,3±	99,5±	7123,2±	3248,9±	3874,3±	2226,9±
	1,39	10,41	426,37	23,79	405,48	173,42
TG5						
CC	190,3±	94,4±	6943,1±	3266,1±	3677,0±	2112,2±
	1,07	12,36	495,63	18,44	481,41	244,02
CT	190,2±	103,8±	7308,5±	3265,5±	4043,0±	2125,0±
	4,54	12,03	546,51	77,94	468,61	244,14
TT	183,5±	108,2±	7362,2±	3150,5±	4211,7±	2138,1±
	8,68	19,06	602,93	149,04	742,00	42,85

3.3.4. Жирнокислотный состав длиннейшей мышцы спины бычков разных генотипов по генам GH и TG5

Генетические особенности молодняка по полиморфизму гена GH не оказали значительного влияния на жирнокислотный состав говядины (Табл. 19). Тенденция к высокому содержанию полиненасыщенных жирных кислот на 0,44 % ($P=0,055$) и меньшему на 0,46 % ($P>0,05$) насыщенных выявлена у

носителей LL-генотипа относительно альтернативного гомозиготного варианта гена. Это выражалось в лучшем соотношении ПНЖК/НЖК на 0,010 ед. ($P=0,06$). Преимущество в ПНЖК у бычков с LL-вариантом гена GH обеспечивалось благодаря повышенному синтезу линолевой на 0,20-0,30 % ($P=0,10$) и линоленовой на 0,06-0,13 % ($P>0,05$) жирных кислот по сравнению со сверстниками.

Таблица 19. Влияние полиморфизмов генов GH и TG5 на жирнокислотный состав мяса герефордских бычков ($X \pm S_x$), %

Жирная кислота	GH			TG5		
	LL	LV	VV	CC	CT	TT
НЖК	49,17± 0,524	49,30± 1,026	49,63± 0,498	50,03± 0,186	49,57± 0,593	48,50± 0,794
МНЖК	45,67± 0,694	45,87± 1,009	45,63± 0,393	45,30± 0,100	45,47± 0,581	46,40± 0,985
ПНЖК	5,17± 0,176	4,83± 0,067	4,73± 0,120	4,67± 0,088	4,97± 0,067	5,10± 0,200
ПНЖК/НЖК	0,105	0,098	0,095	0,093 ^b	0,100	0,105 ^b

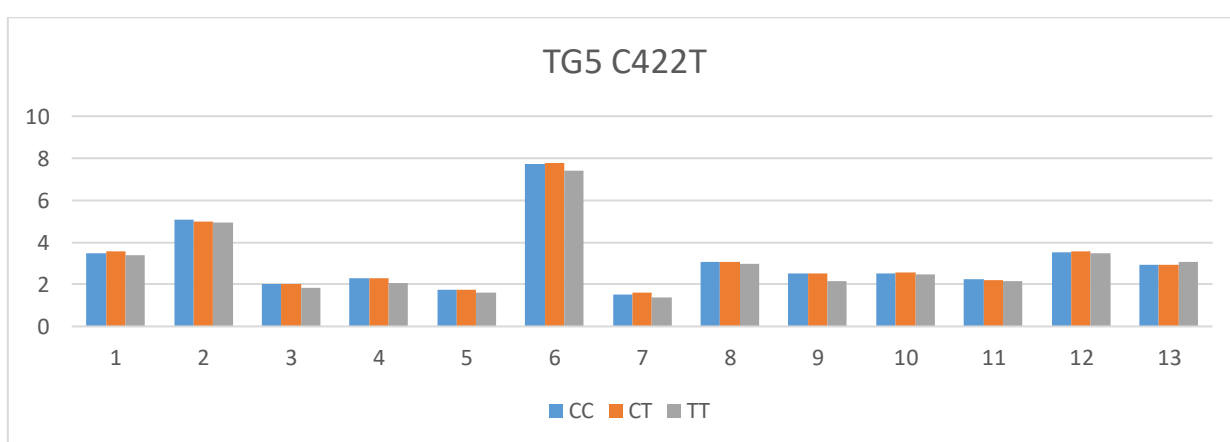
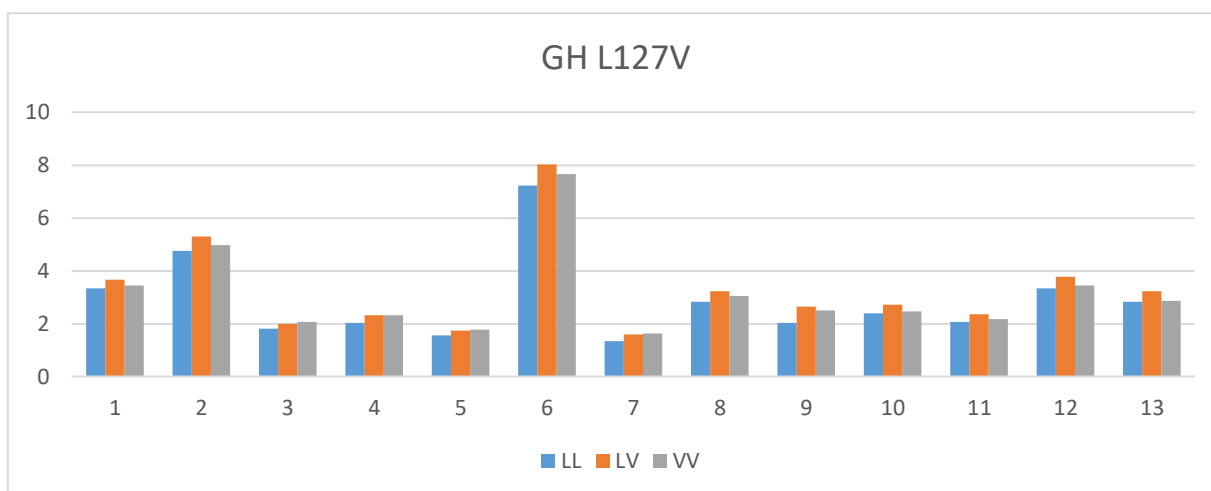
Вариабельность жирнокислотного состава мяса герефордских бычков определялась полиморфизмом гена TG5. При этом Т-аллель ассоциировалась с повышенным содержанием ненасыщенных ЖК и меньшим насыщенными ЖК в структуре липидов мышечной ткани. Причём при гомозиготизации аллели данные эффекты усиливаются. Так, носители CC-генотипа превосходили по количеству насыщенным ЖК на 0,46-1,53 % ($P>0,05$) сверстников с Т-аллелью. Разница между гомозиготными генотипами по синтезу моновенасыщенных ЖК составляла 1,10 % ($P>0,05$), а по полиненасыщенным – 0,43 % ($P=0,06$). Выявленный ранг распределения генотипов по жирнокислотному профилю мяса обеспечил молодняку с ТТ-вариантом гена TG5 значительное превосходство по ПНЖК/НЖК соотношению, которое составляло 0,012 ед. ($P<0,01$).

3.3.5. Аминокислотный состав мяса бычков разных генотипов по генам GH и TG5

Генетический полиморфизм GH у бычков герефордской породы оказывал существенное влияние на аминокислотный профиль мышечной ткани (Рис. 5). Проведенный анализ выявил статистически значимые различия ($P<0,05$) в содержании ключевых аминокислот между различными генотипами. В частности, гетерозиготные особи демонстрировали более высокие показатели по аргинину (+0,31%) и серину (+0,27%) по сравнению с LL-гомозиготами, тогда как по метионину наибольшие значения наблюдались у альтернативных гомозигот (разница 0,29%).

Особого внимания заслуживает тот факт, что LL-генотип ассоциировался с минимальной концентрацией всех исследуемых аминокислот в мышечной ткани. При сравнительном анализе суммарных показателей установлено, что гетерозиготные животные превосходили LL-гомозигот по содержанию незаменимых аминокислот на 3,09% ($P=0,10$) и заменимых - на 1,9% ($P<0,05$). Эти данные свидетельствуют о выраженном влиянии аллельных вариантов гена GH на белковый метаболизм и формирование аминокислотного состава мышечной ткани у герефордского скота.

Полученные результаты подчеркивают важность учета генетических маркеров при селекционной работе, направленной на улучшение качественных характеристик говядины. Выявленные закономерности могут быть использованы для разработки молекулярно-генетических критериев отбора животных с оптимальным аминокислотным профилем мясной продукции.



Примечание: 1 - Аргинин, 2 – Лизин, 3 – Тирозин, 4 – Фенилаланин, 5 – Гистидин, 6 - Лейцин + Изолейцин, 7 – Метионин, 8 – Валин, 9 – Пролин, 10 – Треонин, 11 – Серин, 12 – Аланин, 13 – Глицин

Рисунок 5. Влияние полиморфизмов генов GH и TG5 на аминокислотный состав мяса герефордских бычков

Значительных различий по аминокислотному составу мяса между герефордскими бычками при группировке в зависимости от полиморфизма гена TG5 не выявлено. Молодняк с TT-вариантом уступал по сумме незаменимых аминокислот на 1,17-1,28 % ($P>0,05$) и заменимых – на 0,53-0,55 % ($P>0,05$) гетерозиготным и гомозиготным носителям С-аллели.

3.3.6. Влияние GH L127V и TG5 C422T полиморфизмов на эффективность конверсии питательных веществ корма в мясную продукцию у герефордских бычков

В зависимости от генотипа по гену GH бычки по-разному использовали сырой протеин корма на единицу прироста живой массы (Табл. 20). Минимальное количество сырого протеина потребляли носители VV-генотипа, уступая сверстникам на 37-44 г (3,4-4,0%). Ранг распределения расхода обменной энергии на 1 кг прироста был идентичным, при этом между гомозиготными генотипами установлена значительная разница на уровне 9,82 МДж (11,1%; $P=0,05$). Полиморфизм гена TG5 не оказывал влияния на изменчивость потребности в сыром протеине и обменной энергии корма в расчете на прирост живой массы.

Таблица 20. Биоконверсия протеина и энергии корма в съедобные части тела герефордских бычков разных генотипов по генам GH и TG5 ($\bar{X} \pm S_x$)

Показатель	GH			TG5		
	LL	LV	VV	CC	CT	TT
Потреблено на 1 кг прироста живой массы:						
сырого протеина, г	1092± 29,5	1085± 32,6	1048± 11,4	1083± 34,2	1074± 21,6	1067± 30,5
обменной энергии, МДж	88,39± 3,622	83,30± 3,346	78,57± 0,547	82,22± 3,804	84,06± 3,939	83,98± 4,208
Содержание протеина в теле, кг	56,0± 4,67	64,8± 3,36	66,0± 1,77	64,3± 3,27	61,7± 4,05	60,8± 5,94
Содержание жира в теле, кг	45,5± 4,19	45,5± 5,49	47,1± 3,93	44,6± 5,25	46,1± 5,26	47,3± 2,61
Выход на 1 кг живой массы:						
протеина, г	98,7± 4,30	106,3± 1,90	104,9± 2,29	105,7± 1,54	103,2± 3,21	101,0± 5,06
жира, г	80,6± 8,26	74,5± 7,81	74,7± 5,58	73,0± 6,35	76,9± 6,61	79,9± 8,75
энергии, МДж	5,51± 0,250	5,45± 0,348	5,42± 0,257	5,37± 0,282	5,47± 0,336	5,53± 0,229
Коэффициент конверсии протеина, %	9,1± 0,63	9,8± 0,43	10,0± 0,18	9,8± 0,40	9,6± 0,39	9,5± 0,72
Коэффициент конверсии обменной энергии, %	6,2± 0,36	6,6± 0,55	6,9± 0,38	6,6± 0,59	6,5± 0,57	6,6± 0,08

В теле бычков с LL-генотипом содержалось наименьшее количество протеина, различия на уровне тенденции относительно гетерозиготных животных составляли 8,8 кг (15,7%; $P=0,12$) и гомозиготных носителей V-аллели 10,0 кг (17,9%; $P=0,08$). Меньшая доля протеина в составе прироста живой массы зафиксирована у молодняка с LL-генотипом, они уступали VV-особям на 6,2 г (5,9%; $P=0,20$) и гетерозиготным сверстникам на 7,6 г (7,1%; $P=0,12$). Разница между генотипами по гену GH по количеству накопленного жира в теле, а также его выходу на 1 кг прироста живой массы была незначительна.

При анализе содержания питательных веществ в теле на 1 кг живой массы бычков генотипированных по гену TG5 не выявлено значительных межгрупповых различий. Лидерами по выходу пищевого протеина на единицу прироста являлись носители CC-генотипа с преимуществом 2,5-4,7 г (2,4-4,7%) относительно сверстников носителей T-аллели. По количеству синтезированного в теле жира в расчете на 1 кг живой массы превосходство было на стороне TT-группы на 3,0-6,9 г (3,9-9,6%).

Особенности синтеза питательных веществ в съедобных частях тела у бычков разных генотипов по гену GH определяли различия по коэффициентам конверсии протеина и энергии корма в пищевую белок и энергию мясной продукции. Различия между гомозиготными генотипами по биоконверсии протеина составляли 0,9% ($P=0,19$), а по обменной энергии – 0,7%. Наибольшей эффективностью использования питательных веществ корма отличались бычки с VV-генотипом. Гетерозиготные животные имели промежуточные показатели конверсии.

При группировке бычков в соответствии с генотипом по гену TG5 вариабельность трансформации питательных веществ корма в продукцию находилась в узких пределах. В разрезе генотипов 9,5-9,8% сырого протеина и 6,5-6,6% обменной энергии корма расходовалось на образование тканей тела. При этом крайние варианты коэффициента конверсии протеина в

выборке герефордских бычков достигали 8,05-10,29%, обменной энергии – 5,55-7,65%.

Предпосылками создания высокоэффективного герефордского стада является обоснованный отбор животных, основанный на изучении взаимосвязи продуктивных качеств (табл. 21). Значительная положительная корреляция установлена между живой массой и количеством мякоти ($r=0,93$; $P<0,001$), коэффициентом конверсии протеина ($r=0,91$; $P<0,001$) и энергии ($r=0,69$; $P<0,05$). С позиции прогноза мясной продуктивности с использованием УЗИ-исследований высокую точность имеет определение площади мышечного глазка. Корреляция морфометрических параметров длиннейшей мышцы спины с массой мякоти составляла $r=0,83$ ($P<0,01$), с биоконверсией протеина $r=0,74$ ($P<0,05$) и энергии $r=0,80$ ($P<0,01$).

Таблица 21. Корреляция прижизненных показателей продуктивности с содержанием мякоти и жира в туше и конверсией протеина и энергии корма в съедобные части тела

Коррелируемые признаки	Живая масса	Площадь мышечного глазка	Толщина подкожного жира
Масса мякоти	0,93***	0,83**	0,24
Выход мякоти	0,64	0,57	-0,07
Масса жира	-0,20	-0,19	0,02
Выход жира	-0,48	-0,42	0,13
Коэффициент конверсии протеина	0,91***	0,74*	-0,30
Коэффициент конверсии обменной энергии	0,69*	0,80**	-0,27

Предположение одновременного повышения выхода мякоти при увеличении живой массы и УЗИ-измерения площади мышечного глазка следует из установленной положительной взаимосвязи на уровне тенденции

($r=0,57-0,64$; $P=0,06-0,10$). Вместе с тем выход жира отрицательно коррелирует с весовым ростом ($r=-0,48$; $P=0,19$) и морфометрических параметров длиннейшей мышцы спины ($r=-0,42$; $P=0,25$). На фоне УЗИ-измерения площади мышечного глазка оценка развития подкожного жира является ненадежным инструментом для прогнозирования морфологического состава туши и эффективности использования корма бычками.

Таким образом, наше исследование выявило значительные ассоциации между полиморфизмами генов GH и TG5 и способностью преобразовывать кормовой протеин и энергию в питательные вещества съедобной части тела крупного рогатого скота. Аллель V гена GH продемонстрировал значительное влияние на параметры, связанные с невысокой потребностью обменной энергии корма на 1 кг прироста по сравнению с гомозиготными носителями LL-генотипа. Таким образом, внедрение наиболее точных методов прогнозирования и прижизненной оценки мясной продуктивности позволит комплектовать стада наиболее ценными животными без проведения убоя. Генетические вариации по генам GH и TG5 могут быть использованы для улучшения как количественных, так и качественных показателей мясной продуктивности герефордского скота при маркер-зависимой селекции.

3.3.7 Экономическая эффективность выращивания бычков герефордской породы разных генотипов по генам GH и TG5

Анализ экономической эффективности выращивания бычков разных генотипов по генам GH и TG5 свидетельствует, что за счет большего количества потребленных кормов и оплаты труда за большую живую массу выращивание животных с VV-генотипом гена гормона роста оказались большими по сравнению с аналогами на 1519,4 – 7178,3 руб. (1,3 – 6,2 %). В то же время вследствие более высокого уровня валового прироста живой

массы себестоимость продукции у бычков с генотипом VV по гену GH была на 447,87 руб. и на 1077,73 руб. ниже, чем у сверстников.

Таблица 22 – Экономическая эффективность выращивания бычков разных генотипов по генам GH и TG5 до 21 мес. (в расчете на 1 животное с учетом затрат на содержание коровы)

Показатель	Генотип					
	По гену GH			По гену TG5		
	LL	LV	VV	CC	CT	TT
Производственные затраты, руб.	115993,30	121652,20	123171,60	121348,00	120743,80	120945,30
Валовый прирост, ц	5,36	5,79	5,99	5,77	5,67	5,69
Себестоимость 1 ц прироста, руб.	21640,60	21010,74	20562, 87	21030,85	21295,2	21255,76
Реализационная стоимость при убое, руб.	128640,00	138960,00	143760,00	138480,00	134080,00	136560,00
Прибыль, руб.	12646,70	17307,80	20588,40	17132,00	15336,20	15614,70
Уровень рентабельности, %	10,90	14,3	16,7	14,1	12,7	12,9

При реализации молодняка на мясокомбинате стоимость животных VV-генотипа была выше на 4800,00 руб. и на 15120,00 руб. Соответственно и уровень рентабельности при выращивании бычков перспективного для селекции генотипа была выше на 2,4-5,8%. Наименьшей рентабельностью характеризовались бычки с LL-генотипом – 10,90%. Это обусловлено низким приростом живой массы за учетный период, что отразилось на реализационной стоимости на мясокомбинате.

Таким образом, дифференцированный подход к выращиванию бычков разных генотипов по генам GH и TG5 позволяет повысить рентабельность производства говядины на 2,0- 6,0%.

4. Обсуждение полученных результатов

Резко континентальный климат Южного Урала имеет большое значение для разведения герефордской породы скота. Технология мясного скотоводства рассматривает выпас, как наиболее экономичный способ преобразования низкокачественных сельскохозяйственных угодий в продукты с высокой питательной ценностью (Шичкин Г.И. и др., 2021).

Широкое внедрение искусственного осеменения придаёт особую значимость результатам оценки быков-производителей по качеству потомства (Хайнацкий В.Ю. и Акимов С.С., 2021; Горлов И.Ф. и др., 2022). В технологическом процессе оценки быков по мясной продуктивности наибольшее значение имеет уровень проявления параметров живой массы и среднесуточного прироста по возрастным периодам (Гумеров М.Б. и др., 2020; Бершицкий Ю.И. и Сайфетдинов А.Р., 2021).

Высокая интенсивность весового роста молодняка мясного скота является главной селекционной задачей и условием достижения животными хозяйственной зрелости в молодом возрасте (Насамбаев Е.Г. и др., 2020). В нашей работе приведены элементы совершенствования методики оценки путём продления сроков испытательного периода и тщательности и целенаправленности отбора среди племенных бычков по принципу «лучшее из лучших». В нашем эксперименте обращено внимание на то, что улучшать весовой рост можно только на основе глубокой оценки генотипа. Снижение на втором этапе оценки (15-18 мес.) интенсивности роста являлось основой для дифференциации племенных бычков на разнокачественные группы (увеличение численности I класса).

По мнению Ш.А. Макаева и Н.П. Герасимова (2020), Л.Г. Виль и М.М. Никитиной (2022), И.Н. Хакимов с соавторами (2023) в настоящее время важная роль отводится селекционному процессу с целью повышения мясной продуктивности. В нашей работе выявление животных с высокой живой массой как в 15 мес., так и в более старших возрастах позволит заложить

основу новым генеалогическим группам генотипов с продолжительным весовым ростом (Бершицкий Ю.И. и Сайфетдинов А.Р., 2021). Полученные данные дополняют более ранние исследования по изучению племенных качеств ремонтных бычков для отбора высокоценных быков-производителей с высокой мясной продуктивностью (Виль Л.Г. и Никитина М.М., 2022; Горлов И.Ф. и др., 2022).

Телосложение животных находится в тесной связи с ростом и развитием организма и позволяет судить о направлении продуктивности, хозяйственной пригодности к высокой мясной продуктивности. Наши исследования согласуются с высказываниями Белоусова А.М. и Габидулина В.М. (2018). Молочность коров взята в качестве основного селекционируемого признака. Средние показатели молочности коров за 10-летний период исследования повысились на основе целенаправленной селекции с лучшими животными генеалогических линий Таймлайн, Дайса и Революшина. Продолжатели данных генеалогических линий не только устойчиво сохраняют достигнутый уровень продуктивности, но и превосходят своих предшественников по живой массе отъемного молодняка в возрасте 3-х лет на 8,2-16,2 кг, в 5 лет – 6,4-25,9 кг. На существенный положительный эффект линейного разведения в своих работах указывали Макаев Ш.А. (2003), Бозымов К.К. и Курланов Б.А. (2014).

Основным методом совершенствования породы должно быть линейное разведение, которое базируется, преимущественно, на однородном подборе с использованием высокоценных быков, оцененных по интенсивности роста, живой массе, подчеркивали в своих исследованиях Гамарник Н.Г. и др. (2001).

В племенной работе с мясным скотом общепризнанным направлением является селекция по долгорослости весового роста, направленная на повышение интенсивности роста до 2-х лет. Однако максимального эффекта в селекции можно добиться путем жесткого отбора по данному признаку. Гомогенный подбор при этом способствует повышению потенциала продуктивности потомства в последующих поколениях.

Мы считаем, что оценка телок по плодовитости более объективно отражает племенную ценность отбираемых животных для ремонта стада и должна не только широко использоваться в производстве, но и быть основной при отборе быков-производителей для дальнейшего племенного использования.

Герефордская порода успешно адаптировалась к специфическим условиям Южноуральского региона, демонстрируя стабильно высокие продуктивные показатели. Многолетняя селекционная работа позволила сформировать местный тип, отличающийся выраженной мясной конституцией и интенсивным ростом. Однако существующий генетический потенциал породы требует дальнейшего изучения и рационального использования. Современная стратегия совершенствования уральских герефордов предполагает использование импортного генетического материала (Фролов и соавт., 2021), что создает определенные риски снижения адаптационного потенциала местной популяции. В этой связи особую актуальность приобретает систематический контроль физиологического статуса животных через анализ гематологических показателей (Мусабаева и др., 2022).

Проведенные исследования крови бычков герефордской породы различных генетических линий выявили определенные физиологические особенности. Наибольшая кислородтранспортная способность крови отмечалась у животных уральского происхождения, что проявлялось в повышенном содержании эритроцитов и гемоглобина. Канадские бычки отличались высокой концентрацией гемоглобина в эритроцитах, что свидетельствует об эффективной адаптации к местным условиям содержания (Мироненко и др., 2022). Напротив, представители американской селекции демонстрировали менее выраженную дыхательную функцию крови, что может быть связано с различиями климатических условий между регионами. Кроме того, отечественные животные превосходили импортных аналогов по

показателям неспецифической резистентности, что выражалось в повышенном уровне лейкоцитов.

Анализ биохимических параметров сыворотки крови (Нечитайло и Сизова, 2021) выявил специфические особенности метаболизма у разных генетических групп. У канадских и уральских бычков отмечалась более интенсивная утилизация углеводов, что свидетельствует об эффективном использовании грубых кормов. В то же время животные американского происхождения характеризовались повышенной активностью белкового обмена, что проявлялось в высоком уровне общего белка, альбуминов и активности аминотрансфераз.

Несмотря на различное происхождение молодняка существенных отклонений в гормональном фоне не отмечалось. Повышенная концентрация гормона роста в сыворотке крови бычков импортной селекции свидетельствует о значительном потенциале мясной продуктивности. Гормон роста способствует развитию мышц, одновременно стимулируя липолиз в адипоцитах, что оказывает негативное влияние на внутримышечное отложение жира (Hong H et al., 2021). В то же время Korchick JJ et al. (2020) отмечают, что при невысоком содержании гормона роста в крови отмечается небольшое количество жировых клеток в мышечной ткани, но они имеют большой объем. Таким образом, бычки уральского типа герефордов характеризуются относительной скороспелостью на фоне молодняка импортного происхождения.

Ценным свойством, характеризующим породу, следует считать степень весового роста и развития молодняка (Джуламанов К.М. и др., 2022). Основной целью племенной работы с мясными породами скота является формирование генеалогических линий животных крупного формата телосложения (Барсукова М.А. и др., 2024; Солошенко В.А. и др., 2022). Поэтому в нашей работе интенсификация селекции являлась отбор и накопление племенных телок от отдельных быков-производителей с высокой

генетической ценностью. И в этой проблеме центральное значение приобретает целенаправленный отбор тёлочек по комплексу признаков.

Настоящее исследование было направлено на комплексный анализ влияния полиморфизмов генов TG5 и GH на продуктивные качества, биохимические показатели мяса и гормональный статус бычков герефордской породы. Согласно данным Karisa et al. (2013), вклад отдельных количественных локусов признаков (QTL) в изменчивость селекционных характеристик мясного скота может составлять до 19,7%. В нашем эксперименте, несмотря на выраженные различия в убойных показателях между животными с разными генотипами гена GH, статистически значимого влияния нуклеотидной замены на общую фенотипическую изменчивость установить не удалось, что может быть связано с ограниченным объемом выборки. Однако обнаружена выраженная тенденция генетической детерминации предубойной массы (47,2%, $P=0,15$) и массы туши (52,5%, $P=0,11$).

Межгенотипические различия по гену GH проявлялись в значительной разнице (13,61%, $P<0,05$) по массе туши между гомозиготными особями, при этом гетерозиготы занимали промежуточное положение, что свидетельствует об аддитивном характере действия изучаемого полиморфизма. Результаты согласуются с данными Sedykh et al. (2020), Miroshnikov et al. (2021) и Gerasimov et al. (2023), однако отмечается противоречивость в определении преимущественных аллелей: в одних исследованиях лучшие показатели роста ассоциировались с V-аллелью, в других - с L-аллелью. Это позволяет предположить существование породной и популяционной специфичности в проявлении изучаемых генетических эффектов (Суржикова Е.С. и др., 2023).

Анализ влияния полиморфизма гена TG5 (с.-422C>T) не выявил существенных различий в убойных показателях, что соответствует данным Sycheva et al. (2023) для симментальского скота. Однако отмечалась тенденция к увеличению выхода туши (на 1,4%, $P=0,14$) у носителей CC-генотипа, что согласуется с результатами Ardicli et al. (2023) и Makaev et al. (2021),

обнаружившими преимущество данного генотипа по развитию жировой ткани.

Исследование химического состава мяса показало, что полиморфизм GH L127V обуславливал вариабельность содержания белка (35,87%) и жира (7,84%), тогда как влияние гена TG5 было менее выраженным (13,40% и 6,94% соответственно). Интересно, что Dolmatova et al. (2020) обнаружили значимую ассоциацию ($P < 0,05$) TT-генотипа гена TG5 с повышенным содержанием внутримышечного жира, что частично подтверждается в нашем исследовании.

Особый интерес представляют выявленные закономерности в жирнокислотном составе. Как показали Lapshina et al. (2021), увеличение массы туши сопровождается снижением доли полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). В нашем случае носители GHVV-генотипа с более массивными тушами действительно демонстрировали минимальное соотношение ПНЖК/НЖК, тогда как бычки с TT-вариантом гена TG5 сочетали умеренное жиротложение с максимальным соотношением ПНЖК/НЖК, достоверно ($P < 0,01$) превышающим показатели других генотипов на 0,012 единиц.

Анатомо-морфологические исследования, включавшие прижизненное УЗИ-сканирование и послеубойный анализ, выявили высокую корреляцию ($r = 0,91-0,93$) между живой массой, массой мякоти и коэффициентом конверсии протеина, что указывает на общую генетическую основу этих признаков. Эти данные согласуются с результатами Sood et al. (2023), отмечающими высокую наследуемость содержания мякоти ($h^2 = 0,41-0,61$) и жира ($h^2 = 0,46-0,62$) в туше. Идентификация 41 гена, ассоциированного с формированием мышечной ткани (Raza et al., 2020; Sood et al., 2023), подчеркивает сложный полигенный характер наследования продуктивных качеств.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дальнейших исследований с расширенной выборкой для уточнения породной

специфичности выявленных ассоциаций и разработки эффективных программ маркер-ассоциированной селекции мясного скота.

Zhang LP (2015) отмечали значительное ($P<0,05$) влияние полиморфизмов гена тиреоглобулина (TG) на выход мякоти и площадь мышечного глазка. В наших исследованиях выход мякоти ($P=0,09$) и жира ($P=0,08$) определялись генетическими особенностями герефордских бычков по полиморфизму TG5 C422T на уровне тенденции. В то время как количество жира в туше значительно ($P<0,05$) детерминировано генотипом молодняка по гену TG5, что свидетельствует о его влиянии на жировой обмен у крупного рогатого скота. По данным Dolmatova I. et al. (2020) и Sycheva I et al. (2023) более интенсивным жиросложением отличались животные с ТТ-генотипом, а Т-аллель ассоциировалась с повышенным содержанием жира в туше и мясе. Эти результаты полностью согласуются с нашими исследованиями, носители ТТ-генотипа к 21-месячному возрасту накопили на 7,5 кг ($P<0,05$) жира больше по сравнению со сверстниками с СС-вариантом гена. Однако по отложению подкожного жира превосходство было на стороне СС-генотипа, которые превосходили гетерозиготных бычков на 0,8 мм ($P=0,12$). Сочетание двух аллелей у герефордов проявлялось в минимальном развитии подкожного жира по сравнению с гомозиготными сверстниками, что свидетельствует об эффекте доминирования. В исследованиях Bennett et al. (2013) также выявлен эффект доминирования ($P=0,06$) в гене TG5 по толщине подкожного жира, однако гетерозиготные животные отличались максимальной выраженностью признака.

Полиморфизм GH L127V в большей степени определял вариабельность морфологического состава герефордских бычков. При этом значительные различия ($P<0,05$) фиксировались по массе и выходу основных тканей в туше. Sasazaki S (2021) отмечал ассоциацию полиморфизма GH L127V с выходом туши и мякоти у мясного скота. По данным Zalewska M et al. (2021) и Romero, J.V. et al. (2024) генетические варианты гена GH обуславливают различия в показателях мясной продуктивности, такие как масса туши, площадь

мышечного глазка, толщина подкожного жира, содержание жира в туше. В наших исследованиях различия на уровне тенденции ($P=0,10$) между гомозиготными генотипами фиксировались по УЗИ-измерению площади мышечного глазка, тогда как по развитию подкожного жира внутривидовая изменчивость была не достоверная. У гомозиготных носителей L-аллели установлено превосходство по накоплению жировой ткани в тушах. Это согласуется с результатами убоя казахских белоголовых бычков, проведенных Selionova MI (2020). V-аллель у герефордских бычков ассоциировалась с повышенной массой мякоти и развитием скелета, а у гетерозиготных животных наблюдалось промежуточное развитие тканей тела. Напротив, Sedykh T.A. et al. (2020) отмечает значительное превосходство лимузинских бычков LL-генотипа по массе мякоти и площади мышечного глазка. Таким образом, генетическая детерминация массы и соотношения отдельных тканей в теле крупного рогатого скота в зависимости от гена GH подтверждена многочисленными исследованиями, а противоречивость в сведениях об аллельной ассоциации может быть объяснена породной и популяционной специфичностью.

По данным Heine K et al. (2021) выявлена положительная корреляция содержания сырого протеина в рационе с развитием тканей тела у крупного рогатого скота. В наших исследованиях носители V-аллели за период выращивания потребили на 6,4% ($P=0,09$) больше сырого протеина корма, что сопровождалось лучшим развитием мышечной ткани и скелета. Однако расход сырого протеина и энергии в расчете на 1 кг прироста живой массы имел обратный ранг распределения генотипов по гену GH, а между гомозиготными бычками была установлена значительная разница ($P=0,05$) по потреблению обменной энергии рациона. Эти результаты согласуются с данными высокой эффективности использования корма носителями V-аллели, полученными на молодняке казахской белоголовой породы (Gerasimov NP et al. 2023).

Kostusiak P et al. (2024) не выявили значительного влияния полиморфизма гена TG на прирост живой массы в сухом веществе и обменной энергии. Наши исследования полностью согласуются с этими данными, генотип герефордских бычков по TG5 не определял изменчивость чистого накопления структурных и функциональных компонентов в теле за счет сухого вещества и энергии рационов. В свою очередь носители V-аллели гена GH имели тенденцию ($P=0,08-0,12$) к большему накоплению протеина в теле, а также к повышенному выходу протеина на единицу прироста живой массы. Ключевым показателем эффективности мясного скотоводства является способность животных преобразовывать кормовой протеин и энергию в питательные вещества съедобной части туши (Valoshin A.V., Glazkov A.V., 2022). Pristupa V.N. (2025) отмечал, что при одинаковых условиях кормления и содержания эффективность преобразования корма в массу тела у бычков определяются генетическими особенностями. В наших исследованиях генетические вариации гена GH в большей степени влияли на возможности молодняка использовать протеин рационов для синтеза тканей тела по сравнению с полиморфизмом гена TG5. Так, при затратах 621,6 кг сырого протеина корма за период выращивания прирост живой массы у носителей VV-генотипа составил 593 кг, а в съедобных частях тела содержалось 66,0 кг протеина, что на 10,6% ($P=0.09$) и 17,9% ($P=0.08$) больше соответствующих показателей сверстников с LL-генотипом. При этом у бычков с VV-вариантом гена GH 10% сырого протеина корма использовалось на построение тканей тела, что на 0,9% ($P=0.19$) превышало показатель сверстников. Группировка бычков в соответствии с генотипом по гену TG5 не показала значительных межгрупповых различий по эффективности использования сырого протеина и обменной энергии корма.

5. Заключение

Проведенные исследования по изучению биологических, племенных и хозяйственных особенностей скота герефордской породы разных генотипов дают возможность сделать следующие выводы:

1. При исследовании основных хозяйственно-полезных признаков, характеризующих мясную продуктивность заводского стада, наилучшая продуктивность установлена у животных генетических групп быков-производителей - Дайс 10М, Таймлайн TR, Революшин 4Ru.

2. Удлинение срока испытания до 18-месячного возраста объективно отражает биологическую ценность животных по долгорослости, 46 бычков (71,8%) от общего поголовья показали среднесуточный прирост живой массы 1000 г и более, что позволяет получать откормочных животных с разной интенсивностью роста и для разных технологических сроков выращивания

3. Основным показателем при оценке быков-производителей является высокая адаптационная племенная ценность, способность быка к спариванию определяется количеством коров, успешно осемененных в случной сезон. Выбираются быки-производители, имеющие индекс адаптационной племенной ценности (ИАПЦ) от 85 баллов для воспроизводства племенного стада.

4. О высоких защитных свойствах крови представителей Уральского герефорда свидетельствовал повышенный на 31,0-52,2 % уровень лейкоцитов в крови по сравнению со сверстниками импортной селекции. Более интенсивный азотистый обмен регистрировался у представителей отечественного типа герефордской породы, что выражалось в превосходстве по содержанию белка на 1,06-4,18 г/л (1,12-4,58 %) и альбуминовой фракции – на 1,00 г/л (2,24 %) относительно аналогов импортной селекции. Однако более интенсивное переаминирование аминокислот установлено у продолжателей американских и канадских быков-производителей, о чём

указывают повышенная активность аланин-аминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы.

5. Резистентность организма в значительной степени определяется влиянием тиреоидных гормонов на обмен веществ и состояние органов и тканей. Наивысший уровень трийодтиронина в крови отмечался у бычков канадского происхождения, которые превосходили сверстников на 0,11-0,27 нмоль/л (4,62-12,16 %). Уральский герефорд отличался максимальной концентрацией тироксина – на 11,61-17,98 нмоль/л (8,73-14,20 %), превышая показатели сверстников импортной селекции.

6. Генотипирование по генам гормона роста (GH) и тиреоглобулина (TG5) и последующий убой герефордских бычков позволили изучить формирование мясной продуктивности и качества говядины во взаимосвязи с генотипом. Значительное влияние полиморфизма GH L127V отмечалось на массу туши ($P < 0,05$) и аминокислотный состав мяса. Полиморфизм TG5 (с.-422C>T) оказывал значительное ($P < 0,05$) влияние на дифференциацию бычков по соотношению полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот. Таким образом, генетическая изменчивость бычков по генам гормона роста и тиреоглобулина может быть использована для улучшения как количественных, так и качественных показателей мясной продуктивности герефордского скота при маркер-зависимой селекции.

7. Выявлены значительные ассоциации между полиморфизмами генов GH и TG5 и анатомо-морфологической оценкой туш, способностью преобразовывать кормовой протеин и энергию в питательные вещества съедобной части тела крупного рогатого скота. Аллель V гена GH продемонстрировал значительное влияние на параметры, связанные с высоким выходом мякоти, низкой интенсивностью жирового обмена, невысокой потребностью обменной энергии корма на 1 кг прироста по сравнению с гомозиготными носителями LL-генотипа. Аналогичным образом, генотип TT гена TG5 показал корреляцию с вариациями в отложении жира в туше. Кроме того, наше исследование выявило взаимосвязь на уровне

тенденции между генетическими вариациями гена GH и площадью мышечного глазка, содержанию протеина в теле и эффективность использования кормового протеина на синтез съедобных частей тела.

8. Высокий уровень валового прироста живой массы за периоды выращивания способствовал снижению себестоимости продукции у бычков с генотипом VV по гену GH была на 447,87 руб. и на 1077,73 руб. Выручка при реализации молодняка VV-генотипа на мясо была выше на 4800,00 - 15120,00 руб. Уровень рентабельности при выращивании бычков перспективного для селекции генотипа была выше на 2,4-5,8%. Наименьшей рентабельностью характеризовались бычки с LL-генотипом – 10,90%.

6. Предложения производству

1. При совершенствовании биологических и технологических качеств продуктивности мясного скота целесообразно оценивать быков-производителей по адаптационной племенной ценности, что позволяет отбирать для воспроизводства животных с высокими репродуктивными качествами.

2. Проведение генотипирования и отбор носителей желательного генотипа по генам GH и TG5 при интенсивном выращивании до 21-месячного возраста позволяет дополнительно получать в расчете на 1 голову 33-45 кг мяса и повысить рентабельность производства говядины 2,0-6,0%.

7. Перспективы дальнейшей разработки темы

Дальнейшее развитие популяции герефордского скота на Южном Урале должно быть сосредоточено на следующих направлениях:

- 1) совершенствование методов внутрипородной селекции с внедрением мониторинга генетической структуры заводских стад;

- 2) необходимо расширить обрабатываемую информацию от быков-производителей по показателям адаптационной племенной ценности и генотипа по генам GH и TG5.

8. Список литературы

1. Аброськина Ю.Н., Сафронова А.М. Состояние и перспективы развития производства говядины в России // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Серия: Экономика и управление. 2023. № 21. С. 5-8.
2. Авдалян Я.В., Зизюков И.В., Щегольков Н.Ф. Мясная продуктивность бычков различной породной принадлежности // Зоотехния. 2016. № 2. С. 21 – 22.
3. Агзамов К.З.У., Свитенко О.В. Современные методы воспроизводства стада крупного рогатого скота // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 76-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2020 год. В 3-х частях, Краснодар, 10–30 марта 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Коцаев. Том Часть 1. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. С. 445-447.
4. Адушинов Д.С. Возможные причины, влияющие на продуктивное долголетие коров // Вестник ИрГСХА. 2022. № 109. С. 119-128. DOI 10.51215/1999-3765-2022-109-119-128.
5. Акимова К.С., Акимов С.А. Отбор и подбор в мясном скотоводстве // Наука и Образование. 2019. Т. 2, № 1. С. 32.
6. Алексеева Т.А. Характеристика роста и развития телят герефордской породы // Юность Большой Волги: Сборник статей лауреатов XXIII Межрегиональной конференции-фестиваля научного творчества учащейся молодежи, Чебоксары, 04 июня 2021 года. Чебоксары: Бюджетное образовательное учреждение Чувашской Республики дополнительного образования "Центр молодежных инициатив" Министерства образования и молодежной политики Чувашской Республики, 2021. С. 95-96.
7. Алигазиева П.А., Омарова П.О. Сравнительная характеристика хозяйственно - полезных признаков чистопородных и помесных животных // Инновационный подход в стратегии развития АПК России: Сборник материалов научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Махачкала, 27–28 сентября 2018 года. Махачкала: Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова, 2018. С. 80-84.
8. Амерханов Х.А., Аксенова О.Н. Продуктивные показатели коров в зависимости от линейной принадлежности // Материалы Международного научного симпозиума, посвященного 150-летию со дня рождения выдающегося ученого в области зоотехнии академика Е.Ф. Лискуна "Достижения зоотехнической науки в решении актуальных задач животноводства и аквакультуры": сборник статей, Москва, 14–17 ноября 2023 года. Москва: Российский государственный аграрный университет -

Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. С. 10-14.

9. Аминокислотный состав говядины, полученной от скота специализированных мясных пород / Е.И. Алексеева, Т.Л. Лещук, Н.А. Лушников, Н.М. Костомахин // Главный зоотехник. 2022. № 8(229). С. 3-10. DOI 10.33920/sel-03-2208-01.

10. Анализ производства и потребления мяса говядины в России / А.А. Герасимов, С.В. Никитина, Е.А. Матвеева [и др.] // Повышение конкурентоспособности животноводства и задачи кадрового обеспечения: Материалы XXVII международной научно-практической конференции, п. Быково, г.о. Подольск, Московская обл., 16 июня 2021 года. п. Быково, Московская обл.: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования "Российская академия менеджмента в животноводстве", 2021. С. 10-21.

11. Асланова М.Х., Гукежев В.М. Воспроизводство стада - залог эффективного ведения отрасли // Вестник ИрГСХА. 2016. № 77. С. 100-106.

12. Афанасьева А.И., Сарычев В.А. Гормональный статус и воспроизводительная функция герефордского скота канадской и сибирской селекции // Ветеринарная патология. – 2016. – № 1(55). – С. 47-53.

13. Афанасьева А.И., Сарычев В.А., Князев С.С. Анализ воспроизводительной способности мясного скота герефордской породы канадской и финской селекции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 6(164). С. 97-102.

14. Ахметов А.М., Криницина Т.П. Сравнительная характеристика телок герефордской породы разного происхождения // Современные направления развития науки в животноводстве и ветеринарной медицине: Материалы международной научно-практической конференции, Тюмень, 11 февраля 2021 года. Том Часть I. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. С. 15-20.

15. Бабкин О.А., Приступа В.Н. Селекционно-племенная работа в мясном скотоводстве с использованием специализированных компьютерных программ // Эффективное животноводство. 2015. № 10(119). С. 48-51.

16. Байкалова Л.П., Кривоногова Д.В. Энергосодержание и энергопродуктивность многолетних бобово-злаковых трав в условиях Красноярского края // Кормопроизводство. 2016. № 5. С. 3-7.

17. Басонов О.А., Судакова А.В. Хозяйственно полезные параметры и биологическая характеристика герефордского скота // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 90-94. DOI 10.28983/asj.y2023i12pp90-94.

18. Бахарев А.А. Показатели воспроизводства коров породы лимузин в период их акклиматизации в условиях Северного Зауралья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2013. № 4(233). С. 37-42.

19. Баюров Л.И., Нестеренко В.А. Продуктивное долголетие молочного скота // Современные проблемы в животноводстве: состояние, решения, перспективы: Сборник статей по материалам II Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию академика В.Г. Рядчикова, Краснодар, 25–26 января 2024 года. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. С. 311-318.
20. Бекенев В.А. Продуктивное долголетие животных, способы его прогнозирования и продления // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 4. С. 655-666. DOI 10.15389/agrobiology.2019.4.655rus.
21. Белая Е.В. Ассоциация SNP-полиморфизмов с продуктивностью у крупного рогатого скота аулиекольской породы // Главный зоотехник. 2022. № 2(223). С. 18-25. DOI 10.33920/sel-03-2202-03.
22. Белая Е.В., Наметов А.М., Шамшидин А.С. Полногеномный поиск ассоциаций с QTL мясной продуктивности у скота казахской белоголовой и аулиекольской пород // Главный зоотехник. 2022. № 7(228). С. 3-11. DOI 10.33920/sel-03-2207-01.
23. Белая Е.В., Ковальчук А.М., Бейшова И.С. Породоспецифичные SNP-маркеры мясной продуктивности крупного рогатого скота казахской белоголовой породы // Главный зоотехник. 2022. № 1(222). С. 3-9. DOI 10.33920/sel-03-2201-01.
24. Белоус А.А., Сермягин А.А., Зиновьева Н.А. Система оценки мясного скота по показателям эффективности использования корма и энергии роста на основе применения цифровых и геномных технологий (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2022. том 57. №6. С. 1055-1070
25. Бельков Г.И., Панин В.А. Перспективы увеличения продуктивности молочных коров в природно-климатических условиях Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 2(82). С. 241-247. DOI 10.37670/2073-0853-2020-82-2-241-247.
26. Бельков Г.И. Эффективность использования кормов бычками различных пород в зоне сухой степи // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4(96). С. 84-88.
27. Биохимическая и экологическая оценка качества мяса от чистопородного и помесного молодняка / К.М. Джуламанов, Н.П. Герасимов, Л.Г. Сурундаева [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2023. № 4(73). С. 63-71. DOI 10.34655/bgsha.2023.73.4.008.
28. Бойко Б.А., Каратунов В.А., Кобыляцкий П.С. Эффективность интенсификации технологии мясного скотоводства // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 78-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2022 год. В 3-х частях,

Краснодар, 01–31 марта 2023 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощев. Том Часть 1. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. С. 750-752.

29. Болотов Ф.М., Гордеева А.К. Влияния сезона рождения на продуктивные качества бычков герефордской породы // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: Материалы всероссийской научно-практической конференции, Иркутск, 05–06 марта 2020 года. Том IV. п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2020. С. 8-14.

30. Бугаев С.П., Бугаева О.А., Козлова Т.Г. Влияние типов спаривания на воспроизводительные качества коров при разном уровне генетического сходства родителей по эритроцитарным антигенам // Современное состояние отечественных пород крупного рогатого скота и перспективы их качественного улучшения: Сборник научных трудов по материалам Национальной научно-практической конференции к юбилею заслуженного работника сельского хозяйства, д.с.-х.н., профессора Р.В. Тамаровой, Ярославль, 12 октября 2017 года. – Ярославль: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ярославская государственная сельскохозяйственная академия", 2018. С. 12-19.

31. Васильев В.Р., Краснова О.А. Сравнительная оценка роста бычков герефордской породы разных генеалогических линий // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4(76). С. 35-40. DOI 10.48012/1817-5457_2023_4_35-40.

32. Виль Л.Г., Никитина М.М., Блинова Н.С. Влияние быков-производителей канадской селекции на рост, развитие и мясную продуктивность бычков герефордской породы сибирской селекции // Вестник КрасГАУ. 2022. № 10(187). С. 92-99. DOI 10.36718/1819-4036-2022-10-92-99.

33. Влияние генетических ресурсов герефордской породы при различных методах разведения для получения высококачественной говядины / В.К. Пестис, Л.А. Танана, О.В. Вертинская, С.А. Катаева // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2016. № 3. С. 73-80.

34. Влияние генотипа на мясную продуктивность / П.В. Шаравьев, Н.Л. Лопаева, О.П. Неверова, Р.А. Берсенов // Институциональные преобразования АПК России в условиях глобальных вызовов: Сборник тезисов по материалам III Международной конференции, Краснодар, 10–11 апреля 2019 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощев. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. С. 95.

35. Влияние породной принадлежности на мясную продуктивность бычков и биологическую ценность получаемой от них говядины / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, Д.В. Николаев [и др.] // Животноводство и

кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 3. С. 56-68. DOI 10.33284/2658-3135-105-3-56.

36. Влияние препарата с селеном на рост и формирование мясной продуктивности бычков / Н.Г. Фенченко, Н.И. Хайруллина, Д.Х. Шамсутдинов [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 2. С. 34-37. DOI 10.33943/MMS.2020.19.85.008.

37. Влияние сезона рождения на живую массу герефордских бычков / Б.О. Инербаев, А.С. Дуров, И.А. Храмцова [и др.] // Инновации и продовольственная безопасность. 2018. № 4(22). С. 74-80.

38. Влияние типов кормления на продуктивные качества животных казахской белоголовой породы / Е.Г. Насамбаев, А.Б. Ахметалиева, А.Е. Нугманова [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103, № 4. С. 150-159. DOI 10.33284/2658-3135-103-4-150.

39. Влияние уровня кормления и генотипа на возрастную динамику живой массы чистопородных и помесных тёлочек / В.И. Косилов, И.А. Рахимжанова, А.А. Салихов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 1(93). С. 208-212. DOI 10.37670/2073-0853-2022-93-1-208-212.

40. Ворожейкин А.М., Ворожейкина С.А. Оценка тёлочек герефордской породы разных эколого-генетических типов по собственной продуктивности и влияние достигнутой живой массы на возраст первой случки // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 3(99). С. 55-60.

41. Воронцов Г.П., Антонов В.Н. Влияние микроэлементного статуса на воспроизводительную функцию у крупного рогатого скота // StudNet. 2022. Т. 5. № 2.

42. Воспроизводительные способности и содержание эндогенных гормонов у герефордской породы в зависимости от возраста, сезона и отелов / А.И. Абилов, С. Шәмшідін, И.М. Дунин [и др.] // Наука и образование. 2019. № 4-1(57). С. 3-9.

43. Выращивание и разведение крупного рогатого скота породы Герефорд в крестьянском (фермерском) хозяйстве / Т.Н. Чуворкина, О.Ф. Кадыкова, С.Н. Алексеева, Н.М. Гурьянова // Нива Поволжья. 2020. № 4(57). С. 74-79. DOI 10.36461/NP.2020.57.4.016.

44. Выявление взаимосвязи признаков молочной продуктивности дочерей голштинских быков, оцененных по качеству потомства / П.И. Зеленков, А.П. Пахомов, А.П. Зеленков [и др.] // Вестник Чеченского государственного университета им. А.А. Кадырова. 2017. № 4(28). С. 19-23.

45. Габидулин В.М. Влияние однонуклеотидного полиморфизма гена bGH на селекционные признаки генотипированных коров и их дочерей стада абердин-ангусской породы австралийской селекции // Вестник Ульяновской

государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4(64). С. 192-197. DOI 10.18286/1816-4501-2023-4-192-197.

46. Габидулин В.М. Характеристика генеалогической структуры стада маток абердин-ангусской породы по группам крови и ДНК-маркеру CASTUOGC282G // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2023. № 2(67). С. 156-162. DOI 10.31677/2072-6724-2023-67-2-156-162.

47. Гармаев Д.Ц., Дашинимаев М.Н. Продуктивные качества скота герефордской породы разных популяции // Состояние и пути развития производства и переработки продукции животноводства, охотничьего и рыбного хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Технологического факультета, Улан-Удэ, 29–02 июня 2017 года. Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2018. С. 21-26.

48. Гафарова Ф.М., Хайруллина Н.И., Гафаров Ф.А. Мясная продуктивность бычков разных генотипов герефордской породы // Российский электронный научный журнал. 2022. № 4(46). С. 95-102. DOI 10.31563/2308-9644-2022-46-4-95-102.

49. Геномная селекция как основа племенной работы (обзор) / А.Е. Калашников, А.И. Голубков, В.Г. Труфанов [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2021. № 7(172). С. 163-170. DOI 10.36718/1819-4036-2021-7-163-170.

50. Генотипирование как фактор совершенствования племенных и продуктивных качеств скота / О.А. Басонов, Р.В. Гинойн, А.С. Козминская, А.А. Асадчий // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2023. № 4(42). С. 87-102. DOI 10.55196/2411-3492-2023-4-42-87-102.

51. Герасимов Н.П., Джуламанов К.М. Племенная оценка и отбор герефордских бычков для селекции // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2020. № 1(58). С. 39-45. DOI 10.34655/bgsha.2020.58.1.006.

52. Дубовскова М.П. Герефордская порода // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 8. С. 24.

53. Голубева А.В., Сударев Н.П., Щукина Т.Н. Повышение мясной продуктивности скота казахской белоголовой породы при скрещивании с герефордами // Молочное и мясное скотоводство. 2015. № 2. С. 16-18.

54. Гончаренко Г.М. Значение генетических маркёров в селекции сельскохозяйственных животных // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах, Барнаул, 09–10 февраля 2022 года. Том Книга 2. Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2022. С. 108-110.

55. Голубец Л.В. Сравнительная эффективность получения эмбрионов крупного рогатого скота *in vivo* и *in vitro* // Зоотехническая наука Беларуси. 2021. Т. 56, № 1. С. 43-50.
56. Горбачев М.И. Применение информационных технологий для управления эффективностью производства продукции животноводства // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. 2016. № 4. С. 26-34.
57. Горелик О.В., Лиходеевская О.Е., Грибкова В.А. Воспроизводительные функции голштинизированного черно-пестрого скота уральского типа разной живой массы // Теория и практика мировой науки. 2021. № 7. С. 50-54.
58. Грачева Е.П., Глушенко А.С., Кибкало Л.И. Состояние и перспективы производства говядины // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса: Материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 21 декабря 2021 года. Том Часть 2. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. С. 103-106.
59. Григорьев К.Н. Характеристика продуктивных и племенных качеств коров породы герефорд в условиях Северного Зауралья // Мир Инноваций. 2018. № 1-2. С. 11-15.
60. Гудыменко В.В., Гудыменко В.И. Распределение жира в туше и физико-химические показатели внутреннего жира - сырка у чистопородных и помесных бычков // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства: Сборник научных работ международной научно-практической конференции, посвящённой 65-летию со дня рождения профессора Лебедько Егора Яковлевича, Брянск, 15 декабря 2023 года. Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2023. С. 55-60.
61. Гудыменко В.В., Гудыменко В.И., Крутиева А.В. Эффективность выращивания телок разных генотипов // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства: Сборник научных работ международной научно-практической конференции, посвящённой 65-летию со дня рождения профессора Лебедько Егора Яковлевича, Брянск, 15 декабря 2023 года. Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2023. С. 60-65.
62. Гудыменко В.И., Капустин Р.Ф. Морфофункциональный мониторинг алиментарного фактора при оценке мясной продуктивности животных // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. 2018. № 4(10). С. 66-78.
63. Гусева Т.А. Племенные и продуктивные качества крупного рогатого скота // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы,

перспективы: Сборник статей XVIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 02–03 ноября 2023 года. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. С. 300-303.

64. Джуламанов К.М., Макаев Ш.А., Герасимов Н.П. Влияние генотипов быков по генам CAPN1, CAST и TG5 на аминокислотный и жирнокислотный составы мяса у потомков казахской белоголовой породы // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103. № 4. С. 74-84. doi: 10.33284/2658-3135-103-4-74

65. Дмитриева М.В., Баркова А.С. Субинволюция матки у крупного рогатого скота // Молодежь и наука. 2021. № 2.

66. Дубовскова М.П. Герефордская порода в России: современное состояние и перспективы развития // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 3. С. 23-27.

67. Дуров А.С., Гамарник Н.Г. Формирование селекционных и производственных групп при разведении коров чёрнопёстрой породы // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 7. С. 48-50.

68. Дуров А.С. Оценка генеалогических линий крупного рогатого скота герефордской породы на разных этапах селекции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 12(134). С. 93-97.

69. Дуров А.С., Деева В.С. Сравнительная оценка селекционных групп по удою полновозрастных коров различных пород // Инновации и продовольственная безопасность. 2020. № 2(28). С. 71-79. DOI 10.31677/2311-0651-2020-28-2-71-79.

70. Дуров А.С., Деева В.С. Оценка селекционных групп по живой массе полновозрастных коров в зависимости от породной принадлежности // Инновации и продовольственная безопасность. 2021. № 1(31). С. 89-97. DOI 10.31677/2072-6724-2021-31-1-89-97.

71. Дуров А.С., Плешаков В.А., Солошенко В.А. Оценка структуры стада бычков герефордской породы // Инновации и продовольственная безопасность. 2024. № 4 (46). С. 49-59.

72. Ермошина Е.В., Сычева И.Н., Архипова С.С. Особенности роста и развития бычков мясных пород в зависимости от породной принадлежности // Управление риска в АПК. 2020. № 3 (37). С. 6-13.

73. Захарчук Н.О., Щербатов В.И. Использование сексированного семени в молочном животноводстве // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 76-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2020 год. В 3-х частях, Краснодар, 10–30 марта 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Коцаев. Том Часть 1. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. С. 488-490.

74. Захарчук Ф.О., Тузов И.Н. Оценка племенной ценности скота // Вектор современной науки: Сборник тезисов по материалам Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых, Краснодар, 15 ноября 2022 года. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. С. 138-139.

75. Хакимов И.Н., Мударисов Р.М. Селекционная работа с герефордской породой мясного скота в Самарской области // Перспективы развития современного агропромышленного комплекса: Материалы III Международной научно-практической конференции, Уфа, 30 ноября 2023 года. Уфа: уфимский федеральный исследовательский центр российской академии наук, 2023. С. 229-235.

76. Иваков М.С. Эффективность производства говядины от крупного рогатого скота мясных пород // Современные тенденции аграрной науки: Сборник всероссийской научно-практической конференции, Тюмень, 22 декабря 2023 года. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. С. 68-72.

77. Иванова И.П., Косенчук О.В. Экстерьерные особенности молодняка мясного направления продуктивности в зависимости от генотипа // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2019. № 2(34). С. 102-108.

78. Изучение генетической структуры крупного рогатого скота герефордской породы с применением микросателлитных маркеров / Е.Г. Насамбаев, И.С. Бейшова, Т.В. Ульянова, С.А. Черняева // Наука и образование. 2023. № 2-1(71). С. 74-82. DOI 10.52578/2305-9397-2023-2-1-74-82.

79. Ильченко И. Мясное скотоводство нуждается в интенсивном развитии и здоровой конкуренции // Эффективное животноводство. 2021. № 5(171). С. 91-99.

80. Инербаев Б.О. Будущее производства высококачественной говядины в СФО за специализированным мясным скотоводством // Состояние и перспективы развития животноводства и ветеринарии Сибири и Дальнего Востока: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации и Республики Бурятия Мункоева Константина Тармаевича, Улан-Удэ, 27–29 июня 2019 года / ФГБОУ ВО "Бурятская государственная сельскохозяйственная академия В.Р. Филиппова". Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2019. С. 109-115.

81. Инербаев Б.О., Храмцова И.А., Инербаева А.Т. Влияние степени родства и генетического сходства на продуктивность герефордов Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50, № 3. С. 62-68. DOI 10.26898/0370-8799-2020-3-6.

82. Инербаев Б.О. Резервы увеличения производства говядины // Научное обеспечение животноводства Сибири: Материалы IV Международной научно-практической конференции, Красноярск, 14–15 мая 2020 года / Материалы опубликованы в авторской редакции. Красноярск: Красноярский научно-исследовательский институт животноводства - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр "Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук", 2020. С. 204-207.
83. Инербаев Б.О., Храмцова И.А., Инербаева А.Т. Генотипическая и фенотипическая характеристика популяции герефордского скота Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 97-105.
84. Интенсивность накопления жира и его распределение в организме молодняка крупного рогатого скота / И.П. Прохоров, О.А. Калмыкова, В.Н. Лукьянов, Ю.В. Шошина // Главный зоотехник. 2022. № 12(233). С. 3-11. DOI 10.33920/sel-03-2212-01.
85. Использование различных породных массивов крупного рогатого скота для производства говядины на юге России / Х.А. Амерханов, И.В. Щукина, А.Г. Коцаев, С.Ю. Шуклин. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. 321 с.
86. Кажгалиев Н., Титанов Ж.Ж., Атейхан Б. Акклиматизационные способностей разной генерации герефордской и абердин-ангусской пород к температуре окружающей среды северного региона Казахстана // Gylým žäne bilim. 2023. Т. 1. №. 2 (71). С. 82-92.
87. Калмагамбетов М.Б., Кульмакова Н.И., Ахметалиева А.Б. Возрастная Динамика живой массы бычков аулиекольской породы разного типа телосложения // Главный зоотехник. 2022. № 10(231). С. 39-46. DOI 10.33920/sel-03-2210-04.
88. Карамаева А.С., Карамаев С.В., Валитов Х.З. Особенности влияния сезона года на формирование естественной резистентности у коров // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. 2021. № 4(70). С. 49-54.
89. Качественные корма - основа реализации селекционных достижений / А.А. Алексеев, Д.Л. Лукичев, Д.С. Дмитриев [и др.] // Современное состояние отечественных пород крупного рогатого скота и перспективы их качественного улучшения: Сборник научных трудов по материалам Национальной научно-практической конференции к юбилею заслуженного работника сельского хозяйства, д.с.-х.н., профессора Р.В. Тамаровой, Ярославль, 12 октября 2017 года. Ярославль: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

профессионального образования "Ярославская государственная сельскохозяйственная академия", 2018. С. 3-11.

90. Качественные показатели мясной продуктивности крупного рогатого скота / Н.Г. Фенченко, Н.И. Хайруллина, Д.Х. Шамсутдинов [и др.] // Современное состояние и перспективы развития кормопроизводства и рационального кормления животных: сборник научных материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Уфа, 01–02 декабря 2022 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет»; Евразийский научно-образовательный центр мирового уровня. Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2022. С. 248-253.

91. Климова С. Повышение эффективности подбора скота // Животноводство России. 2015. № S3. С. 9-11.

92. Козуб Ю.А. Повышение качества и улучшения использования животноводческой продукции // Состояние и перспективы развития животноводства и ветеринарии Сибири и Дальнего Востока: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации и Республики Бурятия Мункоева К.Т., Улан-Удэ, 27–29 июня 2019 года / ФГБОУ ВО "Бурятская государственная сельскохозяйственная академия В.Р. Филиппова". Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2019. С. 131-135.

93. Конова Е.С., Рогозинникова И.В. Методы разведения сельскохозяйственных животных // Научно-практическое обеспечение развития агропромышленного комплекса в современных условиях: Сборник тезисов круглого стола, Екатеринбург, 24 ноября 2021 года. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. С. 93-94.

94. Кормление мясного скота: рубцовый метаболизм / Г.К. Дускаев, Г.И. Левахин, Б.С. Нуржанов [и др.]. Оренбург: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук", 2023. 320 с.

95. Коростина А.Ю., Исупова Ю.В. Эффективность оценки быков-производителей по воспроизводительным качествам дочерей // Проблемы и пути развития ветеринарной и зоотехнической наук: Материалы Международной научно-практической конференции обучающихся, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти заслуженного деятеля науки, доктора ветеринарных наук, профессора кафедры "Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза" Колесова Александра Михайловича, Саратов, 14–15 апреля 2021 года. Саратов: Саратовская региональная общественная

организация Центр вынужденных переселенцев "Саратовский источник", 2021. С. 633-639.

96. Коротких Д.И. Эффективность оценки быков – производителей методом дочери - сверстницы // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов LIV Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 10 ноября 2020 года. Том 2 часть. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2020. С. 406-413.

97. Косилов В.И., Калякина Р.Г., Никонова Е.А. Влияние скрещивания казахского белоголового скота с герефордами на продуктивные качества // Мичуринский агрономический вестник. 2019. № 2. С. 47-52.

98. Костюк Р.В. Развитие и консолидация в отрасли мясного скотоводства России и стран ЕАЭС // Мясное скотоводство - приоритеты и перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции, Оренбург, 25–26 апреля 2018 года / Под общей редакцией Мирошникова С.А. Оренбург: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук", 2018. С. 29-32.

99. Краткий обзор систем производства говядины в России и мире (обзор) / Г.К. Дускаев, А.В. Харламов, Г.И. Левахин, Е.А. Ажмулдинов, Х.А. Амерханов, С.А. Мирошников, А.Ф. Рысаев // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 3. С. 78-94.

100. Криницина Т.П., Логинов С.В. Сравнительная оценка пород крупного рогатого скота по мясной продуктивности // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник тезисов по материалам Всероссийской (национальной) конференции, Краснодар, 19 декабря 2019 года / Ответственный за выпуск А.Г. Кошаев. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. С. 157-158.

101. Кузьмина Т.Н. Результаты исследований по улучшению генетического потенциала герефордской породы крупного рогатого скота отечественной селекции // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: материалы XI Международной научно-практической интернет конференции, п. Правдинский, 05–07 июня 2019 года. п. Правдинский: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2019. С. 25-29.

102. Кукушкина А.А. Продуктивное долголетие коров // Молодежь и наука. 2022. № 8.

103. Куликова Н.И., Щербина Л.А. Проблемы долголетия коров в стаде племенного хозяйства // Институциональные преобразования АПК России в условиях глобальных вызовов: Сборник тезисов по материалам V

Международной конференции, Краснодар, 15–16 июля 2020 года. Краснодар: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», 2020. С. 36-37.

104. Кулинцев В.В., Суров А.И., Шевхужев А.Ф. Мясное скотоводство Ставропольского края // Молочное и мясное скотоводство. 2022. № 2. С. 6-11. DOI 10.33943/MMS.2022.14.31.001.

105. Кычков Н.Е., Хамидуллина А.Ш. Информационные технологии в молочном скотоводстве // Молодежная наука для развития АПК: сборник трудов LX студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 14 ноября 2023 года. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. С. 116-120.

106. Левахин В.И., Саркенов Б.А., Поберухин М.М. Адаптационные способности и продуктивность чистопородных и помесных бычков при различных технологиях выращивания // Молочное и мясное скотоводство. 2015. № 4. С. 5-8.

107. Левахин Г.И., Дускаев Г.К., Рысаев А.Ф. Краткий обзор производства говядины в мире // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: Сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора биологических наук, профессора, Заслуженного работника Высшей школы РФ, Почетного работника высшего профессионального образования РФ, Почетного гражданина Брянской области Егора Павловича Ващекина, Брянск, 25 января 2022 года. Том Часть II. Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2022. С. 415-419.

108. Легошин Г., Гончаров С. Каких бычков выгоднее выращивать? // Животноводство России. 2017. № S2. С. 65-68.

109. Легошин Г.П., Алексеев А.А. Эффективность разведения и использования мясных коров в условиях инновационной технологии // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 4. С. 26-28.

110. Ли С.С., Болотова Ю.А. Эффективность промышленного скрещивания симментальского и герефордского скота при производстве говядины // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 1(111). С. 078-080.

111. Луду Б.М. Фенотипические показатели коров породы герефорд разводимых в условиях Республики Тыва // The Scientific Heritage. 2021. № 75-4(75). С. 13-15. DOI 10.24412/9215-0365-2021-75-4-13-15.

112. Лукьянов В.Н., Прохоров И.П. Особенности роста и локализации жировой ткани в теле бычков симментальской породы и ее помесей с герефордской и шаролежской // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 1. С. 79-82.

113. Лукьянов А.А., Тюлебаев С.Д. Современные реалии племенного животноводства России // Инновационные технологии: опыт, проблемы, перспективы развития, Тверь, 25 октября 2023 года. Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. С. 152-155.
114. Лукьянов А.А., Тюлебаев С.Д. Целесообразность приобретения импортного скота и семени сельскохозяйственных животных // Проблемы и перспективы развития науки и образования: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тверь, 14 февраля 2023 года. Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2023. С. 239-244.
115. Макаев Ш.А., Герасимов Н.П. Влияние генотипа быков-отцов казахской белоголовой породы по генам CAPN1, CAST и TG5 на качественные показатели мяса у потомков // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103. № 3. С. 102-113. doi: 10.33284/2658-3135-103-3-102
116. Макаев Ш.А., Аббасов М.М. Оценка быков-производителей по качеству потомства // Вестник мясного скотоводства. 2011. Т. 3, № 64. С. 34-38.
117. Макаев Ш.А., Тайгузин Р.Ш., Фомин А.В. Хозяйственно-биологические особенности и мясная продуктивность бычков казахского белоголового скота и его помесей с герефордской породой // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101, № 1. С. 41-50.
118. Мансурова М.С. Анализ морфо-биохимических показателей крови герефордского скота и микроструктуры мышечных волокон в условиях Амурской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 6. С. 79-86.
119. Маркер-ассоциированная и геномная селекция мясного скота / М.И. Селионова, Л.В. Евстафьева, Е.Н. Коновалова, Е.В. Белая // Тимирязевский биологический журнал. 2023. № 2. С. 37-48. DOI 10.26897/2949-4710-2023-2-37-48.
120. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации: реалии и перспективы / И. М. Дунин, С. Е. Тяпугин, Р. К. Мещеров [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 2. С. 2-7. DOI 10.33943/MMS.2020.40.30.001.
121. Марков Д.Н. Причины снижения воспроизводительной функции у крупного рогатого скота // Инновационное развитие современной науки: теория, методология, практика: сборник статей международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 19 марта 2020 года. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2020. С. 220-224.
122. Марясов А.Н., Харлап С.Ю. Обоснование эффективности выращивания бычков герефордской породы по высокоинтенсивной технологии // Молодежь и наука. 2020. № 8.
123. Меренкова Н.В., Лунева А.В., Бондаренко Н.Н. Проблемы производства высококачественной говядины в России // Здоровьесберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции: Сборник статей по

материалам Всероссийской конференции с международным участием, Краснодар, 19 ноября 2021 года. Краснодар: трубилин, 2021. С. 273-276.

124. Место России на мировом рынке производства и потребления мяса / Н.П. Сударев, Г.А. Шаркаева, А.А. Герасимов [и др.] // Аграрный вестник Верхневолжья. 2022. № 1(38). С. 41-47. DOI 10.35523/2307-5872-2022-38-1-41-47.

125. Мирошников С.А., Тюлебаев С.Д., Соловьев М.И. Результаты скрининга выборки стада герефордского скота ООО «Кашин луг» по чипу Illumina Bovine SNP50v3 // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4(64). С. 204-209. DOI 10.18286/1816-4501-2023-4-204-209.

126. Мирошников С.А., Тюлебаев С.Д., Кадышева М.Д. Элементный статус животных и его распределение в среде телок с различным аллельным набором генов, ассоциированных с качеством говядины // Вестник КрасГАУ. 2023. № 5(194). С. 135-142. DOI 10.36718/1819-4036-2023-5-135-142.

127. Мониторинг живой массы племенного скота герефордской породы в условиях пастбищного содержания / М.А. Барсукова, О.А. Иванова, И.А. Афанасьева [и др.] // Инновации и продовольственная безопасность. 2024. № 1(43). С. 10-19. DOI 10.31677/2311-0651-2023-43-1-10-19.

128. Морфологические и биохимические показатели крови бычков при технологических стрессах / В.И. Левахин, Е.А. Ажмулдинов, М.Г. Титов [и др.] // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 2(98). С. 88-92.

129. Муравьева Н.А., Зверева Е.А. Применение подбора в селекции по хозяйственно-полезным признакам коров // Современное состояние отечественных пород крупного рогатого скота и перспективы их качественного улучшения: Сборник научных трудов по материалам Национальной научно-практической конференции к юбилею заслуженного работника сельского хозяйства, д.с.-х.н., профессора Р.В. Тамаровой, Ярославль, 12 октября 2017 года. – Ярославль: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ярославская государственная сельскохозяйственная академия", 2018. С. 74-80.

130. Мымрин С.В. Развитие племенного животноводства Российской Федерации: роль регионального информационно-селекционного центра в системе племенной работы // Аграрный вестник Урала. 2017. № 2(156). С. 7.

131. Мясная продуктивность бычков разного направления продуктивности / А.Г. Донецких, С.А. Грикшас, П.А. Корневская, А.В. Гурин // Главный зоотехник. 2022. № 1(222). С. 10-18. DOI 10.33920/sel-03-2201-02.

132. Мясное скотоводство России и перспективы его развития / А.Ф. Шевхужев, В.А. Погодаев, В.В. Голембовский, С.С. Гостищев // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 4(14). С. 53-60. DOI 10.25930/2687-1254/007.4.14.2021.

133. Наумова В.В. Влияние живой массы телят герефордской породы при рождении на их последующую продуктивность // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1(57). С. 182-187. DOI 10.18286/1816-4501-2022-1-182-187.
134. Некоторые аспекты воспроизводства крупного рогатого скота / А.И. Абилов, К.В. Племяшов, Н.А. Комбарова [и др.]. Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2019. 304 с.
135. Новые методические подходы к оценке типа телосложения скота абердин-ангусской породы / Г.И. Шичкин, Н.П. Сударев, Д. Абылкасымов, С.В. Чаргеишвили, А.А. Герасимов, О.С. Монжосова // Зоотехния. 2023. № 1. С. 8-11.
136. Овчинникова Л.И., Горелик О.В., Неверова О.П. Мясная продуктивность быков герефордской породы от разных быков-производителей // Молодежь и наука. 2020. № 11.
137. Особенности кормления нетелей высокопродуктивных пород в поздний сухостойный период на современных молочных комплексах / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, Л.В. Хорошевская [и др.] // Ветеринария и кормление. 2024. № 1. С. 32-35. DOI 10.30917/АТТ-VK-1814-9588-2024-1-6.
138. Особенности морфобиохимических показателей крови и линейного роста бычков разного происхождения / О.В. Горелик, С.Ю. Харлап, А.С. Горелик, С.Л. Сафронов // Главный зоотехник. 2022. № 8(229). С. 11-22. DOI 10.33920/sel-03-2208-02.
139. Особенности мясной продуктивности чистопородных герефордских бычков белорусской селекции / О.В. Заяц, Л.М. Линник, И.В. Сучкова, О.Н. Кониева // Зоотехническая наука Беларуси. 2020. Т. 55, № 2. С. 211-218.
140. Особенности создания отрасли специализированного мясного скотоводства на востоке России / В.А. Солошенко, С.Н. Магер, Б.О. Инербаев [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 4(198). С. 79-87.
141. Особенности формирования количественных и качественных показателей мясной продуктивности бычков отдельных генотипов (GG, GC и CC) по гену GH / Д.А. Ранделин, О.А. Суторма, С.И. Николаев [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 1(69). С. 345-352. DOI 10.32786/2071-9485-2023-01-37.
142. Острикова Е.Н., Коробейников Я.А., Кибкало Л.И. Резервы производства говядины // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса: Материалы IV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2023 года. Курск:

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. С. 108-114.

143. Отаров А.И., Улимбашев М.Б. Морфологический состав полутуш и отрубков бычков разного происхождения // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2023. № 4(222). С. 51-59. DOI 10.53083/1996-4277-2023-222-4-51-59.

144. Оценка адаптационных качеств герефордского скота импортной селекции к условиям Южно-Уральской биогеохимической провинции на основе изучения репродуктивных качеств и биохимических показателей сыворотки крови / А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, А.В. Харламов [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104, № 4. С. 79-88. DOI 10.33284/2658-3135-104-4-79.

145. Оценка и отбор герефордских коров / К.М. Джуламанов, Д.Ц. Гармаев, М.П. Дубовскова [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2016. № 2(43). С. 43-49.

146. Оценка продуктивных качеств и элементного статуса бычков калмыцкой породы различных генотипов по гену гормона роста / А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, А.В. Харламов [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105, № 1. С. 62-73. DOI 10.33284/2658-3135-105-1-62.

147. Оценка ремонтных бычков казахской белоголовой породы по собственной продуктивности / М.Б. Гумеров, О.В. Горелик, Д.К. Найманов, А.Т. Бисембаев // Главный зоотехник. 2020. № 3. С. 9-15. DOI 10.33920/sel-03-2003-02.

148. Паронян И.А. Возможности сохранения и совершенствования генофонда пород крупного рогатого скота отечественной селекции // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, № 5. С. 63-66. DOI 10.24411/0235-2451-2018-10516.

149. Патент № 2755744 С1 Российская Федерация, МПК А01К 1/00. Способ выращивания бычков и телок мясных пород: № 2020132195: заявл. 28.09.2020; опубл. 21.09.2021 / Б.О. Инербаев, И.А. Храмцова, А.Т. Инербаева; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук.

150. Патент № 2778147 С1 Российская Федерация, МПК С12N 1/00. Питательная среда для культивирования ооцитов крупного рогатого скота *in vitro*: № 2021139145: заявл. 28.12.2021; опубл. 15.08.2022 / В.А. Плешков, Т.В. Зубова, О.В. Смоловская [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия".

151. Патент № 2792900 С1 Российская Федерация, МПК А23К 50/75, А61К 35/413. Способ повышения переваримости питательных веществ: №

2022121015: заявл. 02.08.2022: опубл. 28.03.2023 / Е.А. Сизова, К.В. Рязанцева, К.С. Нечитайло [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук".

152. Патент № 2794794 С1 Российская Федерация, МПК А23К 50/10, А23К 10/30. Кормовая добавка для жвачных животных: № 2022130566: заявл. 24.11.2022: опубл. 25.04.2023 / Г.К. Дускаев, Б.С. Нуржанов, Ш.Г. Рахматуллин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук".

153. Патент № 2809796 С1 Российская Федерация, МПК А23К 50/10, А23К 10/00. Способ усиления рубцового пищеварения: № 2023123964: заявл. 18.09.2023: опубл. 18.12.2023 / А.П. Иванищева, Е.А. Сизова, А.М. Камирова [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук".

154. Амерханов Х.А., Колдаева Е.М. Проблемы сохранения породного разнообразия сельскохозяйственных животных в Российской Федерации // Известия Международной академии аграрного образования. 2023. № 65. С. 158-161.

155. Пегашева А.А. Сравнительный анализ откорма молодняка герефордской породы и помесей герефордской и калмыцкой пород // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти доктора биологических наук, профессора, Заслуженного работника Высшей школы РФ, Почётного работника высшего профессионального образования РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, Почётного гражданина Брянской области Егора Павловича Ващекина, Брянск, 22 января 2024 года. Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2024. С. 225-230.

156. Переваримость питательных веществ бычками, выращиваемыми на мясо, в зависимости от уровня хрома в рационе / С.В. Лебедев, О.В. Шошина, Н.М. Ширнина [и др.] // Аграрный научный журнал. 2023. № 11. С. 154-160. DOI 10.28983/asj.y2023i11pp154-160.

157. Пермякова А.В., Камаева Д.А. интенсивность роста бычков герефордской породы // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 21–22 марта 2024 года. Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2024. С. 427-430.

158. Перспективы интенсификации племенной работы с герефордской породой / В.И. Колпаков, К.М. Джуламанов, М.П. Дубовскова [и др.] // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 2(94). С. 17-22.
159. Продуктивные и воспроизводительные качества маточного поголовья герефордского скота / К.М. Джуламанов, Н.П. Герасимов, М.С. Явнова, Д.Ш. Исхаков // Достижения науки и техники АПК. 2025. Т. 39. № 5. С. 65-71.
160. Производство говядины: состояние и перспективы / Г.И. Шичкин, С.В. Лебедев, Р.В. Костюк, Д.Г. Шичкин // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 8. С. 2-5.
161. Производство мяса крупного рогатого скота в Российской Федерации и пути повышения его эффективности / И.Ф. Пильникова, С.В. Петрякова, Л.Н. Пильников, А.А. Крохалев // Образование и право. 2021. № 3. С. 219-223. DOI 10.24412/2076-1503-2021-3-219-223
162. Племенные и продуктивные качества коров герефордской породы сибирской и канадской репродукций / Б.О. Инербаев, А.Т. Инербаева, И.А. Храмцова [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2016. № 3(40). С. 185-192.
163. Повышение производства говядины на основе селекционно-генетических и биотехнологических методов / Х.А. Амерханов, А.И. Клименко, В.В. Кулинцев [и др.]. Ставрополь: Ставрополь-Сервис-Школа, 2024. 284 с.
164. Подойницына Т.А. Некоторые акклиматизационные способности герефордского скота // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2019. Т. 8, № 1. С. 32-36. DOI 10.34617/qf3b-jh59.
165. Полковникова В.И. Воспроизводительные качества тёлочек герефордской породы разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5(61). С. 80-83.
166. Породный состав в племенном мясном скотоводстве России / Л.П. Боголюбова, С.В. Никитина, Е.А. Матвеева, Е.Е. Тяпугин // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 1. С. 10-12. DOI 10.33943/MMS.2021.29.45.002.
167. Потери живой массы молодняка крупного рогатого скота различных пород и генотипов при транспортировке и предубойном содержании / В.И. Левахин, Е.А. Ажмулдинов, Ю.А. Ласыгина [и др.] // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 1(97). С. 57-61.
168. Применение современных информационных технологий в животноводстве / А.А. Сутолкин, А.В. Востроилов, Е.И. Рыжков, Е.А. Пронина // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции: материалы IV Международной научно-практической конференции, Воронеж, 20 декабря 2019 года. Воронеж:

Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2020. С. 209-211.

169. Применение фосфренила в повышении воспроизводительной функции крупного рогатого скота / Д.М. Богданович, А.И. Будевич, С.Н. Пайтеров, Ю.К. Кирикович // Научное обеспечение животноводства Сибири : Материалы V Международной научно-практической конференции, Красноярск, 13–14 мая 2021 года / Красноярский научно-исследовательский институт животноводства - обособленное подразделение ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук». Красноярск: Красноярский научно-исследовательский институт животноводства - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр "Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук", 2021. С. 75-80.

170. Проблемы и перспективы планирования селекционной работы / М.В. Чербедев, В.Г. Емельянова, Е.А. Чаунина, Н.В. Маркина // Инновационная парадигма развития современной науки, технологий, образования: Сборник статей II Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 30 января 2024 года. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2024. С. 117-120.

171. Продуктивность и биологические особенности молодняка крупного рогатого скота мясных пород и разных типов / Н.Н. Тищенко, В.Н. Приступа, А.С. Дегтярь, Ф.М. Хасаева // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2024. № 1(43). С. 53-60. DOI 10.55196/2411-3492-2024-1-43-53-60.

172. Продуктивность кроссбредного молодняка мясного скота / И.Н. Хакимов, Н.И. Власова, Р.М. Мударисов, В.С. Григорьев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 2. С. 45-52. DOI 10.55170/19973225_2023_8_1_45.

173. Продуктивность лактирующих коров при скармливании сенажа с консервантом Лаксил / В.М. Габидулин, С.А. Алимова, Х.Х. Тагиров [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103, № 2. С. 125-132. DOI 10.33284/2658-3135-103-2-125.

174. Производственный потенциал отрасли мясного скотоводства в России / С.В. Лебедев, Г.И. Бельков, Р.В. Костюк, Н.П. Герасимов // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107. № 4. С. 133-143.

175. Пулатов Ф.Б., Шаравьев П.В. Влияние минеральных веществ рационов на воспроизводительную функцию крупного рогатого скота // Молодежь и наука. 2019. № 3. С. 35.

176. Пульман Д.П., Лихолетова Н.В. Современные особенности развития животноводства в России // Правовые и социально-экономические проблемы современной России: теория и практика: Сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 17–18 ноября 2022 года / Под научной редакцией Н.Б. Барановой, А.В. Яшина, А.А. Грачева. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. С. 372-375.
177. Рагимов Г.И., Рогачев В.А. Выращивание телок герефордской породы сибирской селекции. В помещениях облегченного типа // Инновации и продовольственная безопасность. 2019. № 4(26). С. 58-68. DOI 10.31677/2311-0651-2019-26-4-58-68.
178. Раджабов Р.Г., Иванова Н.В. Мясная продуктивность бычков разных пород // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2020. № 2-1(36). С. 9-14.
179. Раджабов Р.Г., Иванова Н.В. Современное состояние и тенденции развития мясного скотоводства России // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 132. С. 1066-1075. DOI 10.21515/1990-4665-132-083.
180. Раицкая В.И., Севастьянова В.М. Гематологические и биохимические показатели крови крупного рогатого скота, мясного направления по сезонам года // Norwegian Journal of Development of the International Science. 2020. № 40-1. С. 49-52.
181. Раицкая В.И. Сезонные изменения гематологических и биохимических показателей крови герефордского скота // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 6. С. 55-58. DOI 10.33943/MMS.2020.63.73.009.
182. Роженцов А.Л. Некоторые откормочные показатели и биохимический статус крови откормочного молодняка мясных пород // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2021. № 23. С. 460-462.
183. Рост и откормочные качества молодняка герефордской породы разных популяций в период выращивания / Л.М. Линник, О.В. Заяц, И.В. Сучкова [и др.] // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2019. Т. 55, № 2. С. 138-141.
184. Рост и развитие бычков герефордской породы в условиях Удмуртии / А.М. Дедюкин, Н.А. Санникова, С.Л. Воробьева, С.И. Коконов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 2(74). С. 4-11. DOI 10.48012/1817-5457_2023_2_4-11.
185. Русанова В.В., Пронин Н.А. Рост и развитие бычков герефордской породы разной селекции // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции, приуроченная к 80-летию Алтайского ГАУ. В 2-х книгах, Барнаул, 09–10

февраля 2023 года. Том Книга 2. Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2023. С. 186-188.

186. Рытченко К.С., Петренко Е.С., Григорьева М.Г. Сравнение показателей мясной продуктивности калмыцкой и герефордской пород // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 76-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2020 год. В 3-х частях, Краснодар, 10–30 марта 2021 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. С. 544-547.

187. Сагинбаев А., Сервах Б. Индексы племенной ценности // Животноводство России. 2014. № S1. С. 6-7.

188. Садов В.В. Реалии и перспективы информатизации отрасли животноводства // Наука и инновации: векторы развития: Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Сборник научных статей. В 2-х книгах, Барнаул, 24–25 октября 2018 года. Том Книга 2. Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2018. С. 67-70.

189. Салихов А.А., Косилов В.И., Кубатбеков Т.С. Породные особенности изменения линейного роста отдельных частей и всего скелета молодняка симментальской породы в постнатальном периоде онтогенеза // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 6(62). С. 230-233.

190. Салихов А.А., Попов А.А., Косилов В.И. Управление качеством мясной продукции на основе оценки возрастной динамики тканевой структуры туши молодняка в оптимальных условиях выращивания // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 4(66). С. 162-164.

191. Сафронов С.Л., Фомина Н.В., Сулоев А.М. Экстерьерные особенности молодняка герефордской породы в разных регионах России // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2015. № 39. С. 132-135.

192. Седых Т.А., Гизатуллин Р.С. Пути повышения эффективности производства говядины в мясном скотоводстве // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-18. С. 3971-3975.

193. Сеитов М.С., Левицкая Т.Т. Содержание, кормление и сравнительная оценка показателей роста бычков разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 1(87). С. 256-260. DOI 10.37670/2073-0853-2021-87-1-256-260.

194. Селекционно-генетические аспекты в работе с ярославской породой крупного рогатого скота / Н.М. Косяченко, М.В. Абрамова, А.В. Коновалов [и др.] // Современное состояние отечественных пород крупного рогатого скота и перспективы их качественного улучшения: Сборник научных

трудов по материалам Национальной научно-практической конференции к юбилею заслуженного работника сельского хозяйства, д.с.-х.н., профессора Р.В. Тамаровой, Ярославль, 12 октября 2017 года. Ярославль: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ярославская государственная сельскохозяйственная академия", 2018. С. 66-74.

195. Сивкин Н.В., Стрекозов Н.И. Анализ стратегии развития молочного скотоводства в Российской Федерации // Молочная промышленность. 2022. № 10. С. 61-64. DOI 10.31515/1019-8946-2022-10-61-64.

196. Смирнова М.Ф., Сафронов С.Л., Сулоев А.М. Сравнительная характеристика мясной продуктивности чистопородного и помесного скота // Вестник АПК Верхневолжья. 2016. № 2(34). С. 40-45.

197. Создание высокопродуктивных генотипов сельскохозяйственных животных, новых технологий кормопроизводства и системы охраны здоровья животных на основе методов нанобиотехнологий / В.А. Солошенко, Н.И. Кашеваров, А.С. Донченко [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 4. С. 56-63.

198. Состояние и инновационное развитие селекционной работы мясного скотоводства с использованием геномной селекции по маркерам ДНК с целью получения конкурентоспособных генотипов / А.Т. Мысик, Г.И. Шичкин, Е.Е. Тяпугин, О.М. Мухтарова // Зоотехния. 2022. № 6. С. 2-5.

199. Состояние и развитие животноводства на современном этапе / А.Т. Мысик, Ю.И. Тимошенко, О.М. Мухтарова [и др.] // Зоотехния. 2023. № 10. С. 2-7. DOI 10.25708/ZT.2023.55.76.001.

200. Суржикова Е. С., Евлагина Д. Д., Михайленко Т. Н., Онищенко О. Н. Днк-генотипирование по генам *capn1*, *gh*, *ler* ремонтного молодняка крупного рогатого скота мясного направления продуктивности // Сельскохозяйственный журнал. 2023. №2 (16).

201. Столповский Ю.А., Пискунов А.К., Свищева Г.Р. Геномная селекция. I. Последние тенденции и возможные пути развития // Генетика. 2020. Т. 56. № 9. С. 1006-1017. doi: 10.31857/S0016675820090143

202. Стрекозов Н.И., Тихомиров А.И. Развитие животноводства России в современных условиях хозяйствования: организационно-экономические, технологические и социальные аспекты // Вестник аграрной науки. 2022. № 6(99). С. 74-80. DOI 10.17238/issn2587-666X.2022.6.74.

203. Тагиров Х.Х., Николаева Н.Ю., Ишбердина Р.Р. Рост и мясная продуктивность молодняка герефордской породы в условиях юга Западной Сибири // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 2. С. 15-17. DOI 10.33943/MMS.2021.78.96.003.

204. Тарасевич Л.Ф., Козлова Н.Н. Возможность использования герефордских быков-производителей для совершенствования казахской белоголовой породы // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2015. № 4. С. 71-74.
205. Текеев М.А.Э., Биджиева А.А. Методы создания высокопродуктивных мясных стад // Молочнохозяйственный вестник. 2021. № 1(41). С. 101-112. DOI 10.52231/2225-4269_2021_1_101.
206. Технология кормления быков-производителей и ветеринарный контроль / М.А. Сушкова, И.Я. Строганова, Т.Ф. Лефлер [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2019. № 9(150). С. 84-90.
207. Тускаев Т.Р., Баскаева Р.У. Проблемы и перспективы развития мясопродуктового подкомплекса в современных условиях // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52, № 2. С. 214-218.
208. Фаттахова Н.А., Неверова О.П. Генетические причины снижения воспроизводительной способности высокопродуктивных коров // Молодежь и наука. 2019. № 3. С. 45.
209. Федоров А.Д., Кондратьева О.В., Слинько О.В. О перспективах цифровизации животноводства // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 1(33). С. 127-131.
210. Формирование генеалогической структуры герефордов по гено- и фенотипическим признакам / М.П. Дубовскова, В.И. Колпаков, А.М. Ворожейкин, Е.А. Киц // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 2(98). С. 30-38.
211. Хайнацкий В.Ю., Чернов О.А., Искандерова А.П. Значение кормления при разведении скота мясных пород // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 1(93). С. 74-79.
212. Хайнацкий В.Ю. Инфраструктура мясного скотоводства // Молочное и мясное скотоводство. 2022. № 5. С. 3-8. DOI 10.33943/MMS.2022.65.86.001.
213. Хайнацкий В.Ю. Метод племенной оценки быков-производителей мясных пород на основе BLUP // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104, № 1. С. 20-31. DOI 10.33284/2658-3135-104-1-20.
214. Хайнацкий В.Ю. Факторы, влияющие на оценку племенной ценности молодняка при тестировании по собственной продуктивности // Молочное и мясное скотоводство. 2022. № 2. С. 11-15. DOI 10.33943/MMS.2022.57.72.002.
215. Хакимов И.Н., Коростелева Л.А., Мударисов Р.М. Продуктивность молодняка герефордской породы разного происхождения в условиях Самарской области // Современное производство сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: состояние, проблемы и

перспективы развития: сборник научных трудов национальной научно-практической конференции с международным участием, Самара, 28 апреля 2022 года / Самарский государственный аграрный университет. Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2022. С. 285-290.

216. Хакимов И.Н., Мударисов Р.М., Калинин Н.Н. Продуктивные качества племенных бычков герефордской породы // Развитие животноводства - основа продовольственной безопасности: материалы Национальной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика Петровской академии наук и искусств, Почетного профессора Донского госагроуниверситета, кавалера ордена Дружбы Коханова Александра Петровича, Волгоград, 12 октября 2022 года / ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2023. С. 245-249.

217. Хакимов И.Н., Мударисов Р.М. Селекционная работа с герефордской породой мясного скота в Самарской области // Перспективы развития современного агропромышленного комплекса: Материалы III Международной научно-практической конференции, Уфа, 30 ноября 2023 года. Уфа: Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, 2023. С. 229-235.

218. Харламов А.В., Фролов А.Н., Завьялов О.А. Оценка адаптационной приспособленности телок герефордской породы канадской селекции в зависимости от различной интенсивности их роста // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2015. № 2(34). С. 56-60.

219. Харламов А.В., Ажмулдинов Е.А. Сравнительная оценка продуктивности выбракованных коров различных пород в зависимости от способов их содержания и сроков откорма // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104, № 2. С. 65-73. DOI 10.33284/2658-3135-104-2-65.

220. Хозяйственно-биологические особенности коров герефордской породы разных экстерьерно-конституциональных типов / Е.Г. Насамбаев, А.Б. Ахметалиева, В.Ж. Тулегенова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3(53). С. 111-114.

221. Хозяйственно-биологические особенности коров симментальской, герефордской пород и их помесей / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, А.А. Кайдулина [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 4. С. 16-18.

222. Хорошайло Т.А., Алексеева Ю.А. Племенное скотоводство как элемент стратегии производства говядины // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2020. № 4(63). С. 165-168.

223. Цырендоржиев Ч.Б., Лумбунов С.Г. Мясная продуктивность телок герефордской породы в зависимости от способа содержания // Вестник

Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2014. № 3(36). С. 64-68.

224. Чеченихина О.С., Светикова Е.А. Структура племенной сети и организация селекционно-племенной работы в мясном скотоводстве // Аграрное образование и наука. 2023. № 4. С. 11.

225. Чинаров А.В. Племенные ресурсы мясного скотоводства России // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 5. С. 2-5. DOI 10.33943/MMS.2020.91.99.001.

226. Чинаров В. И. Породные ресурсы скотоводства России // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 7. С. 80-85. DOI 10.24411/0235-2451-2020-10714.

227. Чиндалиев А.Е. Сравнительный анализ результатов BLUP-оценки быков-производителей в разрезе стран их происхождения по экстерьеру дочерей // Главный зоотехник. 2022. № 1(222). С. 30-39. DOI 10.33920/sel-03-2201-04.

228. Чупшева Н.Ю., Карамаев С.В., Карамаева А.С. Продуктивное долголетие коров разного типа стрессоустойчивости // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3. С. 39-45.

229. Шастунов С.В., Терещенко И.В. Оценка экстерьера скота герефордской породы и использование ее в селекции // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : Сборник докладов XIV Международной научно-практической конференции, Великие Луки, 11–12 апреля 2019 года. Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. С. 166-170.

230. Шевелева О.М., Гамарник Н.Г., Дуров А.С. Герефордский скот сибирской селекции. Новосибирск: Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства РАСХН, 2012. 309 с.

231. Шевелева О.М., Криницина Т.П. Откормочные и мясные качества бычков герефордской породы разного происхождения // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 4(36). С. 43-46.

232. Шевелева О.М., Криницина Т.П. Характеристика коров герефордской породы шведской и Отечественной селекции // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2020. № 2(59). С. 114-120. DOI 10.34655/bgsha.2020.59.2.016.

233. Шевхужев А.Ф., Легошин Г.П. Мясное скотоводство и производство говядины. Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2021. 380 с.

234. Шелехова А.А., Чеченихина О.С. Методы и формы повышения генетического потенциала продуктивных качеств скота // Молодежь и наука. 2023. № 2.

235. Шишкина Т.В., Гусева Т.А., Латыпова Э.А. Оценка воспроизводительных качеств коров в зависимости от происхождения // Нива Поволжья. 2021. № 1(58). С. 82-88. DOI 10.36461/NP.2021.58.1.013.
236. Шульгина В.Д., Ротарь Л.Н., Шульгин И.К. Применение вспомогательных репродуктивных технологий для сохранения и совершенствования генофонда пород крупного рогатого скота // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 1(105). С. 264-271. DOI 10.37670/2073-0853-2024-105-1-264-271.
237. Шундалов Б.М. Экономическая эффективность разведения, выращивания и реализации племенного поголовья крупного рогатого скота // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2. С. 32-36.
238. Эффект гетерозиса и его влияние на рост и развитие молодняка крупного рогатого скота на Южном Урале / В.И. Гудыменко, В.И. Косилов, Д.А. Андриенко, Т.С. Кубатбеков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 1(9). С. 85-91.
239. Эффективность выращивания бычков различных генотипов в условиях промышленной технологии / В.И. Левахин, Е.А. Ажмулдинов, Ю.А. Ласыгина, М.Г. Титов // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 1. С. 75-78.
240. Эффективность использования герефордских бычков при совершенствовании продуктивных качеств казахского белоголового скота / А.А. Кайдулина, В.С. Гришин, О.А. Суторма, Т.Н. Бармина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 4(48). С. 201-205.
241. Эффективность использования сексированного семени в воспроизводстве молочного скота / М.Б. Калмагамбетов, А.А. Спанов, А.С. Алентаев, Д.А. Баймуканов // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2021. Т. 7. № 1(25). С. 40-50. DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-1-40-49.
242. Эффективность подкормок телят с применением минеральных добавок в крестьянских хозяйствах Алматинской области / А.И. Сембаева, Б.С. Арынгазиев, М.К. Айнабаев [и др.] // Вестник Ошского государственного университета. 2020. № 2-2. С. 127-133.
243. Эффективность промышленного скрещивания в скотоводстве / О.П. Шахбазова, И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина [и др.] // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2024. № 2(52). С. 107-115.
244. Ardicli S, Dincel D, Samli H, et al. Association of polymorphisms in lipid and energy metabolism-related genes with fattening performance in Simmental cattle. Anim Biotechnol. 2023;34(8):3428-3440. doi: 10.1080/10495398.2022.2152557

245. Dolmatova I, Sedykh T, Valitov F, Gizatullin R, Khaziev D, Kharlamov A. Effect of the bovine TG5 gene polymorphism on milk- and meat-producing ability. *Veterinary World*. 2020;13(10):2046-2052. doi: 10.14202/vetworld.2020.2046-2052
246. Dzhulamanov KM, Makaev ShA, Gerasimov NP. Evaluation of the gene pool by GH L127V and GHR F279Y polymorphisms in Kazakh White-Headed cattle. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022;12(227):35-41. doi: 10.32417/1997-4868-2022-227-12-35-41
247. Fenchenko N, Hairullina N, Aminova A et al. Ecogenesis of organs and tissues formation of in cattle in the embryonic period. *E3S Web of Conferences*. 2020;13:03016. DOI 10.1051/e3sconf/202017503016.
248. Gerasimov NP, Dzhulamanov KM, Lebedev SV, Kolpakov VI. Effect of IGF-1 C472T, GH C2141G, and GHR T914A polymorphisms on growth performance and feed efficiency in young Kazakh white-headed cattle. *Veterinary World*. 2023;16(8):1584-1592. doi: 10.14202/vetworld.2023.1584-1592
249. Karisa BK, Thomson J, Wang Z, Bruce HL, Plastow GS, Moore SS. Candidate genes and biological pathways associated with carcass quality traits in beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 2013;93(3):295-306. doi: 10.4141/cjas2012-136
250. Kök S, Vapur G. Effects of leptin and thyroglobulin gene polymorphisms on beef quality in Holstein breed bulls in Turkey. *Turk J Vet Anim Sci*. 2021;45(2):238-247. doi:10.3906/vet-2009-12
251. Kostusiak P, Slószar J, Gołbiewski M, Grodkowski G, Puppel K. Polymorphism of genes and their impact on beef quality. *Curr. Issues Mol. Biol*. 2023;45(6):4749-4762. doi: 10.3390/cimb45060302
252. Lapshina A, Makaev S, Lebedev S, Dzhulamanov K, Gerasimov N. The relationship of quantitative and qualitative indicators of meat productivity in Kazakh white-headed bulls. *J. Anim. Sci.* 2021;99(S3):260-261. doi: 10.1093/jas/skab235.476
253. Makaev ShA, Dzhulamanov KM, Gerasimov RP. Formation of adipose tissue in Kazakh white-headed bull-calves from sires with a different genotype for the thyroglobulin gene. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;848:012075. doi: 10.1088/1755-1315/848/1/012075
254. Miroshnikov SA, Kharlamov AV, Frolov AN, Zavyalov OA. Influence of growth hormone gene polymorphism on the productive qualities and the level of toxic elements in the hair of Kalmyk breed calves. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;624:012024. doi: 10.1088/1755-1315/624/1/012024
255. Sedykh TA, Gizatullin RS, Dolmatova IYu, et al. Growth hormone gene polymorphism in relation to beef cattle carcass quality. *Russ. Agric. Sci.* 2020;46:289-294. doi: 10.3103/S1068367420030167
256. Selionova MI, Dubovskova MP, Chizhova LN, Mikhailenko AK, Surzhikova ES, Plakhtyukova VR. Fatty acid composition of blood lipids of young

beef cattle of different genotypes of CAPN1, GH, TG5, LEP genes. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019;341:012079. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012079

257. Sycheva I, Latynina E, Mamedov A, Tsibizova O, Kozak Yu, Svistounov D, Bystrenina I, Orishev A. Effect of TG5 and LEP polymorphisms on the productivity, chemical composition, and fatty acid profile of meat from Simmental bulls. Veterinary World. 2023;16(8):1647-1654. doi: 10.14202/vetworld.2023.1647-1654

258. Zalewska M, Puppel K, Sakowski T. Associations between gene polymorphisms and selected meat traits in cattle — A review. Anim Biosci 2021;34(9):1425-1438. doi: 10.5713/ab.20.0672