

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва – 2025

Работа выполнена на кафедре молочного и мясного скотоводства ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Научный руководитель: **Прохоров Иван Петрович,**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
профессор кафедры молочного и мясного
скотоводства ФГБОУ ВО «Российский
государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева»

Официальные оппоненты: **Басонов Орест Антипович,**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
и.о. ректора ФГБОУ ВО «Нижегородский
государственный агротехнологический университет
имени Л.Я. Флорентьева»

Федосеева Наталья Анатольевна,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
профессор кафедры Биотехнологий и
продовольственной безопасности ФГБОУ ВО
Министерства сельского хозяйства Российской
Федерации «Российский государственный
университет народного хозяйства имени
В.И. Вернадского»

Ведущая организация: **Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Всероссийский научно-
исследовательский институт племенного дела»**

Защита диссертации состоится «20» мая 2025 г. в 11:30 ч. на заседании диссертационного совета 35.2.030.10 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет–МСХА имени К.А. Тимирязева», по адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19, тел: 8 (499) 976-17-14.

Юридический адрес для отправки почтовой корреспонденции (отзывов): 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте Университета www.timacad.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 35.2.030.10,
кандидат биологических наук

Заикина
Анастасия Сергеевна

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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%) (Х.А. Амерханов и др., 2023).

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 (ФАО, 2012).

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.

Наибольшее 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 (Gutiérrez-Reinoso M. A. et al., 2020). 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 (Brito L. F. et al., 2021).

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 исследований. 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 исследований. 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.

Основные положения, выносимые на защиту:

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

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, посвящённой 90-летию со дня образования Института зоотехнии и биологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, 2024).

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.

2. МАТЕРИАЛ 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 были исследованы все животные маточного стада в количестве 651 головы, которые находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Кроме того, использовались данные по 377 выбывшим коровам, которые являлись матерями современного маточного стада. У данных животных был изучен ряд хозяйственно-биологических признаков и селекционно-генетических показателей, которые представлены в схеме исследования (рисунок 1).

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.

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 ФГБНУ 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).

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.



Рисунок 1 – Схема исследования

Для полногеномного поиска ассоциаций однонуклеотидных полиморфизмов с показателями молока красного горбатовского скота методом случайной выборки были отобраны 68 лактирующих коров красной горбатовской породы, 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.

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. Оценку быков-производителей проводили согласно «Инструкции по проверке и оценке быков молочных и молочно-мясных пород по качеству потомства» и «Инструкции по бонитировке крупного рогатого скота молочных и молочно-мясных пород».

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Современное состояние красной горбатовской породы

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.

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 существенно не отличалось. 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 «Абабковское» указывают на следующую тенденцию: по мере уменьшения доли кровности по красной горбатовской породе происходит снижение молочной продуктивности, главным образом, удоев. 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.

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 в пределах 25 – 50% и менее 25% характеризовались средним возрастом $3,2 \pm 0,1$ и $1,9 \pm 0,1$ лактаций соответственно.

Для того чтобы успешно осуществлять селекционную работу с молочным скотом, необходимо проводить оценку влияния различных факторов на реализацию генетического потенциала животных (Н.В. Самбуров, 2023). 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 1, 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

англерской породам были незначительны, менее 5%. Суммарный вклад породного фактора в изменчивость данного показателя составил 14,5%.

Таблица 1 – Доля влияния различных факторов на показатели молочной продуктивности и живую массу коров

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
Англерская	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

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

Для определения возрастной динамики молочной продуктивности и выявления разницы в надое молодых и полновозрастных коров АО «Аббатовское» дана характеристика молочной продуктивности красного горбатовского скота в зависимости от лактации. Наиболее высокие удои были получены в 1-ю и 2-ю лактации, затем произошло снижение молочной продуктивности в 3-й лактации до 5047 ± 87 кг 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 (О.Л. Хромова и др., 2023; О.В. Горелик, 2024).

3.2 Молочная продуктивность и компонентный состав молока красного горбатовского скота разных генотипов

Для сравнительной оценки молочной продуктивности красного горбатовского скота были сформированы группы животных разных генотипов с учетом их возраста в лактациях. 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.

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 [Ф. М. Гафарова и др., 2020], 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 2 представлены данные по 15 показателям, в том числе приведена количественная дифференциация соматических клеток на лимфоциты и полиморфноядерные нейтрофилы.

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

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 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% (О. А. Басонов и др., 2020), 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.

Установлено 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 (М.А. Часовщикова, 2022). Существенных различий между группами коров по 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 отметить, 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 (М.А. Часовщикова, 2023). Это подтверждается и данными нашего исследования – наибольшее количество соматических клеток было обнаружено 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).

3.3 Биохимические показатели крови коров красной горбатовской породы

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.

Мочевина представляет собой продукт нейтрализации аммиака в реакциях орнитинового цикла, которые протекают в печени. Первая группа коров с кровностью по красной горбатовской породе $\geq 75\%$ характеризовалась пониженным уровнем мочевины в сыворотке крови – $1,85 \pm 0,18$ ммоль/л. При этом животные третьей группы с кровностью $\geq 25\%$ также отличались довольно низкими значениями по данному показателю, они находились на уровне нижних границ нормы – $2,31 \pm 0,28$ ммоль/л.

Активность щелочной фосфатазы сыворотки крови является показателем фосфорнокальциевого обмена и температурного стресса (М. В. Покровская, 2014). 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.

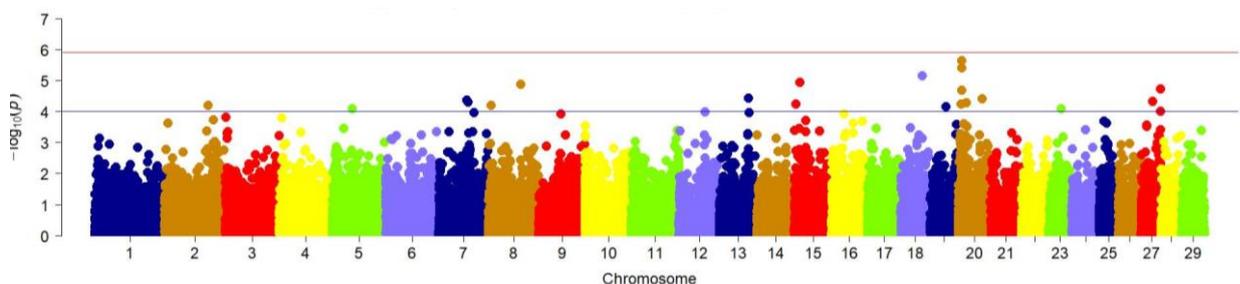
Концентрация глюкозы в сыворотке крови служит индикатором уровня энергетического метаболизма у крупного рогатого скота. Небольшое отклонение от нормы по данному показателю было выявлено в первой группе животных – $1,55 \pm 0,13$ ммоль/л.

Значения остальных показателей биохимии крови не выходили за пределы референсных диапазонов. Достоверных различий между группами по исследуемым параметрам обнаружено не было ($p > 0,05$).

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

Полногеномные исследования ассоциаций у крупного рогатого скота проводятся во многих странах. 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.

Полученные данные об указанных ранее показателях молока 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 2 представлены результаты визуализации расположения статистически значимых SNP в 29 аутосомах коров красной горбатовской породы для некоторых из исследованных признаков.



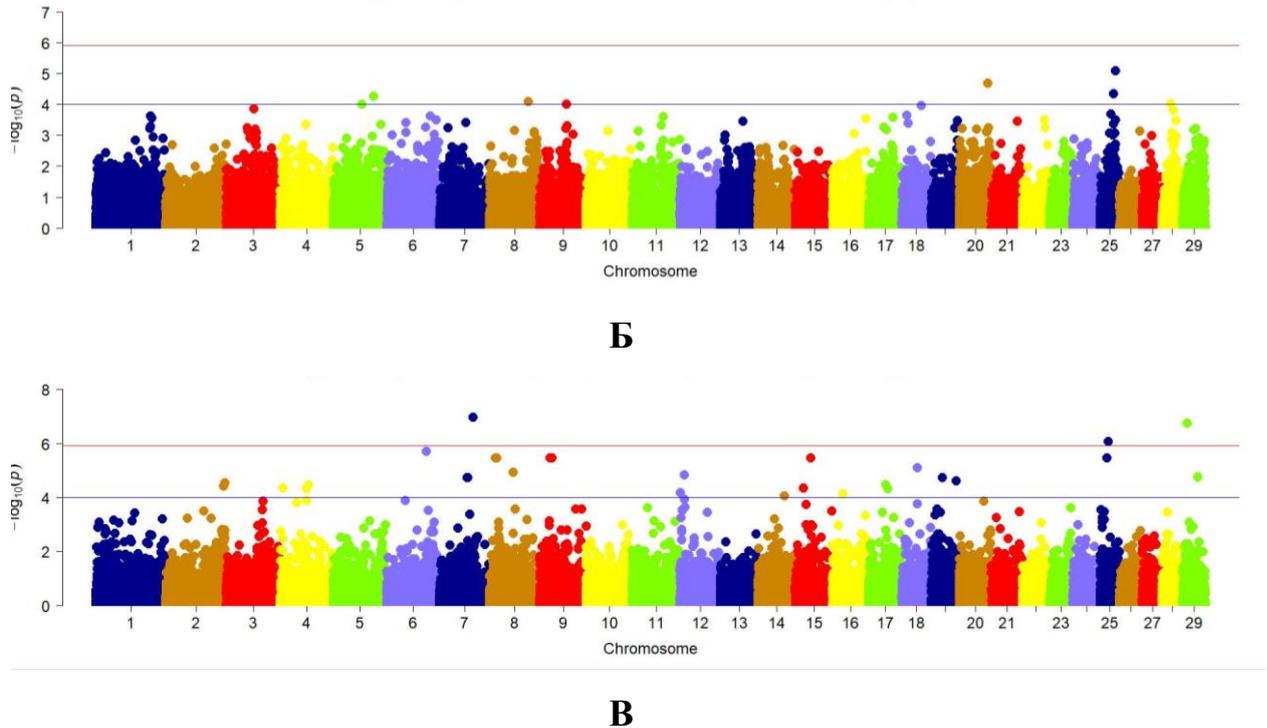


Рисунок 2 – Расположение статистически значимых SNP в 29 аутосомах коров красной горбатовской породы для признаков: А – массовая доля белка; Б – массовая доля жира; В – количество соматических клеток; логарифм значения q (ось Y) нанесен для каждой хромосомы (ось X); по оси Y – нижняя линия – значение 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 3).

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).

Таблица 3 – 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

3.5 Продуктивное долголетие красной горбатовской породы

Продуктивное долголетие является важным селекционным признаком, который, по мнению ряда авторов (ZHANG HaiLiang et al., 2020), 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 4) 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.

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 кг. 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.

Таблица 4 – 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 \pm m	Cv, %	M \pm m	Cv, %	M \pm 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 \pm 87	42,7	2112 \pm 85***	42,8	1516 \pm 136	54,7
Пожизненный удой, кг	29771 \pm 1226***	37,1	29152 \pm 1008***	36,9	20772 \pm 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

3.6 Сравнительная характеристика и подбор быков-производителей красной горбатовской породы

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

Данные по осеменению животных в АО «Абабковское» показали, что главным источником генетического материала для указанного генофондного хозяйства являлось ООО «Нижегородское» по племенной работе, у которого красная горбатовская порода была представлена 5 быками (Вальтер, Ручеек, Сказочник, Эдельвейс и Звон-Н). В другом племенном предприятии – АО «ГЦВ» также имелся запас семени, представленный 4 быками, 2 из которых (Заказ и Эклер) использовались в воспроизводстве стада АО «Абабковское», в то же время, еще два быка – Вожак и Залп не были задействованы в племенной работе.

Анализ кровности быков красной горбатовской породы показал, что среди указанных производителей только два были чистопородными – Залп и Заказ. Другие быки в большей или меньшей степени характеризовались прилитием крови англеской и красной датской пород.

Результаты оценки быков красной горбатовской породы по качеству дочерей 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, а также на 0,01% по массовой доле жира и белка. Остальные быки были оценены по качеству дочерей как нейтральные.

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.

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 и 5031 кг соответственно. В то же время, среди представленных быков Вальтер 6259 отличался наименьшим родительским индексом – 4561 кг.

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 удой 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 увеличивалась прямо пропорционально, 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 голов, 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.

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.

Наиболее высоким родительским индексом быка характеризовался Залп 9562 (РИБ = 6004 кг). Затем следовали быки Эклер 9501, Вожак 9687 и Заказ 9736, родительский индекс которых составил 5848, 5390 и 5351 кг соответственно.

3.7 Инбридинг в популяции красной горбатовской породы

Для поддержания жизнеспособности популяции красной горбатовской породы в долгосрочной перспективе необходимо повышать ее генетическое разнообразие.

Анализ коэффициентов инбридинга животных показал, что использование быка Вожак 9687, не имевшего в своей родословной общих предков с указанными коровами приведет к значительному снижению гомозиготности, в частности, уменьшение уровня инбридинга потомства данных коров составит 2,3%, 4,7%, 9,4% и 18,8%.

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%).

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

Важными индикаторами успешной финансовой деятельности служат такие показатели как чистая прибыль и уровень рентабельности (таблица 5). Наиболее высокая прибыль была получена в группе коров с долей кровности по красной горбатовской породе $\geq 25\%$ – 27,1±7,8 тыс. руб. Более низкой прибылью характеризовались коровы с кровностью $\geq 75\%$ и $\geq 50\%$ – 18,7±7,2 и 25,1±4,9 тыс. руб. соответственно.

Таблица 35 – Экономическая эффективность производства молока коров с разной кровностью

Показатель	Кровность по красной горбатовской породе		
	$\geq 75\%$ (n=16)	$\geq 50\%$ (n=16)	$\geq 25\%$ (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

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±3,3%, для второй группы – 11,6%±2,3. В третьей группе был отмечен достаточно высокий для отрасли уровень рентабельности, который составил 12,5%±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 (ВТВ-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 удоём – 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 A_1 , где превосходство дочерей данного быка над сверстницами по удою составило 215 кг, и Эклера, отнесенного к племенной категории A_3B_3 , 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%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для обеспечения более высоких показателей продуктивного долголетия в стаде генофондного хозяйства АО «Абабковское» 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.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. Амерханов, Х.А. Характеристика компонентного состава молока помесных коров красной горбатовской породы / Х.А. Амерханов, Г.С. Шеховцев, М.И. Селионова, И.П. Прохоров // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 106. – С. 368-377. – DOI 10.21515/1999-1703-106-368-377.
2. Амерханов, Х.А. 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.
3. Амерханов, Х.А. Сравнительная характеристика быков-производителей красной горбатовской породы по молочной продуктивности дочерей / Х.А. Амерханов, Г.С. Шеховцев, И.П. Прохоров // Молочное и мясное скотоводство. – 2024. – № 1. – С. 27-31. – DOI 10.33943/MMS.2024.29.46.005.

Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных (Scopus):

4. Genome-Wide Association Study of Single Nucleotide Polymorphisms with Milk Traits in Red Gorbatov Cattle / M.I. Selionova, G.S. Shekhovtsev, I.P. Prokhorov [et al.] // American Journal of Animal and Veterinary Sciences. – 2024. – Vol. 19, No. 4. – P. 329-337. – DOI 10.3844/ajavsp.2024.329.337.

Статьи, опубликованные в других изданиях:

5. Шеховцев, Г.С. Характеристика быков-производителей Красной горбатовской породы / Г.С. Шеховцев // Материалы Международного научного симпозиума, посвященного 150-летию со дня рождения выдающегося ученого в области зоотехнии академика Е.Ф. Лискуна «Достижения зоотехнической науки в решении актуальных задач животноводства и аквакультуры»: сборник статей, Москва, 14–17 ноября 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2023. – С. 99-102.
6. Шеховцев, Г.С. Распределение быков красной горбатовской породы АО «Абабковское» по кровности / Г.С. Шеховцев // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева: Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 374-377.
7. Шеховцев, Г.С. Пути повышения молочной продуктивности красной горбатовской породы / Г.С. Шеховцев // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2024. – Т. 19, № 1. – С. 19-29. – DOI 10.22363/2312-797X-2024-19-1-19-29.

8. **Шеховцев, Г.С.** Анализ причин выбытия маточного поголовья Красной горбатовской породы / **Г.С. Шеховцев, И. П. Прохоров** // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича: Сборник статей, Москва, 03–05 июня 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 397-401.

9. **Шеховцев, Г.С.** Современное состояние и генетическая характеристика европейских пород крупного рогатого скота красного корня / **Г.С. Шеховцев** // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, посвящённая 90-летию со дня образования Института зоотехнии и биологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева: Сборник статей, Москва, 6–7 ноября 2024 г. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 298-302.