

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный аграрный
университет - МСХА имени К.А. Тимирязева»

На правах рукописи

ШЕХОВЦЕВ ГРИГОРИЙ СЕРГЕЕВИЧ

**СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОХРАНЕНИЯ
КРАСНОЙ ГОРБАТОВСКОЙ ПОРОДЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

Специальность 4.2.5. Разведение, селекция, генетика
и биотехнология животных

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель: доктор
сельскохозяйственных наук,
профессор **Прохоров Иван Петрович**

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1. Проблема сохранения генофонда крупного рогатого скота	10
1.2. Методы и формы сохранения генофонда.....	19
1.3. Характеристика и история пород красного корня	23
1.3.1. Классификация пород.....	23
1.3.2. Красная горбатовская порода	25
1.3.3. Бестужевская порода	32
1.3.4. Истоки красной горбатовской породы	33
1.3.5. Англеская порода.....	35
1.3.6. Красная датская порода.....	37
1.4. Заключение по обзору литературы	38
Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	39
Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	47
3.1. Современное состояние красной горбатовской породы.....	47
3.2. Молочная продуктивность красной горбатовской породы в зависимости от лактации	57
3.3. Уровень кормления красной горбатовской породы	62
3.4. Молочная продуктивность и компонентный состав молока коров красной горбатовской породы	65
3.5. Морфологические и биохимические показатели крови коров красной горбатовской породы.....	69
3.6. Полногеномный поиск ассоциаций однонуклеотидных полиморфизмов с показателями молока красной горбатовской породы	76
3.7. Особенности экстерьера коров красной горбатовской породы	88
3.8. Характеристика воспроизводительной способности красной горбатовской породы	94
3.9. Продуктивное долголетие красной горбатовской породы	100
3.10. Сравнительная характеристика быков-производителей красной горбатовской породы по молочной продуктивности дочерей	109
3.11. Формирование селекционного ядра и подбор быков-производителей красной горбатовской породы	114

3.12. Инбридинг в популяции красной горбатовской породы	121
3.13. Экономическая эффективность производства молока коровами с различной долей кровности по красной горбатовской породе	125
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	128
ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ	132
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ.....	133
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	134

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. На текущий момент во всем мире признано, что для устойчивого использования генетических ресурсов сельскохозяйственных животных необходимо сохранение генетического разнообразия.

По данным ФАО, было зарегистрировано исчезновение 647 пород, для 433 (67%) из них не был установлен период исчезновения. Оставшиеся 33% прекратили существование в следующие периоды: до 1900 года (7 пород, или 1%); в 1900—1999 годы (111 пород, или 17%); 2000—2005 годы (66 пород, или 10%); после 2005 года (30 пород, или 5%) [109].

Крупный рогатый скот является одним из важнейших видов сельскохозяйственных животных, следовательно, потеря генетического разнообразия внутри данного вида, наблюдаемая в последнее время, представляет серьезную проблему и влечет за собой необратимые последствия для адаптационного потенциала животных в будущем.

Среди видов млекопитающих наибольшее число пород, подверженных риску, приходится, в том числе, на крупный рогатый скот. К этой категории относится больше всего пород (159), признанных вымершими; почти для 60% всех зарегистрированных пород статус риска неизвестен из-за отсутствия данных о популяции [157].

Состояние генетических ресурсов (генофонда) в значительной степени зависит от сохранения местных (локальных) и аборигенных пород, так как они имеют тенденцию к исчезновению, что сужает общие генетические ресурсы.

Наибольшего внимания с точки зрения сохранения генофонда крупного рогатого скота и поддержания видового биоразнообразия заслуживают отечественные породы, ценность которых также заключается в их культурно-исторической значимости: холмогорская, красно-пестрая, красная степная, ярославская, бестужевская, костромская, сычевская, суксунская, красная горбатовская, истобенская, тагильская, кавказская бурая, а также горный скот

Дагестана и якутский скот.

По характеру продуктивности указанные малочисленные породы относятся к молочному и комбинированному направлениям, поэтому также важно отметить, что молочное скотоводство исторически было сосредоточено на относительно небольшом количестве элитных быков-производителей, что вызывает беспокойство, поскольку необходимо учитывать возможность наличия негативных последствий инбридинга в генофонде [165]. К тому же генетический прогресс напрямую зависит от генетической изменчивости, следовательно, сохранение генетического разнообразия в будущих поколениях молочного скота имеет первостепенное значение для долгосрочного успеха молочной промышленности [141].

Среди отечественных пород красного корня следует выделить красную горбатовскую, генофондная популяция которой на сегодняшний день сохранилась в единственном хозяйстве Нижегородской области АО «Абабковское». Животные данной породы известны своей жирномолочностью, продуктивным долголетием, высоким адаптационным потенциалом, а также повышенной резистентностью к таким заболеваниям, как лейкоз, бруцеллез и туберкулез.

Исходя из вышеизложенного, изучение современного состояния красной горбатовской породы, анализ ее хозяйственно-биологических признаков и селекционно-генетических показателей с целью сохранения генофондной популяции данной малочисленной породы представляется актуальным.

Степень разработанности темы исследования. На сегодняшний день накоплены данные по изучению молочной продуктивности, экстерьера, морфофункциональных особенностей вымени, воспроизводительных качеств и продуктивного долголетия красной горбатовской породы. Однако эти материалы не отражают в полной мере современного состояния исследуемого генетического ресурса, поскольку зачастую являются устаревшими, а многие аспекты, связанные с данной породой, не были ранее затронуты. В связи с этим комплексное изучение хозяйственных, биологических, селекционных и

генетических показателей красного горбатовского скота имеет важное теоретическое и практическое значение.

Цели и задачи исследования. Целью исследований являлась разработка научно обоснованных предложений по сохранению и улучшению популяции крупного рогатого скота красной горбатовской породы на основе изучения ее хозяйственно-биологических особенностей.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- дать характеристику современного состояния животных красной горбатовской породы;
- определить влияние доли кровности красной горбатовской породы на молочную продуктивность коров;
- провести сравнительную оценку молока коров по широкому спектру показателей;
- осуществить поиск генов-кандидатов, связанных с показателями молочной продуктивности коров, на основе полногеномного анализа ассоциаций;
- изучить продуктивное долголетие животных маточного стада;
- выполнить сравнительный анализ быков-производителей красной горбатовской породы по племенной ценности;
- произвести расчет экономической эффективности производства молока коровами красной горбатовской породы.

Научная новизна. Впервые изучен комплекс хозяйственных и биологических особенностей животных красной горбатовской породы, проведена сравнительная оценка молочной продуктивности и компонентов молока коров с использованием методов ИК-спектроскопии и проточной цитометрии в зависимости от кровности животных, осуществлен поиск генов-кандидатов, связанных с показателями молочной продуктивности на основе полногеномного анализа ассоциаций. Вместе с тем выполнен анализ подбора быков-производителей красной горбатовской породы к генофондным коровам АО «Абабковское», что позволило обосновать использование незадействованных в

воспроизводстве быков-производителей для покрытия животных маточного стада с целью повышения уровня молочной продуктивности, снижения степени инбридинга и сохранения генофондной популяции красной горбатовской породы крупного рогатого скота.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что полученные результаты собственных исследований представляют собой актуальную информацию о современном состоянии красной горбатовской породы крупного рогатого скота, хозяйственно-биологических и селекционно-генетических особенностях животных породы. На основе этих данных были разработаны научно обоснованные предложения, которые могут быть использованы для эффективного разведения животных красной горбатовской породы. Предложения направлены на совершенствование продуктивных качеств породы и сохранение исходного генофонда животных в условиях племенного хозяйства.

Методология и методы исследования. Методологической основой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых в области молочной продуктивности, селекции и генетики, а также сохранения генофонда малочисленных пород крупного рогатого скота.

Исследования проводились на сертифицированном оборудовании с использованием классических и современных методов: зоотехнических, физико-химических, генетических, статистических и экономических.

Степень достоверности и апробация исследования. Научные исследования проведены с использованием научных методик на достаточном поголовье коров в соответствии с методическими рекомендациями Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста». Экспериментальные данные были подвергнуты биометрической обработке с использованием методов вариационной статистики.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в научных изданиях, доложены, обсуждены и получили положительную оценку на

Международном научном симпозиуме, посвященном 150-летию со дня рождения выдающегося ученого в области зоотехнии академика Е.Ф. Лискуна "Достижения зоотехнической науки в решении актуальных задач животноводства и аквакультуры" (Москва, 2023), Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева (Москва, 2023), научно-производственной конференции «Проблемы сохранения породного разнообразия крупного рогатого скота молочного направления продуктивности» (Быково, 2023), Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича (Москва, 2024) и Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня образования Института зоотехнии и биологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, 2024).

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

1. Современное состояние красной горбатовской породы крупного рогатого скота и ее селекционно-генетические параметры.
2. Хозяйственно-биологические особенности животных красной горбатовской породы.
3. Продуктивное долголетие животных красной горбатовской породы в зависимости от кровности.
4. Разработка научно обоснованных предложений по разведению красной горбатовской породы крупного рогатого скота в условиях генофондного хозяйства АО «Абабковское».

Реализация результатов исследований. Материалы исследовательской работы рекомендованы генофондным хозяйствам, занимающимся разведением красной горбатовской породы крупного рогатого скота.

Публикация результатов исследования. По материалам диссертации опубликовано 9 научных работ, в том числе 3 публикации в научных журналах из перечня ВАК и 1 статья, индексируемая в международной базе SCOPUS.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на

151 странице компьютерного текста, содержит иллюстративный материал: 35 таблиц, 20 рисунков, 7 формул; библиографический список представлен 208 ссылками, из них 75 составляют зарубежные источники.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Проблема сохранения генофонда крупного рогатого скота

Как и все экологические системы, сельское хозяйство зависит от генетического разнообразия, которое необходимо для адаптации к постоянно изменяющимся условиям окружающей среды. Генетическое разнообразие домашних животных проявляется в различных породах, каждая из которых обладает отличающимися именно ее характеристиками и определенным назначением.

Несмотря на то, что с точки зрения селекции и генетики порода является основной единицей разведения, сохранения и устойчивого развития животноводства в целом, в научном сообществе по-прежнему нет единого мнения о том, какое определение термина «порода» является универсальным.

Джульетт Клаттон-Брок сформулировала биологически обоснованное определение «породы»: она утверждает, что порода – это группа животных, достаточно однородная по типу, чтобы ее можно было легко распознать и логически сгруппировать вместе, а при спаривании внутри группы воспроизводится один и тот же тип [147]. Это определение очень точно отражает суть биологического аспекта породы в том, что это последовательное и предсказуемое генетическое образование.

Совсем другое, но также широко используемое определение: порода – это любая популяция животных, признанная государственными органами в регионе ее обитания. Это очень расплывчатое и всеобъемлющее определение, которое вытекает скорее из политической целесообразности, чем из биологических принципов, и регулирует животноводство во многих странах. Согласно этому определению, порода – это все, что говорят заводчики. При таком подходе некоторые генетически изменчивые популяции включаются в качестве пород наряду с другими, более генетически определенными породами. Биологически

обоснованное определение гораздо строже, но более полезно для целей сохранения, поскольку оно нацелено на выявление тех популяций, которые с наибольшей вероятностью внесут значительный вклад в биоразнообразии [195].

С точки зрения генетики порода – это консолидированная группа животных, обладающая определенным набором аллелей генов, которые в совокупности образуют генетические ассоциации, структуру, определяющую породоспецифичные признаки, такие как экстерьер, интерьер, адаптивность, здоровье, продуктивность и жизнеспособность особей [114].

Согласно формулировке, которую дает ФАО, породой может называться либо подвидовая группа домашнего скота с определяемыми и идентифицируемыми внешними характеристиками, которые позволяют отделить ее путем визуальной оценки от других аналогично определенных групп внутри того же вида, либо группа, для которой географическое и/или культурное отделение от фенотипически сходных групп привело к признанию ее отдельной идентичности [157].

Породы действительно включают в себя биологические аспекты, но также существуют и функционируют, взаимодействуя с людьми. Таким образом, порода в узком смысле – это генетический ресурс, который достаточно однороден внешне и генетически, чтобы его можно было отличить от других животных того же вида, и который воспроизводит родительский тип при скрещивании с другими представителями породы. Функциональная порода – это сочетание генетического ресурса, включающего в себя природную среду, а также управление человеком и давление отбора, оказываемое на этот ресурс [195].

Сохранение породы особенно важно для тех видов, чьи дикие предки вымерли, таких как крупный рогатый скот и лошади, которые в настоящее время являются исключительно сельскохозяйственными животными. Следовательно, различные породы воплощают в себе все генетическое разнообразие этих видов, потеря которого приведет к безвозвратной утрате уникальных компонентов глобального биоразнообразия.

В качестве примеров можно привести обладающий особым составом молока джерсейский скот, который был выведен на острове Джерси и с 1789 года разводился без участия каких-либо других пород [146]; африканский скот породы Н'Дама, который выжил в условиях Западной Африки благодаря своей устойчивости к трипаносомозу [184]; крупный рогатый скот из Чиллингема, у которого столетия полной изоляции привели к крайней степени гомозиготности, представляющей значительный научный интерес [201].

В России также имеется ряд уникальных пород, в частности, якутский скот отличается высоким уровнем адаптивности к экстремальным климатическим условиям Якутии и способен давать высококачественное молоко и мясо с наименьшими затратами кормов [37]. Интересно, что в Индии с точки зрения температурной резистентности существует полный антипод якутского скота – карликовые коровы Вечур и Касарагод, обладающие особым геном, который позволяет им лучше переносить высокую температуру, более того, эти породы менее восприимчивы к маститу – согласно переписи скота в штате Керала за 2012 год, среди данных животных не было зарегистрировано ни одного случая тяжелого мастита [150]. Еще одним примером является калмыцкая порода, процесс формирования которой проходил в резко континентальных климатических условиях, вследствие чего она прекрасно переносит долгие перегоны и характеризуется высокой способностью к нагулу [82].

Сохранение пород сельскохозяйственных животных приобрело большое значение за последние несколько десятилетий в связи с растущим признанием того, что биоразнообразие, содержащееся в одомашненных животных, является ключом к поддержанию общего биоразнообразия [157].

Во всем мире местные разновидности и породы животных исчезают. Так, к 2021 г. 619 из 8771 одомашненных пород млекопитающих и птиц, используемых в сельском хозяйстве (более 7%), вымерли, и еще по меньшей мере 2360 были классифицированы как находящиеся под угрозой исчезновения (27% всех пород, включая вымершие). Процент пород, классифицированных как находящиеся под неизвестным риском исчезновения, в 2022 г. составляет примерно 54%, что

аналогично 2021 г. [158]. Так, можно утверждать, что утрата генетического разнообразия представляет серьезную угрозу для глобальной продовольственной безопасности, подрывая устойчивость многих сельскохозяйственных систем.

Согласно данным отчета Комиссии ФАО по генетическим ресурсам для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства, к главным факторам генетической эрозии в мире относятся следующие: беспорядочный кроссбридинг – 42%; интродукция и более широкое использование экзотических пород – 34%; отсутствие или слабость политики программ, а также учреждений по управлению генетическими ресурсами – 26%. Для европейских стран и Кавказа это в первую очередь неконкурентоспособность или низкая продуктивность – 48%, а также интенсификация производства, упадок традиционных производственных систем или небольших фермерских хозяйств – 39% [188].

Породы служат основными источниками генетического разнообразия внутри вида. Половина биоразнообразия большинства одомашненных видов распределена между породами, в то время как другая половина не разделена, а содержится только в пределах отдельных пород (рисунок 1). Следствием этого является то, что потеря пород означает снижение генетического разнообразия, потому что, теряя породу, вид утрачивает генетическую информацию, которая является уникальной для этой породы [195].

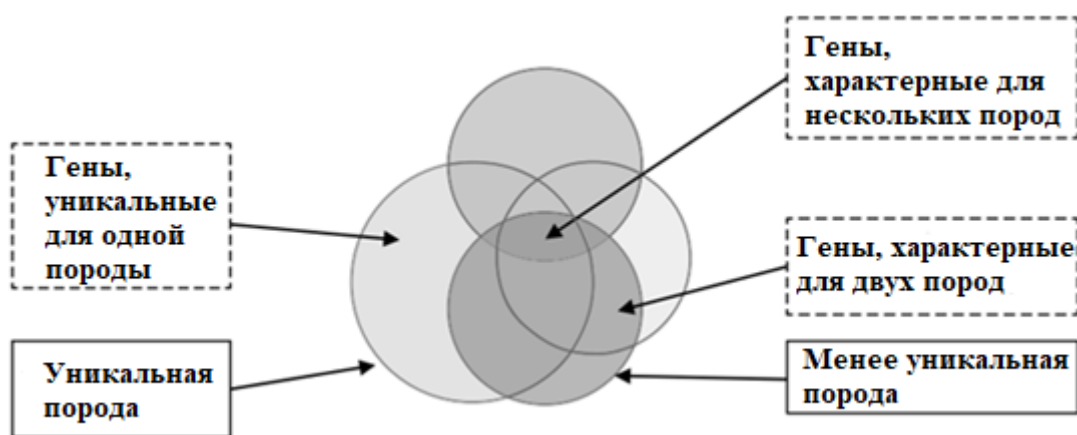


Рисунок 1 – Распределение уникальных генов среди пород

Впервые термин «генофонд» был сформулирован советским генетиком А.С. Серебровским в статье о евгенике, вышедшей в 1926 году [87]: под генофондом он подразумевал совокупность наследственных задатков, генов какой-либо группы организмов. В данном термине была заключена новая для того времени идея генетического разнообразия, которая являлась отличительным свойством изучаемых популяций. Тем не менее, говоря о важности разнообразия, Серебровский указывал на неравную ценность различных генов и их сочетаний с точки зрения селекции, для которой «генофонд» выступал в качестве ресурса. Изучение географического распространения, концентрации различных генов А.С. Серебровский предложил называть геногеографией [101].

25 лет спустя, в 1951 г. русский и американский генетик Ф.Г. Добржанский ввел термин «генетический пул» – вся генетическая информация, содержащаяся во всех аллелях особей репродуктивной части популяции [152].

М.Ф. Иванов рассматривает генофонд породы как комплекс наследственных задатков, набор генов и их аллелей, которые обуславливают основные качества и признаки породы. В прямом значении генофонд вида сельскохозяйственных животных обуславливается разнообразием пород, отродий, популяций и отдельных животных, что соответствует понятию генетических ресурсов [40].

Среди видов млекопитающих наибольшее число пород, подверженных риску, приходится в том числе и на крупный рогатый скот: к этой категории относится наибольшее число пород (159), признанных вымершими; почти для 60% всех зарегистрированных пород статус риска неизвестен из-за отсутствия данных о популяции [160].

Данные Ежегодника по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации позволяют понять состояние генетических ресурсов страны. Так, динамика относительной численности подконтрольного поголовья крупного рогатого скота молочных и молочно-мясных пород свидетельствует о снижении общей численности подконтрольного поголовья скота с 3468,98 тыс. голов в 2010 г. до 2616,70 тыс. в 2020 г. Таким образом, за

10 лет численность поголовья снизилась на 852,28 тыс. [36].

По итогам 2020 г. в России преобладают животные черно-пестрой и голштинской пород, суммарная относительная численность, которых составляет более 74%. Самой многочисленной породой по-прежнему остается черно-пестрая (47,57%), тем не менее наблюдается снижение численности черно-пестрого скота на 10,35%, а вместе с этим рост доли голштинского скота на 21,82% [36].

Наибольшего внимания с точки зрения сохранения генофонда крупного рогатого скота и поддержания видового биоразнообразия заслуживают именно отечественные породы, ценность которых также заключается в их культурно-исторической значимости: холмогорская, красно-пестрая, красная степная, ярославская, бестужевская, костромская, сычевская, суксунская, красная горбатовская, истобенская, тагильская, кавказская бурая, а также горный скот Дагестана и якутский скот.

Однако, согласно данным Ежегодника, относительная численность многих отечественных пород с 2010 по 2020 г. снизилась – в частности, холмогорской (с 8,76% до 5,16%), красно-пестрой (с 5,51% до 4,98%), красной степной (с 4,54% до 3,29%), ярославской (с 2,33% до 1,46%), бестужевской (с 1,01% до 0,58%), костромской (с 0,47% до 0,37%), сычевской (с 0,58% до 0,22%) и красной горбатовской (с 0,06% до 0,04%). В то же время ряд пород показал положительную динамику, так, например, доля суксунского скота увеличилась с 0,06% до 0,08%, истобенского с 0,02% до 0,03%, якутского с 0% до 0,03%, тагильского с 0,003% до 0,01%, а также горного скота Дагестана с 0% до 0,03% и кавказской бурой породы с 0% до 0,07%.

Статус риска для популяций крупного рогатого скота можно определить, зная численность коров. На 2020 г. для бестужевской породы она составила 6590 голов, горного скота Дагестана – 410 гол., истобенской – 400 гол., кавказской бурой – 1050 гол., костромской – 5100 гол., красной горбатовской – 670 гол., красной степной – 41170 гол., красно-пестрой – 61170 гол., суксунской – 1100 гол., сычевской – 2940 гол., тагильской – 80 гол., холмогорской – 63230 гол.,

якутского скота – 270 гол. и ярославской – 18600 гол. [36]. Таким образом, существование многих отечественных пород находится под угрозой, а некоторые даже имеют критический статус.

Проблема сохранения генофонда крупного рогатого скота обсуждалась многими отечественными учеными еще с начала XX столетия. Например, шортгорнскую породу пытались использовать для превращения калмыцкой и киргизской пород в мясной скороспелый скот без учета природно-экономических условий. Академик М.Ф. Иванов в своей статье «Мясные качества русских пород скота» выступил в защиту калмыцкой и киргизской пород. Он утверждал, что местный скот обладает более низкой молочной продуктивностью и менее способен к откорму, однако ввиду его приспособленности к окружающей среде оказывается хозяйственно выгоднее, чем другие породы [41].

Академик Е.Ф. Лискун в работе «Русские отродья крупного рогатого скота» также выступил в защиту отечественных пород скота. Он пишет, что «шаблонные подходы, порождающие сторонников метизации русских отродий, являющиеся результатом отсутствия серьезности и вдумчивого отношения, ничего не дадут нового, кроме того, что уже испытывалось нашей страной на протяжении ее 200-летнего опыта метизации. Опыт этот, проведенный в условиях навозного хозяйства, почти ничего не дал стране положительного, содействуя лишь вывозу за границу больших средств на покупку иностранных производителей да обогащению отдельных лиц и фирм, торгующих племенными производителями» [56].

Академик В.К. Милованов, профессор И.И. Соколовская подчеркивали, что особое внимание следует уделить правильному разведению и улучшению сибирского скота. Сибирская корова в свое время была лучшей в мире производительницей масла. По отношению к своей живой массе она способна производить молочного жира больше, чем коровы самых продуктивных культурных пород мира. Так, на 100 кг живой массы сибирские коровы в условиях удовлетворительного кормления давали в среднем 30 кг молочного

жира в год, ярославские – столько же, а иностранные породы – значительно меньше: симментальская – 20 кг, голландская – всего 15 кг. В результате скрещивания сибирского скота с голландской и красной степной породами в районах Сибири было получено много метисов со сниженной жирномолочностью и меньшей приспособленностью к суровым климатическим и кормовым условиям. Чтобы прекратить падение жирности молока и улучшить сибирский скот, его необходимо было разводить «в себе» [66].

Е.А. Арзуманян характеризует малокавказский скот Азербайджана как местный примитивный скот, который под воздействием социально-экономических и природных условий республики приобрел ряд ценных качеств: хорошую приспособленность к природным условиям Азербайджана, устойчивость против различных болезней (чумы, ящура, пироплазмоза, туберкулеза и т. д.), способность использования горных пастбищ, недоступных для других пород в силу рельефа местности, малую требовательность к корму, содержанию и уходу, высокую жирномолочность (4,5%–6,5%) и т. д. Сохранение этих качеств в процессе коренного преобразования малокавказского скота, по мнению ученого, – «краеугольный камень» всей зоотехнической работы [5].

М.Ф. Иванов отмечает, что местные и особенно аборигенные породы обладают многими ценными качествами, которых нет у основных пород, например, лучшей сопротивляемостью опасным заболеваниям и приспособленностью к экстремальным климатическим условиям. Эти качества имеют не меньшее практическое значение, чем другие хозяйственно ценные качества. Уникальными признаками приспособленности к окружающей среде отличаются местный зебувидный, якутский, серый украинский скот, древние аборигенные группы горного скота, местные локальные отечественные породы – красная горбатовская, тагильская и др. М.Ф. Иванов утверждает, что перечисленные породы останутся ценным генетическим резервом в скотоводстве на длительный исторический период [39].

На сегодняшний день в России и мире также имеется ряд ученых, занимающихся этой проблемой. Например, Столповский Ю.А., чья докторская

диссертация «Популяционно-генетические основы сохранения ресурсов генофондов domesticiрованных видов животных» включает в себя разработку новой организационной схемы сохранения генофондов отечественных пород, а также ряд предложений, в частности, концепция генетического мониторинга и метод оценки консолидации и чистопородности популяций домашних животных, основанный на полиморфизме ISSR-маркеров [115]. В качестве еще одного примера можно привести Пароняна И.А., который в своей диссертации «Сохранение и использование генофонда отечественных пород сельскохозяйственных животных» привел данные комплексных исследований по проблеме сохранения генетических ресурсов отечественных пород и популяций сельскохозяйственных животных и птицы, разработал рекомендации по сохранению генофонда малочисленных пород сельскохозяйственных животных и программы по сохранению, использованию и восстановлению генофонда красного горбатовского, красного тамбовского, суксунского, якутского скота, редких и исчезающих пород кур в условиях коллекционариев. Благодаря его трудам была разработана Федеральная программа сохранения генофонда малочисленных пород сельскохозяйственных животных Российской Федерации на 1995-2000 гг. [80].

Проблема сохранения генофонда сельскохозяйственных животных также остро стоит и за рубежом, тем не менее важно разобраться в понятиях. В англоязычной литературе такой термин, как «сохранение», разграничивается, и ему можно дать два определения: в одном случае мы говорим, что сохранение — это непрерывное поддержание генетического разнообразия (preservation), в другом случае, данный термин включает в себя и сохранение, и повышение (улучшение) генетического потенциала, и управление породой для использования в будущем (conservation) [196].

Среди зарубежных ученых, пожалуй, можно выделить Dr. D. Phillip Sponenberg, научная деятельность которого посвящена в том числе и сохранению редких пород домашнего скота. В одной из своих статей он пишет, что сохранение породы Криолло в США обеспечит выживание уникальных

генетических ресурсов, которые останутся продуктивными в сложных условиях [194]. Также это Michael W. Bruford, область его исследований простирается от генетики диких животных до управления популяциями и породами домашнего скота в неволе; также ученый интересуется созданием биобанка. В своей работе под названием «Перспективы и проблемы сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственных животных, 2015-2025 годы» он указывает, что сектор животноводства на сегодняшний день относительно хорошо организован в применении генетических методологий, тем не менее все еще существует большой разрыв между текущим уровнем техники в использовании инструментов для характеристики геномных ресурсов и их применением ко многим некоммерческим и местным породам, что препятствует последовательному использованию генетических и геномных данных в качестве индикаторов генетической эрозии и разнообразия [143].

1.2. Методы и формы сохранения генофонда

Крупный рогатый скот является одним из важнейших видов сельскохозяйственных животных, а следовательно, потеря генетического разнообразия внутри данного вида, наблюдаемая в последнее время, представляет серьезную проблему и влечет за собой необратимые последствия для адаптационного потенциала животных в будущем. Поэтому на сегодняшний день существуют различные методы и формы сохранения генетических ресурсов крупного рогатого скота.

Применение методов *in-situ* позволяет сохранять породы, обеспечивая при этом оптимальное использование генетического разнообразия как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе [156]. Поскольку порода должна развиваться и адаптироваться к изменяющимся условиям, необходимо поощрять усилия по формированию спроса на продукцию, получаемую от конкретной породы, или повышению потребности в ее характеристиках. Однако

постоянное сохранение, не предусматривающее дальнейшего развития породы либо перспективы её использования в будущем, не представляется целесообразным [182].

В дополнение к методам *in-situ*, существуют практики по сохранению живых животных вне их производственной или естественной среды (*ex-situ live*) и посредством криоконсервации зародышевой плазмы (*ex-situ*), применяемой для сохранения редких пород и наиболее часто используемых коммерческих пород в случае крупного рогатого скота [175]. Кроме того, криоконсервация зародышевой плазмы является неотъемлемой частью стратегий сохранения *ex-situ* и может быть использована для реализации уже имеющегося аллельного разнообразия в будущем [140].

За последние десятилетия появилось множество вспомогательных репродуктивных технологий, включая искусственное осеменение, трансплантацию эмбрионов и эмбриональное клонирование. Эти технологии являются мощными инструментами и должны разумно использоваться в программах чистопородного разведения. Чаще всего их применяют для обеспечения более широкого использования генетического потенциала выдающейся особи, чем при естественном воспроизводстве. Данная стратегия обычно приводит к чрезмерной представленности этой особи.

Хотя вспомогательные репродуктивные технологии, как правило, приводят к эффекту «бутылочного горлышка», однако их можно разумно использовать для решения определенных задач, что может быть очень полезно для обеспечения генетически здоровых и жизнеспособных структур в малочисленных породах. Например, семя и эмбрионы, полученные от фонда животных, могут быть сохранены и использованы в будущем. Использование генетического материала давно умерших предков в современной породе также может увеличить интервалы между поколениями. Кроме того, генетически ценные самки могут быть подвергнуты суперовуляции с целью обеспечения их большего вклада в породу [195].

Справедливо отметить, что использование криоконсервированных

генетических ресурсов в контексте реинтродукции утраченного генофонда и ограничения инбридинга еще недостаточно задокументировано из-за длительного интервала генерации. Однако в качестве примера можно привести исследование, представляющее результаты использования криоконсервированной спермы быка, родившегося в 1977 году и принадлежавшего к исчезнувшей линии, в схеме разведения французской местной породы молочного скота Абонданс [169]. В результате исследования было обнаружено, что по сравнению с нынешней популяцией этот бык оказался генетически оригинальным и, таким образом, позволил восстановить генетическое разнообразие, утраченное с течением времени. Ожидаемый отрицательный разрыв в производстве молока из-за непрерывного отбора был компенсирован в течение нескольких лет за счет преимущественного спаривания с элитными коровами. Более того, повторное использование генетического материала данного быка не увеличивало уровень инбридинга, оно даже имело тенденцию снижать его, позволяя избегать спаривания с сородичами. Наконец, его повторное включение в схему разведения позволило повысить показатели репродуктивных способностей – признак, который в прошлом был менее подвержен отбору [169].

Важно признать, что вспомогательные репродуктивные технологии сами по себе “ценностно нейтральны”, т.е. не являются ни плохими, ни хорошими для поддержания породы. Конкретный способ, которым они используются, определяет, работают ли они на благо генетической безопасности породы. Они могут быть очень эффективными, но в то же время расширение возможностей увеличения вклада отдельных особей животных может работать и в обратном направлении, снижая генетическую изменчивость и жизнеспособность породы в долгосрочной перспективе.

Сохранение пород является проблемой мирового масштаба, что подтверждается отчетами 148 стран, в которых указаны многие участники, вовлеченные в данный процесс: национальные правительства, университеты и научно-исследовательские институты, ассоциации заводчиков, некоммерческие

организации, племенные компании, фермеры (в том числе любители) и скотоводы [137]. В качестве примеров организаций подобного рода можно привести Европейский региональный координационный центр по генетическим ресурсам животных (*ERFP*) и организацию по охране американских пород домашнего скота (*ALBC*).

Однако меры по сохранению генетического биоразнообразия гораздо более распространены в Европе и Северной Америке, чем в других регионах. Так, например, многие страны (48%) сообщают об отсутствии программ сохранения сельскохозяйственных животных *in vivo*, еще большая доля (63%) — об отсутствии таких программ *in vitro* [137].

Если говорить о ситуации в России, то на 1 января 2021 года было зарегистрировано 14 генофондных хозяйств, занимающихся сохранением малочисленных и исчезающих пород крупного рогатого скота молочного и молочно-мясного направлений продуктивности [36]. В августе 2022 года была создана Национальная ассоциация по сохранению и развитию генофондных пород сельскохозяйственных животных «Генофонд СХЖ», целями которой являются координация деятельности, представление и защита общих имущественных и профессиональных интересов членов ассоциации и содействие в сохранении генофонда малочисленных и исчезающих пород сельскохозяйственных животных, полезных для селекционных задач [109].

Можно сделать вывод, что во всем мире в целом и в России в частности по ряду причин наблюдается процесс генетической эрозии, что должно побудить участников племенной работы к действиям по сохранению и рациональному использованию отечественного генофонда крупного рогатого скота, представляющего культурно-историческую ценность, обладающего рядом уникальных качеств и преимуществ над другими породами, например, по показателям производственного использования [109].

1.3. Характеристика и история пород красного корня

1.3.1. Классификация пород

Классификация сотен пород крупного рогатого скота упорядочивает его большое, кажущееся хаотичным как по внешнему виду, так и по продуктивности разнообразие в последовательную схему. Системное распределение пород необходимо по ряду причин: взаимоотношения между ними позволяют реконструировать их историю; классификация может указывать на уникальность породы, что будет являться основанием для ее сохранения и способствовать лучшему пониманию ценности местных пород, часто адаптированных к местным условиям окружающей среды и пригодных для широкого использования [159].

За последние два столетия было разработано несколько видов классификаций для определения типов и пород крупного рогатого скота, которые включали в себя такие критерии, как масть, размер рогов, строение черепа, степень одомашнивания, географическое распространение, численность популяции, (предполагаемое) происхождение и производственное назначение (или их комбинации).

В конце XIX века М. Уилкс [202] разработал один из наиболее важных критериев классификации крупного рогатого скота. Он классифицировал крупный рогатый скот на 4 группы в зависимости от основных типов черепа: длинноголовый тип (*Bos taurus brachyceros*), плосколобый тип (*Bos taurus primigenius*), крупноголовый тип (*Bos taurus frontosus*) и широкоголовый тип (*Bos taurus brachycephalus*). Его исследование охватывало только центральноевропейские породы, несколько голландских и немецких равнинных пород, галловейскую, айрширскую и шортгорнскую.

Классификация пород крупного рогатого скота, основанная на длине рогов, была представлена в работе В. Юатта [203]. Данный автор выделил по этому признаку 4 группы пород: короткорогие, среднерогие, длиннорогие и

комолые породы. Следует подчеркнуть, что в связи с появлением некоторых генетических технологий, в частности, CRISPR (короткие палиндромные повторы, регулярно расположенные группами), связанных с созданием комолых пород крупного рогатого скота в современном скотоводстве, классификация пород, основанная на длине рогов, представляется спорной.

Породы крупного рогатого скота также разделяются по характеру продуктивности на специализированные и комбинированные. Например, породы крупного рогатого скота делят на молочные, мясные и молочно-мясные. Культурные породы как более пластичные могут быть преобразованы из узкоспециализированных в комбинированные и наоборот [86].

Одним из наиболее важных критериев классификации пород крупного рогатого скота является их географическое распространение. Принимая во внимание этот критерий, современные породы крупного рогатого скота можно разделить на следующие группы: местные породы (породы, которые встречаются только в одной стране), трансграничные породы (породы, которые встречаются более чем в одной стране), региональные трансграничные породы (трансграничные породы, которые встречаются только в одном из семи регионов SoW-AnGR) и международные трансграничные породы (трансграничные породы, которые встречаются более чем в одном регионе) [160]. Для SoW-AnGR (The State of the World's Animal Genetic Resources) были определены семь регионов: Африка, Азия, Европа и Кавказ, Латинская Америка и Карибский бассейн, Ближний и Средний Восток, Северная Америка и Юго-Западная часть Тихого океана.

Другим важным критерием, который часто используется для классификации современных пород крупного рогатого скота, является размер их популяции. Действующая классификация ФАО [160] делит породы крупного рогатого скота на две основные группы: подверженные риску и не подверженные риску (в популяции больше 1 тыс. женских или 20 мужских особей). Внутри группы риска выделяются следующие группы пород: вымершие; находящиеся в критическом состоянии (общее количество животных

меньше или равно 100 женских особей, 5 мужских либо 120 в целом); находящиеся в критическом состоянии, но поддерживаемые; находящиеся под угрозой исчезновения (количество женских особей больше 100, но меньше или равно 1000, либо количество мужских особей больше 5, но меньше или равно 20) и находящиеся под угрозой, но поддерживаемые.

Окрас шерсти и ее рисунок, по-видимому, являются наиболее очевидными признаками породы. В принципе, внутри вида различают два основных типа: одноцветную и многоцветную окраску, что отражено в названиях некоторых пород крупного рогатого скота (красная горбатовская, черно-пестрая и т. д.).

Тем не менее существуют различные классификации, систематизирующие крупный рогатый скот по масти, например, Саймон и Бухенауэр приводят следующие группы: группа с черно-белым рисунком, черная группа, группа с красным рисунком, красные группы, коричневые группы, группа серого крупного рогатого скота, группа голубого крупного рогатого скота, светлый крупный рогатый скот, белый крупный рогатый скот, разноцветная группа [192].

Однако согласно современным представлениям об окраске шерсти основными цветами считаются черный и красный. Оба они связаны с одним геном – E (Extension), также известным как рецептор меланокортина 1 (MC1R) или красный фактор. Он отвечает за выработку эумеланина (черного пигмента) или феомеланина (красного пигмента). Существует целых 3 аллеля в одном и том же локусе, обуславливающие два цвета [164].

1.3.2. Красная горбатовская порода

Красные породы молочного направления продуктивности известны своим хорошим здоровьем, в том числе более высокой плодовитостью, крепкими конечностями и копытным рогом, отличным состоянием вымени, легкостью отелов и меньшей частотой мертворождений по сравнению с голштинской породой [139]. Кроме того, значительная часть этих пород обладает высоким

уровнем молочной продуктивности [179].

Группируя красный европейский скот, можно выделить кластер красного горного скота, который представлен в Центральной Европе, эти породы можно встретить в высокогорных регионах Германии, Польши, Словакии и Чехии. Первоначально их представители повсеместно использовались в качестве молочных, мясных и тягловых животных. Микросателлитный анализ данного кластера показал, что чешский (рисунок 2) и польский красный крупный рогатый скот являются близкими популяциями для немецкого красного горного скота, также известного как Харцер Ротви, горный скот Гарца и Ротес Хоэнви [174]. К центральноевропейской группе также относятся балтийские красные породы, о чем свидетельствует родство польского и литовского красного скота [170].



Рисунок 2 – Красная чешская порода крупного рогатого скота [170]

Еще один кластер представляют северные красные породы крупного рогатого скота: красная датская, англеская, красная шведская, финская айрширская и красная норвежская.

В целом, популяционная структура красного скандинавского скота представляет собой смесь красной датской, красной шведской и финской айрширской молочных пород, которые имеют тесные связи вследствие использования общих быков. В частности, породы красная шведская и финская айрширская в наиболее значительной степени имеют общее происхождение [142]. Использование метода главных компонент (РСА) в генетическом исследовании данных пород показало, что у красной шведской породы вклад финской айрширской в среднем составил 54%. При этом финская айрширская порода характеризовалась самым низким уровнем адмиксии, а доля других пород в ее генетической структуре составляла всего 25% [163].

Говоря об отечественных породах красного корня, в первую очередь стоит сказать о красной горбатовской (рисунок 3). Процесс формирования данной породы начался в первой половине XIX века на территории Нижегородской, Московской, Владимирской и Иваново-Вознесенской губерний и тесно связан с именем С.В. Шереметьева, который активно завозил в Российскую империю тирольский скот [57], а именно, дукское и циллертальдукское отродья, или (в оригинальной транскрипции) тукско-циллертальский скот, помеси которого с местным приокским великорусским скотом длительное время разводились «в себе» [48]. В 1926 г. красный горбатовский скот был признан Наркомземом СССР породой, для него была открыта Государственная племенная книга [113].



Рисунок 3 – Стадо красного горбатовского скота (Горки, Нижегородская обл.) [151]

Выдающийся ученый в области животноводства и основоположник отечественной зоотехнической науки Е.Ф. Лискун характеризовал экстерьер красного горбатовского скота следующим образом: «Масть красная, вишнево-красная с различными оттенками вплоть до светло-красных тонов, носовое зеркало и кольцо вокруг глаз – розовые, кисть хвоста белая, голова несколько грубоватая, лоб короткий и достаточно широкий, рога сидят красиво, цвет их светлый с темными концами, шея короткая и толстая с мелкими складками, холка, спина и поясница ровные, широкие, таз слегка крышеобразен, постановка хвоста высокая; все животное широкое, на низких ногах» [57].

Согласно данным исследований, проведенных во Владимирской губернии под руководством М.И. Придорогина в 1912-1914 гг., живая масса коров в среднем составляла 392 кг, удой – 2515 кг и 4,2% жира [57]. Интересно, что даже на тот период указанная продуктивность не всегда являлась удовлетворительной для ряда регионов, – так, Е.Ф. Лискун пишет: «...для подмосковного района, вообще, и для Бутырского хутора, в особенности, такая молочность не пригодна,

ибо коровы такой производительности были бы не в состоянии даже оплачивать молоком своего содержания» [57].

В связи с тем, что селекционно-племенная работа над красной горбатовской породой продолжалась все последующие десятилетия, а уровень кормления стал выше, была отмечена положительная динамика показателей молочной продуктивности. К середине XX века удой составлял 2500-3000 кг молока в год, в лучших хозяйствах – 3500-4000 кг, известен рекордный удой – 8007 кг молока жирностью 4,2—4,3%. Высокопродуктивное стадо коров этой породы было создано в колхозе «Искра» Богородского района, где средний надой молока на корову составлял 3203 кг [21]. Также увеличилась средняя живая масса животных, в частности, у быков она составляла 600-700 кг (рисунок 4), у коров 400-450 кг (рисунок 5). Скот отличался хорошими откормочными качествами и достаточно высоким убойным выходом (61-62%) [48].



Рисунок 4 – Бык красной горбатовской породы [151]



Рисунок 5 – Корова красной горбатовской породы (1995 год) [151]

Максимальная численность животных красной горбатовской породы была зарегистрирована в 1974 году, она составила 460,8 тыс. голов или 1,4% от общего поголовья всех молочных пород России, но уже на 1 января 1980 г. она равнялась 294 тыс. голов. К 1990 г. численность также сократилась до 24380 голов, а в 1999 г. было пробонитировано 5460 голов, из них коров – 3170 [98].

По данным за 1997-2000 гг. в 13 хозяйствах Нижегородской и Владимирской областей, где разводился красный горбатовский скот, молочная продуктивность коров в среднем составляла 2867 кг молока в год жирностью 4,03% при выходе жира 115,5 кг. Лучшее поголовье красной горбатовской породы на тот момент было сосредоточено в племенном заводе «Зименки» Владимирской области, где удой составил 3220 кг, жирность молока – 4,16% и выход молочного жира 134,0 кг. С точки зрения белковомолочности во второй половине XX века данной породе не было равных в стране, – так, содержание белка в молоке составляло 3,57-3,98%. По этому показателю с красным горбатовским скотом могли конкурировать только костромская и ярославская породы (3,58 и 3,51%) [98].

На 2016 год основное поголовье красной горбатовской породы было

сосредоточено в племенном заводе «Аббковское» Павловского района. Его численность составляла 685 голов дойного стада (рисунок 6). Среднее продуктивное долголетие коров равнялось 3,9 лактации, также более половины поголовья (58%) было представлено животными среднего, наиболее продуктивного возраста – от 3 до 7 лактаций, при этом молодые коровы первого и второго отёлов занимали всего 17% и 16%, соответственно. Если говорить о молочной продуктивности, то на тот период животные давали в среднем 5167 кг молока с жирностью 4,27 % и содержанием белка 3,23 % [94].



Рисунок 6 – Красная горбатовская порода

Одной из особенностей красной горбатовской породы является высокая устойчивость к таким заболеваниям, как лейкоз, туберкулез и бруцеллез [79; 107]. При этом увеличение доли кровности немецкого, датского и голландского скота у красных пород снижает резистентность животных, в частности, к лейкозу [127]. Например, исследования наследственных особенностей проявления неспецифического иммунитета у красной горбатовской и чернопестрой пород, а также помесных животных показали, что уровень защитных

свойств организма по показателям лизоцимной и фагоцитарной активности оказался самым высоким у красной горбатовской породы [106]. Кроме того, по ветеринарному законодательству молоко больных лейкозом коров не допускается в пищу человеку, так как оно содержит обладающие канцерогенными свойствами метаболиты триптофана и других циклических аминокислот [38], что негативным образом сказывается на экономике предприятия [4; 61].

И наконец, говоря о сохранении генофонда и поддержании генетического разнообразия, хотелось бы отметить, что согласно недавним исследованиям аллелофонда российских пород крупного рогатого скота холмогорская, ярославская, красная горбатовская и бестужевская породы характеризовались наименьшей долей интрогрессии трансграничных пород, что обуславливает их значимость как национального генетического ресурса [25].

1.3.3. Бестужевская порода

Среди отечественных пород красного корня бестужевский скот, по нашему мнению, представляется наиболее родственным красной горбатовской породе, подтверждение чему можно найти в его происхождении. Так, например, согласно данным ряда отечественных ученых [105], в создании бестужевской породы участвовал в том числе и тирольский скот, который является общим предком для указанных выше пород.

Отличительной особенностью скота бестужевской породы является хорошая приспособленность к континентальному климату Поволжья. Масть животных красная, разной степени интенсивности: от светло- до темно-красной, вишневой. Встречаются животные с белыми отметинами, в большинстве случаев расположенными на нижней части туловища, вымени и голове. Носовое зеркало темное [86].

Живая масса взрослых коров составляет 480–560 кг (встречаются коровы с

массой более 700 кг), быков – 790–950 кг. Телята при рождении: телки – 32 кг, бычки – 35 кг, к 6-месячному возрасту – 160–180 кг. Удой коров достигает 5000 кг молока за лактацию, его жирность 3,7–3,9%, в зависимости от возраста. В племенных хозяйствах продуктивность коров 4000–4700 кг молока жирностью 3,8–4,0% [86].

В настоящее время бестужевская порода также представляет ценность с точки зрения поддержания биоразнообразия, так как данный скот является носителем ряда уникальных аллельных сочетаний, в то же время катастрофическое снижение поголовья уже приводит к повышению инбридинга в породе, что в перспективе может привести к ее вырождению или полному исчезновению [67].

1.3.4. Истоки красной горбатовской породы

Предполагается, что тирольский скот оказал существенное влияние на процесс формирования аллелофонда как красной горбатовской, так и бестужевской пород [57], поэтому для формирования более полного представления о красном горбатовском скоте необходимо обратиться к генезису данной породы.

С точки зрения происхождения она является наиболее родственной такой породе, как Тукс-Циллерталер (рисунок 7), – это автохтонная австрийская порода крупного рогатого скота, которая была создана в 1982 году путем объединения двух родственных альпийских пород – Туксер, у которой масть коричневого и черного цветов, и Циллерталер (красный скот) [200]. Средняя живая масса быков составляет 1100 кг, коров – 600 кг, высота в холке – 130 см и 125 см соответственно. Молочная продуктивность за 305 дней лактации в среднем составляет 4433 кг молока жирностью 3,81%, содержание белка 3,41% [151].

Упадок Тукс-Циллертальского скота начался в середине XIX века. В 1930

году поголовье насчитывало около 4500 голов, а к середине 1970-х годов в мире насчитывалось всего 30 голов крупного рогатого скота породы Туксер [166]. Создание в 1986 году Ассоциации заводчиков тирольской породы Тукс-Циллерталер положило начало её сохранению. Исследование, проведенное в 2002 году, показало, что общая численность поголовья достигла 471 особей [136]. Согласно данным информационной системы ФАО, на 2017 год численность животных данной породы составила около 1296-2500 голов [151]. На данный момент порода продвигается по программе сохранения редких пород крупного рогатого скота и находится в состоянии опасности.



Рисунок 7 – Тукс-Циллерталер (также называемый Туксер)

На сегодняшний день существует множество теорий о происхождении тукс-циллертальского скота. Вероятнее всего Тукс-Циллерталер отделился от породы Херенс (по-немецки – Эрингер), происходящей из Швейцарии, кантона Вале (рисунок 8). Крупный рогатый скот Эрингер, в отличие от Тукс-Циллерталера, одноцветный, две породы похожи по типу и форме [200].



Рисунок 8 – Херенс (Эрингер)

Это, после бурой швицкой породы, самая древняя порода в Швейцарии, и ее происхождение неизвестно. Она, несомненно, существовала уже во времена римлян; бронзовая голова той эпохи, найденная в Октодуре, точно воспроизводит быка породы Херенс [171]. Окрас скота варьируется от коричневатого-черного до красно-коричневого однотонного. Животные данной породы известны высокой агрессивностью коров, которые борются друг с другом за место в иерархии стада [162].

1.3.5. Англеская порода

Последние годы существования популяции красной горбатовской породы были отмечены прилитием крови улучшающих пород, в частности, в племенной работе использовались быки англеской породы. Вероятно, англеский скот существует в Германии уже более 5000 лет, его первые упоминания в письменных источниках относятся к 1600 году [176]. Планируемое разведение

английского скота датируется 1838 годом, однако ведение племенной книги и официальный учет молока начались в 1879 и 1902 годах, соответственно [199].

Английская порода известна тем, что производит молоко с высоким содержанием молочного жира. Коровы весят в среднем 550 кг, а быки – 900 кг. Высота в холке у коров составляет 129 см, в то время как быки достигают 143 см. Удой за лактацию в среднем равен 5200 кг молока с содержанием 4,6% жира [176]. Более современные исследования подтверждают указанный уровень продуктивности; так, удой за лактацию составил 5193 кг молока жирностью 5,09% и содержанием белка 3,61% [139]. Другие авторы приводят следующие данные молочной продуктивности: около 7500 кг молока за лактацию при содержании в нем примерно 3,5% белка и 5% жира [134].

В Германии английская порода относится к северному молочному скоту, который часто обозначается как *Niederungsvieh* (равнинный крупный рогатый скот), в отличие от центрального и южного *Höhenvieh* (высокогорный крупный рогатый скот), к которому относится тирольский скот – предок красной горбатовской породы. Для подобного разделения есть обоснование, так, например, согласно данным всестороннего исследования вариативности европейского молочного скота по Y-хромосоме, черно-пестрые, красно-пестрые и красные породы, происходящие из голландской, немецкой и датской низменностей, почти исключительно несут гаплотип Y1-98-158, в то время как другой гаплотип – Y2-102-158 преобладает в южной Франции, южной Германии и Альпийском регионе [153].

Можно выдвинуть гипотезу, что северные ландшафты с большими плоскими лугами подходят для крупномасштабного ведения сельского хозяйства со специализированным молочным скотом (*Niederungsvieh*, равнинный крупный рогатый скот), а комбинированный или мясной скот (*Höhenvieh*, высокогорный крупный рогатый скот) лучше подходит для небольших ферм и холмистых регионов юга.

1.3.6. Красная датская порода

С англеским скотом тесно связана красная датская порода [177], которая так же, как и англеская, участвовала в скрещивании с красной горбатовской. Красная датская порода была выведена на островах у побережья Дании путем скрещивания северной шлезвигской красной, англеской и баллумской пород с местным островным скотом. В 1970-х годах произошло прилитие крови бурой швицкой породы [172]. С 80-х годов XX в. порода улучшалась голштинскими быками, а с конца 1990-х годов началось активное прилитие крови шведской красной породы и финского айршира [108].

Масть животных обычно темно-красного цвета, живая масса быков в среднем составляет 1000 кг, у коров – 660 кг. Порода обладает типичным молочным телосложением. В 1977 году коровы давали в среднем за лактацию 5240 кг молока, содержащего 4,17% жира [183]. Однако за десятилетия племенной работы с красной датской произошли некоторые изменения в уровне молочной продуктивности, в частности, скандинавские исследователи приводят следующие значения: средний удой 7809 кг, содержание в молоке белка 3,48%, жира – 4,21% [172]. Также приводятся данные недавних исследований молочной продуктивности красной датской породы зарубежной селекции, содержащейся в условиях России, где уровень удоя составил 7401–9363 кг молока при массовой доле жира в молоке 4,06–4,35% и массовой доле белка 3,63–3,71% [59]. Более скромные результаты были получены белорусскими учеными при изучении качественных показателей молока – содержание массовой доли жира и белка в молоке составило соответственно 3,7–4,4% и 2,9–3,34%, казеина – 2,75–2,81% [52].

Также стоит сказать, что в 2010 году произошло объединение трех близкородственных высокопродуктивных популяций красного скота (финский айршир, шведская красная и красная датская породы) в единую селекционно-племенную программу – Viking Red [108].

1.4. Заключение по обзору литературы

Таким образом, можно заключить, что проблема сохранения генофонда крупного рогатого скота также актуальна в России, как и во всем мире, в частности, на сегодняшний день одна из отечественных пород – красная горбатовская находится под угрозой исчезновения вследствие значительного сокращения численности поголовья за последние несколько лет и сильного влияния со стороны таких импортных генетических ресурсов, как красная датская и англеская породы, которые могут являться причиной потери уникального аллелофонда красной горбатовской породы крупного рогатого скота, обладающей не только особенным происхождением, но и рядом подтверждённых преимуществ. В связи с этим представляется необходимым выполнить ряд задач, направленных на расширение и актуализацию информации о хозяйственно-продуктивных качествах и биологических особенностях данной породы для того, чтобы иметь представление о ее современном состоянии и понимание о том, какие нужно предпринять шаги по сохранению и улучшению красной горбатовской породы.

Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование популяции красной горбатовской породы крупного рогатого скота проводилось на базе генофондного хозяйства АО «Аббковское» Нижегородской области в период с октября 2022 г. по апрель 2024 г. Для выполнения работы коровы маточного стада в зависимости от доли кровности по красной горбатовской породе были распределены в исследуемые группы (рисунок 9). Материалами для исследования послужили данные программы племенного и зоотехнического учета животных ИАС «СЕЛЭКС – Молочный скот», а также племенные карточки коров и быков-производителей разных генотипов.

Животные содержались в одинаковых условиях с использованием стойлово-пастбищной системы и привязного способа содержания. Доеение коров было двукратным и осуществлялось в линейный молокопровод с использованием доильного аппарата производства GEA. Для молодняка было предусмотрено групповое беспривязное содержание на глубокой несменяемой подстилке.

Зимой в кормлении применялась полнорационная кормосмесь, состоящая из сена разнотравного и злаково-бобового, соломы овсяной, сенажа люцернового, силоса кукурузного и комбикорма, включавшего в себя дробленое зерно ячменя, овса, пшеницы, соль и трикальцийфосфат. В летний период коровы получали следующие корма: многолетние травы, травы люцерны, сено разнотравное и злаково-бобовое, дробленое зерно ячменя, овса и пшеницы, жмых подсолнечный, соль и трикальцийфосфат. Премикс в кормлении не использовался.



Рисунок 9 – Схема исследования

У коров красной горбатовской породы рассчитывали коэффициент воспроизводительной способности (КВС) по Н.М. Крамаренко [86]:

$$\text{КВС} = \frac{365}{\text{МОП}}, \quad (1)$$

где 365 – число дней в году;

МОП – продолжительность межотельного периода, дни.

Индекс плодовитости (Т) – показатель воспроизводительной способности отдельных коров и популяции в целом определяли по формуле, предложенной венгерским ученым И. Дохи [86]:

$$T = 100 - (K + 2 \times \text{МОП}), \quad (2)$$

где К – возраст коровы при первом отеле, мес.;

МОП – межотельный период, мес.

При проведении контрольных доек для определения молочной продуктивности по широкому спектру показателей каждой коровы индивидуально использовалось устройство зоотехнического контроля молока (УЗМ) с возможностью отбора проб молока для лабораторных исследований.

Анализ компонентов молока животных с различной долей кровности по красной горбатовской породе проводился в ФИЦ животноводства – ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста на базе ОНИС БиоТехЖ с использованием автоматического анализатора CombiFoss 7 DC («FOSS», Дания), который состоит из двух приборов – MilkoScan (ближняя инфракрасная спектроскопия) и Fossomatic 7 DC (проточная цитометрия).

Определялись следующие показатели: суточный удой, массовая доля жира, белка истинного и общего (сырого), лактоза, сухой обезжиренный молочный остаток, сухое вещество, казеин, ацетон, бета-гидроксibuтират, мочеви́на, точка замерзания, кислотность, количество соматических клеток, дифференциальное количество соматических клеток. Регистрация всех показателей происходила автоматически, результаты выгружались в

программу Microsoft Excel для каждой пробы.

По формуле В.Н. Лазаренко [53] рассчитывалась биологическая эффективность коров, которая показывает количество сухого вещества за лактацию в расчете на 1 кг живой массы животного:

$$\text{БЭК} = \frac{(Y \times \text{СВ})}{\text{ЖМ}}, \quad (3)$$

где Y – удой за 305 дней лактации;

СВ – содержание сухого вещества в молоке, %;

ЖМ – живая масса коров, кг.

Чтобы показать производство сухого обезжиренного молочного остатка на 1 кг живой массы животного рассчитывался коэффициент биологической полноценности молока по формуле, предложенной О.В. Горелик [29]:

$$\text{КБП} = \frac{(Y \times \text{СОМО})}{\text{ЖМ}}, \quad (4)$$

где Y – удой за 305 дней лактации, кг;

СОМО – содержание сухого обезжиренного молочного остатка, %;

ЖМ – живая масса коров, кг.

Во время проведения контрольных доек также были взяты образцы крови для исследований из хвостовой вены. Осуществлен сравнительный анализ биохимических и морфологических показателей крови коров разных генотипов в отделе физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

Биохимические показатели крови (общий белок, альбумин, глобулин, креатинин, мочевины, АЛТ, АСТ, щелочная фосфатаза, холестерин общий, глюкоза, магний, кальций, фосфор, триглицериды, билирубин общий, хлориды) были определены на автоматическом биохимическом анализаторе ERBA XL-640 (ERBA, Lachema s.r.o., Чешская республика), гематологические показатели (число лейкоцитов, эритроцитов, концентрация гемоглобина, показатель гематокрита) – на гематологическом

анализаторе MicroCC-20Plus (HTI, США) с использованием системных реагентов.

Полученный в исследованиях цифровой материал был подвергнут биометрической обработке с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2019 и интерактивного блокнота Jupyter на основе языка программирования Python с применением статистического пакета Pingouin. Для оценки достоверности различий между показателями животных опытных групп использовали t-критерий Стьюдента, а для оценки значимости различия дисперсий – критерий Фишера. Для определения статистической значимости линейных связей между количественными показателями использовали критерий Пирсона. Результаты исследований считали достоверными при уровне значимости не менее 95%.

Для полногеномного поиска ассоциаций однонуклеотидных полиморфизмов с показателями молока красного горбатовского скота методом случайной выборки были отобраны 68 лактирующих коров красной горбатовской породы (АО «Абабковское», Нижегородская обл., Павловский р-н, с. Абабково, ул. Колхозная, д. 5), у которых получали образцы ушной ткани для выделения ДНК. Для процедуры генотипирования животных был использован биочип BovineSNP50 v3 BeadChip (Illumina Inc., Сан-Диего, США) с плотностью покрытия 53218 SNP и программа Illumina BeadStudio.

Каждый образец и SNP проходил контроль качества и процедуру фильтрации данных генотипирования, выполненные с помощью программного пакета PLINK 1.9 [145], в котором были использованы следующие фильтры: Call-rate по всем исследуемым SNP для индивидуального образца не ниже 90% (--mind); Call-rate для каждого из исследованных SNP по всем генотипированным образцам не ниже 90% (--geno); частота встречаемости минорных аллелей (MAF) более 0,01 или 0,05 (--maf 0.01); отклонение SNP генотипов от распределения Харди-Вайнберга в совокупности протестированных образцов с достоверностью $p\text{-value} < 10^{-6}$

(--hwe). Кроме того, проводили оценку неравновесного сцепления исследуемых SNP (LD оценка) с $r^2 < 0,2$ с шагом 50 kb (--indep-pairwise).

Для ассоциативного анализа были использованы следующие показатели молочной продуктивности: суточный удой, массовая доля белка (МДБ), массовая доля жира (МДЖ), β -казеин, лактоза, сухое вещество, сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО), β -гидроксибутират (БГБ), ацетон, мочевины, точка замерзания, кислотность (рН), количество соматических клеток (КСК) и дифференциальное количество соматических клеток (ДКСК). Пробы молока отбирались индивидуально и консервировались с использованием таблеток Microtabs (США) в период проведения контрольных доений. Анализ компонентов молока коров красной горбатовской породы проводился в ФИЦ животноводства – ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста на базе ОНИС БиоТехЖ с использованием автоматического анализатора CombiFoss 7 DC («FOSS», Дания).

Для выявления ассоциаций SNP-маркеров с компонентами молока использовали множественный линейный регрессионный анализ, реализованный в PLINK 1.90. Для подтверждения достоверного влияния SNP и определения значимых регионов в геноме исследуемых животных был выполнен тест для проверки нулевых гипотез по Бонферрони при пороговом значении $p < 1,06 \times 10^{-6}$, $0,05/47155$. Визуализация данных выполнена в пакете qqman с использованием платформы R-studio (R Development Core Team). SNP, соответствующие уровню значимости $p \leq 0,000001$, относили к полногеномным, $p \leq 0,00001$ – к суггестивным (предполагаемым).

Исключение средовых и постоянных эффектов методом обобщенных линейных моделей с целью анализа нормального распределения изучаемых признаков проводили с помощью программы STATISTICA 10.

Исследования быков-производителей красной горбатовской породы проводились на базе генофондного хозяйства АО «Абабковское» Павловского р-на Нижегородской области, а также ООО «Нижегородское»

по племенной работе и АО "ГЦВ". Объектом исследования явились быки-производители красной горбатовской породы. Материалом для проведения работы служили данные по осеменению коров и телок, взятые из программы «Селэкс», карточки племенных быков и отчеты по наличию спермы. На основании результатов проверки производителей по качеству потомства была проведена оценка племенных качеств быков и определены их племенные категории по продуктивности. Оценка быков-производителей проводили согласно «Инструкции по проверке и оценке быков молочных и молочно-мясных пород по качеству потомства» [46] и «Инструкции по бонитировке крупного рогатого скота молочных и молочно-мясных пород» [45].

Для формирования селекционной группы был рассчитан уровень генетического потенциала генофондных коров по следующей формуле [125]:

$$ГП = \frac{Ум + Умо}{2}, \quad (5)$$

где ГП – уровень генетического потенциала молочной продуктивности коровы, кг;

Ум – удой за лактацию матерей коров, кг;

Умо – удой за лактацию матерей отцов, кг.

Эффективность проявления генетического потенциала исследуемых коров определяли по формуле [125]:

$$ЭГП = \frac{Уф \times 100}{ГП}, \quad (6)$$

где ЭГП – эффективность проявления генетического потенциала исследуемых коров, %;

Уф – фактический удой коров, кг;

ГП – уровень генетического потенциала удоя коров, кг.

Для определения генетического потенциала быков-производителей красной горбатовской породы был вычислен родительский индекс по Н.А.

Кравченко (1963) [128]:

$$\text{РИБ} = (2\text{М} + \text{ММ} + \text{МО})/4 \quad (7)$$

где М – продуктивность матери;

ММ – продуктивность матери матери;

МО – продуктивность матери отца.

Оценку экономической эффективности красной горбатовской породы определяли на основании данных молочной продуктивности коров маточного стада, выручки от реализации молока в перерасчете на базисную жирность, производственных затрат на одну корову в год, чистого дохода и уровня рентабельности.

Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Современное состояние красной горбатовской породы

На сегодняшний день красная горбатовская порода является одной из малочисленных пород крупного рогатого скота отечественной селекции, численность которой последние несколько лет непрерывно снижалась (рисунок 10). Данная тенденция свидетельствует о возможности полного исчезновения красной горбатовской породы; так, за период 2010-2018 гг. произошло сокращение поголовья с 2081 до 1100 голов, то есть численность животных менее чем за 10 лет уменьшилась в два раза. Следующий период 2018-2021 гг. характеризовался относительной стагнацией численности подконтрольного поголовья. В то же время к 2022 году, согласно данным Ежегодника по племенной работе [36], численность животных красной горбатовской породы составила всего лишь 227 голов.

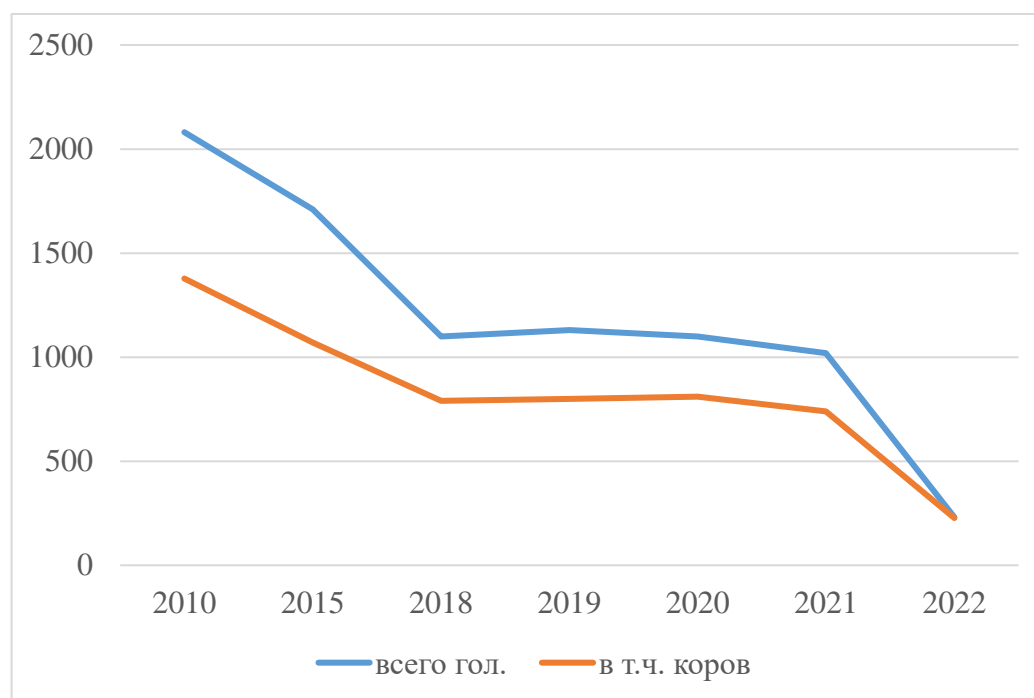


Рисунок 10 – Динамика поголовья красной горбатовской породы [36]

Размер популяции и тенденция изменения ее численности являются одними из главных критериев при классификации пород по степени риска исчезновения [160]. Данные по абсолютной и относительной численности животных красной горбатовской породы представлены в таблице 1. Численность маточного стада на 2022-й год составила около 230 голов, следовательно, согласно классификации ФАО данной породе может быть присвоен угрожающий статус, поскольку количество самок находится в пределах 100-1000 голов. Это означает, что популяция находится под угрозой вымирания, эффективный размер недостаточен для предотвращения генетических потерь в будущих поколениях, а увеличение степени инбридинга является неизбежным и угрожает жизнеспособности животных.

Таблица 1 – Абсолютная и относительная численность животных красной горбатовской породы в Российской Федерации [36]

Показатель	Год			
	2015	2018	2020	2022
Абсолютная численность, тыс. гол;	1,71	1,10	1,10	0,23
в том числе коров, тыс. гол.	1,07	0,79	0,81	0,23
Относительная численность, %	0,06	0,04	0,04	0,01
в том числе коров, %	0,06	0,05	0,05	0,01

Более полное представление о красной горбатовской породе можно получить при рассмотрении численности и молочной продуктивности животных в различных категориях племенных хозяйств (таблица 2). В 2015 году было зарегистрировано 3 племенных предприятия: генофондное хозяйство ЗАО «Комаровское», племенной завод ЗАО «Абабковское» и племенной репродуктор ООО «ПЗ Зименки». К 2018 году племенной статус по разведению красной горбатовской породы оставался только у племенного завода «Абабковское» Нижегородской области, где численность животных на протяжении нескольких лет постепенно снижалась.

Данные по молочной продуктивности племенных хозяйств говорят о том, что наиболее высокий удой был отмечен у племенного репродуктора «ПЗ

Зименки» в 2015 году, который составил 6478 кг при среднем содержании жира и белка в молоке 4,11% и 3,42% соответственно. Для племенного завода «Абабковское» было характерно снижение молочной продуктивности, где за период 2015-2020 гг. удои снизились с 5392 кг до 4700 кг. Тем не менее к 2020 году произошло значительное увеличение молочной продуктивности животных красной горбатовской породы; так, значения удоев составили в среднем 5626 кг при массовой доле жира и белка 4,46% и 3,36% соответственно.

В настоящее время осталось единственное племенное предприятие АО «Абабковское», в котором сохранилась последняя популяция красного горбатовского скота. Здесь стоит отметить, что фактическая численность скота была несколько выше указанной в таблице, на 31 декабря 2022 года она составила 1166 голов общего поголовья, в том числе 608 фуражных и 479 дойных коров. Это обусловлено тем, что 227 голов составляли генотипированные животные, генетический профиль которых соответствовал породному стандарту. В то же время в стаде оставалась значительная часть неисследованных животных, которые потенциально могли быть отнесены к красной горбатовской породе.

Таблица 2 – Численность и молочная продуктивность животных красной горбатовской породы в различных категориях племенных хозяйств [36]

Год	Категория хозяйства	Название, регион	Кол-во животных, гол.	Показатели молочной продуктивности		
				Удой, кг	Жир, %	Белок, %
2015	Генофондное хозяйство	ЗАО "Комаровское", Нижегородская область	83	4764	4,01	3,14
	Племенной завод	ЗАО "Абабковское", Нижегородская область	982	5392	4,36	3,31
	Племенной репродуктор	ООО "ПЗ "Зименки", Владимирская область	354	6478	4,11	3,42
2018	Племенной завод	ЗАО "Абабковское", Нижегородская область	903	4757	4,34	3,31

Продолжение Таблицы 2

2020	Племенной завод	АО "Абабковское", Нижегородская область	867	4700	4,38	3,20
2022	Генофондное хозяйство	АО "Абабковское", Нижегородская область	227	5626	4,46	3,36

Говоря о современном состоянии красной горбатовской породы, необходимо понимать, что в течение последних нескольких лет в своей селекционно-племенной работе АО «Абабковское» использовало генетический материал, в том числе представленный семенем быков англеской и красной датской пород, поэтому возникает потребность в изучении как чистопородного красного горбатовского скота, так и помесных животных [131].

Как видно из рисунка 11, всего лишь 3% маточного стада было отнесено к чистопородной красной горбатовской породе, большую часть (38%) составляли животные с кровностью от 50% до 75%, еще около трети (34%) приходилось на коров с кровностью по красной горбатовской в пределах 25–50%. Животные, доля кровности которых была выше 75%, занимали 16% в структуре стада. И наконец, оставшаяся незначительная часть коров (9%) характеризовалась наибольшей степенью интрогрессии трансграничных пород и обладала кровностью меньше 25%.

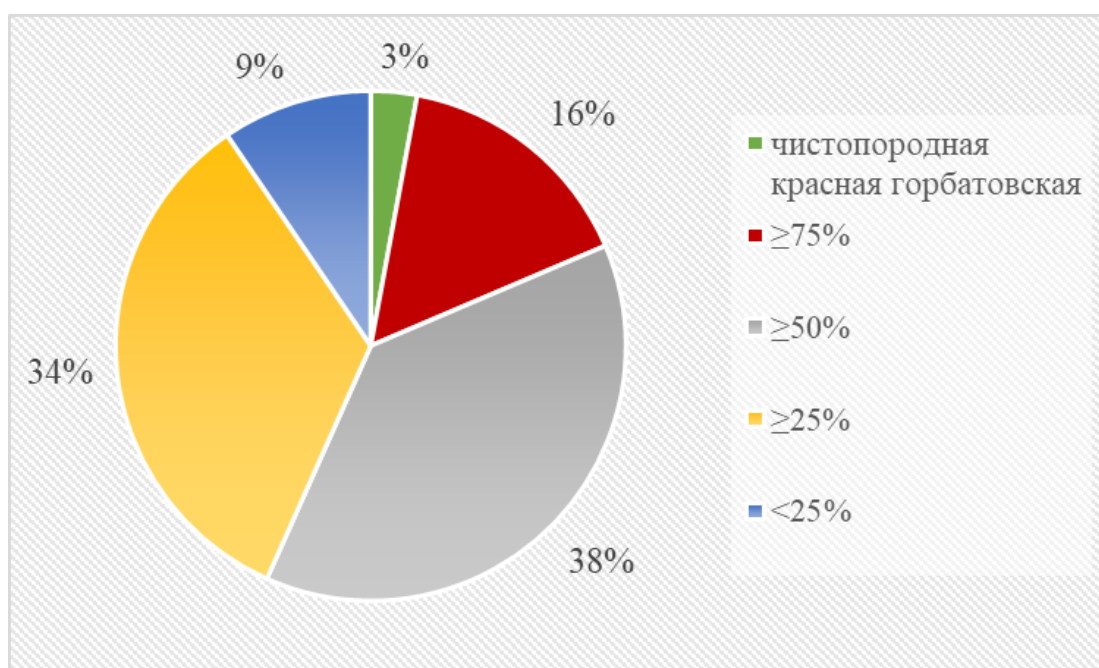


Рисунок 11 – Соотношение коров красной горбатовской породы в зависимости от кровности

Стоит отметить, что использование улучшающих пород, представленных англеской и красной датской, в селекции российского крупного рогатого скота красного корня нашло широкое применение, что подтверждается результатами ряда исследований. Так, например, скрещивание коров красной степной породы с англескими и красно-пестрыми голштинскими быками способствовало получению животных, по продуктивным качествам превосходящих чистопородных сверстниц материнской породы [31, 22, 122, 78, 50, 117]; скрещивание бестужевских коров с быками красной датской породы привело к интенсификации производства молока [110, 111, 112]. Также проводились исследования по использованию прилития англеской и красной датской крови с целью увеличения показателей удоя и жирности молока красной горбатовской породы [7, 88, 120, 89].

Для того чтобы дать более полную характеристику современному состоянию красной горбатовской породы и изучить значимость вклада улучшающих пород в повышение уровня молочной продуктивности исходной породы, действующие на 2023-й год коровы АО «Абабковское» были

разделены в зависимости от кровности по красной горбатовской породе на 5 групп (таблица 3).

Чистопородные животные красной горбатовской породы в количестве 19 голов характеризовались наиболее низкими показателями молочной продуктивности по сравнению с остальными группами, в частности, значение удоя составило 4729 ± 76 кг за лактацию при среднем содержании жира и белка в молоке $4,36 \pm 0,01\%$ и $3,27 \pm 0,01\%$ соответственно. Средний возраст коров равнялся $7,4 \pm 0,1$ лактаций при коэффициенте вариации $8,2\%$, что говорит об однородности выборки по данному показателю.

Особь с кровностью по красной горбатовской породе от 75% и выше составляли следующую группу животных численностью 102 головы. Они отличались более высоким уровнем молочной продуктивности, – так, достоверное различие в удое между данной группой и чистопородными коровами составило 221 кг ($p \leq 0,05$), при этом содержание жира и белка в молоке было одинаковым. Возраст животных, как и в предыдущей группе, составил $7,4 \pm 0,2$ лактаций, в то же время коэффициент вариации был несколько выше – $28,9\%$, что свидетельствует о большей возрастной разнородности исследуемой группы.

Данные по маточному стаду АО «Аббатовское», представленные в таблице, указывают на следующую тенденцию: по мере уменьшения доли кровности по красной горбатовской породе происходит снижение молочной продуктивности, главным образом, удоев, например, разница между группами помесных животных с кровностью $\geq 75\%$ и $< 25\%$ составила 699 кг ($p \leq 0,01$), обнаруженное различие находилось на высоком уровне статистической значимости. Более того, каждая последующая группа достоверно превосходила предыдущую по величине удоев.

Таблица 3 – Характеристика красного горбатовского скота в зависимости от генотипа

Показатель	Красная горбатовская порода $\geq 94\%$ (n=19)		Доля кровности по исходной породе, %								В целом по стаду (n=651)	
			≥ 75 (n=102)		≥ 50 (n=248)		≥ 25 (n=220)		< 25 (n=62)			
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Возраст в лактациях	7,4±0,1	8,2	7,4±0,2	28,9	5,3±0,2	51,4	3,2±0,1	46,8	1,9±0,1	39,8	4,6±0,1	58,3
Живая масса, кг	509±10	8,9	528±4	8,0	506±3	8,8	488±3	8,1	468±6	10,8	500±2	9,2
Удой за лактации, кг	4729±76	7,0	4950±39*	7,9	5090±48***	14,5	5234±68***	17,9	5649±210***	24,4	5142±35	16,3
МДЖ, %	4,36±0,01	1,0	4,36±0,01	1,5	4,39±0,01	1,8	4,42±0,01***	2,2	4,44±0,02***	2,7	4,40±0,004	2,0
МДБ, %	3,27±0,01	0,9	3,27±0,004	1,1	3,27±0,003	1,6	3,27±0,005	2,0	3,31±0,01**	2,8	3,27±0,002	1,8
Молочный жир, кг	206,3±3,5	7,4	215,8±1,8*	8,4	223,9±2,3***	15,9	232±3,3***	19,7	252,3±10,4***	27,1	226,6±1,7	18,1
Молочный белок, кг	154,5±2,5	7,2	162,0±1,4**	8,4	166,8±1,7***	15,9	171,5±2,5***	20,0	187,8±7,8***	27,2	168,7±1,3	18,1
Коэффициент молочности	936±23	10,6	940±9	9,3	1008±10**	15,5	1069±15***	18,9	1179±40***	22,0	1026±8	17,8

Примечание: здесь и далее * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$

Тем не менее различия в возрасте животных в зависимости от их генотипа также были существенны. Так, возраст в лактациях для группы коров с долей кровности от 50% до 75% в среднем составлял $5,3 \pm 0,2$ лактаций, а группы помесных животных с кровностью по красной горбатовской с кровностью в пределах 25–50% и менее 25% характеризовались средним возрастом $3,2 \pm 0,1$ и $1,9 \pm 0,1$ лактаций соответственно.

Стоит обратить внимание на то, что согласно другим исследованиям красной горбатовской породы [94] наиболее продуктивным возрастом отличались животные от 3 до 7 лактаций; еще одно недавнее исследование [17] говорит о том, что у первотелок наблюдался резкий скачок продуктивности и они статистически значимо ($p \leq 0,05$) превосходили коров всех возрастов, а сила влияния возраста на удой составляла 20,2%. В связи с этим возникает необходимость провести анализ молочной продуктивности коров в зависимости от лактации и определить значимость данного фактора.

В целом по стаду красный горбатовский скот характеризовался достаточно высоким возрастом производственного использования – 4,6 лактаций, средняя живая масса составляла 500 кг, количественные показатели молочной продуктивности находились на достаточно низком уровне, в частности, удой достигал 5142 кг, а значения выхода молочного жира и белка равнялись 226,6 кг и 168,7 кг соответственно. При этом, такие качественные показатели молока, как массовая доля жира и белка, положительным образом характеризовали исследуемых животных – 4,40% и 3,27% соответственно.

Одним из инструментов для описания взаимосвязей признаков является корреляция, которая выражает степень линейной зависимости двух переменных. В таблице 4 представлены данные по взаимосвязи таких показателей, как средний удой, массовая доля жира, белка и живая масса, с возрастом животных в лактациях, а также с кровностью по следующим породам: красная горбатовская, красная датская, англеская и айрширская.

Таблица 4 – Влияние кровности и лактации на показатели молочной продуктивности и живую массу

Факторы:	Показатели			
	Средний удой за лактации	МДЖ, %	МДБ, %	Живая масса
Кровность по красной горбатовской	-0,23***	-0,29***	-0,06	0,38***
Кровность по красной датской	0,20***	0,17***	0,21***	0,06
Кровность по англеской	0,004	0,08	-0,12**	-0,30***
Кровность по айрширской	0,18***	0,16***	0,12**	-0,10
Возраст в лактациях	-0,27***	-0,39***	-0,14***	0,47***

Наиболее сильная положительная корреляционная зависимость была выявлена между живой массой и возрастом в лактациях, которая составила 0,47 ($p \leq 0,001$), однако данная взаимосвязь считается слабой ($r < 0,5$), а степень связности между этими признаками равнялась 22%. Также была обнаружена слабая положительная корреляция ($r = 0,38$, $p \leq 0,001$) между живой массой и кровностью по красной горбатовской породе. Слабые отрицательные корреляционные зависимости были выявлены между возрастом в лактациях и массовой долей жира, живой массой и кровностью по англеской породе, которые составили -0,39 ($p \leq 0,001$) и -0,30 ($p \leq 0,001$) соответственно. По остальным переменным существенных взаимосвязей определено не было, все они оказались менее 0,3.

Для того чтобы успешно осуществлять селекционную работу с молочным скотом, необходимо проводить оценку влияния различных факторов на реализацию генетического потенциала животных [97]. В связи с этим нами был проведен однофакторный дисперсионный анализ, который выявил доли влияния таких факторов, как кровность по породе, линейная принадлежность и возраст в лактациях, на средний удой, массовую долю жира и белка, а также на живую массу.

Анализ данных, представленных в таблице 5, показал, что наибольшую долю влияния (η_2) на изменчивость удоя имел возраст в лактациях – 16,0% ($p \leq 0,01$). Затем следовали такие факторы, как доля кровности по красной горбатовской породе и линейная принадлежность, – 7,2% ($p \leq 0,01$) и 5,9% ($p \leq 0,01$)

соответственно. Доли влияния факторов кровности по красной датской и англеской породам были незначительны, менее 5%. Суммарный вклад породного фактора в изменчивости данного показателя составил 14,5%.

Таблица 5 – Доля влияния различных факторов на показатели молочной продуктивности и живую массу

Изучаемые факторы	Результативный признак							
	Средний удой за лактации		МДЖ, %		МДБ, %		Живая масса	
	доля влияния η^2 , %	критерий Фишера, F	η^2 , %	F	η^2 , %	F	η^2 , %	F
Доля кровности по следующим породам:								
Красная горбатовская	7,2**	5,65	9,3**	7,49	3,8**	2,90	18,4**	16,46
Красная датская	4,6**	8,27	4,6**	8,32	4,2**	7,61	1,8*	3,07
Англеская	2,7*	2,06	2,4	1,81	5,2**	4,04	11,9**	9,87
Итого влияние породного фактора:	14,5	–	16,3	–	13,2	–	32,1	–
Линейная принадлежность	5,9**	2,12	14,7**	5,80	6,4**	2,31	21,3**	9,08
Возраст в лактациях	16,0**	8,81	17,3**	9,67	16,2**	8,89	25,1**	15,45

Наибольшая доля влияния на изменчивость массовой доли жира была выявлена для возраста в лактациях, она составила 17,3% ($p \leq 0,01$), несколько меньшее влияние оказала линейная принадлежность – 14,7% ($p \leq 0,01$). Доля кровности по красной горбатовской, красной датской и англеской породам повлияла на изменчивость данного признака на 9,3% ($p \leq 0,01$), 4,6% ($p \leq 0,01$) и 2,4% соответственно.

В случае с массовой долей белка такой фактор, как возраст в лактациях, как и в предыдущих случаях, имел наибольшую долю влияния – 16,2% ($p \leq 0,01$), более низкое значение было получено для линейной принадлежности – 6,4% ($p \leq 0,01$). Вклад породного фактора в изменчивость этого признака по сравнению с другими был наименьшим и составил 13,2%.

Возраст в лактациях обладал наибольшим влиянием на изменчивость живой массы – 25,1% ($p \leq 0,01$), также значительный вклад внесла линейная

принадлежность – 21,3% ($p \leq 0,01$). Общий вклад породного фактора в изменчивость данного признака составил 32,1%, где 18,4% ($p \leq 0,01$) пришлось на долю кровности по красной горбатовской породе, а на кровность по красной датской и англерской породам – 1,8% ($p \leq 0,05$) и 11,9% ($p \leq 0,01$) соответственно.

3.2. Молочная продуктивность красной горбатовской породы в зависимости от лактации

Одним из важнейших факторов, определяющих как экономику производства молока, так и результативность совершенствования стад и популяций, является продуктивное долголетие животных. Так, например, в исследованиях Амерханова Х.А. и Стрекозова Н.И. было установлено, что окупаемость затрат на выращивание и содержание молочных коров начинается только после 4 отелов [3]. Более того, увеличение производственного использования коров с 3 до 4 лактаций ведет к повышению прибыли предприятия на 11-13% в год [197].

Известно, что уровень молочной продуктивности стада во многом определяется его возрастным составом. Как видно из рисунка 12, современная популяция коров красной горбатовской породы характеризовалась наличием животных вплоть до 12-й лактации, что может говорить о низкой интенсификации производства и в то же время о высоком потенциале продуктивного долголетия.

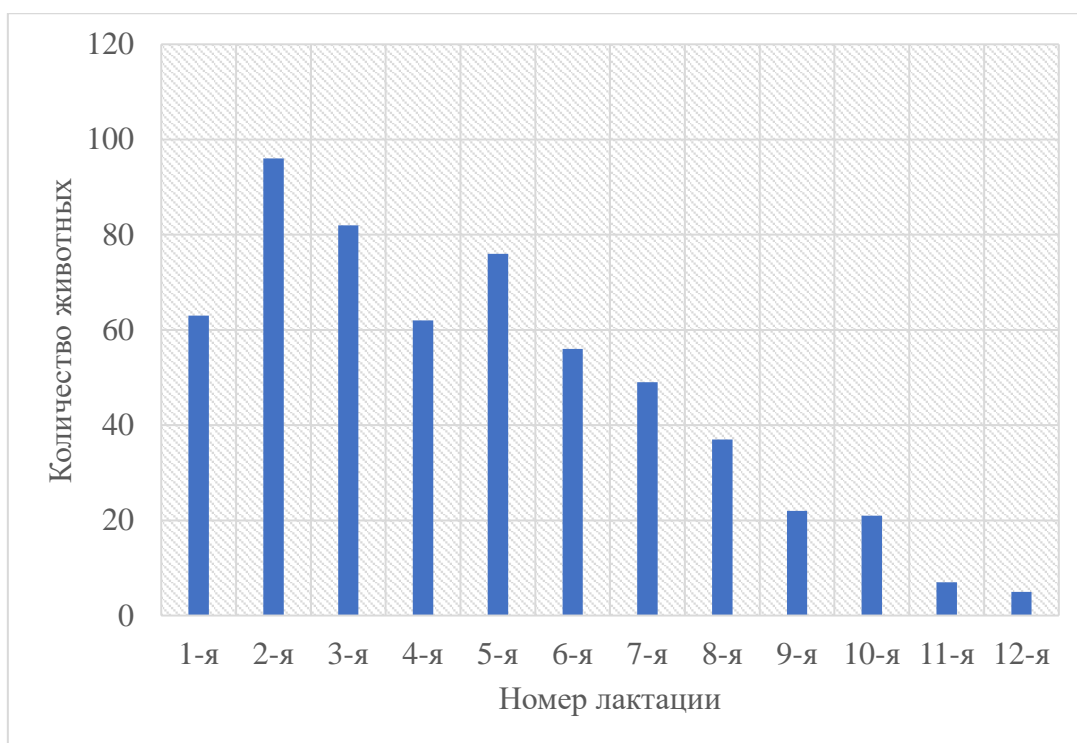


Рисунок 12 – Возрастной состав популяции красной горбатовской породы

Наибольшая доля животных (16,7%) была представлена коровами 2-й лактации, менее многочисленными оказались группы, включавшие в себя особей 3-й и 5-й лактаций – 14,2% и 13,2% соответственно. Затем следовали животные 1-й и 4-й лактаций, численность которых в обеих группах находилась примерно на одном уровне – 63 и 62 гол. соответственно. С 6-й лактации и далее наблюдалось закономерное снижение количества животных, представленных в стаде. Коровы в возрасте 11 и 12 лактаций составляли наименее многочисленные группы животных, численность которых равнялась всего 7 и 5 гол. (1,2% и 0,9%) соответственно.

Возрастная структура стада представляет собой процентное соотношение возрастных групп животных (рисунок 13). Существуют исследования, направленные на определение оптимальной возрастной структуры дойного стада, – так, согласно одному из них рекомендуется следующее соотношение возрастных групп коров: первотелок 21–22%, второго отела – 18–19%, третьего 16–17%, четвертого – 14–15%, пятого и старше – 27–32% [14].

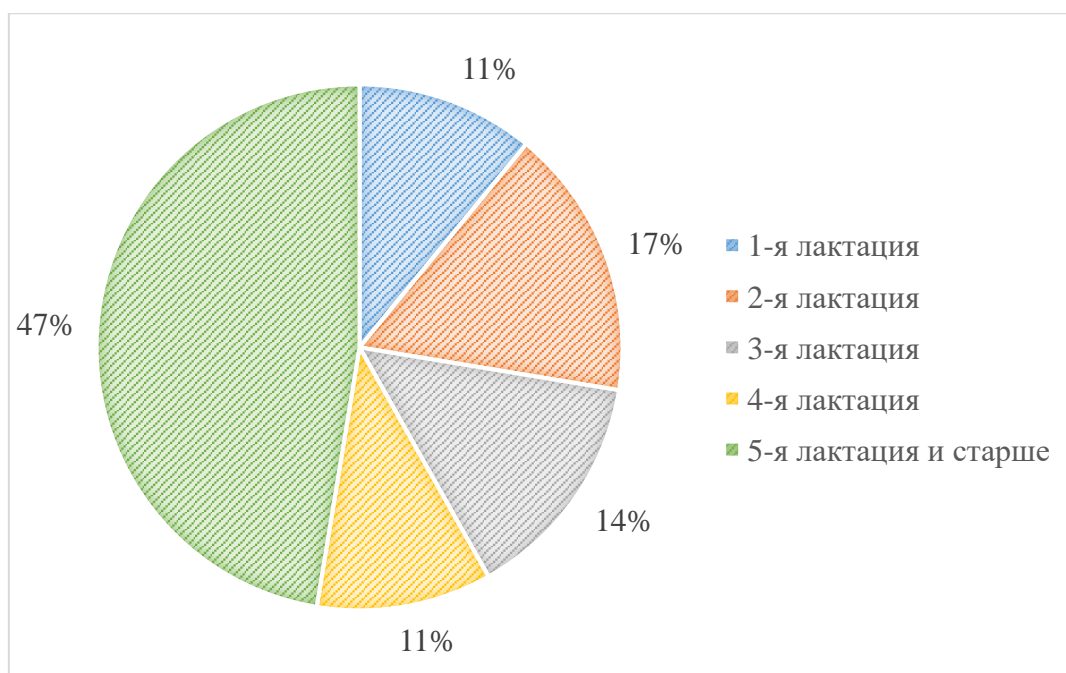


Рисунок 13 – Фактическая возрастная структура дойного стада на 2023 год

Фактическая возрастная структура коров красной горбатовской породы, представленная на диаграмме, свидетельствует о значительном преобладании животных в возрасте 5-й лактации и старше (47%), что выше рекомендуемого соотношения на 20-25%. Это важно учитывать, поскольку возрастная структура коров влияет на уровень молочной продуктивности всего стада. Так, в исследовании Н.А. Федосеевой было показано, что возрастание удельного веса молодых коров приводило к снижению среднего удоя по стаду.

Анализ возрастного состава коров красной горбатовской породы также показал, что количество животных 1-й и 2-й лактаций было незначительно, их доля в структуре популяции составила всего 28%, что на 12% ниже оптимальной возрастной структуры. В то же время одна из самых распространенных на территории РФ черно-пестрая порода характеризуется значительным преобладанием в стаде молодых животных 1-го и 2-го отелов, где доля данных возрастных групп может достигать 66–72% [18, 34].

Рассмотрев возрастную структуру, можно утверждать, что коровы красной горбатовской породы, средний возраст которых составил 4,6 лактаций, способны обеспечить собственное воспроизводство стада. Более того, имеется возможность проведения селекционной работы направленного отбора животных,

что определенно выгодно выделяет красный горбатовский скот на фоне более высокопродуктивных голштинской и черно-пестрой пород, у которых средняя продолжительность использования молочных коров в настоящее время составляет менее 2,7 отёла [55, 62].

Возрастная динамика молочной продуктивности и разница в надое молодых и полновозрастных коров АО «Абабковское» представлены в таблице 6; наивысший уровень молочной продуктивности был получен в группе коров-первотелок. В частности, величина удоев составила 5952 ± 529 кг, а процентное содержание жира и белка равнялось $4,48 \pm 0,04\%$ и $3,34 \pm 0,03\%$ соответственно. При этом относительно других групп наблюдается достаточно высокий коэффициент вариации – 30,8%.

Результаты анализа молочной продуктивности красного горбатовского скота в зависимости от лактации выявили статистически значимые различия между коровами-первотелками и животными 6-й, 7-й и 8-й лактаций, где превосходство первотелок в удое составило 1111, 1140 и 1084 кг соответственно ($p \leq 0,05$), однако разница с коровами всех остальных возрастов (2, 3, 4, 5, 9, 10, 11 и 12 лактаций) не была достоверной. Это обусловлено в первую очередь недостаточным количеством ($n=12$) животных с оцененной молочной продуктивностью и как следствие большой ошибкой средней в выборке ($m = 529$ кг).

Иная ситуация наблюдается с коровами 2-й лактации, которые также характеризовались довольно высоким уровнем молочной продуктивности по сравнению с другими группами, так, величина удоя составила 5812 ± 146 кг при массовой доле жира $4,45 \pm 0,01\%$ и белка $3,32 \pm 0,01\%$. В отличие от коров-первотелок, животные данной группы достоверно превосходили коров более старших возрастов ($p \leq 0,001$). Стоит также отметить, что исследования красной горбатовской породы, проведенные ранее другими авторами [17], указывают на то, что по молочной продуктивности первотелки достоверно превосходили всех коров старшего возраста.

Таблица 6 – Характеристика молочной продуктивности красной горбатовской породы в зависимости от лактации

№ текущей лактации	Кол-во животных	Живая масса		Средний удой за лактации		МДЖ, %		МДБ, %		Коэффициент молочности	
		M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
I	63	493±15	10,6	5952±529	30,8	4,48±0,04	3,2	3,34±0,03	3,0	1199±87	25,1
II	96	470±5	9,4	5812±146	23,9	4,45±0,01	2,9	3,32±0,01	2,8	1235±27	21,0
III	82	484±3	5,8	5047±87	15,6	4,41±0,01	1,9	3,25±0,01	1,7	1044±18	15,5
IV	62	500±4	6,7	5099±85	13,2	4,41±0,01	1,9	3,25±0,01	1,6	1021±17	12,8
V	76	510±4	7,2	5106±57	9,6	4,40±0,01	1,4	3,25±0,005	1,3	1005±13	11,3
VI	56	518±5	7,6	4841±58	8,9	4,41±0,01	1,4	3,27±0,005	1,1	937±12	9,3
VII	49	520±6	7,7	4812±50	7,3	4,37±0,01	1,3	3,27±0,005	1,0	930±13	9,6
VIII	37	517±6	7,3	4868±58	7,2	4,34±0,01	1,0	3,26±0,004	0,7	945±14	9,0
IX	22	533±8	7,4	4958±91	8,6	4,33±0,01	1,0	3,28±0,01	0,8	935±20	10,3
X	21	544±9	7,6	5144±62	5,6	4,35±0,01	0,8	3,28±0,004	0,5	951±17	8,4
XI	7	541±7	3,3	4978±88	4,7	4,31±0,02	0,9	3,27±0,01	0,6	920±20	5,9
XII	5	556±15	6,0	5065±92	4,0	4,30±0,01	0,4	3,26±0,02	1,3	913±28	7,0

Таким образом, наиболее высокие удои были получены в 1-ю и 2-ю лактации, затем произошло снижение молочной продуктивности до 5047 ± 87 кг в 3-й лактации и вплоть до 12-й наблюдались незначительные колебания по лактациям как в сторону повышения, так и в сторону снижения. Наименьшие удои были отмечены у животных 7-й лактации – 4812 ± 50 кг. В целом, полученная динамика молочной продуктивности не характерна для других пород, где наибольшее количество молока получают от коров в возрасте со 2-й по 6-ю лактации, а максимум производства молока приходится на животных в возрасте 3-5 лактаций [18, 28].

3.3. Уровень кормления красной горбатовской породы

Для определения полноценности кормления красного горбатовского скота с точки зрения его обеспеченности энергией и питательными веществами на основании фактической дачи кормов был составлен рацион, представленный в таблице 7.

В стойловый период содержания в расчете на 1 гол. были предусмотрены следующие корма: сено разнотравное – 2 кг, сено злаково-бобовое – 2 кг, солома овсяная – 3 кг, сенаж люцерновый – 12 кг, силос кукурузный – 18 кг, ячмень – 2 кг, овес – 750 г, пшеница – 250 г, соль – 50 г, трикальцийфосфат – 50 г. Указанное количество кормов содержало в себе 166 МДж обменной энергии, 18,2 кг сухого вещества, 1288 г переваримого протеина, 4975 г сырой клетчатки, 1722 г крахмала, 498 г сахара, 573 г сырого жира и 851 мг каротина.

Рацион, рассчитанный на пастбищный период содержания, включал в себя следующие корма: многолетние травы – 12 кг, травы люцерны – 12 кг, сено разнотравное – 1 кг, сено злаково-бобовое – 1 кг, ячмень – 2 кг, овес – 750 г, пшеница – 250 г, жмых подсолнечный – 150 г, соль – 50 г, трикальцийфосфат – 50 г. Данное количество кормов давало 96,4 МДж обменной энергии, 10,5 кг сухого вещества, 1291 г переваримого протеина, 2438 г сырой клетчатки, 1603 г

крахмала, 498 г сахара, 351 г сырого жира и 808 мг каротина.

При сопоставлении питательности кормов с установленной нормой можно заметить, что во время пастбищного периода в рационе коров имелся ряд недостатков, в частности, был отмечен дефицит обменной энергии, сухого вещества и сырой клетчатки, который составил 18,6–29,6 МДж, 2,7–3,6 кг и 1212–1412 г соответственно.

В пересчете на сухое вещество структура рациона имела следующий вид: в зимний период на грубые корма приходилось 31%, на сочные – 54%, на концентрированные – 15%; во время летнего периода грубые корма составляли 15%, сочные – 59%, концентрированные – 26%.

Таблица 7 – Кормовой рацион для дойных коров красной горбатовской породы

Корма	Кол-во (кг)	В них содержится							
		ОЭ, МДж	СВ, кг	ПП, г	СК, г	Крахмал, г	Сахар, г	Сырой жир, г	Каротин, мг
Стойловый период									
Сено разнотравное	2	13	1,6	112	514	-	20	50	30
Сено злаково-бобовое	2	13	1,6	102	474	24	58	42	48
Солома овсяная	3	16,2	2,5	51	972	13	12	51	6
Сенаж люцерновый	12	49,2	5,4	464	1528	52	246	185	406
Силос кукурузный	18	41,4	4,5	252	1350	144	108	180	360
Ячмень	2	23,6	1,8	222	60	1120	30	30	-
Овес	0,75	6,9	0,6	59	73	240	19	30	1
Пшеница	0,25	2,7	0,2	26	4	129	5	5	0
Всего:	40	166	18,2	1288	4975	1722	498	573	851
Пастбищный период									
Многолетние травы	12	27,6	3,2	372	972	62	228	144	240
Травы люцерны	12	21	3,0	456	816	36	168	84	528
Сено разнотравное	1	6,5	0,8	56	257	-	10	25	15
Сено злаково-бобовое	1	6,5	0,8	51	237	12	29	21	24
Ячмень	2	23,6	1,8	222	60	1120	30	30	-
Овес	0,75	6,9	0,6	59	73	240	19	30	1
Пшеница	0,25	2,7	0,2	26	4	129	5	5	0
Жмых подсолнечный	0,15	1,6	0,1	49	19	4	9	12	0
Всего:	29,15	96,4	10,5	1291	2438	1603	498	351	808
Требуется по норме (при суточном удое 10-12 кг) [77]:		115-126	13,2-14,1	940-1060	3650-3850	1200-1435	760-880	290-340	410-475

Примечание: ОЭ – обменная энергия; СВ – сухое вещество; ПП – переваримый протеин; СК – сырая клетчатка;

3.4. Молочная продуктивность и компонентный состав молока коров красной горбатовской породы

Для сравнительной оценки молочной продуктивности красного горбатовского скота были сформированы группы животных разных генотипов с учетом их возраста в лактациях. Как видно из таблицы 8, статистически значимых различий между группами коров с кровностью по красной горбатовской породе $\geq 75\%$ и $\geq 50\%$ обнаружено не было, при этом данные выборки были выравнены по лактациям, что свидетельствует о незначительном вкладе улучшающих пород в молочную продуктивность стада.

Таблица 8 – Молочная продуктивность красного горбатовского скота в зависимости от генотипа

Показатель	Кровность по красной горбатовской породе							
	$\geq 75\%$ (n=16)		$\geq 50\%$ (n=16)		$\geq 25\%$ (n=16)		$\leq 25\%$ (n=16)	
	M±m	Cv%	M±m	Cv%	M±m	Cv%	M±m	Cv%
Возраст в лактациях	6,6±0,6	33,8	6,6±0,6	36,5	4,7±0,1	10,2	2,2±0,2	38,1
Живая масса	521±10	7,6	506±11	8,6	498±8	6,6	460±8	7,2
Удой, кг	4914±123	9,7	5027±105	8,1	5074±152	11,9	5348±286	19,3
МДЖ, %	4,39±0,02	2,1	4,42±0,02	1,4	4,40±0,02	1,9	4,42±0,02	1,7
МДБ, %	3,27±0,02	1,9	3,28±0,01	0,9	3,26±0,01	1,5	3,26±0,02	2,0
БЭК	112,3±5,1	17,6	110,3±3,7	13,0	120,2±4,0	13,2	140,8±9,4*	24,0
КБП	81,2±2,2	10,7	81,3±1,9	8,8	89,7±2,9	12,9	100,5±6,5**	23,4

Анализ животных с долями кровности $\geq 25\%$ и $\leq 25\%$ также не выявил достоверных различий в сравнении как с предыдущими группами, так и между собой по таким показателям, как удой, массовая доля жира и белка ($p > 0,05$). Стоит отметить: несмотря на отсутствие статистически значимых различий между исследуемыми группами животных, определенно имеется тенденция к возрастанию уровня молочной продуктивности по мере снижения доли кровности красной горбатовской породы, что, по всей видимости, обусловлено меньшим лактационным возрастом коров в выборках.

Тем не менее было отмечено превосходство животных с кровностью

меньше 25% над особями первой и второй групп по коэффициенту биологической эффективности коров (БЭК), которое составило 28,5 и 30,5 соответственно ($p \leq 0,05$) и по коэффициенту биологической полноценности молока (КБП) с разницей в 19,2–19,3 ($p \leq 0,01$). Однако различия в данных показателях между третьей и четвертой группами не являлись статистически значимыми ($p > 0,05$). Это также связано с возрастом животных в лактациях, что подтверждается результатами исследований других авторов [23], в которых коровы первого и второго отелов отличались более высокими значениями показателей биологической эффективности разведения крупного рогатого скота.

Использование технологии инфракрасной спектроскопии и проточной цитометрии в исследовании молока помесного красного горбатовского скота позволило дать более детальную характеристику его компонентного состава. В таблице 9 представлены данные по 15 показателям, в том числе приведена количественная дифференциация соматических клеток на лимфоциты и полиморфноядерные нейтрофилы.

Основным количественным показателем уровня молочной продуктивности является суточный удой. Так, по данному параметру животные с кровностью по красной горбатовской породе меньше 25% превосходили коров из первой и второй групп на 2,1 кг и 1,7 кг соответственно ($p \leq 0,05$). Достоверных различий между другими группами обнаружено не было. В целом суточный удой находился на довольно низком уровне и не превышал 12 кг.

Если говорить о качественных показателях, то это в первую очередь массовая доля жира и белка (МДЖ и МДБ), поскольку они определяют технологические свойства молока. Авторы, изучавшие данные молочной продуктивности красных горбатовских коров разных групп кровности, сообщали о жирности молока более 4,0% [6], тем не менее в нашем исследовании массовая доля жира в среднем составила от 3,00% до 3,41%, что может быть связано с периодом отбора проб молока (май–июль), так как животные, содержащиеся в АО «Абабковское», в это время уже перешли с зимнего на летний рацион.

Также хотелось бы отметить очень низкое соотношение жира к белку

(ниже 1,1-1,2), что указывает на возможные нарушения в кормлении, в частности, такое изменение жирномолочности происходит при ацидозном состоянии, для которого характерен сдвиг активной кислотности рубцового содержимого в кислую сторону по причине избытка легкоусвояемых углеводов и дефицита клетчатки в рационе [123]. Существенных различий между группами коров в массовой доле белка не выявлено.

Еще одним показателем, благодаря которому можно судить о сбалансированности рациона в части энерго-протеинового отношения, является содержание мочевины в молоке. Так, учитывая средние значения массовой доли истинного белка в группах (3,05–3,30%), можно сказать, что уровень мочевины был в норме – в пределах 15,60–19,92 мг/дл.

Органолептические и технологические свойства молока во многом зависят от содержания в нем соматических клеток. Превышение нормы по данному показателю в исследуемых группах говорит о заболевании вымени, в частности, у животных с кровностью по красной горбатовской породе $\geq 50\%$, $\geq 25\%$ и $\leq 25\%$ количество соматических клеток в молоке в среднем превышало 1 млн ед/мл, что свидетельствует о наличии в исследуемых группах животных с клинической формой мастита.

Более того, при воспалительных процессах в молочной железе происходит снижение усвояемости сырого протеина, что выражается в более низком содержании в молоке мочевины, а на фоне увеличения числа соматических клеток заметно снижение лактозы [124]. Это подтверждается и данными нашего исследования – наибольшее количество соматических клеток было получено во второй группе животных с кровностью $\geq 50\%$ и составило 1863 ± 573 тыс. ед/мл, а содержание лактозы и мочевины было наименьшим по сравнению с другими группами (4,37 % и 15,60 мг/дл).

В то же время группа коров с долей кровности $\geq 75\%$ отличалась меньшим содержанием соматических клеток – 679 ± 151 тыс. ед/мл, однако различия в значениях по этому показателю между группами не являлись статистически значимыми ($p > 0,05$), и без проведения дальнейших исследований нельзя

говорить о большей резистентности коров красной горбатовской породы к данному заболеванию.

Дифференциальное количество соматических клеток позволяет опосредованно оценить состояние молочной железы коров. Значение ДКСК ниже 70,0% в изучаемых группах животных позволяет предположить, что у них наблюдается хронический (персистирующий) мастит, тогда как у третьей группы коров с кровностью по красной горбатовской $\geq 25\%$ выявлена большая доля лимфоцитов по отношению к полиморфноядерным нейтрофилам – $75,2 \pm 1,7\%$, что указывает на субклиническую/клиническую форму мастита.

Таблица 9 – Компонентный состав молока красного горбатовского скота разных генотипов

Показатель	Кровность по красной горбатовской породе							
	$\geq 75\%$ (n=16)		$\geq 50\%$ (n=16)		$\geq 25\%$ (n=16)		$\leq 25\%$ (n=16)	
	M±m	Cv%	M±m	Cv%	M±m	Cv%	M±m	Cv%
Суточный удой, кг	9,9±0,6	45,2	10,3±0,6	48,5	11,2±0,6	40,9	12,0±0,5*	33,5
МДЖ, %	3,39±0,27	32,0	3,00±0,29	38,1	3,13±0,33	42,7	3,41±0,32	37,3
МДБ (ист), %	3,20±0,10	12,2	3,05±0,08	10,3	3,28±0,08	10,1	3,30±0,10	11,7
МДБ (общ), %	3,35±0,09	10,5	3,21±0,07	8,9	3,43±0,08	8,8	3,45±0,09	10,3
Лактоза, %	4,52±0,08	6,6	4,37±0,11	10,0	4,51±0,11	9,9	4,56±0,11	9,6
СОМО, %	8,69±0,11	4,9	8,36±0,10	5,0	8,79±0,11	5,0	8,87±0,13	6,1
СВ, %	11,95±0,32	10,7	11,26±0,29	10,3	11,84±0,35	12,0	12,18±0,35	11,6
Казеин, %	2,62±0,08	12,3	2,48±0,06	9,8	2,69±0,07	9,9	2,72±0,08	11,9
Ацетон, ммоль/л	0,15±0,02	64,6	0,15±0,02	49,1	0,18±0,04	90,8	0,12±0,02	60,8
БГБ, ммоль/л	0,08±0,01	50,1	0,10±0,01	53,1	0,11±0,04	129,8	0,09±0,01	66,9
Мочевина, мг/дл	18,40±1,77	38,4	15,60±1,18	30,4	16,74±1,16	27,7	19,92±1,68	33,7
Точка замерзания, °C×10 ⁻³	535,9±2,0	1,5	532,1±1,6	1,2	533,8±1,8	1,4	537,3±2,9	2,2
Кислотность, рН	6,60±0,02	1,1	6,57±0,02	1,2	6,57±0,02	1,4	6,57±0,02	1,1
КСК, тыс. ед/мл	679±151	88,8	1863±573	123,0	1689±641	151,8	1057±500	189,4
ДКСК, %	69,2±3,9	22,7	67,7±5,4	32,1	75,2±1,7	9,0	66,8±5,0	30,1

3.5. Морфологические и биохимические показатели крови коров красной горбатовской породы

Кровь представляет собой комплексную систему, которая характеризуется постоянным химическим составом, но в то же время является основным индикатором всех процессов, происходящих в организме. Так, изменения состава и свойств крови животного раскрывают динамику метаболических процессов его организма [47, 81].

Для определения физиологического состояния животных и интенсивности обменных процессов в организме коров красной горбатовской породы в разные периоды времени был проведен биохимический анализ крови по показателям, представленным в таблице 10.

Таблица 10 – Биохимические показатели крови в зависимости от сезона года

Показатели	Периоды отбора крови коров						Норма [65]
	Зима (n=20)		Осень (n=20)		Весна (n=15)		
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	
Белок общий, г/л	71,5±1,4	9,0	75,8±1,3	7,7	65,7±1,8	10,6	72-86
Кальций, мг%	9,8±0,1	3,0	10,8±0,3	13,3	9,0±0,3	13,3	10,0-12,5
Каротин, мг%	0,2±0,01	22,7	0,4±0,01	8,3	0,4±0,01	7,5	0,9-2,8 / 0,4-1,0
Фосфор, мг%	4,3±0,04	3,8	5,1±0,2	14,8	3,8±0,1	8,7	4,5-6,5
Щелочной резерв, об% CO ₂	47,7±0,05	0,4	49,0±0,2	1,5	47,3±0,04	0,4	46,0-66,0

Общий белок является основным параметром, характеризующим уровень протеинового питания. Исследования показали, что в марте 2024 года среднее значение данного показателя было ниже нормы и в среднем составило 65,7±1,8 г/л, тогда как в остальные периоды содержание общего белка находилось в пределах нормы – 71,5±1,4 и 75,8±1,3 г/л. Это может быть обусловлено низким содержанием белка в рационе вследствие снижения уровня кормления, а также такими факторами, как нарушение процесса всасывания питательных веществ в

пищеварительном тракте и болезни почек, при которых белок выделяется из организма с мочой [102].

Кальций и фосфор относятся к макроэлементам, тесно связанным друг с другом, поэтому частично их роль в организме, причины повышения и понижения представлены вместе. Полученные данные свидетельствуют, что содержание данных минеральных веществ в крови коров в 2024 году также было ниже нормы и составило 9,00 мг%. Данная ситуация могла быть вызвана голоданием, недостатком в кормах, дефицитом витамина Д, что определенно указывает на погрешности в кормлении.

К числу показателей полноценности кормления в отношении обеспеченности витамином А относится содержание каротина в крови. В целом значения данного показателя находились на уровне нижних границ нормы – 0,4 мг%, исключение составил отбор крови в январе 2023 года, где были получены более низкие значения, которые в среднем составили $0,2 \pm 0,01$ мг%. Однако стоит отметить, что согласно исследованиям, проведенным в Ярославском НИИЖК и за рубежом, высокие концентрации каротина в крови не всегда позволяют судить об обеспеченности витамином А, поскольку А-витаминная активность каротиноидов колеблется в широких пределах [116].

Еще одним показателем правильного кормления животных является резервная щелочность крови. Определение этого показателя имеет большое значение при установлении ацидоза, который возникает у животных в результате нарушения обмена веществ. Значения данного параметра не выходили за пределы референсного диапазона и равнялись от $47,3 \pm 0,04$ до $49,0 \pm 0,2$ об% CO_2 .

Морфологические показатели крови животного позволяют в значительной степени оценить его физиологическое состояние, индивидуальные и породные особенности. Результаты морфологических исследований крови крупного рогатого скота в зависимости от кровности по красной горбатовской породе представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Морфологические показатели крови коров красной горбатовской породы

Показатели	Кровность по красной горбатовской породе						Норма [11]
	≥75% (n=10)		≥50% (n=6)		≥25% (n=6)		
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	
Число лейкоцитов, 10^9 / л	6,3±0,8	40,0	7,9±0,7	21,9	6,3±0,5	21,0	5,30-16,60
Число эритроцитов, 10^{12} / л	4,86±0,12	8,2	5,28±0,15	6,7	5,12±0,21	10,2	5,20-8,20
Концентрация гемоглобина, г/л	91±3	11,0	98±4	9,9	94±2	6,0	84-122
Гематокрит, %	22,6±0,8	10,6	24,2±1,0	9,8	23,1±0,5	5,0	23,20-34,20

Лейкоциты являются важным компонентом в иммунной защите организма. Число лейкоцитов во всех изучаемых группах соответствовало норме и находилось в диапазоне от 6,3 до $7,9 \cdot 10^9$ /л. Ключевой функцией эритроцитов является транспортировка кислорода, который связывается с гемоглобином. Гематологический анализ крови показал, что количество эритроцитов в первой и третьей группах было ниже нормы и составило $4,86 \pm 0,12$ и $5,12 \pm 0,21 \cdot 10^{12}$ /л соответственно, что может быть следствием неполноценного кормления, в частности, недостатка белков, витаминов группы В, кобальта, железа и меди в кормах [85]. Статистически значимых различий в количестве форменных элементов крови между группами животных выявлено не было ($p > 0,05$).

Функциональное значение гемоглобина заключается в обеспечении дыхательной функции организма. Содержание гемоглобина во всех исследуемых группах соответствовало референсному диапазону (от 91 ± 3 до 98 ± 4 г/л).

Гематокрит показывает отношение объема эритроцитов к общему объему крови. Здесь, как и в случае с числом эритроцитов, наблюдалось небольшое отклонение от нормы в сторону понижения; так, значения гематокрита для первой и третьей групп в среднем составили $22,6 \pm 0,8$ и $23,1 \pm 0,5\%$ соответственно.

Для более полной оценки функционального состояния организма коров красной горбатовской породы в период контрольного доения вместе с морфологическими исследованиями крови также был проведен расширенный

анализ биохимических показателей, его результаты представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Биохимические показатели крови коров красной горбатовской породы

Показатели	Кровность по красной горбатовской						Норма [11]
	≥75% (n=10)		≥50% (n=6)		≥25% (n=6)		
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	
Общий белок, г/л	70,1±1,0	4,6	72,2±1,1	3,8	69,8±2,2	7,6	70-92
Альбумин, г/л	26,2±0,4	5,2	26,1±0,7	6,9	27,5±0,3	2,7	25-36
Глобулин, г/л	44,0±1,1	8,1	46,1±1,5	7,9	42,3±2,1	12,2	40-64
Креатинин, мкмоль/л	111,76±3,53	10,0	108,30±4,63	10,5	100,93±2,23	5,4	63-162
Мочевина, ммоль/л	1,85±0,18	31,6	2,63±0,37	34,2	2,31±0,28	30,0	2,35-7,06
АЛТ, МЕ/л	22,9±1,2	16,8	28,0±2,3	19,9	30,4±2,2	18,1	12,0-35,0
АСТ, МЕ/л	57,4±2,8	15,3	62,0±4,8	19,1	59,8±4,5	18,3	46-108
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	34,0±4,0	34,4	52,0±8,0	37,6	33,0±4,0	31,6	41-187
Холестерин общий, ммоль/л	3,05±0,20	20,4	3,42±0,41	29,6	4,13±0,39	23,3	2,35-8,30
Глюкоза, ммоль/л	1,55±0,13	26,7	1,76±0,20	27,2	1,72±0,12	16,9	1,65-4,19
Магний, ммоль/л	0,92±0,03	10,7	0,84±0,04	11,1	0,93±0,03	8,5	0,79-1,35
Кальций, ммоль/л	2,15±0,07	9,7	2,29±0,04	4,5	2,27±0,03	3,0	2,03-3,14
Фосфор, ммоль/л	1,94±0,09	15,0	1,94±0,12	14,9	1,94±0,06	7,1	1,13-2,90
Триглицериды, ммоль/л	0,12±0,01	15,6	0,16±0,02	36,9	0,12±0,004	8,1	0,09-0,37
Билирубин общий, мкмоль/л	0,97±0,06	18,0	0,91±0,09	24,5	1,00±0,07	16,6	1,16-8,18
Хлориды, ммоль/л	100,4±0,4	1,2	99,6±1,6	3,8	100,2±1,0	2,5	90-110

Мочевина представляет собой продукт нейтрализации аммиака в реакциях орнитинового цикла, которые протекают в печени. Первая группа коров с кровностью по красной горбатовской породе ≥75% характеризовалась пониженным уровнем мочевины в плазме крови – 1,85±0,18 ммоль/л, что может быть связано с длительным недостатком белка в рационе животных, кетозом или с нарушением функций печени [12]. При этом животные из третьей группы с кровностью ≥25% также отличались довольно низкими значениями по данному показателю, они находились на уровне нижних границ нормы – 2,31±0,28

ммоль/л, а следовательно, данная ситуация в целом была характерна для всего красного горбатовского скота независимо от кровности.

Щелочная фосфатаза – это гидролитический фермент, который участвует в транспорте фосфора через мембрану клеток и содержится в большинстве тканей организма. Активность этого фермента сыворотки крови является показателем фосфорнокальциевого обмена и температурного стресса [83].

Содержание щелочной фосфатазы в первой и третьей группах было ниже нормы и равнялось $34,0 \pm 4,0$ и $33,0 \pm 4,0$ МЕ/л соответственно. Уменьшение данного параметра наблюдается при дефиците в рационе таких элементов, как магний и цинк, а также при снижении функции щитовидной железы. Тем не менее концентрация магния в сыворотке крови животных соответствовала норме и находилась в диапазоне от $0,84 \pm 0,04$ до $0,93 \pm 0,03$ ммоль/л, что исключает вероятность недостатка этого элемента.

Еще одной причиной низкого содержания щелочной фосфатазы может являться адаптация животных к высокой температуре окружающей среды, поскольку данный процесс сопряжен со снижением функционального состояния щитовидной железы, а соответственно, с уменьшением секреции тироксина и падением активности щелочной фосфатазы сыворотки крови, – образцы были взяты именно в летний период.

Концентрация глюкозы в сыворотке крови служит индикатором для определения уровня энергетического метаболизма у крупного рогатого скота. Небольшое отклонение от нормы по данному показателю было выявлено в первой группе животных – $1,55 \pm 0,13$ ммоль/л. Более низкое содержание глюкозы может говорить об энергетическом голодании животных и энергодефицитном состоянии, а также о гепатозе и гипотиреозе.

Билирубин – это продукт жизнедеятельности организма, образующийся в результате распада гемоглобина. Данный показатель используется для анализа работы печени, в частности, увеличение содержания билирубина в сыворотке крови говорит о наличии у животного острых и хронических заболеваний печени [58]. В наших исследованиях был отмечен низкий уровень билирубина во всех

опытных группах, его содержание в крови животных в среднем варьировалось от $0,91 \pm 0,09$ до $1,00 \pm 0,07$ мкмоль/л.

Здесь стоит отметить, что концентрация билирубина в сыворотке крови ниже нормы встречается очень редко. Более того, в других исследованиях, посвященных изучению биохимических показателей крови яков, также было отмечено более низкое содержание билирубина по сравнению с крупным рогатым скотом – 4,1 против 9,5 мкмоль/л [76]. Такая низкая концентрация билирубина в сыворотке крови коров красной горбатовской породы может быть обусловлена как довольно небольшим числом эритроцитов (4,86-5,28), так и высокой степенью обменных процессов в организме, что, по аналогии с особенностями крови яков, может являться показателем адаптации животных к экстремальным условиям.

Значения таких показателей, как общий белок, альбумин, глобулин, креатинин, АЛТ, АСТ, холестерин, кальций, фосфор, триглицериды и хлориды, не выходили за пределы референсных диапазонов. Достоверных различий между группами по исследуемым параметрам обнаружено не было ($p > 0,05$).

Известно, что процесс молокообразования и синтеза составных частей молока в вымени коров происходит путем сложной перестройки химических веществ, приносимых кровью, следовательно знание связей между основными показателями крови и молока может быть использовано при ведении селекции, направленной на повышение молочной продуктивности.

Несмотря на то, что согласно исследованиям ряда авторов [24] корреляции между биохимическими показателями крови и молока крупного рогатого скота в большинстве случаев незначительны и недостоверны, на наш взгляд, красная горбатовская порода в данном вопросе представляется недостаточно изученной.

Расчет коэффициентов корреляции (таблица 13) показал наличие достоверных положительных связей среднего уровня между концентрацией аспаратаминотрансферазы, удоем ($r = 0,64$, $p \leq 0,001$) и содержанием в крови фосфора и мочевины в молоке ($r = 0,56$, $p \leq 0,01$).

Таблица 13 – Взаимосвязи между компонентами молока и показателями крови (n=22)

Показатель	Удой	МДЖ	МДБ (ист.)	МДБ (общ.)	Лактоза	СОМО	СВ	Казеин	Ацетон	БГБ	Мочевина	КСК
Лейкоциты	-0,12	-0,06	0,08	0,08	-0,01	0,09	-0,01	0,09	-0,04	0,03	-0,17	-0,14
Эритроциты	-0,17	0,29	-0,01	-0,01	-0,24	-0,27	0,15	-0,03	-0,25	0,05	0,01	0,10
Гемоглобин	-0,22	-0,08	0,01	0,01	-0,35	-0,37	-0,19	-0,06	-0,02	0,34	-0,11	0,29
Общий белок	0,34	-0,39	-0,15	-0,15	0,18	0,02	-0,32	-0,16	0,32	0,11	0,01	-0,05
Альбумин	0,10	0,27	-0,03	-0,03	0,09	0,05	0,24	-0,01	-0,25	-0,23	0,29	0,11
Глобулин	0,27	-0,45	-0,13	-0,13	0,13	0,001	-0,37	-0,14	0,38	0,18	-0,10	-0,09
Креатинин	-0,21	0,18	-0,01	-0,01	0,02	-0,004	0,15	-0,002	-0,14	-0,09	0,04	0,01
Мочевина	0,09	-0,06	0,05	0,05	0,06	0,10	-0,02	0,05	-0,005	0,08	0,23	0,12
АЛТ	0,25	0,08	-0,37	-0,36	0,37	-0,03	0,06	-0,31	-0,35	-0,36	0,18	-0,27
АСТ	0,64***	-0,04	-0,63**	-0,62**	0,34	-0,32	-0,15	-0,61**	-0,07	-0,11	0,25	-0,14
Щелочная фосфатаза	0,25	0,14	-0,31	-0,30	0,12	-0,21	0,03	-0,30	0,03	0,13	0,17	0,17
Холестерин общий	0,27	-0,18	-0,51*	-0,51*	0,37	-0,18	-0,20	-0,47*	-0,03	-0,10	0,07	-0,25
Глюкоза	-0,63**	-0,04	0,39	0,39	-0,68***	-0,25	-0,12	0,32	0,20	0,45*	-0,48*	0,44*
Магний	0,04	0,20	0,26	0,27	0,16	0,46*	0,32	0,33	-0,06	-0,30	0,19	-0,21
Кальций	0,003	-0,39	-0,26	-0,26	-0,18	-0,47*	-0,48*	-0,33	0,20	0,47*	-0,25	0,19
Фосфор	0,19	0,38	0,14	0,15	0,18	0,34	0,43*	0,19	-0,27	-0,33	0,56**	-0,01
Триглицериды	-0,33	-0,14	0,13	0,13	-0,19	0,004	-0,13	0,13	0,28	0,38	-0,33	0,10
Билирубин общий	0,10	-0,05	-0,18	-0,19	-0,13	-0,39	-0,17	-0,25	0,08	0,18	-0,15	0,32
Хлориды	-0,22	0,05	0,29	0,29	-0,17	0,17	0,11	0,31	-0,05	-0,16	-0,13	-0,09

Глюкоза крови умеренно положительно коррелировала с бета-гидроксибутиратом и количеством соматических клеток ($r = 0,44 \dots 0,45$, $p \leq 0,05$). Кроме того, умеренно положительные связи были отмечены между магнием и сухим обезжиренным молочным остатком ($r = 0,46$, $p \leq 0,05$), кальцием и бета-гидроксибутиратом ($r = 0,47$, $p \leq 0,05$), фосфором и сухим веществом ($r = 0,43$, $p \leq 0,05$).

Отрицательные среднего уровня связи наблюдались между аспаратаминотрансферазой и массовыми долями общего и истинного белка ($r = -0,62 \dots -0,63$, $p \leq 0,01$); аспаратаминотрансфераза на том же уровне отрицательно коррелировала с казеином ($r = -0,61$, $p \leq 0,01$). Глюкоза крови обладала отрицательной зависимостью с такими показателями молока, как удой и лактоза, коэффициенты корреляции с которыми составили $-0,63$ ($p \leq 0,01$) и $-0,68$ ($p \leq 0,001$) соответственно. Средней силы отрицательная корреляция была выявлена между концентрацией в крови холестерина и содержанием в молоке белка ($r = -0,51$, $p \leq 0,05$). Умеренно отрицательные связи были обнаружены между глобулином и массовой долей жира ($r = -0,45$, $p > 0,05$), глюкозой и мочевиной ($r = -0,48$, $p \leq 0,05$), кальцием и сухим обезжиренным молочным остатком ($r = -0,47$, $p \leq 0,05$), а также кальцием и сухим веществом ($r = -0,48$, $p \leq 0,05$).

Взаимосвязи между остальными гематобиохимическими показателями крови и параметрами молочной продуктивности находились на более низком уровне, а зачастую переменные вообще не коррелировали друг с другом.

3.6. Полногеномный поиск ассоциаций однонуклеотидных полиморфизмов с показателями молока красной горбатовской породы

Племенные ресурсы отечественного скотоводства представлены различными малочисленными породами крупного рогатого скота, генофонд которых характеризуется высоким фенотипическим и генотипическим

разнообразием, позволяющим им, в частности, адаптироваться к различным условиям внешней среды, что подтверждается результатами высокопроизводительного генотипирования и секвенирования геномов и транскриптомов представителей турано-монгольских пород [204].

В то же время многие отечественные породы крупного рогатого скота были подвергнуты интрогрессии со стороны импортных генетических ресурсов или так называемых улучшающих пород, что представляет угрозу для сохранения уникального отечественного генофонда, особенно если учитывать, что восстановление естественного генетического фона породы-реципиента возможно только в редких случаях [193].

Тем не менее недавние исследования аллелофонда красного горбатовского скота показали, что данная популяция животных представляет собой обособленную генофондную локальную породу, улучшение которой быками-производителями англеской и красной датской пород не привело к потере уникальности ее аллелофонда [19].

Для сохранения уникальных «исторических» аллельных вариантов красной горбатовской породы, помимо изучения генетической архитектуры популяции, необходимо использовать комплекс инструментов геномного анализа, позволяющий эффективнее планировать получение особей, которые бы отвечали экономическим потребностям молочного скотоводства [189]. Таким образом, появятся предпосылки для успешного сохранения и развития красной горбатовской породы за счет увеличения уровня молочной продуктивности коров и повышения их конкурентоспособности.

Ряд исследователей приводит данные по выявлению генетических вариаций, влияющих на технологические свойства молока, например, в работе Bertelsen H. P. et al. [138] был определен наиболее значимый SNP, влияющий на свертываемость молока, расположенный проксимальнее гена CSN3, что объясняет 33% фенотипической дисперсии. Fang Z. H. et al. [155] обнаружили 10 областей QTL для относительных концентраций отдельных изоформ фосфорилирования aS2- и aS1-казеина на хромосомах 1, 2, 6, 9, 11, 14, 15, 18, 24

и 28. Sanchez M. P. et al. [186] выявили гены, связанные со свойствами молока для производства сыра у коров породы Монбельярд, среди них были как хорошо известные гены PAEP и DGAT1, так и новые – SLC37A1, ALPL, MGST1, SEL1L3, GPT, BRI3BP, SCD, GPAT4, FASN и ANKH, которые объясняли от 12% до 30% фенотипической дисперсии сыропригодности молока. В исследовании по выявлению генов-кандидатов, влияющих на особенности состава молочного белка, Zhou C. et al. [206] идентифицировали 194 SNP на 24 аутосомах крупного рогатого скота.

Другие авторы также исследовали однонуклеотидные полиморфизмы, ассоциированные с широким спектром количественных и качественных показателей молока. Так, например, Zhou J. et al. [207] обнаружили ген-кандидат CDH2, участвующий в адипогенезе, который может влиять на выработку молочного жира. В результате анализа GWAS и моделей ROH при оценке геномной изменчивости по селекционным признакам голштинизированного черно-пестрого скота Sermuyagin A. A. et al. [189] обнаружили локусы количественных признаков на хромосомах 1, 2, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 16, 20, 21 и 26. В частности, был обнаружен регион на BTA14 (1,44-1,59 Мб) с генами ZNF16, ARHGAP39, ZNF7, сопряженными с повышенным выходом молочного жира.

Результаты исследований Cruz V. A. R. et al. [149] показывают, что ген DGAT1 отвечает за большую часть вариабельности состава жирных кислот молока, а гены PLBD1 и MGST1 являются важными дополнительными генами-кандидатами у крупного рогатого скота голштинской породы. Данные Shi L. et al. [190] подтверждают генетическую связь гена AGPAT3 с жирнокислотным составом молока.

Silva A. A. et al. [191] выделили потенциальные гены-кандидаты (TRNAG-CCC, MAPK10 и PTPN3), ассоциированные с соматическими клетками. Ilie D. E. et al. [167] выяснили, что наиболее значимый SNP (rs110749552), ассоциированный с количеством соматических клеток, был локализован в гене HERC3.

В исследованиях Sanchez M. P. et al. [185] выявили 47 позиционных генов-кандидатов и 45 факторов транскрипции, высоко экспрессируемых в молочной железе по сравнению с 90 другими тканями крупного рогатого скота, тем самым была определена ключевая роль генов SLC37A1 и ANKH в содержании минеральных веществ коровьего молока.

Nayeri S. et al. [178] сообщили о нескольких значимых областях, связанных с прогнозируемыми спектроскопией в среднем инфракрасном диапазоне концентрациями β -гидроксibuтирата в молоке (показатель субклинического кетоза), где самые сильные ассоциации были обнаружены на хромосомах 6 и 14.

Анализ полногеномных ассоциаций для идентификации геномных областей и генов-кандидатов, определяющих величину удоя у крупного рогатого скота бразильской породы Джироландо, показал наличие 7 генов-кандидатов (LEP, CLOCK, CASR, LRRC4, DOCK1, SLC15A2 и SND1), участвующих в различных стадиях синтеза молока на хромосомах 1, 4, 6 и 26 [181].

Важно отметить, что для разных пород характерны различные наборы генов-кандидатов. Например, DGAT1 определяет высокую долю вариаций в признаках молочной продуктивности голштинской породы и в выходе жира у джерсейской породы, но в исследовании Oliveira H. R. et al. [180] не было найдено доказательств существенного влияния DGAT1 на показатели молочной продуктивности и количество соматических клеток у айрширской породы, даже несмотря на то, что ген выделялся у всех трех пород.

Таким образом, полногеномные исследования ассоциаций у крупного рогатого скота проводятся во многих странах, тем не менее в основном приводятся данные по голштинской и прочим коммерческим породам, в то время как множество других пород до настоящего времени изучены недостаточно. В полной мере это относится и к красной горбатовской породе, что и явилось обоснованием актуальности настоящего исследования.

Использование описательной статистики для исследованных методом инфракрасной спектроскопии показателей молока помогает лучше интерпретировать полученные результаты. В таблице 14 представлены данные

статистической обработки исследуемой выборки коров красной горбатовской породы.

Таблица 14 – Описательная статистика по показателям молочной продуктивности исследуемой выборки коров красной горбатовской породы

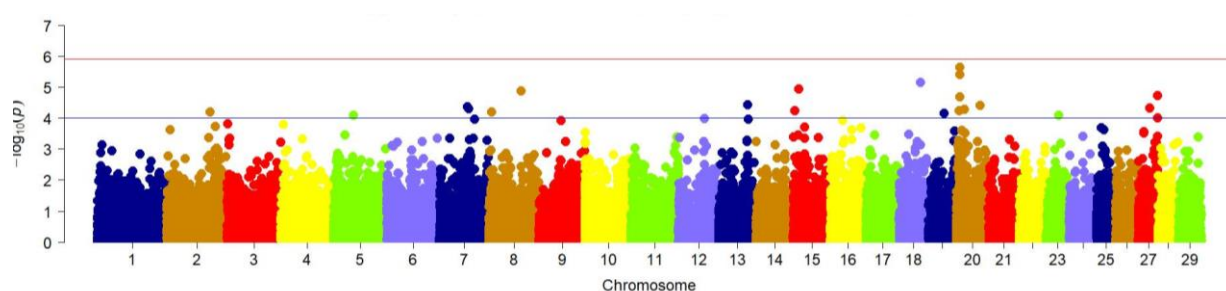
Показатели	Min	Max	Средняя	$\pm m$	Cv, %
Суточный удой, кг	1,7	15,1	12,8	0,4	38,6
МДБ, %	2,57	3,92	3,12	0,06	12,1
МДЖ, %	1,1	6,16	3,16	0,22	40,9
β -казеин, %	2,16	3,28	2,59	0,05	12,3
Лактоза, %	3,62	5,06	4,64	0,04	5,3
Сухое вещество, %	9,46	14,8	11,78	0,24	11,6
СОМО, %	7,86	9,72	8,73	0,08	5,0
БГБ, ммоль/л, мг \times 100 мл-1	0,02	0,305	0,080	0,008	60,9
Ацетон, ммоль/л, мг \times 100 мл-1	0,025	0,29	0,133	0,012	53,7
Мочевина, ммоль/л, мг \times 100 мл-1	10,5	33	17,41	0,79	26,4
Точка замерзания, -1×10^{-3} °С	523,5	558	534,87	1,38	1,5
pH	6,35	6,75	6,58	0,01	1,2
КСК, тыс. ед/мл	76	5600,5	742,88	209,32	164,3
ДКСК, %	32,5	87,5	69,68	2,00	16,7

Анализ указанных значений коэффициента вариации (Cv, %) показывает, что наименьшей изменчивостью характеризовались следующие показатели: кислотность, точка замерзания, СОМО и лактоза, относительное стандартное отклонение которых не превышало 5,5%. Средний уровень изменчивости был установлен у таких показателей, как МДБ, β -казеин, сухое вещество, ДКСК, с коэффициентом вариации не выше 17%. Более высокие значения получены для мочевины (26,44%), суточного удоя (38,6%), МДЖ (40,93%), ацетона (53,66%) и БГБ (60,94%). Наиболее значительная изменчивость была продемонстрирована КСК – 164,3%.

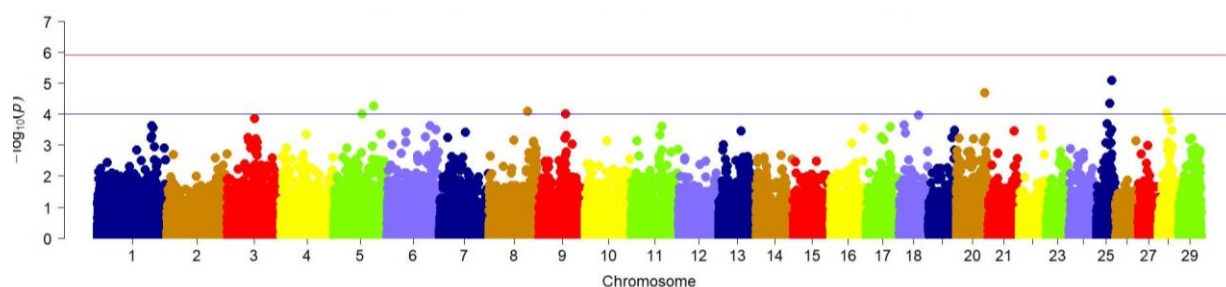
Размах изменчивости для МДБ, β -казеина, сухого вещества, ДКСК и мочевины свидетельствовал о нормальном распределении данных признаков в исследуемой выборке. Тогда как суточный удой, МДЖ, ацетон и БГБ показывали большой размах изменчивости. Чрезвычайно высокая изменчивость в количестве соматических клеток (КСК) свидетельствует о наличии у некоторых особей субклинической и клинической форм мастита, в частности,

максимальное значение по данному показателю составило свыше 5 млн ед/мл.

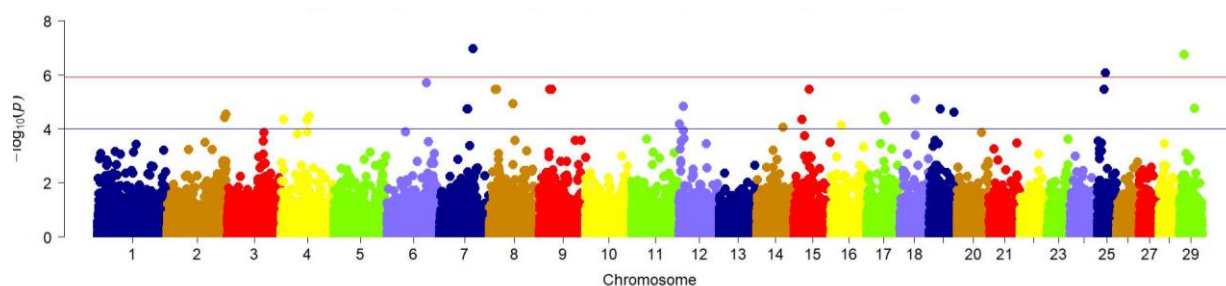
Полученные данные о нормальном распределении указанных ранее показателей позволили провести полногеномные ассоциативные исследования с целью выявления SNP, связанных с данными параметрами. После проведения фильтрации данных в анализе было использовано 42275 SNP. На рисунке 14 представлены результаты визуализации расположения статистически значимых SNP в 29 аутосомах коров красной горбатовской породы для некоторых из исследованных признаков.



А



Б



В

Рисунок 14 – Расположение статистически значимых SNP в 29 аутосомах коров красной горбатовской породы для признаков:

А – массовая доля белка; Б – массовая доля жира; В – количество

соматических клеток; логарифм значения q (ось Y) нанесен для каждой хромосомы (ось X); по оси Y – нижняя линия – значение соответствует уровню значимости $p \leq 0,00001$, верхняя линия – $p \leq 0,000001$

GWAS позволил установить 44 полногеномных и 178 суггестивных SNP, ассоциированных с исследованными параметрами молока красных горбатовских коров (таблица 15).

Таблица 15 – Число SNP, достоверно ассоциированных с показателями молочной продуктивности коров красной горбатовской породы

Показатель	Полногеномные		Суггестивные	
	Число	Распределение по хромосомам	Число	Распределение по хромосомам
Суточный удой	-	-	9	3, 5, 13, 18, 20, 24
МДБ	3	18, 20	20	2, 5, 7, 8, 13, 15, 19, 20, 23, 27
МДЖ	1	25	7	5, 8, 9, 20, 25, 28
β -казеин	5	15, 18, 20	18	5, 7, 8, 12, 13, 15, 16, 19, 20, 27
Лактоза	4	4, 12, 17, 18	8	5, 9, 12, 18, 20, 25, 29
Сухое вещество	1	20	11	5, 8, 18, 20, 22, 25, 28, 29
СОМО	1	20	10	2, 3, 7, 11, 15, 20, 27
БГБ	8	2, 4, 8, 12, 17, 25, 26	35	2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 18, 19, 20, 24, 25, 27
Ацетон	2	6, 14	28	2, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 15, 16, 18, 19, 24, 27, 28
Мочевина	-	-	1	28
Точка замерзания	3	3, 26	7	1, 4, 14, 17, 20, 21, 27
Кислотность	-	-	2	16, 22
КСК	15	6, 7, 8, 9, 13, 15, 18, 25, 29	19	2, 4, 7, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 29
ДКСК	1	23	3	7, 26, 28

Для таких показателей, как мочевина, кислотность и суточный удой, были определены только суггестивные ассоциации, расположенные на 1, 2 и 9 хромосомах соответственно. С МДБ и содержанием β -казеина были связаны 31 SNP, которые распределились между 13 хромосомами (2, 5, 7, 8, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 23, 27), при этом полногеномный характер ассоциаций был для 5 SNP,

распределенных между 3 хромосомами (15, 18, 20). С массовой долей жира было ассоциировано 8 SNP, которые локализовались на 6 хромосомах (5, 8, 9, 20, 25, 28), при этом был обнаружен всего 1 SNP, имеющий полногеномный характер ассоциации, который располагался на хромосоме 25. С содержанием продуктов метаболизма – БГБ и ацетона – в молоке красных горбатовских коров ассоциации выявлены для 43 и 30 SNP соответственно, которые были распределены между 23 хромосомами (для β -гидроксибутирата: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27; ацетона – 2, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 24, 27, 28). При этом для содержания β -гидроксибутирата полногеномных SNP было 8, для ацетона – 2, которые локализовались на 2, 4, 8, 12, 17, 25, 26 и 6, 14 хромосомах соответственно. С показателем КСК ассоциации демонстрировали 34 SNP, в том числе 15 полногеномных, которые были распределены между 9 хромосомами (6, 7, 8, 9, 13, 15, 18, 25, 29).

Наибольшее число полногеномных SNP для изученных признаков было выявлено на 18 и 20 хромосомах – 6 в обоих случаях. Из 6 значимых SNP на 18 хромосоме 1 SNP (ARS-BFGL-NGS-18019) был общим для двух признаков (МДБ и содержание β -казеина), тогда как остальные 4 SNP (ARS-BFGL-NGS-34817, BTA-42999-no-rs, UA-IFASA-5348, ARS-BFGL-NGS-29060) не являлись общими для исследуемых параметров.

Из 6 значимых SNP на 20 хромосоме 2 SNP (BTV-01636657 и ARS-BFGL-NGS-91235) также как и в предыдущем случае были общими для двух признаков (МДБ и содержание β -казеина), еще 2 SNP (ARS-BFGL-NGS-6953 и ARS-BFGL-NGS-14107) являлись ассоциированными с такими параметрами, как сухое вещество и СОМО (таблица 16).

Таблица 16 – Полногеномные SNP, ассоциированные с показателями состава молока красной горбатовской породы

CHR	SNP	Позиция	P
МДБ			
18	ARS-BFGL-NGS-18019	48538054	6,88E-06
20	BTV-01636657	7626481	3,98E-06
20	ARS-BFGL-NGS-91235	7543450	2,23E-06

МДЖ			
25	ARS-BFGL-NGS-32883	33773540	7,90E-06
Содержание β -казеина			
15	ARS-BFGL-NGS-114291	14242668	9,85E-06
15	ARS-BFGL-NGS-117603	14272339	9,85E-06
18	ARS-BFGL-NGS-18019	48538054	8,03E-06
20	BTB-01636657	7626481	3,10E-06
20	ARS-BFGL-NGS-91235	7543450	3,02E-06
Содержание лактозы			
4	ARS-BFGL-NGS-38567	60288494	7,81E-07
12	BTB-01678450	1681182	1,79E-06
17	BTB-00677011	44164743	7,81E-07
18	ARS-BFGL-NGS-34817	8384452	2,76E-06
Сухое вещество			
20	ARS-BFGL-NGS-6953	64423007	1,56E-06
COMO			
20	ARS-BFGL-NGS-14107	7007017	4,36E-06
БГБ			
2	ARS-BFGL-NGS-67929	104555063	4,91E-06
2	ARS-BFGL-NGS-23688	33023842	9,10E-06
4	ARS-BFGL-NGS-38567	60288494	2,59E-09
8	BTA-92138-no-rs	14394671	7,29E-06
12	BTB-01678450	1681182	1,14E-09
17	BTB-00677011	44164743	2,59E-09
25	Нармап48251-BTA-21977	17998799	5,88E-06
26	Нармап39763-BTA-61122	30678267	4,28E-06
Ацетон			
6	Нармап33631-BTC-043555	87327708	2,54E-06
14	Нармап54994-rs29026820	19849178	3,28E-06
Точка замерзания			
3	BTA-120086-no-rs	101879077	9,74E-07
26	Нармап52045-rs29025349	41544425	8,27E-06
26	Нармап36060-SCAFFOLD71490_809	41154335	8,27E-06
КСК			
6	BTB-01946648	89572513	2,05E-06
7	BTB-00327936	76349643	1,11E-07
8	Нармап39518-BTA-82980	13929541	3,51E-06
8	BTA-83016-no-rs	16099898	3,51E-06
9	ARS-BFGL-NGS-10167	23630089	3,51E-06
9	ARS-BFGL-NGS-110238	28954785	3,51E-06
13	ARS-BFGL-NGS-7342	60714542	7,28E-20
15	BTB-01444568	36211338	3,51E-06
15	ARS-BFGL-NGS-67096	35480232	3,51E-06
18	BTA-42999-no-rs	35085008	8,21E-06
18	UA-IFASA-5348	35027876	8,21E-06

Продолжение Таблицы 16

18	ARS-BFGL-NGS-29060	35163513	8,21E-06
25	Нармаp48251-ВТА-21977	17998799	8,79E-07
25	Нармаp25008-ВТА-109486	14464084	3,51E-06
29	Нармаp49260-ВТА-66294	9963108	1,77E-07
ДКСК			
23	Нармаp40179-ВТА-56624	46063916	3,74E-06

Проведенная в геномном браузере Ensembl (<http://oct2018.archive.ensembl.org/index.html>) по биологической библиотеке структурная аннотация геномных регионов, покрывающих окно $\pm 0,20$ Мб от идентифицированного SNP, показала наличие 20 функциональных генов (таблица 17).

Таблица 17 – Гены-кандидаты, ассоциированные с показателями состава молока красного горбатовского скота

Признаки	Хромосома	SNP	Гены ^{Позиции}
МДБ, казеин	2	ARS-BFGL-NGS-3990 ⁹⁸²¹⁷⁵⁹⁸	<i>UNC80</i> ^{98024633...98250962}
	7	ВТВ-00314778 ^{63255889...66921835}	<i>PDE6A</i> ^{63190542...63267311}
	20	Нармаp25537-ВТА-134848 ^{7993223...8042175}	<i>ARHGEF28</i> ^{7604086...7716625}
Казеин, МДБ, СОМО	7	ВТА-79668-no-rs ⁶⁶⁹²¹⁸³⁵	<i>GRIA1</i> ^{66766525...67109288}
	20	ARS-BFGL-NGS-101215 ^{8042175...7993223}	<i>ANKRA2</i> ^{7992719...8003011}
Казеин, КСК	4	ВТВ-01580567 ⁷¹⁸⁶⁹⁷¹	<i>ABCA13</i> ^{7096630...7487703}
Ацетон	6	ВТВ-00264506 ⁷⁹⁷³²¹²⁹	<i>ODAM</i> ^{87327028...87335880}
	10	ВТВ-00410309 ¹⁴⁰³⁷⁹⁰⁷	<i>AAGAB</i> ^{13992197...14074945}
	13	ARS-BFGL-NGS-35887 ⁴⁶⁴³³⁶⁹⁷	<i>ADARB2</i> ^{46383731...46630127}
	15	ARS-BFGL-NGS-115625 ⁴³⁵³⁸⁸⁶⁶	<i>SWAP70</i> ^{43509670...43585976}
	16	ВТВ-00654373 ⁶⁸⁴¹⁴⁶³⁷	<i>HMCN1</i> ^{68192901...68733392}
	24	Нармаp51000-ВТА-57638 ²²⁵¹⁹⁰⁶⁰	<i>DTNA</i> ^{22445691...22767026}
Казеин	13	ARS-BFGL-NGS-65111 ^{66623395...67264571}	<i>CTNBL1</i> ^{67257419...67431111}
Лактоза	5	ARS-BFGL-NGS-29924 ¹¹⁸⁰⁸⁹²⁷⁵	<i>TBC1D22A</i> ^{118086468...118343833}
рН	10	ARS-BFGL-NGS-101983 ⁶¹²⁰¹⁰²³	<i>GALK2</i> ^{61139588...61295379}
	16	ВТА-40330-no-rs ²⁰⁰⁷⁷⁹³⁷	<i>USH2A</i> ^{19573856...20502175}

КСК	6	Нармап33430-ВТС- 037618 ⁴¹⁵⁸⁸⁸⁴⁷	<i>SLIT2</i> ^{41236589...41640789}
	8	ВТА-38269-но-рс ⁵⁴¹²⁹³⁵⁸	<i>GNAQ</i> ^{53970972...54280697}
	14	ARS-BFGL-ВАС- 21623 ⁶¹⁰³⁴¹¹³	<i>ZFPM2</i> ^{60994139...61520208}
	15	ВТВ- 01444568 ^{36211338...35480232}	<i>OTOG</i> ^{35409567...35496594}

Анализ биологических функций генов-кандидатов показал, что они подразделяются на несколько основных функций, связанных с различными характеристиками организма животных:

- с содержанием минеральных веществ в молоке: кальция (ODAM, HS3ST2), магния (ODAM), калия (SLIT2);

- с воспроизводительными функциями: с легкостью отела, коэффициентом стельности (AAGAB, DTNA), мертворождением (HMCN1, DTNA), с коэффициентом осеменения (GALK2), первым осеменением после отела (USH2A), осеменением на зачатие (USH2A, GNAQ, UNC80), а также с интервалом от первого до последнего осеменения (SLIT2);

- с показателями молочной продуктивности и технологическими качествами; такими как массовая доля молочного белка (ADARB2, TBC1D22A, SLIT2, ZFPM2, ARHGEF28), выход молочного белка, удой молока (LRRC8D), комплексный индекс молочной продуктивности (OTOG), содержание конъюгированной линолевой кислоты в молоке (UNC80), выход молочного жира (ARHGEF28), индекс молока С14 (GRIA1), содержание миристолеиновой кислоты (GRIA1), оценка соматических клеток (C1QTNF3), содержание пентадециловой кислоты, скорость доения (CTNND2);

- с показателями мясной продуктивности: среднесуточным приростом, толщиной подкожного жира (HMCN1), массой туши (CTNNBL1);

- с резистентностью к заболеваниям: заболеваниям копыт и ног (PDE6A), восприимчивостью крупного рогатого скота к респираторным заболеваниям, восприимчивостью к *M. Paratuberculosis* (ANKRA2), восприимчивостью крупного рогатого скота к туберкулезу (ABCA13, CTNND2);

– с экстерьером и фенотипом: угол крупа (AAGAB), борозда вымени (AAGAB, DTNA), индекс вымени (SWAP70), положение задних ног — вид сбоку (HMCN1, DTNA), глубина туловища, молочные формы (тип), длина сосков, высота вымени (DTNA), пигментация в области глаз (ATRN), оценка экстерьера (CTNND2);

- с уровнем тироксина в крови (CTNND2);
- с продолжительностью продуктивной жизни (AAGAB, HMCN1, DTNA);
- с общей племенной ценностью (AAGAB, HMCN1);
- остаточным потреблением корма (HMCN1).

Поиск генов-кандидатов, связанных с производственными качествами, — важный шаг в дальнейшей селекционной работе по сохранению генофонда красной горбатовской породы. Обнаружение новых геномных ассоциаций с признаками молочной продуктивности позволит проводить более эффективный отбор этих животных на генетическом уровне.

Геномный анализ различных пород крупного рогатого скота, проведенный Saravanan et al. [187], выявил несколько генов-кандидатов, ассоциированных с различными признаками. В частности, ген ADARB2 был связан с молочной продуктивностью у таких пород, как айрширская, голштинская и джерсийская. Наше исследование показало, что этот ген, расположенный на 13-й хромосоме, связан с концентрацией ацетона в молоке.

Было также обнаружено, что ген ARHGEF28 ассоциирован с такими показателями молочной продуктивности, как массовая доля белка, содержание казеина и количество соматических клеток. В работе Forutan et al. [161] предположили связь между этим геном и плодовитостью крупного рогатого скота породы брахман.

При изучении связей между однонуклеотидными полиморфизмами (SNP) и показателями мясной продуктивности крупного рогатого скота породы неллор Espigolan et al. [154] обнаружили ряд SNP, расположенных близко к гену CTNNBL1. Этот ген участвует в образовании сплайсосомы, которая играет важную роль в основном метаболизме. В нашем исследовании один

специфический SNP, ARS-BFGL-NGS-65111, расположенный близко к гену CTNNBL1, был связан с содержанием казеина в молоке.

Геномный анализ шведской красной породы [198], которая, как и красная горбатовская, относится к группе красных пород крупного рогатого скота, показал, что ген GNAQ связан с таким показателем воспроизводительной способности, как продолжительность первой лютеиновой фазы. В то же время мы выявили связь между этим геном-кандидатом и количеством соматических клеток.

SNP ВТВ-00318021 (ВТА7), расположенный в гене GRIA1 и связанный с выходом молочного жира, был идентифицирован у крупного рогатого скота голштинской породы Zielke et al. [208]. Полногеномные ассоциативные исследования у красной горбатовской породы выявили SNP ВТА-79668, расположенный рядом с геном GRIA1 на хромосоме 7, который связан и с такими признаками молочной продуктивности, как массовая доля белка, содержание казеина и СОМО.

Ген-кандидат ZFPM2 представляет особый интерес, поскольку исследование, проведенное Cai et al. [144] на крупном рогатом скоте северной голштинской породы, выявило связь между этим геном и устойчивостью коров к маститу, в то время как наши данные указывают на то, что SNP ARS-BFGL-ВАС-21623, расположенный в пределах этого гена на хромосоме 14, также связан с количеством соматических клеток в молоке.

3.7. Особенности экстерьера коров красной горбатовской породы

Получить представление о внешнем виде, индивидуальных и породных особенностях животного возможно благодаря определению его экстерьера. При этом необходимо понимать, что порода представляет собой не только консолидированную, но также динамическую группу животных, поскольку она изменяется под давлением селекционного отбора, а значит, определяющие ее

породоспецифичные признаки, в том числе и экстерьер, по прошествии поколений могут различаться.

Для того чтобы определить экстерьер современных полновозрастных коров красной горбатовской породы и понять, как он изменялся на протяжении десятилетий, была проведена сравнительная характеристика основных промеров животных (рисунок 15).

Анализ экстерьера показал, что представители современной красной горбатовской породы стали более крупными по сравнению со своими предшественниками. Например, в 1958 году высота в холке в среднем составляла 120,1 см, а к 2023 году она уже равнялась 129,3 см. Аналогичная ситуация наблюдалась с высотой в крестце, где разница по данному промеру между 1958 и 2001, а также 2001 и 2023 годами составила 6,1 и 12,9 см соответственно. Исследуемая порода стала не только более высокорослой, но также и более вытянутой, в частности, среднее значение косой длины туловища равнялось 157,2 см, что на 8,1 см больше, чем в предыдущих поколениях.

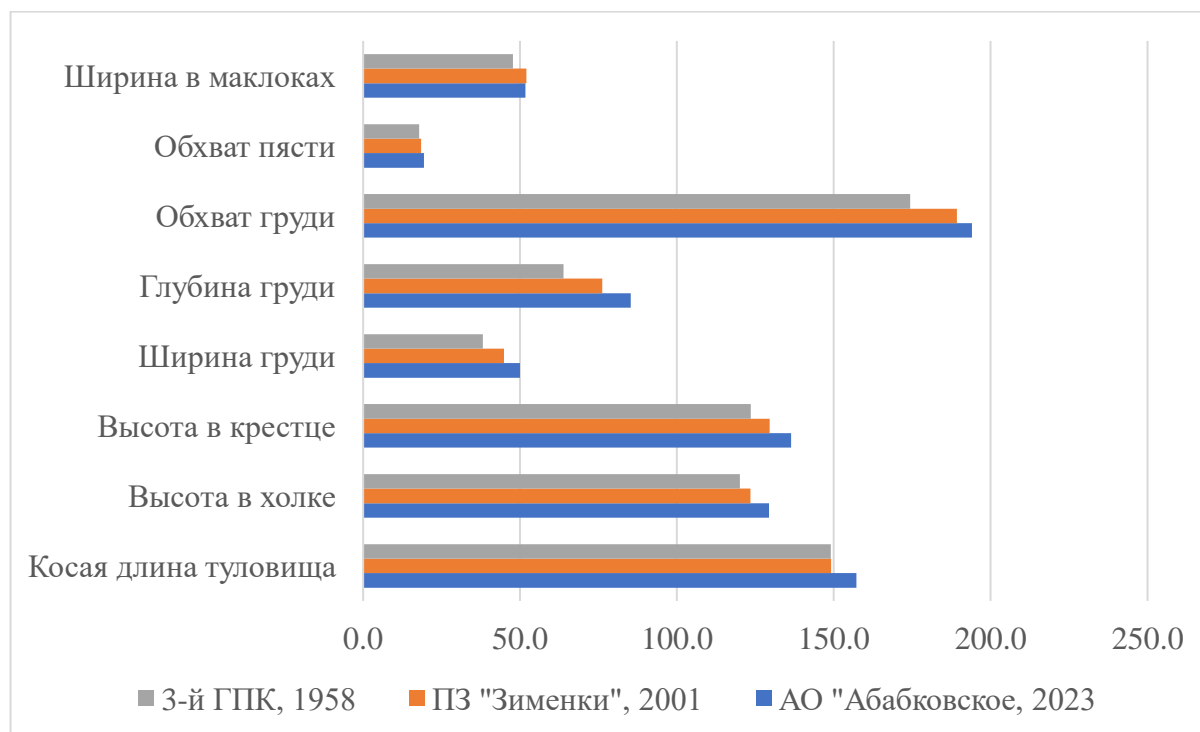


Рисунок 15 – Экстерьер полновозрастных коров красной горбатовской породы в процессе филогенеза [98]

В условиях интенсификации молочного скотоводства повышается важность оценки экстерьерно-конституциональных особенностей животных, поскольку показатели экстерьера взаимосвязаны со здоровьем стада, его продуктивностью, а также сроком хозяйственного использования [33, 69].

В связи с тем, что популяция красного горбатовского скота генетически представляется неоднородной, возникает необходимость в изучении экстерьерных параметров коров разных генотипов (таблица 18) для определения особенностей экстерьера животных в зависимости от доли кровности по красной горбатовской породе.

Таблица 18 – Сравнительная характеристика экстерьера красного горбатовского скота разных генотипов

Промеры	Кровность по красной горбатовской				В целом (n=42)	
	≥50% (n=25)		<50% (n=17)			
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Прямая длина туловища	127,0±1,6	6,4	125,1±1,4	4,7	126,2±1,1	5,8
Косая длина туловища	157,5±1,3	4,1	156,8±2,2	5,7	157,2±1,1	4,7
Высота в холке	130,2±1,4	5,2	128,1±1,1	3,5	129,3±0,9	4,6
Высота в крестце	135,9±1,2	4,5	137,1±1,2	3,6	136,4±0,9	4,1
Ширина груди	50,9±0,9	9,3	48,5±1,0	8,2	49,9±0,7	9,1
Глубина груди	87,6±1,5**	8,7	81,7±1,6	8,2	85,2±1,2	9,1
Обхват груди	195,9±1,1**	2,9	191,4±1,2	2,7	194,0±0,9	3,0
Обхват пясти	19,5±0,2	5,1	19,3±0,2	4,3	19,4±0,1	4,8
Ширина в маклоках	52,3±0,4*	3,8	50,8±0,6	5,2	51,7±0,4	4,6
Ширина в седалищных буграх	33,9±0,6**	9,0	31,8±0,3	4,1	33,1±0,4	8,1

Как известно, животные позднеспелых пород отличаются более продолжительным ростом вплоть до 5 лет [99]. Это также характерно для красной горбатовской породы, что подтверждается данными возрастной динамики живой массы, приведенными ранее (см. Таблицу 4). Следовательно, значения экстерьера во многом обусловлены возрастом исследуемых животных, поэтому для исключения влияния данного фактора изучаемые выборки были выравнены по лактационному возрасту, который составил 3,6±0,3 и 3,1±0,3 лактаций для первой и второй групп соответственно.

Представленные данные свидетельствовали о том, что группа животных с кровностью $\geq 50\%$ по всем промерам (за исключением высоты в крестце) превосходила группу с кровностью $< 50\%$. Статистически значимые различия между группами были получены по таким промерам, как глубина груди – 5,9 см ($p \leq 0,01$), обхват груди – 4,5 см ($p \leq 0,01$), ширина в маклоках – 1,5 см ($p \leq 0,05$) и ширина в седалищных буграх – 2,1 см ($p \leq 0,01$). Стоит отметить, что большая ширина таза связана с легкостью отела и с более низкой перинатальной смертностью телят [8], а глубина груди и ее обхват определяют объем грудной клетки и связаны с мясными качествами [130].

Кроме того, согласно исследованиям Батанова и др., такие промеры, как ширина в маклоках, ширина в седалищных буграх, глубина груди и обхват груди, оказывают влияние на количественные и качественные показатели молочной продуктивности, в частности, более широкотелые коровы обладали лучшими показателями по величине массовой доли жира в молоке и продуктивному индексу [44].

В целом красный горбатовский скот характеризовался как среднерослый, поскольку по высоте в холке он уступал более крупным черно-пестрой и голштинской породам на 7 см и 8,5 см, а по высоте в крестце на 3 см и 5,9 см соответственно, но при этом по данным промерам превосходил низкорослую айрширскую породу на 5,6 см и 7,6 см соответственно [72, 132].

Отдельно взятые промеры не позволяют дать целостную характеристику экстерьера животных, поэтому нами были вычислены индексы телосложения, выражающие соотношение взаимосвязанных промеров статей тела (таблица 19).

Таблица 19 – Индексы телосложения красного горбатовского скота разных генотипов

Индексы	Кровность по красной горбатовской				В целом (n=42)	
	$\geq 50\%$ (n=25)		$< 50\%$ (n=17)			
	M \pm m	Cv, %	M \pm m	Cv, %	M \pm m	Cv, %
Длинноногости	32,7 \pm 0,9	14,2	36,2 \pm 1,1*	12,3	34,1 \pm 0,7	14,2
Растянутости	121,3 \pm 1,4	5,9	122,4 \pm 1,7	5,8	121,7 \pm 1,1	5,8
Тазо-грудной	97,4 \pm 2,0	10,1	95,6 \pm 2,1	8,9	96,7 \pm 1,4	9,6
Грудной	58,1 \pm 0,4	3,6	59,4 \pm 0,7	4,6	58,6 \pm 0,4	4,1

Продолжение Таблицы 19

Сбитости	124,5±1,0	4,2	122,4±1,6	5,5	123,7±0,9	4,8
Перерослости	104,5±0,5	2,6	107,0±0,8*	3,1	105,5±0,5	3,0
Костистости	15,0±0,2	5,2	15,1±0,2	4,4	15,0±0,1	4,9
Шилозадости	155,4±2,5	8,1	159,9±3,0	7,8	157,2±1,9	8,0

Изучение индексов телосложения исследуемых групп животных с разной долей кровности по красной горбатовской породе показало, что значение индекса длинноногости было на 3,5% выше у группы коров с кровностью <50% ($p \leq 0,05$), также достоверная разность была получена по индексу перерослости, которая составила 2,5% ($p \leq 0,05$). По остальным индексам телосложения различия между группами не были статистически значимыми.

Сравнительный анализ полученных данных с результатами исследований экстерьера красной горбатовской породы 20-летней давности говорит о том, что особенности телосложения современных животных в целом характерны для данной породы, тем не менее имеются некоторые изменения в пропорциях тела [98].

Так, значения индексов длинноногости, сбитости и шилозадости стали меньше на 4,4%, 7,6% и 44,4% соответственно. Высокие показатели индекса шилозадости, которые были отмечены у полновозрастных коров в 2001 году (201,6%), указывают на суженность зада, что является серьезным недостатком экстерьера, но современный красный горбатовский скот лишен данного порока. Показатели индекса растянутости и тазо-грудного индекса, наоборот, увеличились на 5,4% и 10,4% соответственно. Значения индексов перерослости, костистости и грудного индекса остались на прежнем уровне, изменения составили не более 1%.

Особое значение в определении пригодности коров к машинному доению имеет экстерьерная и функциональная оценка вымени, поскольку при производстве доильных аппаратов зачастую не учитываются индивидуальные и породные особенности животных. Более того, согласно многим исследованиям [1, 104, 60, 121, 173], существует связь между промерами вымени, его формой и уровнем молочной продуктивности.

В процессе изучения промеров вымени коров разных генотипов (таблица 20) было установлено превосходство по всем исследуемым параметрам группы животных с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 50\%$, однако данные различия не являлись статистически значимыми ($p > 0,05$).

Таблица 20 – Морфологические и функциональные особенности вымени коров разных генотипов

Промеры	Кровность по красной горбатовской				В целом (n=42)	
	$\geq 50\%$ (n=25)		$< 50\%$ (n=17)			
	M \pm m	Cv, %	M \pm m	Cv, %	M \pm m	Cv, %
Обхват вымени, см	83,3 \pm 3,0	18,3	78,3 \pm 2,1	11,2	81,2 \pm 2,0	16,1
Ширина вымени, см	18,0 \pm 1,0	26,6	17,0 \pm 0,6	14,3	17,6 \pm 0,6	22,7
Длина вымени, см	26,5 \pm 1,0	18,8	24,8 \pm 1,0	15,8	25,8 \pm 0,7	17,8
Длина передних сосков, см	5,1 \pm 0,2	20,6	4,9 \pm 0,1	10,2	5,0 \pm 0,1	17,3
Длина задних сосков, см	4,3 \pm 0,2	21,9	4,2 \pm 0,2	17,3	4,2 \pm 0,1	20,1
Диаметр передних сосков, мм	23,5 \pm 0,4	7,6	22,5 \pm 0,4	7,6	23,1 \pm 0,3	7,8
Диаметр задних сосков, мм	24,4 \pm 0,4	7,5	23,3 \pm 0,4	7,7	24,0 \pm 0,3	7,6
Скорость молокоотдачи, кг/мин	1,76 \pm 0,03*	7,9	1,63 \pm 0,05	12,3	1,71 \pm 0,03	10,3

Также стоит обратить внимание на более высокие коэффициенты вариации в указанной группе, которые для таких показателей, как обхват, ширина и длина вымени, а также длина передних и задних сосков, равнялись 18,3%, 26,6%, 18,8%, 20,6% и 21,9% соответственно. Данная изменчивость признаков позволит более эффективно вести селекцию, направленную на улучшение экстерьера вымени.

Исходя из полученных данных можно сказать, что в целом вымя красного горбатовского скота небольших размеров, поскольку по таким промерам, определяющим его величину, как обхват, ширина и длина, были получены довольно низкие значения, которые составили 81,2 см, 17,6 см и 25,8 см соответственно. Стоит отметить, что в исследовании красной горбатовской породы по оценке морфо-функциональных особенностей вымени, проведенном на ведущей группе коров в 2001 году, были получены более высокие результаты: обхват вымени составлял 104,0 см, ширина – 24,4 см, а длина – 31,3 см [98], что также говорило о недостаточном развитии вымени.

Важными показателями, характеризующими технологические свойства вымени, являются длина и диаметр сосков. Желательная длина сосков находится в пределах 5,0–7,0 см, а диаметр – 18–32 мм [71, 72]. Средняя длина передних сосков в группе коров с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 50\%$ соответствовала стандарту и равнялась 5,1 см, в то же время длина задних сосков была недостаточной – 4,3 мм. Длина передних и задних сосков в группе животных с кровностью $< 50\%$ была ниже рекомендуемой и составила 4,9 см и 4,2 см соответственно. Средние значения диаметров передних и задних сосков в обеих группах соответствовали требованиям технологии машинного доения и находились в диапазоне от 22,5 мм до 24,4 мм.

Функциональное состояние молочной железы характеризуется интенсивностью молокоотдачи. По данному показателю коровы с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 50\%$ достоверно превосходили особей с кровностью $< 50\%$ на 0,13 кг/мин ($p \leq 0,05$). Более высокая скорость молокоотдачи позволяет не только снижать производственные затраты, но и уменьшать время механического воздействия на вымя.

В целом красный горбатовский скот характеризовался довольно высокой интенсивностью молокоотдачи, хотя и уступая по этому показателю голштинской породе (1,71 против 2,15 кг/мин) [64], но при этом (по исследованиям авторов [49; 73]) превосходил, например, красную степную и кавказскую бурую на 0,48 кг/мин и 0,23 кг/мин соответственно.

3.8. Характеристика воспроизводительной способности красной горбатовской породы

Уровень воспроизводства стада во многом определяет эффективность ведения молочного скотоводства. Для оценки воспроизводительных качеств генофондной популяции были сформированы три группы животных в зависимости от доли кровности по красной горбатовской породе. Как видно из

таблицы 21, исследуемые коровы были примерно одного возраста, в среднем 7,3–7,7 лактаций, что позволило исключить влияние данного фактора на показатели воспроизводства.

Таблица 21 – Воспроизводительные качества коров красной горбатовской породы разных генотипов

Показатели	Кровность по красной горбатовской					
	≥90% (n=15)		≥75% (n=82)		≥50% (n=110)	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Возраст в лактациях	7,3±0,2	8,6	7,7±0,2	25,7	7,4±0,2	28,6
Возраст 1-го отела, мес.	28,9±0,8	10,7	29,5±0,5	14,5	29,1±0,3	12,6
Сервис-период, дни (ПЗЛ)	97,0±20,6	47,5	114,9±12,1	49,3	127,7±16,6	66,4
Межотельный период, дни (ПЗЛ)	357,8±10,4	6,5	395,5±13,4	15,8	404,9±18,4	23,1
Сухостойный период, дни (ПЗЛ)	81,6±7,5	20,5	77,2±8,2	50,1	85,6±8,3	49,3
КВС	1,02±0,03	6,4	0,94±0,03	14,8	0,94±0,03	18,7
Индекс Дохи	47,5±1,2	5,5	44,8±1,1	11,2	43,5±1,7	19,5
Индекс осеменения, доз	2,0±0,3	43,3	2,1±0,2	76,6	2,0±0,2	67,1

Примечание: КВС – коэффициент воспроизводительной способности; ПЗЛ – последняя законченная лактация

Возраст первого отела оказывает влияние на продолжительность использования, воспроизводительные качества и молочную продуктивность коров [64; 2]. Различия по данному показателю между исследуемыми группами животных были незначительны и находились в пределах 0,2–0,6 мес. ($p>0,05$). Исходя из полученных данных, можно утверждать, что красная горбатовская порода не характеризовалась скороспелостью, поскольку среднее значение возраста первого отела составило 29,2 мес., тем не менее считается, что получение отелов в возрасте 25–28 мес. способствует формированию животных более крепкой конституции, приспособленных к продолжительному хозяйственному использованию [2].

Изучение продолжительности сервис-периода, который является одним из этапов в физиологическом цикле коровы, также дает представление о репродуктивных качествах стада. Наименьшее значение по данному показателю было получено в группе животных с долей кровности по красной горбатовской

$\geq 90\%$ – $97,0 \pm 20,6$ дня, по мере уменьшения кровности наблюдалось увеличение продолжительности сервис-периода – $114,9 \pm 12,1$ дней и $127,7 \pm 16,6$ дней для второй и третьей групп соответственно.

В современных условиях интенсификации молочного скотоводства многие породы характеризуются более продолжительным сервис-периодом, в частности, согласно сводным бонитировочным отчетностям для голштинской, черно-пестрой и айрширской популяций крупного рогатого скота, значение данного показателя в среднем 132 дня [100], что обусловлено высокой молочной продуктивностью данных пород. В то же время удлинение сервис-периода с целью получения более продолжительной лактации и увеличения производства молока приводит также к удлинению сухостойного периода, а среднесуточный удой в целом за лактацию снижается [42].

Кроме того, увеличение периода до плодотворного осеменения снижает эффективность использования коров на молочной ферме за счет сокращения продуктивного долголетия [135]. Наиболее близкой к оптимальной продолжительности сервис-периода характеризовались животные с максимальной долей кровности по красной горбатовской породе – $97,0 \pm 20,6$ дня, тем не менее данное превосходство не являлось статистически значимым [$p > 0,05$]. При этом, учитывая достаточно высокие значения коэффициентов вариации в исследуемых группах – 47,5–66,4%, необходимо проводить селекционную работу, направленную на снижение продолжительности сервис-периода.

Также необходимо понимать, что плодотворное осеменение коров возможно только тогда, когда в их организме наступает положительный энергетический баланс [96]. Следовательно, исходя из дефицита обменной энергии и ряда питательных веществ в рационе коров, что также подтверждается результатами анализов крови и невысокой молочной продуктивностью, можно предположить, что увеличение уровня кормления животных будет способствовать сокращению продолжительности сервис-периода.

Еще одной важной частью естественного репродуктивного цикла крупного

рогатого скота является сухостойный период, в течение которого происходит перестройка физиологических процессов в организме коровы и прекращается синтез молока. Продолжительность сухостойного периода для групп животных с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 90\%$, $\geq 75\%$ и $\geq 50\%$ составила $81,6 \pm 7,5$, $77,2 \pm 8,2$ и $85,6 \pm 8,3$ дней соответственно. Достоверных различий по данному показателю между группами выявлено не было [$p > 0,05$].

Ряд исследователей считают, что наиболее оптимальная продолжительность сухостойного периода должна находиться в пределах от 50 до 70 дней [35, 6]. Как сокращение, так и удлинение данного периода приводит к снижению молочной продуктивности и экономически не целесообразно. В то же время другие авторы обращают внимание на то, что в условиях интенсивной технологии производства молока для высокопродуктивных коров продолжительность сухостойного периода 80 дней более приемлема, поскольку обеспечивает повышение их молочной продуктивности и репродуктивной функции [70].

Продолжительность сухостойного периода во многом зависит от продуктивности животных и их репродуктивной способности [133]. Исходя из того, что красный горбатовский скот характеризовался достаточно низкой молочной продуктивностью, на наш взгляд, необходимо осуществлять работу, направленную на снижение значений данного показателя для увеличения продолжительности лактации и повышения молочной продуктивности.

Более полную оценку репродуктивных качеств животных дает коэффициент воспроизводительной способности, который характеризует плодовитость маточного поголовья и зависит от продолжительности межотельного периода, а также индекс плодовитости Дохи, объединяющий возраст первого отела коров с показателем межотельного периода.

При оптимальном уровне плодовитости коров значение коэффициента воспроизводительной способности равняется единице [119]. Таким образом, среднее значение данного показателя в группе коров с наиболее высокой кровностью по красной горбатовской породе соответствовало рекомендуемой

норме и равнялось $1,02 \pm 0,03$. В остальных группах были отмечены более низкие коэффициенты воспроизводительной способности, которые составили $0,94 \pm 0,03$.

Значение индекса Дохи, полученное в группе животных с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 90\%$, которое составило $47,5 \pm 1,2$, свидетельствовало об их хорошей воспроизводительной способности. Более низкие значения во второй и третьей группах – $44,8 \pm 1,1$ и $43,5 \pm 1,7$ соответственно – говорили о среднем уровне плодовитости [20].

Еще одним показателем воспроизводительной способности животных является индекс осеменения, который показывает кратность осеменений на одну оплодотворенную корову. Сравнительная оценка коров красной горбатовской породы в зависимости от генотипа показала, что по данному показателю различия между исследуемыми группами были незначительны и составили не более 0,1 доз.

Возраст животного является одним из основных факторов, влияющих на его воспроизводительную способность. На рисунке 16 отражены изменения значения индекса осеменения маточного стада красного горбатовского скота в зависимости от лактационного возраста.

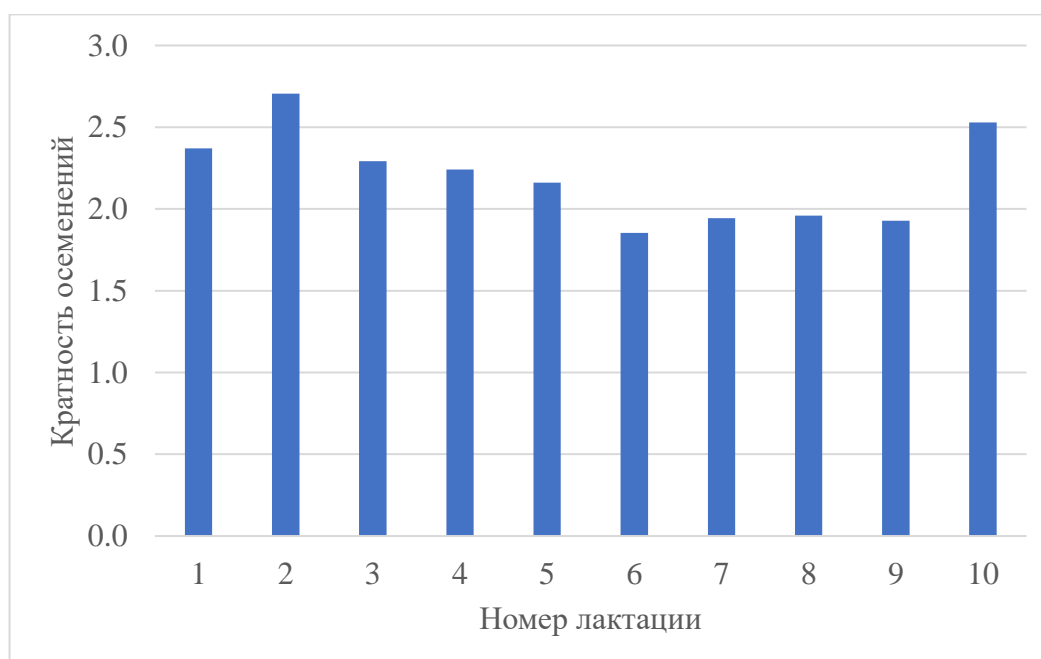


Рисунок 16 – Индекс осеменений коров в зависимости от лактационного возраста

Исходя из полученных данных, можно утверждать, что красная горбатовская порода сохраняет высокую воспроизводительную способность вплоть до 10-й лактации, поскольку на протяжении 6, 7, 8 и 9 лактаций кратность осеменений, необходимая для оплодотворения, в среднем составляла менее 2 доз, что считается неплохим показателем. При этом наибольшая кратность осеменений была отмечена у животных 2-й лактации и составила 2,7 доз. В целом влияние такого фактора как возраст в лактациях на кратность осеменений было незначительно, что также подтверждается очень слабой отрицательной корреляцией между данными показателями ($r = -0,10$, $p > 0,05$).

В то же время результаты исследования возрастных изменений воспроизводительных качеств коров черно-пестрой породы показали, что с возрастом число осеменений на оплодотворение увеличивается с 1,1 до 2,0 [126].

Результаты осеменения считаются оптимальными, если индекс осеменения составляет 1,5 [75], поэтому при дальнейшей работе с красной горбатовской породой необходимо работать над его улучшением. Для этого нужно обратить внимание на обеспеченность животных минеральными веществами и витаминами. Кроме того, активный моцион в стойловый период также будет способствовать лучшей оплодотворяемости коров [75].

Исследования многих авторов показывают, что между уровнем молочной продуктивности и воспроизводительной функцией крупного рогатого скота имеется отрицательная связь: эти авторы утверждают, что с увеличением продуктивности коров их воспроизводительные способности ухудшаются [118]. В связи с этим представляет интерес изучение воспроизводительных качеств красного горбатовского скота в зависимости от уровня удоя.

Данные, представленные в таблице 22, свидетельствовали о том, что статистически значимых различий между группами животных с различной молочной продуктивностью по исследуемым показателям воспроизводства выявлено не было ($p > 0,05$).

Известно, что для животных более высокой молочной продуктивности характерно удлинение репродуктивного цикла, но в случае с красной

горбатовской породой коровы, удои которых составлял больше 7000 кг, наоборот, отличались наиболее ранним возрастом первого отела – 27,2 мес. и самой короткой продолжительностью сервис- и межотельного периодов – $90,0 \pm 25,3$ дней и $352,8 \pm 19,0$ дней соответственно. Так как более высокие значения удоев в исследуемых группах не оказали негативного влияния на воспроизводительные качества коров, можно заключить, что, по всей видимости, данная порода обладает значительным нереализованным потенциалом молочной продуктивности.

Таблица 22 – Воспроизводительные качества красного горбатовского скота в зависимости от уровня удоя

Градация по удою	n	Показатели воспроизводства				
		возраст 1 отела, мес.	сервис-период, дни	межотельный период, дни	сухостойный период, дни	индекс осеменения, доз
		M±m	M±m	M±m	M±m	M±m
<5000	39	30,1±0,8	106,4±13,3	384,0±25,6	65,0±3,6	2,0±0,3
5001-5500	77	28,9±0,4	109,9±13,5	363,1±9,0	72,6±6,0	2,0±0,2
5501-6000	50	29,0±0,5	110,2±14,9	385,0±17,7	76,8±6,3	2,1±0,3
6001-7000	23	30,2±0,7	96,8±11,3	368,0±26,0	73,2±7,4	2,5±0,5
>7000	16	27,2±0,6	90,0±25,3	352,8±19,0	66,6±3,0	2,3±0,4
В среднем	205	29,2±0,3	105,7±7,2	370,6±7,4	72,3±3,0	2,1±0,1

3.9. Продуктивное долголетие красной горбатовской породы

Широкое использование в отечественном молочном скотоводстве импортной генетики, представленной преимущественно голштинской породой крупного рогатого скота, привело к сокращению срока использования коров, что подтверждается рядом исследований [55, 91, 103]. Тогда как многие отечественные породы крупного рогатого скота характеризуются более высокой продолжительностью продуктивно-хозяйственного использования [109], в частности, согласно исследованиям, продуктивное долголетие красной горбатовской породы в среднем по популяции составляло 4,4 лактации [92].

Следовательно, возникает необходимость в анализе причин выбытия коров современного стада для выявления потенциала увеличения сроков использования животных.

Для визуализации полученные данные по выбытию коров были структурированы в виде круговой диаграммы (рисунок 17).



Рисунок 17 – Структура причин выбытия коров АО «Абабковское»

Результаты исследования показали, что около трети (31%) всех причин выбытия приходилось на патологии репродуктивной системы; доля травм и хирургических заболеваний в структуре составила 16%; яловость – 10%. Патология обмена веществ явилась следствием выбытия для 8% коров. Такие факторы, как старость (5%), патология молочной железы (5%), патология пищеварительной системы (4%) и патология опорно-двигательной системы (3%), вместе составили 17%, еще 18% приходилось на прочие причины.

Также был проведен анализ изменений процентного соотношения причин выбытия (см. рисунок 18). Полученные результаты свидетельствовали о том, что

по сравнению с 2018 годом доля гинекологических заболеваний и яловости в структуре причин выбытия животных снизилась на 5% (29% против 24%), что может говорить об улучшении качества ветеринарного обслуживания маточного стада.

Доля патологий молочной железы составила 5%, где наиболее частой причиной выбытия явился мастит – 2,1%. Сравнение с данными за 2018 год говорит о значительном снижении доли патологий молочной железы как фактора выбраковки в общей структуре, так как ранее это значение равнялось 16%. Это могло быть обусловлено более тщательным уходом за состоянием молочной железы.

Небольшую долю в структуре причин выбытия занимали заболевания конечностей, на них приходилось всего 3% случаев выбраковки, что ниже значений 2018 года на 5%. На наш взгляд, обновление напольного покрытия в коровниках могло позволить снизить количество случаев выбраковки животных по причине патологий опорно-двигательной системы.



Рисунок 18 – Структура причин выбытия красной горбатовской породы в динамике

Значительная часть причин выбраковки коров приходилась на травмы и несчастные случаи, их доля составила 16%, что несколько выше по сравнению с 2018 годом, когда доля животных, выбывших по указанным причинам, достигала 12%. Данная ситуация свидетельствовала об ухудшении качества работы с крупным рогатым скотом.

В исследованиях айрширского скота разных генотипов было установлено, что имеется достоверная связь кровности по родственным породам с причинами выбытия коров [10]. В связи с этим для анализа причин выбытия коров красной горбатовской породы были сформированы группы животных в зависимости от кровности, представленные в таблице 23.

Таблица 23 – Причины выбытия коров красной горбатовской породы разных генотипов

Причина выбытия	Кровность по красной горбатовской					
	≥90% (n=127)		≥75% (n=185)		<75% (n=65)	
	голов	%	голов	%	голов	%
<i>Патология репродуктивной системы</i>	35	27,6	69	37,3	12	18,5
в т. ч.: аборт	4	3,1	3	1,6	1	1,5
атрофия яичников	1	0,8	2	1,1	–	–
выпадение матки	1	0,8	5	2,7	–	–
гинекологические болезни	13	10,2	37	20,0	2	3,1
задержание плодных оболочек	–	–	–	–	1	1,5
кисты яичников	3	2,4	1	0,5	–	–
маточное кровотечение	–	–	1	0,5	–	–
скручивание матки	–	–	3	1,6	–	–
субинволюция матки	1	0,8	–	–	–	–
трудные роды и осложнения	7	5,5	15	8,1	6	9,2
эндометрит	5	3,9	2	1,1	2	3,1
<i>Патология молочной железы</i>	9	7,1	7	3,8	4	6,2
в т. ч.: абсцесс вымени	1	0,8	–	–	–	–
атрофия вымени	1	0,8	2	1,1	–	–
болезни молочной железы	5	3,9	2	1,1	1	1,5
мастит	2	1,6	3	1,6	3	4,6
<i>Патология сердечно-сосудистой системы</i>	5	3,9	1	0,5	1	1,5
Болезни сердечно-сосудистой системы	–	–	1	0,5	–	–
перикардит	5	3,9	–	–	1	1,5
<i>Патология дыхательной системы</i>	1	0,8	3	1,6	–	–
<i>Патология опорно-двигательной системы</i>	5	3,9	5	2,7	–	–
в т. ч.: артрит	–	–	1	0,5	–	–

Продолжение Таблицы 23

болезни конечностей	5	3,9	4	2,2	–	–
<i>Патология пищеварительной системы</i>	1	0,8	13	7,0	–	–
в т. ч.: болезни пищеварительной системы	1	0,8	12	6,5	–	–
тимпания рубца	–	–	1	0,5	–	–
<i>Патология обмена веществ</i>	11	8,7	9	4,9	11	16,9
<i>Травмы и хирургические заболевания</i>	21	16,5	31	16,8	9	13,8
в т. ч.: несчастные случаи (травмы)	14	11,0	19	10,3	3	4,6
разрыв и прободение матки	–	–	1	0,5	–	–
разрыв и растяжение связок	–	–	2	1,1	–	–
травмы вымени	7	5,5	3	1,6	5	7,7
травмы конечностей	–	–	6	3,2	1	1,5
<i>Селекционные критерии</i>	20	15,8	28	15,1	10	15,4
в т. ч.: старость	6	4,7	13	7,0	1	1,5
яловость	14	11,0	15	8,1	9	13,8
<i>Прочие причины</i>	19	14,9	19	10,3	18	27,7
Итого	127	100%	185	100%	65	100%

Патология репродуктивной системы занимала значительную долю в структуре причин выбытия коров, так для животных с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 90\%$ она составляла 27,6% всех случаев, где наиболее частой причиной выбраковки явились гинекологические болезни – 10,2%. Группа животных с кровностью $\geq 75\%$ характеризовалась большей долей патологий репродуктивной системы – 37,3%, где так же, как и в предыдущей группе, большую часть составляли гинекологические болезни – 20,0%. При этом для коров с кровностью $< 75\%$ был характерен более низкий процент патологий репродуктивной системы – 18,5%, где, в отличие от предыдущих групп, наиболее частой причиной выбытия явились трудные роды и осложнения – 9,2%.

Примечательно, что авторы, изучавшие причины выбытия голштинского скота, отмечали более низкую встречаемость патологий репродуктивной системы – около 16–17%, в том числе на долю гинекологических болезней приходилось 2–3%, а трудные роды и осложнения составляли 5–8% всех случаев выбраковки [27, 84]. Данная ситуация могла быть обусловлена тем, что при выбытии животные красной горбатовской породы отличались более высоким лактационным возрастом.

Доля животных красной горбатовской породы, выбывших по причине патологий молочной железы в исследуемых группах, была незначительна и колебалась в промежутке от 3,8% до 7,1%.

Такие причины выбытия, как патология сердечно-сосудистой, дыхательной, опорно-двигательной и пищеварительной систем, также занимали небольшой удельный вес, который для групп с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 90\%$, $\geq 75\%$ и $< 75\%$ суммарно составил 9,4%, 11,8% и 1,5% соответственно. Чаще встречались патологии обмена веществ, доли которых для первой, второй и третьей групп составили 8,7%, 4,9% и 16,9% соответственно.

Выбраковка животных по причине травм и хирургических заболеваний в первую очередь обусловлена факторами внешней среды. Доля животных, выбывших по указанным причинам, находилась в пределах от 13,8% до 16,8%, что соответствует значениям, приводимым в других исследованиях [27, 84].

Улучшение пород путём скрещивания часто приводит к снижению их приспособленности к местным условиям и сокращению сроков использования [91]. Поэтому для изучения продуктивного долголетия и показателей хозяйственного использования красной горбатовской породы в зависимости от доли кровности были сформированы группы коров, которые являлись матерями современного маточного стада (и на сегодняшний день уже выбыли).

В таблице 24 приведена сравнительная оценка молочной продуктивности животных разных генотипов. Наиболее высокие удои за 305 дней лактации были получены в группах коров с кровностью по красной горбатовской породе $\geq 90\%$ и $\geq 75\%$, которые равнялись 4888 ± 91 кг и 5064 ± 71 кг соответственно. При этом превосходство данных групп над животными с долей кровности менее 75% составило 371 кг ($p \leq 0,05$) и 547 кг ($p \leq 0,001$) для первой и второй групп соответственно.

Таблица 24 – Молочная продуктивность выбывших коров красной горбатовской породы разных генотипов

Показатель	Кровность по красной горбатовской					
	≥90% (n=76)		≥75% (n=114)		<75% (n=43)	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Удой за 305 дней лактации, кг	4888±91*	16,1	5064±71***	15,0	4517±124	18,0
Массовая доля жира, %	4,35±0,02	3,1	4,33±0,01	3,1	4,36±0,02	2,9
Массовая доля белка, %	3,26±0,01**	2,3	3,26±0,01**	2,1	3,22±0,01	2,0
Скорость молокоотдачи, кг/мин	1,64±0,02	12,3	1,49±0,02	13,7	1,61±0,03	11,8
Живая масса, кг	493±3	5,3	494±3	6,2	482±6	8,7
Коэффициент молочности	997±21	18,4	1030±16*	16,7	947±31	21,6

Также было обнаружено достоверное превосходство животных с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 90\%$ и $\geq 75\%$ по такому показателю, как массовая доля белка, которое составило 0,04% ($p \leq 0,01$).

По массовой доле жира достоверных различий между группами выявлено не было, а значения данного показателя находились в пределах от 4,33% до 4,36%.

Данные по скорости молокоотдачи коров свидетельствовали о том, что животные с кровностью $\geq 75\%$ уступали по этому показателю особям из других групп. Так, достоверное различие между указанной группой и животными с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 90\%$ и $< 75\%$ составляло 0,15 кг/мин ($p \leq 0,001$) и 0,12 кг/мин ($p \leq 0,01$) соответственно.

Еще одним показателем оценки продуктивных качеств молочного скота является коэффициент молочности, показывающий количество надоенного молока за лактацию в расчете на 100 кг живой массы. По данному показателю наиболее высокие значения были получены в группах животных с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 90\%$ и $\geq 75\%$, которые равнялись 997±21 кг и 1030±16 кг соответственно. Более того, вторая группа коров по причине более высоких удоев достоверно превосходила животных с кровностью

менее 75%, где разница между группами составила 83 кг ($p \leq 0,05$).

При этом группа животных с наименьшей долей кровности по красной горбатовской породе отличалась более низкой живой массой по сравнению с другими группами (482 кг против 493 кг и 494 кг), однако данное различие не являлось статистически значимым.

Продуктивное долголетие является важным селекционным признаком, который, по мнению ряда авторов [205], относится к наиболее значимым с экономической точки зрения после молочной продуктивности.

Одним из способов оценки продуктивного долголетия является определение возраста животного в лактациях при выбытии. Анализ данных лактационного возраста выбывших коров (таблица 25) показал, что наиболее высокими показателями продуктивного долголетия характеризовались животные с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 90\%$ и $\geq 75\%$; срок хозяйственного использования для данных групп составил $5,7 \pm 0,2$ и $6,5 \pm 0,2$ лактаций соответственно. В то же время животные с кровностью менее 75% отличались более низким продуктивным долголетием – $4,3 \pm 0,4$ лактаций.

Таблица 25 – Продуктивное долголетие и пожизненная молочная продуктивность коров красной горбатовской породы разных генотипов

Показатель	Кровность по красной горбатовской					
	$\geq 90\%$ (n=76)		$\geq 75\%$ (n=114)		$< 75\%$ (n=43)	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Число лактаций	$5,7 \pm 0,2^{**}$	35,9	$6,5 \pm 0,2^{***}$	36,4	$4,3 \pm 0,4$	63,2
Количество дойных дней	1765 ± 87	42,7	$2112 \pm 85^{***}$	42,8	1516 ± 136	54,7
Пожизненный удой, кг	$29771 \pm 1226^{***}$	37,1	$29152 \pm 1008^{***}$	36,9	20772 ± 1688	53,3
Удой на 1 день лактации, кг	$17,7 \pm 0,4$	21,3	$14,7 \pm 0,4$	26,7	$16,8 \pm 0,7$	25,8
Удой на 1 день жизни, кг	$9,5 \pm 0,2^{**}$	20,6	$8,4 \pm 0,2$	23,5	$8,0 \pm 0,4$	30,2
Возраст 1 отела, мес.	$31,0 \pm 0,5$	13,5	$32,9 \pm 0,5$	15,7	$30,1 \pm 0,7$	15,6

Здесь хотелось бы отметить, что исследования продуктивного долголетия данной популяции красного горбатовского скота, проведенные в 2016 году [94], свидетельствовали о более низком продуктивном долголетии, которое в среднем составляло 3,9 лактаций. Кроме того, авторы отмечали, что при некотором повышении кровности красного горбатовского скота по улучшающим породам увеличивается продуктивное долголетие, что соотносится с нашими данными, в частности, группа животных с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 75\%$ достоверно превосходила коров с кровностью $\geq 90\%$ на 0,8 лактаций [$p \leq 0,01$].

Количество дойных дней связано с числом и продолжительностью лактаций. По этому показателю наиболее высокое значение было получено в группе коров с кровностью $\geq 75\%$, которое равнялось 2112 ± 85 . Указанное превосходство данных животных над особями из других групп также было статистически значимым.

Несмотря на то, что по продуктивному долголетию группа коров с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 90\%$ уступала животным с кровностью $\geq 75\%$, наиболее высокий пожизненный удой был получен именно в первой группе, который составил 29771 ± 1226 кг, несколько меньшая величина данного показателя была получена во второй группе – 29152 ± 1008 кг. При этом третья группа животных с кровностью менее 75% отличалась наиболее низким пожизненным удоём – 20772 ± 1688 . Первая и вторая группы достоверно превосходили третью по этому показателю на 8999 кг ($p \leq 0,001$) и 8380 кг ($p \leq 0,001$) соответственно.

Достоверные различия были получены и по такому показателю, как удой на 1 день жизни, где первая группа коров с наибольшей кровностью по красной горбатовской породе достоверно превосходила особей из второй и третьей групп на 1,1 кг ($p \leq 0,001$) и 1,5 кг ($p \leq 0,01$)

Преыдущие исследования пожизненной молочной продуктивности красного горбатовского скота также свидетельствовали о более низких показателях удоа на 1 день лактации и на 1 день жизни, а также пожизненного

удоя, которые в среднем составляли $13,2 \pm 0,10$ кг, $6,4 \pm 0,08$ кг и 17902 ± 408 кг соответственно [93].

3.10. Сравнительная характеристика быков-производителей красной горбатовской породы по молочной продуктивности дочерей

Молочное скотоводство исторически было сосредоточено на относительно небольшом количестве элитных быков-производителей, что вызывает беспокойство, поскольку необходимо учитывать возможность наличия негативных последствий инбридинга в генофонде [195]. К тому же генетический прогресс напрямую зависит от генетической изменчивости, следовательно, сохранение генетического разнообразия в будущих поколениях молочного скота имеет первостепенное значение для долгосрочного успеха молочной промышленности [188].

Понимая важность красной горбатовской породы, необходимо не только ее сохранять, но и развивать, что невозможно без изучения породной структуры быков-производителей, участвовавших в воспроизводстве племенного стада, для последующей оценки племенной ценности и генетического потенциала различных генотипов [9].

При анализе происхождения животных красной горбатовской породы (таблица 26) установлено, что в четырех поколениях родословных встречается 49 быков-производителей, из них 26 производителей красной горбатовской породы, 10 быков – англеской породы и 5 быков красной датской породы.

Таблица 26 – Кровность быков, использовавшихся в воспроизводстве красной горбатовской породы АО «Аббковское»

Кличка и номер быка	Доля кровности, %				
	Красная горбатовская	Англеская	Красная датская	Голштинская (к-п масть)	Шведиш ред
Иран 9525	12,5	58,5	25	4	
Восток 9911	25	25	12,5	12,75	18,75

Продолжение Таблицы 26

Диксон 9203	25	12,5	62,5		
Сегмент 2126	25	75			
Эдельвейс 9535	25	12,5	62,5		
Вьюнок 8343	37,5	18,65	15,3	14,05	2,85
Гарнир 9515	37,5	25	37,5		
Эклер 9501	50		50		
Ветер 9866	50		50		
Зефир 9159	50	25	25		
Метеор 2180	50	50			
Свисток 6018	50	50			
Вальтер 6259	62,5	37,5			
Ручеек 6039	62,5	37,5			
Сказочник 9725	62,5	23	12,5	2	
Золотой 9803	75	25			
Вожак 8254	87,5	12,5			
Заказ 9736	100				
Забавный 4088	100				
Закрут 2163	100				
Кирпичик 7355	100				
Лорх 6350	100				
Резвый 6569	100				
Вулкан 2528	*				
Жучок 111	*				
Кубик 3605	*				

При помощи программного комплекса «Картотека быков» установлена кровность 23 быков красной горбатовской породы из 26, встречающихся в родословных животных стада. У 3 быков установить происхождение не представилось возможным из-за полного отсутствия сведений в родословных. Установлено, что в родословных быков красной горбатовской породы присутствует кровность по собственно красной горбатовской породе от 12,5% до 100 %. В родословных 17 красных горбатовских быков встречается от 6,25% до 75% крови англерской породы. У 11 быков красной горбатовской породы отмечается наличие крови красной датской породы от 6,25% до 62,5%.

Для сохранения указанного отечественного генетического ресурса необходимо изучить племенные качества быков-производителей красной горбатовской породы для их дальнейшего использования в воспроизводстве

стада.

У других авторов [68, 129] исследования генеалогической структуры маточного стада красной горбатовской породы по принадлежности к линиям показали, что с наибольшей долей была представлена линия Хоягер (кр.датск.) – 19,23%. Также значительная часть животных принадлежала к голштинским линиям – 16,19%. Среди линий, относящихся к красным горбатовским быкам можно выделить: Голиаф ГП-1 (15,84%), Малыш ГП-2 (6,25%), Вожак ГП-200 (5,49%), Каркас ГП-548 (1,34%) и Авиатор ГП-37 (0,18%).

Осуществляя комплексную оценку производителей по качеству потомства, помимо молочной продуктивности важно также учитывать такой показатель, как продуктивное долголетие, поскольку именно этот показатель позволит эффективно проводить селекционные мероприятия по улучшению стада и увеличению доли животных с ценными генотипами [90].

Кроме того, не стоит забывать, что экономическая эффективность деятельности племпредприятия или станции искусственного осеменения напрямую зависит от качества и количества полученной спермопродукции. Так, на сегодняшний день имеется всего лишь один живой бык-производитель красной горбатовской породы по кличке Звон-Н 897, находящийся в ООО «Нижегородское» по племенной работе. Анализ показателей спермопродукции производителя показал, что данный бык в сравнении с представителями таких пород, как голштинская, черно-пестрая, бурая швицкая и герефорд, дал наименьшее количество нативной спермы – 5,51 мл. Тем не менее у него же была установлена самая высокая концентрация сперматозоидов в эякуляте – 0,821 млрд/мл [51].

Данные по осеменению животных в АО «Абабковское» показали, что при воспроизводстве стада использовалось семя следующих 10 быков: Сказочник 9725, Эклер 9501, Задор 9099, Резвый 6569, Звон-Н 897, Вальтер 6259, Ручеек 6039, Заказ 9736, Ветер 9866 и Космос 9855, где главным источником семенного материала для указанного генофондного хозяйства является ООО «Нижегородское» по племенной работе, у которого на сегодняшний день

генетический материал красной горбатовской породы представлен 5 быками: Вальтер, Ручеек, Сказочник, Эдельвейс и Звон-Н (таблица 27). В другом племенном предприятии – Головном центре по воспроизводству сельскохозяйственных животных – также имеется семенной фонд, представленный 4 быками, 2 из которых (Заказ и Эклер) используются в воспроизводстве стада АО «Абабковское», в то же время еще два быка – Вожак и Залп – не были задействованы в племенной работе. Оставшиеся быки-производители, а именно, Задор, Резвый, Ветер и Космос, генетический материал которых ранее использовался в воспроизводстве, в настоящее время не представлены ни в одной из упомянутых организаций.

Таблица 27 – Характеристика быков красной горбатовской породы

Инв. №	Кличка	Дата рождения	Линия	Продуктивность матери			Количество доз семени	
				удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %		
9687	Вожак	23.05.2001	Каркас	5660	4,26	-	1280	5,07%
9736	Заказ	31.12.2001	Голиаф	5519	4,11	-	1996	7,90%
9562	Залп	03.01.2000	Вожак	6222	4,12	-	7870	31,16%
9501	Эклер	23.03.1999	Хойвиг 136.18677	5343	4,07	-	3170	12,55%
6259	Вальтер	30.01.1998	Каркас	4409	4,16	-	1128	4,47%
6039	Ручеек	15.02.1997	Голиаф	4409	4,16	-	1380	5,46%
9725	Сказочник	05.12.2001	Малыш	4716	4,07	-	2520	9,98%
9535	Эдельвейс	12.09.1999	Марсо Эйлекерс 26392	4878	4,07	-	5	0,02%
897	Звон-Н	20.09.2019	Вожак	4711	4,36	3,26	5905	23,38%
Всего:							25254	100%

Анализ кровности быков красной горбатовской породы (рисунок 19) показал, что среди указанных производителей только 2 были чистопородными – Залп и Заказ, относящиеся к линиям Вожака и Голиафа. Другие быки в большей или меньшей степени характеризовались прилитием крови англеской и красной датской пород. Так, наименьшей долей кровности по улучшающим породам обладал бык-производитель Звон-Н линии Вожак, в то время как бык Эдельвейс линии Марсо Эйлекерс имел наибольшую кровность по улучшающим породам – 63% красной датской и 13% англеской. Остальные быки (Вожак, Эклер,

Вальтер, Ручеек и Сказочник) характеризовались кровностью по красной горбатовской породе в пределах 50–75%.

Важно отметить, что, согласно классификации ФАО, порода, размер маточного поголовья которой находится в пределах от 100 до 1000 голов или численность производителей составляет от 5 до 20 особей, находится под угрозой исчезновения [160], что для красной горбатовской породы является таковым в обоих случаях. Следовательно, уже сегодня возникает необходимость в разработке селекционной программы по ее сохранению.

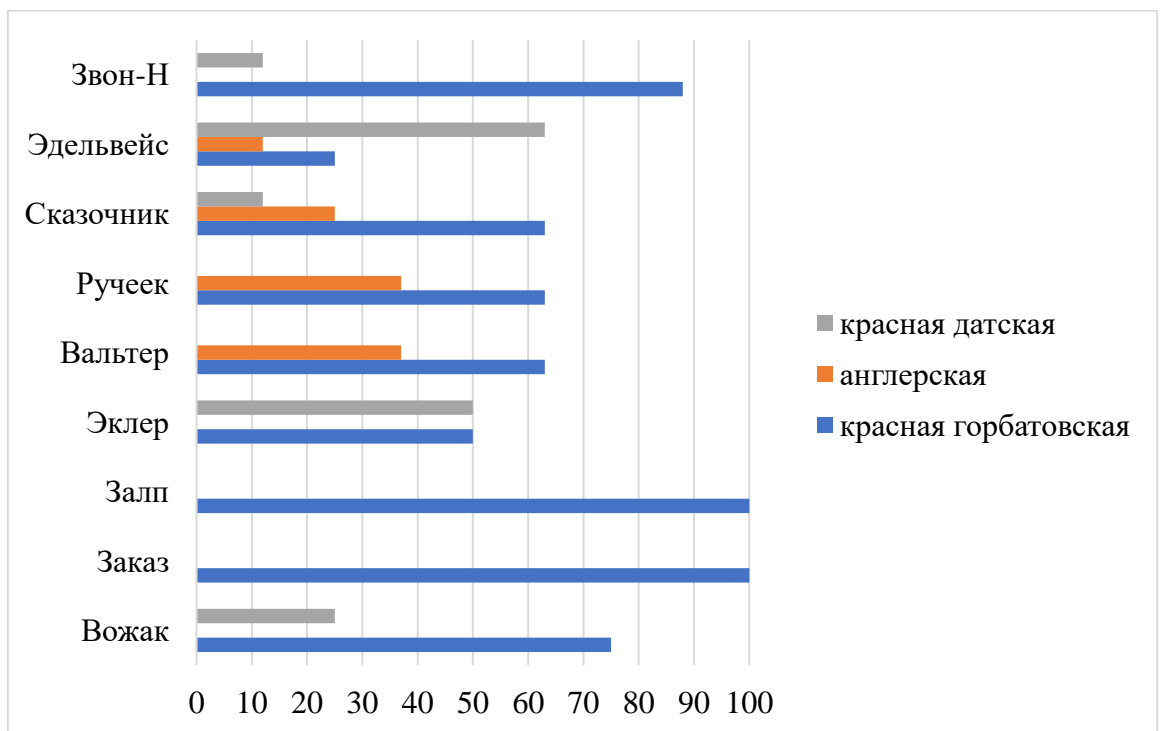


Рисунок 19 – Кровность быков-производителей, %

Согласно решению Коллегии Евразийской экономической комиссии 125 от 22.08.2023, методика, устанавливающая порядок оценки, определения продуктивности и расчета племенной ценности крупного рогатого скота молочного направления продуктивности, не распространяется на малочисленные (генофондные) породы, к которым относится красная горбатовская. Более того, ввиду малочисленности красной горбатовской породы использование процедуры BLUP для оценки племенной ценности быков-производителей является нецелесообразным. Следовательно, быки, отобранные для племенного использования, подлежат проверке и оценке по качеству потомства.

Так, результаты оценки быков красной горбатовской породы, представленные в таблице 28 говорят о наличии всего лишь двух быков-улучшателей – Сказочника, которому была присвоена племенная категория А₁, где превосходство дочерей данного быка над сверстницами по удою составило 215 кг, и Эклера, отнесенного к племенной категории А₃Б₃, дочери которого превосходили сверстниц на 96 кг по удою за лактацию, а также на 0,01% по массовой доле жира и белка. Остальные быки были оценены по качеству дочерей как нейтральные.

Сравнительный анализ данных, представленных на рисунке 19 и в таблице 28, позволяет предположить, что наличие крови таких улучшающих пород, как красная датская и англеская, не привело к увеличению племенной ценности быков красной горбатовской породы, поскольку бык Эдельвейс, кровность которого по красной датской и англеской породам составила более 60% и 10% соответственно, уступал Сказочнику, который характеризовался более низким уровнем интрогрессии трансграничных пород.

Таблица 28 – Результаты оценки быков красной горбатовской породы по качеству дочерей

Бык-производитель	Дочери				± Д – С			Племенная категория
	п	удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	
Эклер	50	5296	4,25	3,23	96	0,01	0,01	А3Б3
Заказ	130	5295	4,31	3,28	-82	0,01	0,00	нейтральная
Вальтер	58	3874	4,09	3,39	-29	-0,03	0,06	нейтральная
Ручеек	164	5417	4,31	3,26	-13	-0,01	-0,01	нейтральная
Сказочник	105	4025	4,22	3,32	215	-0,01	-0,02	А1
Эдельвейс	36	5061	4,19	3,14	-57	0,03	-0,02	нейтральная
Звон-Н	36	5178	4,20	3,27	-2	0,00	0,00	нейтральная

3.11. Формирование селекционного ядра и подбор быков-производителей красной горбатовской породы

Для увеличения молочной продуктивности красной горбатовской породы необходимо проводить направленную селекционную работу. В связи с этим

группа коров численностью 183 гол., генетический профиль которых соответствовал породному стандарту, была разбита на 7 подгрупп в зависимости от эффективности проявления генетического потенциала (таблица 29).

Таблица 29 – Эффективность проявления генетического потенциала коров красной горбатовской породы (n=183)

ЭГП, %	Кол-во голов	ГП, кг	Показатели молочной продуктивности		
			Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %
		М±m	М±m	М±m	М±m
77-85	16	5332±65	4360±52	4,38±0,01	3,26±0,01
85-90	28	5250±40	4589±33	4,37±0,01	3,26±0,004
90-95	24	5101±55	4696±48	4,36±0,01	3,27±0,01
95-100	35	4969±41	4816±37	4,34±0,01	3,27±0,01
100-105	29	4914±53	5009±54	4,37±0,01	3,27±0,01
105-110	24	4808±44	5137±49	4,36±0,01	3,27±0,004
110-152	27	4626±44	5403±65	4,36±0,01	3,29±0,01

Примечание: ЭГП – эффективность проявления генетического потенциала; ГП – уровень генетического потенциала

Критерием для оценки генетического потенциала являлась величина удоев матерей исследуемых животных и матерей их отцов. Анализ полученных нами данных показал, что коровы красной горбатовской породы характеризовались относительно невысоким генетическим потенциалом, в частности, диапазон лимитов составил 4192–6068 кг молока. В то же время значительная часть животных (80 гол., 44%) характеризовалась достаточно высокой эффективностью проявления генетического потенциала, которая составила более 100%.

Здесь особенно хотелось бы выделить корову второй лактации по кличке Малютка, средний удой за лактации которой составил 6770 кг, а эффективность проявления генетического потенциала – 152%. Данная особь, на наш взгляд, может быть потенциальной матерью будущих быков-производителей, которые необходимы для сохранения красной горбатовской породы.

Значения массовой доли жира и белка в исследуемых группах животных находились в пределах 4,34–4,38% и 3,26–3,29%. Выявить тенденцию к изменению данных показателей в зависимости от уровня удоев не удалось.

С целью улучшения продуктивных качеств красной горбатовской породы был проведен отбор маточного поголовья методом независимых уровней. Структура генофондного стада после проведения группировки животных представлена на рисунке 20.

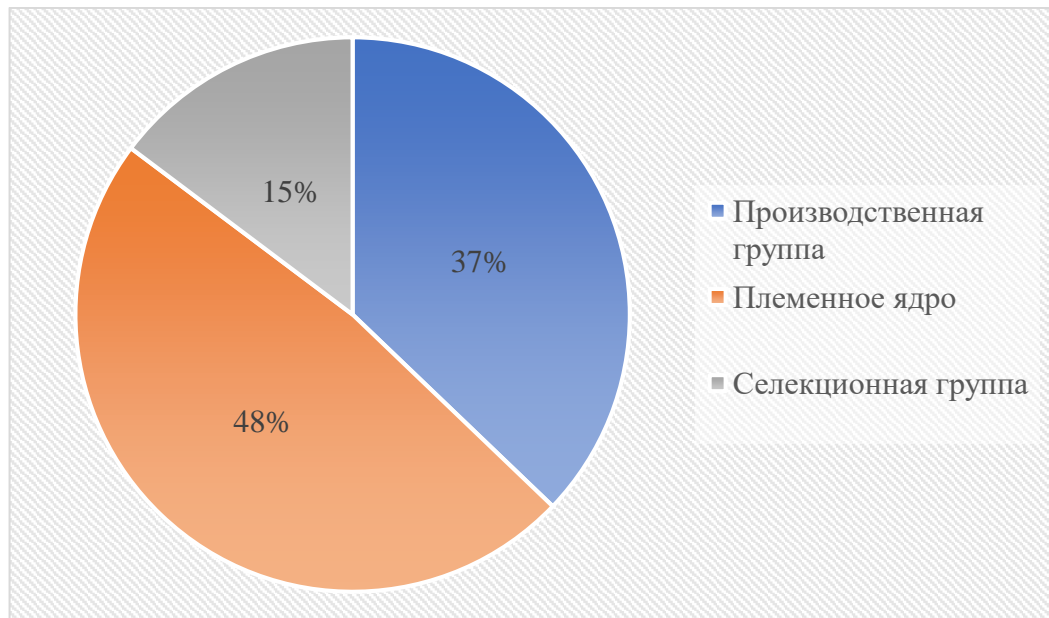


Рисунок 20 – Структура генофондного стада красной горбатовской породы

Племенное ядро – это лучшая часть стада, численность которого обычно составляет 50–60% от всего поголовья коров [74]. При работе с генофондной частью популяции красного горбатовского скота в племенное ядро были включены животные с эффективностью проявления генетического потенциала от 95% до 152%, доля которых в общей структуре составила 63%.

Из племенного ядра была выделена селекционная группа, от которой впоследствии можно получить ремонтных бычков. В данную группу были включены животные с наиболее высокой эффективностью проявления генетического потенциала – 110–152%. Численность селекционной группы была относительно невысокой – 15%, в основном она составляет 18–20% от общего маточного поголовья коров стада [74].

Коровы, не включенные в племенное ядро, составили производственную группу численностью 68 голов или 37% от общей структуры генофондного стада.

Исходя из структуры генофондного стада была проведена оценка эффективности отбора животных красной горбатовской породы с использованием селекционного дифференциала, который показывает разницу в продуктивности между отобранной группой и средним значением по стаду, или насколько животные превосходят по продуктивности популяцию без селекционного давления [43].

Значения селекционного дифференциала показали превосходство животных, отобранных в племенное ядро как по среднему удою за лактации, так и по удою за наивысшую лактацию относительно среднего по генофондному стаду на 185 кг и 439 кг соответственно.

Для того чтобы определить, насколько указанные показатели молочной продуктивности являлись генетически детерминированными, был произведен расчет коэффициентов наследуемости (таблица 30). Доли генетической изменчивости в общей фенотипической вариации признаков составили 0,33 и 0,25 для среднего удою за лактации и удою за наивысшую лактацию соответственно.

Таблица 30 – Эффективность отбора животных красной горбатовской породы

Показатель	Группа животных		SD*	h ² *	Эффект селекции за поколение
	Генофондное стадо	Племенное ядро			
Количество голов	183	115	–	–	–
Средний удой за лактации, кг	4885	5070	185	0,33	61
Удой за наивысшую лактацию, кг	6364	6803	439	0,25	110

Примечание: SD – селекционный дифференциал; h² – коэффициент наследуемости

Таким образом, эффект селекции за поколение составил 61 кг для среднего удою за лактации и 110 кг для удою за наивысшую лактацию, что подтверждает эффективность отбора.

Генетический потенциал животных в значительной степени определяется племенной ценностью быков-производителей, поэтому для выявления потенциальной молочной продуктивности потомков современного маточного

стада была осуществлена оценка подбора 8 быков красной горбатовской породы к группам коров с различной эффективностью проявления генетического потенциала.

Как видно из таблицы 31, наибольшим родительским индексом, который составил 5899 кг, характеризовался бык Звон-Н 897. Более низкие значения данного показателя были получены у быков Сказочник 9725 и Ручеек 6039 и равнялись 5205 кг и 5031 кг соответственно. В то же время среди представленных быков Вальтер 6259 отличался наименьшим родительским индексом – 4561 кг.

Таблица 31 – Уровень генетического потенциала пробандов при использовании быков ООО «Нижегородское» по племенной работе

Кличка и инд. номер быка-производителя	Надой матерей*, кг		РИБ, кг	ГП, кг	
	M±m	Cv, %	M	M±m	Cv, %
Вальтер 6259	77-95% ЭГП				
	5622±80	11,7	4561	5091±40	6,5
	95-100% ЭГП				
	6268±164	15,5	4561	5415±82	9,0
	100-105% ЭГП				
	6668±215	17,3	4561	5614±107	10,3
	105-110% ЭГП				
	6972±211	14,8	4561	5767±106	9,0
Звон-Н 897	110-152% ЭГП				
	7490±198	13,7	4561	6026±99	8,5
	77-95% ЭГП				
	5622±80	11,7	5899	5760±40	5,7
	95-100% ЭГП				
	6268±164	15,5	5899	6084±82	8,0
	100-105% ЭГП				
	6668±215	17,3	5899	6283±107	9,2
Ручеек 6039	105-110% ЭГП				
	6972±211	14,8	5899	6436±106	8,0
	110-152% ЭГП				
	7490±198	13,7	5899	6695±99	7,7
	77-95% ЭГП				
	5622±80	11,7	5031	5326±40	6,2
	95-100% ЭГП				
	6268±164	15,5	5031	5650±82	8,6
100-105% ЭГП					
6668±215	17,3	5031	5849±107	9,9	
105-110% ЭГП					
6972±211	14,8	5031	6002±106	8,6	
110-152% ЭГП					

		Продолжение Таблицы 31				
		7490±198	13,7	5031	6261±99	8,2
Сказочник 9725	77-95% ЭГП					
		5622±80	11,7	5205	5413±40	6,1
	95-100% ЭГП					
		6268±164	15,5	5205	5737±82	8,5
	100-105% ЭГП					
		6668±215	17,3	5205	5936±107	9,7
	105-110% ЭГП					
		6972±211	14,8	5205	6089±106	8,5
110-152% ЭГП						
	7490±198	13,7	5205	6348±99	8,1	

Примечание: здесь и далее * по наивысшей лактации; РИБ – родительский индекс быка; ГП – генетический потенциал.

Несмотря на большую роль отцовской генетики в формировании генетического потенциала пробандов, также важно учитывать уровень молочной продуктивности матерей потенциальных потомков, который определялся как удой за наивысшую лактацию. Наиболее низкий надой матерей был получен в производственной группе коров с эффективностью проявления генетического потенциала в пределах 77–95%, который составил 5622±80 кг. По мере повышения эффективности проявления генетического потенциала молочная продуктивность животных прямо пропорционально увеличивалась; так, наиболее высоким значением удоев отличалась селекционная группа коров (110–152% ЭГП) – 7490±198 кг.

Следовательно, при использовании быка-производителя Звон-Н 897 с селекционной группой коров в количестве 27 гол., эффективность проявления генетического потенциала которых составила от 110 до 152%, будут получены животные с генетическим потенциалом 6695 кг молока за наивысшую лактацию. Более низкие показатели будут получены при использовании данного быка с остальной частью коров племенного ядра – в пределах 6084–6436 кг, еще ниже в сочетании с производственной группой – 5760±40 кг.

Поскольку Звон-Н 897 отличался наиболее высоким значением родительского индекса, использование других быков-производителей приведет к формированию у потомков меньшего уровня генетического потенциала. В

зависимости от надоя матерей будут получены следующие генетические потенциалы: от 5413 до 6348 кг, от 5326 до 6261 кг и от 5091 до 6026 кг при использовании быков Сказочник 9725, Ручеек 6039 и Вальтер 6259 соответственно.

Еще одним источником генетического материала быков-производителей красной горбатовской породы является АО «ГЦВ», где были представлены 4 быка: Вожак 9687, Заказ 9736, Залп 9562 и Эклер 9501 (таблица 32).

Таблица 32 – Уровень генетического потенциала пробандов при использовании быков АО «ГЦВ»

Кличка и инд. номер быка-производителя	Надой матерей, кг		РИБ, кг	ГП, кг	
	M±m	Cv, %	M	M±m	Cv, %
Вожак 9687	77-95% ЭГП				
	5622±80	11,7	5390	5506±40	6,0
	95-100% ЭГП				
	6268±164	15,5	5390	5829±82	8,3
	100-105% ЭГП				
	6668±215	17,3	5390	6029±107	9,6
	105-110% ЭГП				
	6972±211	14,8	5390	6181±106	8,4
Заказ 9736	110-152% ЭГП				
	7490±198	13,7	5390	6440±99	8,0
	77-95% ЭГП				
	5622±80	11,7	5351	5486±40	6,0
	95-100% ЭГП				
	6268±164	15,5	5351	5810±82	8,4
	100-105% ЭГП				
	6668±215	17,3	5351	6009±107	9,6
Залп 9562	105-110% ЭГП				
	6972±211	14,8	5351	6162±106	8,4
	110-152% ЭГП				
	7490±198	13,7	5351	6421±99	8,0
	77-95% ЭГП				
	5622±80	11,7	6004	5813±40	5,7
	95-100% ЭГП				
	6268±164	15,5	6004	6136±82	7,9
100-105% ЭГП					
6668±215	17,3	6004	6336±107	9,1	
Эклер 9501	105-110% ЭГП				
	6972±211	14,8	6004	6488±106	8,0
	110-152% ЭГП				
	7490±198	13,7	6004	6747±99	7,6
Эклер 9501	77-95% ЭГП				
	5622±80	11,7	5848	5735±40	5,8

Продолжение Таблицы 32				
95-100% ЭГП				
6268±164	15,5	5848	6058±82	8,0
100-105% ЭГП				
6668±215	17,3	5848	6258±107	9,2
105-110% ЭГП				
6972±211	14,8	5848	6410±106	8,1
110-152% ЭГП				
7490±198	13,7	5848	6669±99	7,7

Наиболее высоким родительским индексом быка характеризовался Залп 9562 (РИБ = 6004 кг), соответственно использование указанного производителя позволит получить в зависимости от группы коров животных с генетическим потенциалом от 5813 до 6747 кг молока за наивысшую лактацию, что является лучшим показателем среди всех 8 быков красной горбатовской породы.

Затем следовали такие быки, как Эклер 9501, Вожак 9687 и Заказ 9736, родительский индекс которых составил 5848, 5390 и 5351 кг соответственно. При этом от них можно получить потомство, генетический потенциал которого в зависимости от надоев матерей будет находиться в следующих диапазонах: 5735–6669 кг, 5506–6440 кг и 5486–6421 кг при использовании быков Эклер 9501, Вожак 9687 и Заказ 9736 соответственно.

Проведение данной оценки, на наш взгляд, являлось необходимым, поскольку, несмотря на имеющиеся недостатки определения племенной ценности животных по происхождению, такие быки, как Вожак 9687 и Залп 9562, не были оценены по качеству потомства. Кроме того, имеется необходимость использования семени данных производителей для поддержания генетического разнообразия популяции красного горбатовского скота и получения ремонтных бычков.

3.12. Инбридинг в популяции красной горбатовской породы

В практике разведения различные системы подбора животных подразделяются на две большие категории – инбридинг и аутбридинг. По сути,

инбридинг представляет собой спаривание животных, имеющих более близкое родство, чем в среднем по соответствующей породе или популяции [168].

Известно, что инбридинг снижает молочную продуктивность, негативно сказывается на репродуктивной функции и продуктивном долголетии, что приводит к экономическим потерям для предприятия [165, 15, 30]. Тем не менее исследования также показывают, что для обеспечения максимальной молочной продуктивности коров можно применять близкий инбридинг, но при строгом индивидуальном отборе [16].

Как уже ранее было сказано, красная горбатовская порода находится в угрожающем состоянии и на сегодняшний день представлена единственной популяцией, нарастание гомозиготности в которой неминуемо. Поэтому нами на основании родословных были выявлены инбредные животные маточного поголовья и проведен сравнительный анализ их молочной продуктивности с аутбредными коровами того же лактационного возраста (таблица 33).

Таблица 33 – Молочная продуктивность и индекс осеменения коров в зависимости от уровня инбридинга

Показатель	Степень инбридинга				D
	Аутбредные (n=37)		Инбредные F _x = 3,125...25 (n=23)		
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	
Возраст в лактациях	6,6±0,1	7,3	6,2±0,5	33,5	0,4
Удой за лактацию, кг	4737±59	7,5	4791±107	10,7	54
МДЖ, %	4,38±0,01	1,1	4,36±0,01	1,3	0,02
МДБ, %	3,26±0,005	0,8	3,27±0,01	0,9	0,01
Количество молочного жира, кг	207,5±2,8	8,1	209,0±4,8	11,0	1,5
Количество молочного белка, кг	154,6±2,0	8,0	156,5±3,6	11,0	1,9
Индекс осеменения, доз	2,2±0,3	56,0	3,1±0,6	74,9	0,9

В маточном стаде численностью 650 гол. было обнаружено 23 инбредных коров (3,5%), степень инбридинга которых варьировалась от 3,125% до 25%.

Группа инбредных животных незначительно превосходила аутбредных коров по удою за лактацию, так разница между группами составила 54 кг,

однако данное различие не являлось достоверным ($p > 0,05$). При этом корова 2-й лактации Сосна 8404, обладавшая наибольшей степенью инбридинга (25%), характеризовалась достаточно низким удоем, который составил 3710 кг. Расчет коэффициента корреляции между уровнем инбридинга и удоем за лактацию показал слабую отрицательную взаимосвязь ($r = -0,31$; $p > 0,05$). По остальным показателям молочной продуктивности статистически значимых различий выявлено не было.

Также был изучен такой показатель, как индекс осеменения, который характеризует воспроизводительную способность коров. Как видно из таблицы, для плодотворного осеменения инбредных животных в среднем потребовалось $3,1 \pm 0,6$ доз, что на 0,9 больше, чем в аутбредной группе, однако данное различие было не достоверно ($p > 0,05$).

Предыдущими исследованиями было установлено, что нарастание инбридинга в популяции красного горбатовского скота достоверно отрицательно влияло на удой и продолжительность сервис-периода, но положительным образом сказалось на жирномолочности [95].

Изучение инбридинга по родословным животным, несмотря на доступность, имеет ряд недостатков: они обычно неполны, истинный уровень инбридинга часто выше, чем прогнозировалось, а истинные взаимоотношения между особями часто недооцениваются [148]. Следовательно, для более полного понимания данного вопроса в дальнейших исследованиях следует определить уровень гомозиготности данной популяции на генетическом уровне.

Для поддержания жизнеспособности популяции красного горбатовского скота в долгосрочной перспективе необходимо повышать ее генетическое разнообразие. Это возможно осуществить в том числе посредством использования в воспроизводстве незадействованных быков-производителей. Так, например, АО «ГЦВ» располагает замороженным семенем быков Вожак 9687 и Залп 9562, которое можно задействовать для покрытия инбредных коров маточного стада и тем самым снизить степень инбридинга будущих потомков.

Анализ коэффициентов инбридинга животных (таблица 34) показал, что

использование быка Вожак 9687, не имевшего в своей родословной общих предков с указанными коровами, приведет к значительному снижению гомозиготности, в частности, коэффициенты инбридинга у потомков данного производителя будут равняться: 0,78%, 1,56%, 3,12% и 6,25%, что ниже, чем у их матерей, на 2,34%, 4,69%, 9,38% и 18,75% соответственно.

Таблица 34 – Подбор незадействованных быков для снижения уровня инбридинга потомства

Инбредные коровы маточного стада		Коэффициенты инбридинга при использовании быков			
Кличка, инд. Номер	Fx, %		Fx, % потомков		Fx, % потомков
Награда 2479	3,125	Вожак 9687	0,78	Залп 9562	2,34
Искра 2558	3,125		0,78		2,34
Шуба 2565	3,125		0,78		2,34
Зайка 2683	3,125		0,78		0,78
Акация 6011	3,125		0,78		0,78
Пионка 7574	3,125		0,78		0,78
Стрелка 2440	6,25		1,56		1,56
Зайка 2462	6,25		1,56		1,56
Мэрия 2470	6,25		1,56		1,56
Веснушка 2687	6,25		1,56		1,56
Ванна 2703	6,25		1,56		1,56
Лента 2710	6,25		1,56		1,56
Жадная 5474	6,25		1,56		1,56
Лилия 5482	6,25		1,56		1,56
Держава 5513	6,25		1,56		1,56
Журавушка 5667	6,25		1,56		1,56
Веселка 6107	6,25		1,56		1,56
Муха 7608	6,25		1,56		1,56
Рюшка 7625	6,25		1,56		1,56
Лаврушка 7626	6,25		1,56		1,56
Дунайка 2421	12,5	3,12	3,12		
Басня 7731	12,5	3,12	4,68		
Сосна 8404	25	6,25	6,25		

Примечание: Fx – коэффициент инбридинга анализируемых животных

В то же время анализ родословных показал, что у быка-производителя Залп 9562 имелся общий предок с такими коровами, как Награда 2479, Искра 2558 и Шуба 2565, а именно бык Ворон 9442, по этой причине снижение степени инбридинга у потомков, полученных при использовании Залпа 9562 с данными коровами, будет менее существенно, а коэффициенты инбридинга составят

2,34%.

Кроме того, у Залпа 9562 был обнаружен общий предок с коровой Басня 7731 – бык Радий 97. В связи с этим коэффициент инбридинга у потомков данной коровы при использовании Залпа 9562 также будет несколько выше по сравнению с Вожаком 9687 (4,68% против 3,12%).

3.13. Экономическая эффективность производства молока коровами с различной долей кровности по красной горбатовской породе

На современном этапе развития молочного скотоводства эффективность данной отрасли в первую очередь следует оценивать по количеству надоя молока на одну корову [13]. При этом важно учитывать, что более долгая продуктивная жизнь животных снижает расходы на ремонт стада и способствует увеличению числа лактаций у высокопродуктивных особей [26].

Согласно экономическим исследованиям [54], Нижегородская область является одним из перспективных регионов для развития молочного скотоводства. Так, за последние несколько лет на фоне продолжающегося сокращения численности животных рост производства молока составил 7%, что стало одной из причин ежегодного повышения рентабельности на 1,7%. Тем не менее в последние годы сложилась тенденция роста стоимости энергоресурсов, сельскохозяйственной техники, оборотных средств, что удорожает производственный процесс.

Для анализа экономической эффективности красной горбатовской породы были сформированы группы коров с разными генотипами (таблица 35).

Таблица 35 – Экономическая эффективность производства молока коровами разных генотипов

Показатель	Кровность по красной горбатовской породе		
	≥75% (n=16)	≥50% (n=16)	≥25% (n=16)
	M±m	M±m	M±m
Средний удой за лактацию, кг	4914±123	5027±105	5074±152
Содержание жира в молоке, %	4,39±0,02	4,42±0,02	4,40±0,02
Удой в перерасчете на базисную жирность 3,4%, кг	6354±195	6528±132	6581±212
Цена реализации 1 кг молока, руб.	37	37	37
Выручка от реализации молока в год, тыс. руб.	235,1±7,2	241,5±4,9	243,5±7,8
Производственные затраты на 1 корову в год, тыс. руб.	216,4	216,4	216,4
Чистая прибыль, тыс. руб.	18,7±7,2	25,1±4,9	27,1±7,8
Уровень рентабельности, %	8,6±3,3	11,6±2,3	12,5±3,6

Представленные данные свидетельствовали о том, что животные с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 25\%$ характеризовались наивысшим средним удоем за лактацию, который составил 5074 кг молока жирностью 4,40%. Самые низкие показатели молочной продуктивности были получены в группе коров с кровностью $\geq 75\%$ – 4914 кг молока за лактацию при жирности 4,39%. Особи с долей кровности $\geq 50\%$ по красной горбатовской породе превосходили предыдущую группу на 113 кг ($p > 0,05$), но также несколько уступали животным с кровностью $\geq 25\%$.

Массовая доля жира является одним из ключевых показателей молока при оценке его качества. В соответствии с действующим ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырое. Технические условия» базисная жирность молока на территории РФ равна 3,4% [32]. Учитывая, что молоко красной горбатовской породы отличалось более высокой жирностью, мы произвели перерасчет удою на базисную жирность.

Выручка показывает, какую сумму операционной прибыли получает предприятие в результате реализации произведенной продукции. Значения данного показателя для первой, второй и третьей групп животных составили 235,1±7,2 тыс. руб., 241,5±4,9 тыс. руб. и 243,5±7,8 тыс. руб. соответственно.

Индикаторами успешной финансовой деятельности служат такие

показатели, как чистая прибыль и уровень рентабельности. Наиболее высокая прибыль была получена в группе коров с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 25\%$ – $27,1 \pm 7,8$ тыс. руб. Более низкой прибылью характеризовались коровы с кровностью $\geq 75\%$ и $\geq 50\%$, она составила $18,7 \pm 7,2$ тыс. руб. и $25,1 \pm 4,9$ тыс. руб. соответственно.

Так как производственные затраты на 1 корову в год были одинаковы для всех исследуемых групп, уровень рентабельности производства молока напрямую зависел от значений чистой прибыли, полученной от животных с различной долей кровности. В частности, значение уровня рентабельности для первой группы животных составило $8,6 \pm 3,3\%$, для второй группы – $11,6\% \pm 2,3$. В третьей группе был отмечен достаточно высокий для отрасли уровень рентабельности, который составил $12,5\% \pm 3,6$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований, направленных на изучение хозяйственных и биологических особенностей популяции красной горбатовской породы крупного рогатого скота, а также на поиск путей по ее сохранению, позволили сделать следующие выводы:

1. Анализ родословных животных маточного стада популяции красного горбатовского скота показал, что 3% коров являлись чистопородными и для них была характерна наиболее низкая молочная продуктивность, в частности, значение удоя составило 4729 ± 76 кг за лактацию при среднем содержании жира и белка в молоке $4,36 \pm 0,01\%$ и $3,27 \pm 0,01\%$ соответственно. Большая часть стада (38%) была представлена животными с долей кровности по красной горбатовской породе от 50% до 75%, которые отличались более высоким уровнем молочной продуктивности, так достоверная разность в удое между данной группой и чистопородными коровами составила 221 кг ($p \leq 0,05$), при этом существенной разницы по содержанию жира и белка в молоке обнаружено не было.

2. Различия между животными маточного стада по таким показателям, как удой за лактацию, массовая доля жира и белка, а также живая масса в значительной степени были обусловлены таким фактором, как возраст в лактациях, у которого доли влияния (η^2 , %) для исследуемых показателей составили 16,0%, 17,3%, 16,2% и 25,1% соответственно ($p \leq 0,01$).

3. Наиболее высокие удои у коров красной горбатовской породы были получены в 1-ю и 2-ю лактации – 5952 ± 529 кг и 5812 ± 146 кг соответственно, затем произошло снижение молочной продуктивности. Статистически значимые различия были получены между коровами-первотелками и животными 6-й, 7-й и 8-й лактаций, где превосходство первотелок в удое составило 1111 кг, 1140 кг и 1084 кг соответственно ($p \leq 0,05$), разность с коровами всех остальных возрастов была не достоверна ($p > 0,05$).

4. Результаты контрольных доений коров красной горбатовской породы

свидетельствовали о низких суточных удоях, которые не превышали 12,0 кг. По данному показателю группа животных с наименьшей кровностью по красной горбатовской породе достоверно превосходила коров с долями кровности $\geq 75\%$ и $\geq 50\%$ на 2,1 кг и 1,7 кг соответственно ($p \leq 0,05$). Достоверных различий между группами животных с кровностью $\geq 75\%$ и $\geq 50\%$, $\geq 50\%$ и $\geq 25\%$, $\geq 25\%$ и $\leq 25\%$ обнаружено не было. Исследование компонентного состава молока с использованием инфракрасной спектроскопии и проточной цитометрии позволило установить группы животных, в которых количество соматических клеток в молоке в среднем превышало 1 млн ед/мл, что, по-видимому, может свидетельствовать о наличии в стаде животных с клинической формой мастита.

5. Анализ морфологических и биохимических показателей крови коров красной горбатовской породы выявил отклонения от референсного диапазона. По таким показателям, как число эритроцитов, гематокрит, мочевины, щелочная фосфатаза и глюкоза, были получены следующие значения: $4,86 \pm 0,12 \cdot 10^{12}$ /л, $22,6 \pm 0,8\%$, $1,85 \pm 0,18$ ммоль/л, $34,0 \pm 4,0$ МЕ/л и $1,55 \pm 0,13$ ммоль/л соответственно, что свидетельствует о несбалансированности кормления исследуемых животных.

6. Полногеномными ассоциативными исследованиями были идентифицированы 44 полногеномных и 178 суггестивных SNP, связанных с показателями молока коров красной горбатовской породы. Наибольшее число полногеномных SNP (6) расположено на хромосомах 18 и 20. На хромосоме 18 один SNP (ARS-BFGL-NGS-18019) был общим для двух признаков (МДБ и содержание β -казеина). На 20 хромосоме 2 SNP (BTV-01636657 и ARS-BFGL-NGS-91235) были общими для двух признаков (МДБ и содержание β -казеина). Структурная аннотация геномных регионов выявила 20 генов с описанными функциями в терминах генной онтологии.

7. По продуктивному долголетию группа коров с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 90\%$ несколько уступала животным с кровностью $\geq 75\%$ (5,7 против 6,5 лактаций). Однако наиболее высокий пожизненный удой был получен у животных с кровностью $\geq 90\%$, который составил 29771 ± 1226 кг,

несколько меньшая величина данного показателя была получена в группе коров с долей кровности $\geq 75\%$ – 29152 ± 1008 кг. При этом группа животных с кровностью менее 75% отличалась наиболее низким пожизненным удоем – 20772 ± 1688 кг. По этому показателю группы животных с кровностью по красной горбатовской породе $\geq 90\%$ и $\geq 75\%$ достоверно превосходили коров с наименьшей долей кровности на 8999 кг ($p \leq 0,001$) и 8380 кг ($p \leq 0,001$) соответственно.

8. Исследование родословных быков-производителей красной горбатовской породы, генетический материал которых представлен в ООО «Нижегородское» по племенной работе и АО «ГЦВ», показало, что среди указанных производителей только 2 быка являлись чистопородными – Залп и Заказ, относящиеся к линиям Вожака и Голиафа. Другие быки в большей или меньшей степени характеризовались прилитием крови англеской и красной датской пород.

9. Результаты оценки быков-производителей красной горбатовской породы по молочной продуктивности дочерей свидетельствовали о наличии всего лишь двух быков-улучшателей – Сказочника, которому была присвоена племенная категория А₁, где превосходство дочерей данного быка над сверстницами по удою составило 215 кг, и Эклера, отнесенного к племенной категории А₃Б₃, дочери которого превосходили сверстниц на 96 кг по удою за лактацию, а также на 0,01% по массовой доле жира и белка.

10. Анализ эффективности подбора быков-производителей красной горбатовской породы к животным маточного стада показал, что наиболее высоким родительским индексом быка характеризовался Залп 9562 (РИБ = 6004 кг). Следовательно, использование указанного производителя позволит получить, в зависимости от группы коров, животных с генетическим потенциалом от 5813 до 6747 кг молока за наивысшую лактацию, что является лучшим показателем среди всех 8 быков красной горбатовской породы. Несколько меньшие результаты будут получены при использовании быка-производителя Звон-Н 897 с селекционной группой коров в количестве 27 голов,

эффективность проявления генетического потенциала которых составила от 110% до 152% – 6695 кг молока за наивысшую лактацию.

11. Изучение родословных животных маточного стада позволило выявить 23 инбредных коровы (3,5%), степень инбридинга которых варьировала от 3,1% до 25,0%. Также было установлено, что увеличение гомозиготности особей до 12,5% не привело к снижению молочной продуктивности. Использование в воспроизводстве незадействованных быков-производителей красной горбатовской породы Залпа 9562 и Вожака 9687 позволит снизить уровень инбридинга у потомков инбредных коров с 3,1–25,0% до 0,8–6,2%.

12. Сравнительная оценка экономической эффективности производства молока животных с различной долей кровности по красной горбатовской породе показала, что коровы с кровностью $\geq 25\%$ характеризуются наиболее высоким уровнем рентабельности производства молока, который составил 12,5%. Для животных с кровностью $\geq 50\%$ характерен более низкий уровень рентабельности – 11,6%. Значение уровня рентабельности для особей с наибольшей кровностью по красной горбатовской породе составило 8,6%.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

Для обеспечения более высоких показателей продуктивного долголетия в стаде генофондного хозяйства АО «Аббатовское» рекомендуем повышать кровность животных по красной горбатовской породе до 75% и выше, что позволит увеличить срок их хозяйственного использования и пожизненный удой до 6,5 лактаций и 29771 кг молока соответственно.

С целью увеличения племенной ценности ремонтного молодняка целесообразно использовать в воспроизводстве незадействованного чистопородного быка-производителя Залп 9562 для покрытия группы генофондных коров численностью 27 голов. Это позволит получить животных с генетически обусловленной продуктивностью 6747 кг молока за наивысшую лактацию.

Для увеличения генетического разнообразия и снижения гомозиготности популяции красной горбатовской породы рекомендуем использовать генетический материал нереализованного в воспроизводстве быка Вожак 9687 для покрытия инбредных животных маточного стада, что обеспечит уменьшение уровня инбридинга потомства данных коров на 2,3%, 4,7%, 9,4% и 18,8%.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ

Планируется провести дальнейшее исследование роста и развития молодняка красной горбатовской породы, полученного от генофондных животных современного маточного стада, и осуществить бонитировку ремонтных бычков, которые будут получены с использованием быков Залп 9562 и Вожак 9687. Также для присвоения племенных категорий указанным производителям будет произведена их оценка по молочной продуктивности дочерей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдулаев, И. М. и др. Молочная продуктивность и морфологические свойства вымени коров // Инновационные технологии и агроэкология в сельскохозяйственном производстве аридных территорий Прикаспия. – 2022. – С.94.

2. Алексеева, Е. А. Влияние возраста первого отела на продуктивные и воспроизводительные качества коров / Е. А. Алексеева // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 20–22 апреля 2021 года. Том 2. Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 3-5. – EDN JVRONK.

3. Амерханов, Х. Научное обеспечение конкурентности молочного скотоводства / Х. Амерханов, Н. Стрекозов // Молочное и мясное скотоводство. – 2012. – № S1. – С. 2-5. – EDN PUWGOR.

4. Анализ нормативно-правового регулирования при лейкозе крупного рогатого скота / Т. А. Агаркова, Н. А. Донченко, А. С. Донченко [и др.] // Инновации и продовольственная безопасность. – 2022. – № 2(36). – С. 7-22. – DOI 10.31677/2311-0651-2022-36-2-7-22. – EDN CLYVES.

5. Арзуманян, Е.А. Биохозяйственная ценность малокавказского скота Азербайджана // Тр. МСХА. 1940. – Т. 4. Вып. 11. – С. 36-51.

6. Басонов, О. А. Влияние продолжительности сухостойного периода на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы / О. А. Басонов, Д. В. Петров, Л. В. Демидовцева // Достижения и перспективы реализации национальных проектов развития АПК : Сборник научных трудов по итогам VIII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки РФ и КБР, профессора Б.Х. Жерукова, Нальчик, 19–21 ноября 2020 года. Часть I. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2020. – С. 131-135. – EDN XPNPTW.

7. Басонов, О. А. Сравнительная характеристика продуктивных показателей красного Горбатовского скота с различной кровностью / О. А. Басонов, Д. Э. Маар // Инновации и технологический прорыв в АПК : Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, Брянск, 19 ноября 2020 года. Часть 2. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2020. – С. 33-37. – EDN OJYDPB.

8. Боярина, О. А. Взаимосвязь воспроизводительной функции с особенностями экстерьера крупного рогатого скота голштинской породы / О. А. Боярина, Д. С. Адушинов // Научно-исследовательская деятельность аспирантов в решении приоритетных задач развития агропромышленного комплекса : Материалы научно-практической конференции, посвященной 70-летию аспирантуры Иркутского ГАУ, п. Молодежный, 06 декабря 2023 года. – П.

Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. – С. 205-208. – EDN ZISYSU.

9. Бугров, П. С. Эффективность использования коров и быков-производителей ярославской породы разной кровности по голштинам в условиях Тверской области: дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.02.07 "Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных» / П. С. Бугров. – Лесные Поляны, 2021. – 133 с. – EDN REOTFA.

10. Васильева, Е. Н. Причины выбытия коров разных генотипов по породам родственной группы айрширского скота / Е. Н. Васильева, С. В. Анистенюк // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2020. – № 6. – С. 51-59. – DOI 10.26155/vet.zoo.bio.202006007. – EDN VINSBB.

11. Васильева, С. В. Клиническая биохимия крупного рогатого скота / С. В. Васильева, Ю. В. Конопатов. – Издание 2-е, исправленное. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 188 с. – ISBN 978-5-8114-2471-9. – EDN YQRHGB.

12. Великанов, В. В. Влияние оптимизации кормления лактирующих коров на биохимические показатели крови и состав молока / В. В. Великанов, А. Г. Марусич, Е. Н. Суденкова // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2021. – № 1(40). – С. 3-9. – EDN DKKRID.

13. Владимиров, Н.А. Развитие молочного скотоводства в регионах Российской Федерации: экономико-статистическое исследование. Вопросы статистики. 2023;30(2):87-97. URL: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2023-30-2-87-97>.

14. Влияние возрастной структуры стада коров разных пород на их молочную продуктивность / Н. А. Федосеева, З. С. Санова, В. Н. Мазуров, М. С. Мышкина // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4. – С. 65-69. – EDN UZZPQU.

15. Влияние инбридинга на показатели продуктивного долголетия коров / В. М. Юдин, У. М. Тучкова, М. И. Васильева [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2(70). – С. 40-48. – DOI 10.48012/1817-5457_2022_2_40. – EDN SABEQY.

16. Влияние инбридинга на продуктивные качества молочного скота / И. П. Иванова, Н. А. Юрк, М. Е. Григорьев, Ю. С. Гаврилова // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 58-2. – С. 77-82. – EDN ZMKKJI.

17. Возрастная динамика молочной продуктивности красных горбатовских коров / О. В. Руденко, Е. С. Шерстнева, О. Д. Размахов, К. А. Трошин // Молодежный агрофорум - 2021 : Материалы Международной научно-практической интернет-конференции молодых ученых, Нижний Новгород, 11–12 февраля 2021 года / под общ. ред. Н. Ю. Бармина. – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2021. – С. 295-298. – EDN SKKHGX.

18. Возрастной состав и молочная продуктивность племенных коров популяции черно-пестрой породы Вологодской области / О. Л. Хромова, Н. И. Абрамова, М. О. Селимян, Н. В. Зенкова // Молочнохозяйственный вестник. – 2023. – № 2(50). – С. 100-115. – DOI 10.52231/2225-4269_2023_2_100. – EDN UMRZZF.

19. Волкова, В. В. и др. Характеристика аллелофонда холмогорской породы крупного рогатого скота с использованием STR-маркеров // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – № 7 – С. 3-7.

20. Воспроизводительная способность коров отечественных молочных пород с различными аллельными вариантами гена лептина / А. Д. Лемякин, А. Н. Тяжченко, К. Д. Сабетова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23, № 6. – С. 884-895. – DOI 10.30766/2072-9081.2022.23.6.884-895. – EDN HVVDOA.

21. Всесоюзная сельскохозяйственная выставка. 1955 год: Путеводитель. Под редакцией академика Н.В.Цицина. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1955. 350 с.

22. Гасангусейнов, О.А., Алиханов, М.П., Шарипов, Ш.М., Чавтараев, Р.М. Эффективность скрещивания англеских быков с животными красной степной породы // Новости науки в АПК. 2018. № 2–1(11). – С. 289–292. – DOI 10.25930/q2h9-2q78

23. Гафарова, Ф. М. Влияние возрастной структуры стада на производство молока / Ф. М. Гафарова, Ю. Н. Кутлин, Г. Р. Хафизова // Модернизация аграрного образования : Сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции, Томск, 16–17 декабря 2020 года. – Томск-Новосибирск: Золотой колос, 2020. – С. 457-460. – EDN RGXACL.

24. Генетические параметры биохимического состава молока и крови коров молочного направления продуктивности / О. Г. Лоретц, О. В. Горелик, С. А. Гриценко, А. А. Белооков // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 10(164). – С. 3. – EDN YMDFOF.

25. Генетические ресурсы животных: развитие исследований аллелофонда Российских пород крупного рогатого скота - Миниобзор / Н. А. Зиновьева, А. А. Сермягин, А. В. Доцев [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54, № 4. – С. 631-641. – DOI 10.15389/agrobiology.2019.4.631rus. – EDN FCIGOD.

26. Гинтов, В. В., Кожевникова, И. С., Худякова, Н. А. Продуктивное долголетие коров как фактор повышения рентабельности сельхозпредприятий // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 1. – С. 67-72.

27. Горелик, О. В. Анализ причин выбытия маточного поголовья крупного рогатого скота / О. В. Горелик, О. Е. Лиходеевская, С. Ю. Харлап // Приоритетные направления регионального развития : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, Курган, 06 февраля 2020 года. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2020. – С. 662-666. – EDN ZTFZBP.

28. Горелик, О. В. Влияние возраста коров на эффективность производства молока / О. В. Горелик, О. Е. Лиходеевская, А. С. Горелик // Теория и практика мировой науки. – 2024. – № 1. – С. 34-41. – EDN IZVZTE.

29. Горелик, О. В. Изменение белкового состава молока / О. В. Горелик // Молочное и мясное скотоводство. – 2001. – № 7. – С. 38-40. – EDN WKWPTB.

30. Горелик, О. В. Эффективность производства молока коровами в зависимости от уровня инбридинга / О. В. Горелик, Н. А. Юрченко, С. Ю. Харлап // Вестник биотехнологии. – 2020. – № 1(22). – С. 8. – EDN GNFYUT.

31. Горлов, И.Ф., Кайдулина, А.А., Сложенкина, М.И., Мосолова, Н.И., Бармина, Т.Н., Суркова, С.А. Влияние скрещивания коров красной степной породы с быками англеской породы на молочную продуктивность и морфофункциональные особенности вымени // Аграрно-пищевые инновации. 2018. – № 3(3). С. – 34–37. – doi: 10.31208/2618-7353-2018-1-3-34-37.

32. ГОСТ Р 52054-2003. Молоко коровье сырое. Технические условия (с Изменениями № 1, 2).

33. Григорьева, М. Г. Экстерьерные особенности голштинских коров разных линий / М. Г. Григорьева, О. В. Свитенко, А. А. Гетман // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 185. – С. 130-138. – DOI 10.21515/1990-4665-185-009. – EDN VRJXWA.

34. Девятова, Е. Ф. Возрастная структура дойного стада крупного рогатого скота черно-пестрой породы / Е. Ф. Девятова, Е. А. Пономарева // Интеграция науки и практики для развития агропромышленного комплекса : Сборник статей всероссийской научной конференции, Тюмень, 10 ноября 2017 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2017. – С. 41-46. – EDN YQFOXM.

35. Дешко, И. А. и др. Сухостойный период-один из важнейших факторов повышения молочной продуктивности коров. – 2022. – URL: <https://repo.vsavm.by/handle/123456789/21417>.

36. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2020 год). – Лесные Поляны : ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела", 2021. – 265 с. – ISBN 978-5-87958-404-2. – EDN SYSLVZ.

37. Елисеева, Л. И. Сохранение генофонда якутского скота / Л. И. Елисеева // Проблемы и перспективы повышения эффективности племенного животноводства и кормопроизводства : Сборник статей XII Международной научно-практической конференции, Тверь, 18–19 мая 2021 года. – Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2021. – С. 87-90. – EDN DWTYVG.

38. Животова, Т. Ю., Атаев, А. М., Кустов, В. В. Микробиологические показатели молока в зависимости от влияния различных режимов пастеризации // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2024. – №. 3. – С. 71-75.

39. Иванов, М. Ф. Проблема сохранения генофонда местных пород сельскохозяйственных животных в странах СЭВ // Животноводство. – 1976. – № 9. – С. 88–90.

40. Иванов М. Ф. Сохранение генофонда породы в малочисленной популяции // Бюлл. ВНИИРГЖ. – Л., 1976. – Вып. 21. – С. 31–33.

41. Иванов, М.Ф. Полное собрание сочинений. - М.: Колос, 1965. – Т. 7. – 465 с.

42. Иванова, И. Е. Уровень молочной продуктивности и репродуктивная способность коров в зависимости от продолжительности сервис-периода / И. Е. Иванова, Н. Е. Отекина, М. А. Ситникова // Главный зоотехник. – 2021. – № 7(216). – С. 15-23. – DOI 10.33920/sel-03-2107-02. – EDN WQEAEE.

43. Иванова, И. П. Формирование селекционной группы коров на основе комплексного селекционного индекса / И. П. Иванова, Е. Н. Юрченко // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4(48). – С. 124-131. – DOI 10.48136/2222-0364_2022_4_124. – EDN GCMEZE.

44. Инновационный метод прогнозирования продуктивности молочных коров / С. Д. Батанов, И. А. Баранова, О. С. Старостина, М. М. Шайдуллина // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2(66). – С. 4-11. – DOI 10.48012/1817-5457_2021_2_4. – EDN UZLBNO.

45. Инструкция по бонитировке крупного рогатого скота молочных и молочно-мясных пород. – Москва : Колос, 1975. – 28 с.

46. Инструкция по проверке и оценке быков молочных и молочно-мясных пород по качеству потомства. – Москва : Колос, 1980. – 16 с.

47. Исследование морфологического и биохимического состава крови животных при использовании адаптогенов / О. В. Крупина, И. М. Хабибуллин, И. В. Миронова, Р. М. Хабибуллин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2022. – Т. 251, № 3. – С. 156-161. – DOI 10.31588/2413_4201_1883_3_251_156. – EDN CNATGC.

48. Капащинский, В. В. Красный горбатовский скот – Горький: Горьковское книжное издательство, 1953. – 276 с.

49. Кебедова, П. А. Интенсивность молокоотдачи первотелок разных генотипов / П. А. Кебедова, Х. М. Кебедев // Наука, образование, инновации для повышения конкурентоспособности отраслей АПК : международная научно-практическая конференция, посвященная 85-летию факультета биотехнологии Дагестанского ГАУ, Махачкала, 25 мая 2022 года. – Махачкала: Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джембулатова, 2022. – С. 159-163. – EDN XEDAKG.

50. Ковалева, Г.П., Мельникова, В., Шарко, Н.А. Сравнительная характеристика молочной продуктивности коров красной степной породы и ее помесей с красно-пестрой голштинской // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2012. – Т. 1. № 5. – С. 22–27.

51. Козминская, А. С. Оценка быков-производителей разных пород и широкого ареала происхождения по качеству спермопродукции / А. С. Козминская, А. А. Арефьев, К. К. Маслова // Актуальные вопросы аграрной науки : сборник трудов по итогам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нижний Новгород, 21 апреля 2023 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет». – Нижний Новгород: Нижегородский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 61-64. – EDN OAXSYS.

52. Корчик, М. Ф. Сыропригодность молока красной датской породы скота / М. Ф. Корчик // Студенты - науке и практике АПК : Материалы 107-й Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов. В 2-х частях, Витебск, 20 мая 2022 года / Редколлегия: Н. И. Гавриченко (гл. ред.) [и др.]. Часть 2. – Витебск: Учреждение образования "Витебская ордена "Знак

Почета" государственная академия ветеринарной медицины", 2022. – С. 131-132. – EDN KMNJRL.

53. Лазаренко, В. Н. Биологическая эффективность коров по пищевой ценности молока / В. Н. Лазаренко, О. В. Горелик, Н. И. Лыкасова // Зоотехния. – 2002. – № 6. – С. 27-28. – EDN HRRRYR.

54. Лаптева, Е. А. Статистическая оценка развития отрасли молочного скотоводства и обоснование необходимости управления затратами / Е. А. Лаптева // Актуальные вопросы аграрной науки : Сборник трудов по итогам Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения кандидата с.-х. наук, профессора, декана агрономического факультета с 1983 г. по 1994 г. Осипова Александра Павловича, Нижний Новгород, 29 ноября 2022 года. – Нижний Новгород: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 377-382. – EDN ZHUCNU.

55. Левина, Г. Н. Влияние кровности по голштинской породе и удоя матерей отцов на продуктивное долголетие дочерей / Г. Н. Левина, М. Г. Максимчук, В. М. Артюх // Молочное и мясное скотоводство. – 2022. – № 6. – С. 29-33. – DOI 10.33943/MMS.2022.17.68.005. – EDN THRMGO.

56. Лискун, Е. Ф. Русские отродья крупного рогатого скота. – М.: Новый агроном. – 1928. – С. 195-203.

57. Лискун, Е.Ф. Отечественные породы крупного рогатого скота. М., 1949.

58. Лукьянов, А. А. Изменения ферментативной активности крови у бычков герефордской породы под действием нанопорошка меди и её соли / А. А. Лукьянов, Н. А. Лукьянова // Конкурентоспособность и инновационная активность АПК регионов : Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Тверь, 06–08 февраля 2018 года. – Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2018. – С. 99-102. – EDN XRWDVB.

59. Ляшенко, В. В. Продуктивность коров красной датской породы в условиях современного молочного комплекса / В. В. Ляшенко // Сурский вестник. – 2022. – № 3(19). – С. 21-27. – DOI 10.36461/2619-1202_2022_03_004. – EDN ОНОНАУ.

60. Мазилкин, И. А. Влияние анатомо-морфологических особенностей вымени на молочную продуктивность коров / И. А. Мазилкин // Вестник биотехнологии. – 2023. – № 3(36). – EDN YDQWPE.

61. Макаров, В. В. Эпизоотологические особенности современного лейкоза крупного рогатого скота / В. В. Макаров, Д. А. Лозовой // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 1. – С. 53-58. – DOI 10.30850/vrsn/2020/1/53-58. – EDN NFFMPT.

62. Максимчук, М.Г., Левина, Г.Н., Зелепукина, М.В. Продуктивное долголетие чёрно-пёстрых коров в зависимости от выращивания, удоя по 1-ой лактации и кровности по голштинской породе / Максимчук М.Г., Левина Г.Н., Зелепукина М.В. [Электронный ресурс] // АО ГЦВ : [сайт]. — URL: <https://oaohcr.ru/> (дата обращения: 08.11.2024).

63. Мартынова, Е. Н. Продолжительность и интенсивность использования коров с разным возрастом первого отела / Е. Н. Мартынова, А. И. Любимов // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году науки и технологии в России, Ижевск, 24–26 февраля 2021 года. Том II. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 53-56. – EDN OXLHZR.

64. Машкаренко, С. В. Характеристика коров черно-пестрой голштинской породы по технологическим свойствам вымени в ООО "Эконива Агро", Лискинского района Воронежской области / С. В. Машкаренко, С. В. Алифанов // Теория и практика инновационных технологий в АПК : материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 01 марта – 28 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2023. – С. 337-342. – EDN PXHVGW.

65. Методические указания. - М.: Всесоюзная академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина, 1981. – 42 с.

66. Милованов В.К., Соколовская И.И. Племенное дело и искусственное осеменение сельскохозяйственных животных. – М., 1943. – С. 169–170.

67. Мишина, А. И., Абдельманова А. С. Современное состояние бестужевской породы крупного рогатого скота // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (65). – С. 80-87.

68. Молочная продуктивность и генеалогическая структура маточного поголовья генофондных хозяйств Российской Федерации / Г. А. Шаркаева, Н. П. Сударев, В. И. Шаркаев, А. И. Жилкина // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2016. – № 3. – С. 95-99. – EDN WMUEMJ.

69. Молочная продуктивность коров разных экстерьерно-конституциональных типов / С. Д. Батанов, И. А. Амерханов, И. А. Баранова [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2. – С. 102-113. – DOI 10.26897/0021-342X-2021-2-102-113. – EDN QDWYWT.

70. Молочная продуктивность, воспроизводительная способность коров с разным периодом продолжительности сухостоя / Х. Б. Баймишев, М. Х. Баймишев, А. В. Нечаев, О. Н. Пристяжнюк // Инновационные научные исследования. – 2022. – № 2-2(16). – С. 34-42. – DOI 10.5281/zenodo.6368915. – EDN AVQOBE.

71. Морфофункциональная характеристика вымени у коров различной продуктивности / В. А. Ярмолович, Х. Б. Юнусов, Д. Н. Федотов [и др.] // Вопросы ветеринарной гистологии : сборник научных трудов / Гл. ред. – Х. Б. Юнусов, зам. гл. ред. Д. Н. Федотов. Выпуск 1. – Самарканд : Самаркандский институт ветеринарной медицины, 2020. – С. 170-175. – EDN TFIEFC.

72. Морфофункциональные свойства вымени, экстерьерные особенности и молочная продуктивность коров разных пород / Н. М. Костомахин, Г. П. Табаков, Л. П. Табакова [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 2. – С. 64-84. – DOI 10.26897/0021-342X-2020-2-64-84. – EDN UTNSDD.

73. Мурадян, А. М. Сравнительная оценка морфофункциональных свойства вымени коров-первотелок кавказской бурой породы различных генотипов / А. М. Мурадян // Аграрная наука. – 2023. – № 8. – С. 48-52. – DOI 10.32634/0869-8155-2023-373-8-48-52. – EDN ELKJOW.

74. Насатуев, Б. Д. Разработка методики оценки племенной ценности яков / Б. Д. Насатуев, Д. Ц. Гармаев, Е. Н. Назарова // Приоритетные направления научно-технологического развития аграрного сектора России : Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки, Улан-Удэ, 06–10 февраля 2023 года. – Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2023. – С. 510-519. – EDN LXCDZB.

75. Непочатых, С. А. Влияние линейной принадлежности коров на их воспроизводительные функции / С. А. Непочатых, Л. И. Кибкало // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 5. – С. 91-94. – EDN MWMPG.

76. Никольская, Н. А. Биохимические показатели сыворотки крови яка / Н. А. Никольская, А. Т. Жунушов, Т. К. Акылбекова // Вестник Ошского государственного университета. – 2020. – № 1-2. – С. 39-44. – EDN HVJLQU.

77. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников, В. И. Фисинин, В. В. Щеглов [и др.]. – 3-е издание переработанное и дополненное. – Москва : Знание, 2003. – 456 с. – ISBN 5-94587-093-5. – EDN RXQMHL.

78. Панфилова, Г.И. Повышение молочной продуктивности коров красной степной породы при использовании быков айрширской и голштинской краснопестрой селекции // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2–1(32). – С. 37–43.

79. Паронян, И. А. и др. Сохранение и рациональное использование генофонда отечественных пород // Зоотехния. – 2000. – №. 8. – С. 25-27.

80. Паронян, И. А. Сохранение и использование генофонда отечественных пород сельскохозяйственных животных: автореф. дис. ... кандидата биологических наук: 06.02.01 "Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных" / Паронян Иван Амаякович. – Санкт-Петербург – Пушкин, 1995. – 62 с. – EDN ZLHNLX.

81. Петрова, П. В. Анализ биохимических показателей крови коров в системе получения здорового приплода / П. В. Петрова, Т. А. Агаркова // Вопросы ветеринарной науки и практики : сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов факультета ветеринарной медицины Новосибирского государственного аграрного университета, Новосибирск, 30 марта 2021 года. – Новосибирск: Золотой колос, 2021. – С. 45-47. – EDN WUQLTM.

82. Повышение эффективности производства говядины путём рационального использования породных ресурсов / Т. М. Сидихов, Х. А. Амерханов, Ф. Г. Каюмов, Н. П. Герасимов. – Оренбург : Агентство Пресса, 2017. – 286 с. – ISBN 978-5-91854-248-4. – EDN XPKILB.

83. Покровская, М. В. Биохимические показатели минерального обмена у высокопродуктивных молочных коров / М. В. Покровская, И. В. Гусев, Р. А. Рыков // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 8. – С. 30-32. – EDN TECAVX.

84. Причины выбытия коров в зависимости от происхождения / О. В. Горелик, А. А. Лавров, Ю. Е. Лаврова, А. А. Белооков // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 1(204). – С. 36-45. – DOI 10.32417/1997-4868-2021-204-01-36-45. – EDN XVVSTF.

85. Раицкая, В. И. Гематологические и биохимические показатели крови крупного рогатого скота, мясного направления по сезонам года / В. И. Раицкая, В. М. Севастьянова // Norwegian Journal of Development of the International Science. – 2020. – № 40-1. – С. 49-52. – EDN ILZANL.

86. Родионов, Г. В., Костомахин, Н. М., Табакова, Л. П. Скотоводство: Учебник. – СПб.: Лань, 2017. – 488 с: ил. (+ вклейка, 8 с.). – (Учебники для вузов. Специальная литература).

87. Россиянов, К. О. Опытные станции Института экспериментальной биологии и развитие отечественной генетики (1917–1929 гг.) / К. О. Россиянов, М. А. Помелова // Онтогенез. – 2019. – Т. 50. – № 1. – С. 28-40. – DOI 10.1134/S047514501901004X. – EDN YWYHVJ.

88. Руденко, О. В. Экономическая эффективность разведения красного Горбатовского скота // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – Т. 2. – С. 228–231.

89. Руденко, О. В., Трошин, К. А. Влияние кровности по улучшающей породе на показатели молочной продуктивности красных горбатовских коров // Актуальные вопросы животноводства: материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конференции, посв. 90-летию со дня рожд. проф. Нижегородского гос. агротехнол. ун-та, акад. Петровской академии наук и искусств Галкина Алексея Васильевича, Нижний Новгород, 29–30 сентября 2021 г. Нижний Новгород: Нижегородский государственный агротехнологический университет, 2023. С. 81–87.

90. Руденко, О. В. Влияние быков-производителей на продуктивное долголетие красных горбатовских коров / О. В. Руденко // Эффективное животноводство. – 2018. – № 5(144). – С. 13-15. – EDN YNAJLN.

91. Руденко, О. В. Влияние кровности по голштинской породе на продуктивное долголетие и пожизненную молочную продуктивность чёрно-пёстрых коров / О. В. Руденко, С. П. Еремин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 2(30). – С. 132-136. – DOI 10.18286/1816-4501-2015-2-132-136. – EDN UHJQYN.

92. Руденко, О. В. Воспроизводительные качества красных горбатовских коров и их связь с продуктивным долголетием / О. В. Руденко, А. М. Моханад // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1(49). – С. 136-142. – DOI 10.18286/1816-4501-2020-1-136-142. – EDN ITUAWF.

93. Руденко, О. В. Значение паратипических факторов в формировании продуктивного долголетия красных горбатовских коров / О. В. Руденко // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – Т. 20, № 3. – С. 273-282. – DOI 10.30766/2072-9081.2019.20.3.273-282. – EDN GLJJZT.

94. Руденко, О. В. Продуктивное долголетие красного горбатовского скота в условиях сохранения генофонда : Методические рекомендации / О. В. Руденко, Г. Д. Комарова. – Нижний Новгород : Дятловы горы, 2017. – 43 с. – ISBN 978-5-905227-80-6. – EDN YSRWCV.

95. Руденко, О. В. Селекционно-генетическое состояние нижегородской популяции красного горбатовского скота в условиях сохранения генофонда : автореф. дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.02.07 "Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных" / Руденко Оксана Васильевна. – П. Дубровицы Московской обл., 2010. – 20 с. – EDN QGZEPD.

96. Рязанцев, М. Влияние уровня кормления на продуктивность и сервис-период молочных коров / М. Рязанцев, В. Дуборезов // Комбикорма. – 2021. – № 6. – С. 70-72. – DOI 10.25741/2413-287X-2021-06-3-141. – EDN JMPZOG.

97. Самбуров, Н. В. Влияние генетических и паратипических факторов на продуктивное долголетие коров голштинской породы / Н. В. Самбуров, И. В. Глебова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 6. – С. 107-111. – EDN UQAFUK.

98. Саморуков, Ю. В. Сохранение и рациональное использование генофонда красной горбатовской породы крупного рогатого скота : дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.02.01 "Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных" / Саморуков Юрий Владимирович. – п. Дубровицы, 2001. – 118 с. – EDN QDKNNJ.

99. Свяженина, М. А. Экстерьерная оценка в совершенствовании скота симментальской породы / М. А. Свяженина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4(96). – С. 271-276. – EDN XGFDMK.

100. Сейдахметов, Б. С. Сервис-период и продуктивность коров молочных пород Российской Федерации Сервис-период и продуктивность коров молочных пород Российской Федерации / Б. С. Сейдахметов, Т. А. Мороз, М. И. Дунин // Зоотехния. – 2021. – № 2. – С. 28-30. – DOI 10.25708/ZT.2021.47.91.008. – EDN GYBVTJ.

101. Серебровский, А. С. Геногеография и генофонд сельскохозяйственных животных СССР // Научное слово. – 1928. – № 9. – С. 3–23.

102. Сизова, Ю. В. Влияние периода содержания коров на их биохимический состав крови / Ю. В. Сизова // Бюллетень науки и практики. – 2016. – № 6(7). – С. 59-64. – DOI 10.5281/zenodo.55876. – EDN WBDUZD.

103. Скворцова, Е. Г. Влияние доли кровности по голштинской породе на продуктивное долголетие черно-пестрого скота / Е. Г. Скворцова // Вестник биотехнологии. – 2020. – № 1(22). – С. 15. – EDN WAJEFL.

104. Скопцова, Т. И. Влияние морфофункциональных свойств вымени на молочную продуктивность черно-пестрых коров разной селекции / Т. И. Скопцова, Ю. В. Аржанкова, Л. И. Яловик // Молочнохозяйственный вестник. – 2022. – № 2(46). – С. 131-142. – DOI 10.52231/2225-4269_2021_3_131. – EDN IFFQLC.

105. Скотоводство /А. Бегучев, Т. И. Безенко, В.А. Голосов и др.; под ред. Л. К. Эрнста и др. – 2-е перераб. изд. – М.: Колос, 1984. – 519 с., ил.

106. Смирнов, В. Н. Наследственные особенности проявления неспецифического иммунитета / В. Н. Смирнов, А. Н. Успенский, Д. В. Смирнова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2005. – № 7. – С. 126-128. – EDN KVXBVXV.

107. Смирнов, Ю. П. Генетическая предрасположенность и устойчивость к лейкозу в зависимости от породной принадлежности крупного рогатого скота / Ю. П. Смирнов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2005. – № 6. – С. 132-135. – EDN KVTPCR.

108. Смирнова, О. В. Современное состояние селекции красных североамериканских молочных пород группы Viking Red / О. В. Смирнова, Е. В. Тележенко // Молочное и мясное скотоводство. – 2015. – № 5. – С. 13-15. – EDN UCWVMH.

109. Сохранение генетического разнообразия крупного рогатого скота - основа успешного развития животноводства / Х. А. Амерханов, Г. С. Шеховцев, Е. М. Колдаева, И. П. Прохоров // Молочное и мясное скотоводство. – 2023. – № 1. – С. 3-6. – DOI 10.33943/MMS.2023.61.29.001. – EDN ZZVLYS.

110. Стенькин, Н. И., Байбииков, М. Ф. Молочная продуктивность и морфофункциональные признаки вымени первотелок бестужевской породы и их помесей с красной датской породой // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. № 1(45). – С. 107–111. – doi: 10.18286/1816-4 501-2019-1-107-111.

111. Стенькин, Н. И., Байбииков, М. Ф. Особенности роста и развития телок бестужевской породы и их помесей с красной датской породой // Зоотехния. – 2018. – № 7. – С. 30–32.

112. Стенькин, Н. И., Байбииков, М. Ф. Эффективность скрещивания бестужевских коров с быками красной датской породы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 4(56). – С. 201–205. – doi: 10.18286/1816-4501-2021-4-201-205.

113. Столповский, Ю. А., Уханов, С. В. Красная горбатовская порода крупного рогатого скота // Природа. – 1998. – № 7. С. 45-50.

114. Столповский, Ю. А. Генетические и селекционные аспекты истории развития скотоводства на территории России / Ю. А. Столповский, Е. Р. Гостева, Е. В. Солоднева. – Москва : Акварель, 2022. – 88 с. – ISBN 978-5-904787-91-2. – EDN SQUIXD.

115. Столповский, Ю. А. Популяционно-генетические основы сохранения ресурсов генофондов domestцированных видов животных : дис. ... доктора биологических наук: 03.02.07 Генетика / Столповский Юрий Анатольевич. – Москва, 2010. – 339 с. – EDN QFFBYN.

116. Танифа, В. В. и др. Причины нарушения обмена веществ у крупного рогатого скота и нормативные биохимические показатели крови // Рекомендации для специалистов хозяйств, аспирантов, научных сотрудников и работников клинических лабораторий. – 2008. – С. 36.

117. Текеев, М. А. Э., Эбзеев, М. М., Текеева, Х. Э. Эффективность использования быков красно-пестрой голштинской породы при выведении нового

красного степного скота кубанского типа // Вестник АПК Ставрополя. 2018. № 3(31). С. 52–54. doi: 10.31279/2222-9345-2018-7-31-52-54.

118. Титова, С. В. Воспроизводительные качества молочных коров при разном уровне удоя / С. В. Титова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22, № 4. – С. 589-596. – DOI 10.30766/2072-9081.2021.22.4.589-596. – EDN PFJQIX.

119. Титова, С. В. Молочная продуктивность и воспроизводительные качества коров черно-пестрой породы разной линейной принадлежности / С. В. Титова, В. А. Забиякин // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – Т. 21, № 4. – С. 434-442. – DOI 10.30766/2072-9081.2020.21.4.434-442. – EDN DRPBPX.

120. Трошин, К. А. Влияние кровности по улучшающим породам на показатели молочной продуктивности красных горбатовских коров // В мире научных открытий: материалы VI Междунар. студ. науч. конф., Ульяновск, 24–25 мая 2022 г. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2022. – С. 3176–3179.

121. Форма вымени коров голштинской породы и ее связь с молочной продуктивностью / В. А. Каратунов, И. Н. Тузов, А. С. Чернышков, П. С. Кобыляцкий // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2-1(36). – С. 22-29. – EDN EZNDRL.

122. Чавтараев, Р. М. Влияние прилития крови англеров на продуктивные качества красных степных коров // Горное сельское хозяйство. – 2021. – № 1. – С. 92–96. doi: 10.25691/GSH.2021.1.020.

123. Часовщикова, М. А. Соотношение между массовой долей жира и белка в молоке коров как показатель здоровья стада / М. А. Часовщикова, М. В. Губанов // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 9(186). – С. 104-110. – DOI 10.36718/1819-4036-2022-9-104-110. – EDN YXINRW.

124. Часовщикова, М. А. Состав и свойства молока коров при разном уровне соматических клеток / М. А. Часовщикова // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2023. – № 2(71). – С. 81-88. – DOI 10.34655/bgsha.2023.71.2.011. – EDN LNRSCW.

125. Черечеча, А. А. Планирование и результаты формирования быкопроизводящей группы коров в племзаводе ПАО "Родина" Каневского района / А. А. Черечеча, Н. И. Куликова // Инновационные идеи молодых исследователей : Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Уфа, 14 января 2020 года. – Уфа: Вестник науки, 2020. – С. 69-86. – EDN DJYMIS.

126. Чиргин, Е. Д. Возрастные изменения воспроизводительных качеств коров / Е. Д. Чиргин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 16–17 марта 2022 года. Выпуск XXIV. – Марийский государственный университет, 2022. – С. 404-407. – EDN BNTNOC.

127. Чувствительность к вирусу лейкоза крупного рогатого скота у животных разных пород и половозрастных групп / И. А. Кофиади, И. Ю. Подречнева, П. О. Щеголев, И. И. Кузьменков // Ветеринария, зоотехния и

биотехнология. – 2020. – № 5. – С. 61-65. – DOI 10.26155/vet.zoo.bio.202005009. – EDN IYLYXB.

128. Шайдуллин, Р. Р. Реализации генетического потенциала молочной продуктивности черно-пестрого скота в условиях крупных животноводческих комплексах / Р. Р. Шайдуллин // *Агробиотехнологии и цифровое земледелие*. – 2024. – № 1(9). – С. 63-68. – DOI 10.12737/2782-490X-2024-63-68. – EDN JSCJCSW.

129. Шаркаева, Г. А. Производственное использование маточного поголовья в генофондных хозяйствах / Г. А. Шаркаева, В. И. Шаркаев // *Молочная промышленность*. – 2017. – № 2. – С. 77-79. – EDN XVTCVX.

130. Шевелева, О. М. Параметры линейной оценки крупного рогатого скота мясных пород / О. М. Шевелева, А. А. Бахарев // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2022. – № 4(96). – С. 266-270. – EDN FDWIMJ.

131. Шеховцев, Г. С. Пути повышения молочной продуктивности красной горбатовской породы / Г. С. Шеховцев // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агротомия и животноводство*. – 2024. – Т. 19, № 1. – С. 19-29. – DOI 10.22363/2312-797X-2024-19-1-19-29. – EDN BPLJPZ.

132. Экстерьерная характеристика коров голштинской породы в условиях Северного Зауралья / О. М. Шевелева, М. А. Свеженина, С. Ф. Суханова, И. Ю. Даниленко // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. – 2022. – № 2(66). – С. 253-262. – DOI 10.32786/2071-9485-2022-02-32. – EDN ZKIEXS.

133. Экхорумвен, О. Т. Взаимосвязь продолжительности сухостойного периода, молочной продуктивности и репродуктивной способности коров / О. Т. Экхорумвен, Г. Ф. Медведев, В. А. Черникова // *Животноводство и ветеринарная медицина*. – 2022. – № 2(45). – С. 8-13. – EDN UAEOZN.

134. Andresen, U. et al. German red and white coloured dual purpose-an alternative for a sustainable milk production? // *Tieraerztliche Umschau*. – 2014. – Vol. 69. – № 12. – P. 537-542.

135. Assessment of influence of duration of the service period on the milk yield of cows / A. S. Gorelik, M. B. Rebezov, A. A. Belookov [et al.] // *Agrarian Science*. – 2023. – № 1. – P. 49-52. – DOI 10.32634/0869-8155-2023-366-1-49-52. – EDN TTMDRA.

136. Baumung, R., Sölkner, J. Analysis of pedigrees of Tux-Zillertal, Carinthian Blond and Original Pinzgau cattle population in Austria // *Journal of Animal Breeding and Genetics*. – 2002. – Vol. 119. – № 3. – P. 175-181.

137. Bélanger, J. et al. The state of the world's biodiversity for food and agriculture. – Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2019.

138. Bertelsen, H. P. et al. Detection of genetic variation affecting milk coagulation properties in Danish Holstein dairy cattle by analyses of pooled whole-genome sequences from phenotypically extreme samples (pool-seq) // *Journal of animal science*. – 2016. – Vol. 94. – № 4. – P. 1365-1376.

139. Bieber, A. et al. Comparison of performance and fitness traits in German Angler, Swedish Red and Swedish Polled with Holstein dairy cattle breeds under organic production // *Animal*. – 2020. – Vol. 14. – № 3. – P. 609-616.

140. Blackburn, H. D. Development of national animal genetic resource programs // *Reproduction, Fertility and Development*. – 2003. – Vol. 16. – № 2. – P. 27-32.
141. Brito L. F. et al. Genetic selection of high-yielding dairy cattle toward sustainable farming systems in a rapidly changing world // *Animal*. – 2021. – Vol. 15. – P. 100292.
142. Brøndum R. F. et al. Reliabilities of genomic prediction using combined reference data of the Nordic Red dairy cattle populations // *Journal of dairy science*. – 2011. – Vol. 94. – № 9. – P. 4700-4707.
143. Bruford M. W. et al. Prospects and challenges for the conservation of farm animal genomic resources, 2015-2025 // *Frontiers in genetics*. – 2015. – Vol. 6. – P. 314.
144. Cai, Z., M. Dusza, B. Guldbrandtsen, M. S. Lund and G. Sahana. 2020. Distinguishing pleiotropy from linked QTL between milk production traits and mastitis resistance in Nordic Holstein cattle. *Genetics Selection Evolution*, 52: 1-15. DOI: 10.1186/s12711-020-00538-6.
145. Chang C. C. et al. Second-generation PLINK: rising to the challenge of larger and richer datasets // *Gigascience*. – 2015. – Vol. 4. – №. 1. – P. s13742-015-0047-8.
146. Chikhi L. et al. Population genetic structure of and inbreeding in an insular cattle breed, the Jersey, and its implications for genetic resource management // *Heredity*. – 2004. – Vol. 92. – № 5. – P. 396-401.
147. Clutton-Brock J. The process of domestication // *Mammal review*. – 1992. – Vol. 22. – № 2. – P. 79-85.
148. Cole J. B. Perspective: Can we actually do anything about inbreeding? // *Journal of Dairy Science*. – 2024. – Vol. 107. – № 2. – P. 643-648.
149. Cruz V. A. R. et al. Genome-wide association study for milk fatty acids in Holstein cattle accounting for the DGAT1 gene effect // *Animals*. – 2019. – Vol. 9. – № 11. – P. 997.
150. Dash S. et al. Genomewide diversity: A tool for conservation of indigenous cattle genetic resources // *Indian Dairyman*. – 2016. – Vol. 68. – № 1. – P. 64-69.
151. Domestic Animal Diversity Information System (DAD-IS) / [Электронный ресурс] // FAO : [сайт]. – URL: <https://www.fao.org/dad-is/browse-by-country-and-species/en/> (дата обращения: 08.11.2024).
152. Dvorak J. Gene Pool // *Brenner's Encyclopedia of Genetics: Second Edition*. – Elsevier Inc., 2013. – P. 208.
153. Edwards C. J. et al. Dual origins of dairy cattle farming – evidence from a comprehensive survey of European Y-chromosomal variation // *PLoS One*. – 2011. – Vol. 6. – № 1. – P. e15922.
154. Espigolan, R., F. Baldi, A. A. Boligon, F. R. Souza, G. A. Fernandes Júnior, D. G. Gordo and L. G. Albuquerque. 2015. Associations between single nucleotide polymorphisms and carcass traits in Nellore cattle using high-density panels. *Genet Mol Res*, 14: 11133-11144. DOI: 10.4238/2015.September.22.7.
155. Fang Z. H. et al. Genome-wide association study for α S1-and α S2-casein phosphorylation in Dutch Holstein Friesian // *Journal of dairy science*. – 2019. – Vol. 102. – № 2. – P. 1374-1385.

156. FAO. In vivo conservation of animal genetic resources // FAO animal production and health guidelines. – 2013.

157. FAO. Report of a Consultation on the Definition of Breed Categories // Seventh Session of the Intergovernmental Technical Working Group on Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. – 2012.

158. FAO. Status and Trends of Animal Genetic Resources – 2022 // 12th Session of the ITWG on Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, (CGRFA/WG-AnGR-12/23/4/Inf.1). – 2023.

159. Felius M. et al. On the breeds of cattle – historic and current classifications // Diversity. – 2011. – Vol. 3. – № 4. – P. 660-692.

160. Food and Agriculture Organization. The second report on the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture // Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. – 2015.

161. Forutan, M., B. Engle, M. E. Goddard and B. J. Hayes. 2022, December. A conditional multi-trait sequence GWAS of heifer fertility in tropically adapted beef cattle. In Proceedings of 12th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (WCGALP) Technical and species orientated innovations in animal breeding, and contribution of genetics to solving societal challenges. Wageningen Academic Publishers: 1106-1109. DOI: 10.3920/978-90-8686-940-4_262.

162. G. Averdunk, DAIRY ANIMALS | Minor and Dual-Purpose Bos taurus Breeds, Editor(s): Hubert Roginski, Encyclopedia of Dairy Sciences, Elsevier, 2002, Pages 568-576, ISBN 9780122272356.

163. Guillenea A. et al. Genomic prediction in Nordic Red dairy cattle considering breed origin of alleles // Journal of Dairy Science. – 2022. – Vol. 105. – № 3. – P. 2426-2438.

164. Guliński P. Cattle breeds—contemporary views on their origin and criteria for classification: a review // Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica. – 2021. – Vol. 20. – № 2. – P. 3-18.

165. Gutiérrez-Reinoso M. A. et al. Genomic evaluation of primiparous high-producing dairy cows: Inbreeding effects on genotypic and phenotypic production—reproductive traits // Animals. – 2020. – Vol. 10. – № 9. – P. 1704.

166. Haller M. Seltene Haus- & Nutztierassen. – Graz : Stocker, 2000.

167. Ilie D. E. et al. Genome-Wide Association Studies for milk somatic cell score in Romanian dairy cattle // Genes. – 2021. – Vol. 12. – № 10. – P. 1495.

168. Inbreeding: Its Meaning, Uses and Effects on Farm Animals <https://extension.missouri.edu/publications/g2911>. Dale Vogt, Helen A. Swartz and John Massey, 2021.

169. Jacques A. et al. Reintroducing genetic diversity in populations from cryopreserved material: The case of Abondance, a French local dairy cattle breed // bioRxiv. – 2023. – P. 2023.01. 17.524356.

170. Janák V., Novák K., Kyselý R. Late History of Cattle Breeds in Central Europe in Light of Genetic and Archaeogenetic Sources—Overview, Thoughts, and Perspectives // Animals. – 2024. – Vol. 14. – № 4. – P. 645.

171. Johansson I., Joshi N.R. et McLaughlin E.A. Les bovins d'Europe. Volume II // Organization des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture: Rome, 1967.

172. Kargo M. et al. Heterosis and breed effects for milk production and udder health traits in crosses between Danish Holstein, Danish Red, and Danish Jersey // *Journal of Dairy Science*. – 2021. – Vol. 104. – № 1. – P. 678-682.
173. Kopec T. et al. The effect of exterior traits on milk production and calving ease in Czech Fleckvieh cows in first parity // *Archives Animal Breeding*. – 2024. – Vol. 67. – № 2. – P. 133-143.
174. Ludwig A. et al. Tracing the maternal roots of the domestic Red Mountain Cattle // *Mitochondrial DNA Part A*. – 2016. – Vol. 27. – № 2. – P. 1080-1083.
175. Mara L. et al. Cryobanking of farm animal gametes and embryos as a means of conserving livestock genetics // *Animal Reproduction Science*. – 2013. – Vol. 138. – № 1-2. – P. 25-38.
176. Mason, I.L. 1996. *A World Dictionary of Livestock Breeds, Types and Varieties*. Fourth Edition. C.A.B International. 273 pp.
177. ML F. M. B. Buchanan DS. Theunissen B. Koolmees PA. Lenstra JA 2014 // *On the history of cattle genetic resources. Diversity*. – 2014. – Vol. 6. – № 4. – P. 705-750.
178. Nayeri S. et al. Genome-wide association analysis for β -hydroxybutyrate concentration in Milk in Holstein dairy cattle // *BMC genetics*. – 2019. – Vol. 20 – P. 1-17.
179. Nyman S. et al. Inbreeding and pedigree analysis of the European red dairy cattle // *Genetics Selection Evolution*. – 2022. – Vol. 54. – № 1. – P. 70.
180. Oliveira H. R. et al. Genome-wide association for milk production traits and somatic cell score in different lactation stages of Ayrshire, Holstein, and Jersey dairy cattle // *Journal of dairy science*. – 2019. – Vol. 102. – № 9. – P. 8159-8174.
181. Otto P. I. et al. Single-step genome-wide association studies (GWAS) and post-GWAS analyses to identify genomic regions and candidate genes for milk yield in Brazilian Girolando cattle // *Journal of dairy science*. – 2020. – Vol. 103. – № 11. – P. 10347-10360.
182. Prentice J. R., Anzar M. Cryopreservation of mammalian oocyte for conservation of animal genetics // *Veterinary medicine international*. – 2011. – Vol. 2011.
183. Rahway N. J. *Genus Bos: Cattle Breeds of the World* //MSO-AGVET. Merck Co., Inc. Available online: <http://afs.okstate.edu/breeds/cattle/tswana/>(accessed on 11 December 2018). – 1985.
184. Roberts C. J., Gray A. R. Studies on trypanosome-resistant cattle. II. The effect of trypanosomiasis on N'dama, Muturu and Zebu cattle // *Tropical Animal Health and Production*. – 1973. – Vol. 5. – № 4. – P. 220-233.
185. Sanchez M. P. et al. Sequence-based GWAS and post-GWAS analyses reveal a key role of SLC37A1, ANKH, and regulatory regions on bovine milk mineral content // *Scientific Reports*. – 2021. – Vol. 11. – № 1. – P. 7537.
186. Sanchez M. P. et al. Sequence-based GWAS, network and pathway analyses reveal genes co-associated with milk cheese-making properties and milk composition in Montbéliarde cows // *Genetics Selection Evolution*. – 2019. – Vol. 51. – P. 1-19.
187. Saravanan, K. A., M. Panigrahi, H. Kumar, S. Parida, B. Bhushan, G. K. Gaur and R. K. Singh. 2021. Genomic scans for selection signatures revealed candidate

genes for adaptation and production traits in a variety of cattle breeds. *Genomics*, 113(3): 955-963. DOI: 10.1016/j.ygeno.2021.02.009.

188. Scherf B. D., Pilling D. The second report on the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture. – 2015.

189. Sermyagin A. A. et al. Genomic variability assess for breeding traits in holsteinized Russian Black-and-White cattle using GWAS analysis and ROH patterns // *Sel'skokhozyaistvennaya Biol.* – 2020. – Vol. 55. – P. 257-274.

190. Shi L. et al. A post-GWAS confirming the genetic effects and functional polymorphisms of AGPAT3 gene on milk fatty acids in dairy cattle // *Journal of Animal Science and Biotechnology.* – 2021. – Vol. 12. – P. 1-19.

191. Silva A. A. et al. GWAS and gene networks for milk-related traits from test-day multiple lactations in Portuguese Holstein cattle // *Journal of Applied Genetics.* – 2020. – Vol. 61. – № 3. – P. 465-476.

192. Simon D. L. et al. Genetic diversity of European livestock breeds. – Wageningen Pers, 1993.

193. Slagboom M. et al. Conservation of local Red cattle breeds by collaboration with a mainstream Red dairy cattle breed // *Livestock Science.* – 2022. – Vol. 260. – P. 104936.

194. Sponenberg D. P. Conservation of criollo livestock in the United States: challenges and solutions // *Latin American Archives of Animal Production.* – 2020. – Vol. 28. – № 3-4. – P. 103-109.

195. Sponenberg D. P., Beranger J., Martin A. Managing breeds for a secure future: strategies for breeders and breed associations. – 5m Books Ltd, 2017.

196. Srivastava A. K. et al. Conservation of indigenous cattle breeds // *Journal of Animal Research.* – 2019. – Vol. 9. – № 1. – P. 1-12.

197. Strandberg, E. 1996. Breeding for longevity in dairy cows. In: *Progress in Dairy Science.* Phillips, C.J.C. (ed.). Oxon, CAB International, Wallingford, 125–144.

198. Tarekegn, G. M., E. Strandberg, S. Andonov, R. Båge, P. Ask-Gullstrand, E. Rius-Vilarrasa and B. Berglund. 2021. Single-step genome-wide association study uncovers known and novel candidate genomic regions for endocrine and classical fertility traits in Swedish Red and Holstein dairy cows. *Livestock Science*, 253: 104731. DOI: 10.1016/j.livsci.2021.104731.

199. Thompson D. M. A Study of Red Dairy Cattle Breeds in the United Kingdom and Europe. Royal Agricultural Society of Victoria, Royal Showgrounds, Acsor Vale. – 1986.

200. Tux-Zillertaler / [Электронный ресурс] // *Rinderzucht* : [сайт]. – URL: <https://www.rinderzucht.tirol/rassen/tux-zillertaler-194.html> (дата обращения: 08.11.2024).

201. Visscher P. M. et al. A viable herd of genetically uniform cattle // *Nature.* – 2001. – Vol. 409. – № 6818. – P. 303-303.

202. Wilckens M. Die Rinderrassen Mittel-Europas: Grundzüge einer Naturgeschichte des Hausrindes. – P. Parey, 1885.

203. Youatt W. Cattle: Their Breeds, Management, and Diseases; with an Index. – Baldwin and Cradock, 1834.

204. Yudin N. S., Yurchenko A. A., Larkin D. M. Signatures of selection and candidate genes for adaptation to extreme environmental factors in the genomes of Turano-Mongolian cattle breeds //Vavilov Journal of Genetics and Breeding. – 2021. – Vol. 25. – № 2. – P. 190.

205. ZHANG HaiLiang, LIU AoXing, MI SiYuan, LI Xiang, LUO HanPeng, YAN XinYi, WANG YaChun. A Review on Longevity Trait in Dairy Cattle Breeding[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2020, 53(19): 4070-4082.

206. Zhou C. et al. Genome-wide association study for milk protein composition traits in a Chinese Holstein population using a single-step approach // Frontiers in genetics. – 2019. – Vol. 10. – P. 72.

207. Zhou J. et al. Genome-wide association study of milk and reproductive traits in dual-purpose Xinjiang Brown cattle // BMC genomics. – 2019. – Vol. 20. – P. 1-11.

208. Zielke, L., R. Bortfeldt, J. Tetens, G. Thaller and G. Brockmann. 2013. The role of obesity genes for milk fat yield in Holstein dairy cattle. In 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production.