

На правах рукописи

Дубровин Александр Витальевич

**СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ФОРМИРОВАНИЯ ВНУТРИПОРОДНОЙ СТРУКТУРЫ
НОВОАЛТАЙСКОЙ ПОРОДЫ ЛОШАДЕЙ**

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

Автореферат диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Дивово – 2024

Работа выполнена в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства» (ФГБНУ «ВНИИ коневодства»)

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, академик РАН
Калашников Валерий Васильевич

Официальные оппоненты:

Алексеева Евгения Ивановна,

доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры крупного животноводства, федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет».

Цыганок Инна Борисовна,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры коневодства, федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»

Защита состоится «24» декабря 2024 года в 10:00 часов на заседании диссертационного совета 24.1.010.01 ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства» по адресу: 391105, Рязанская область, Рыбновский район, пос. Дивово, п/о Институт коневодства

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства» <http://www.ruhorses.ru>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Зайцев А.М.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Породы сельскохозяйственных животных нередко являются национальной гордостью и представляют собою часть народного богатства, которое необходимо не только сохранять, но и пополнять (Калашников В.В. и др., 2023).

Сегодня в России, наряду с племенными предприятиями, разводящими лошадей заводских пород, функционируют племенные заводы и репродукторы местных пород, ориентированные на продуктивные цели. В соответствии с данными Государственного племенного регистра Минсельхоза России в Российской Федерации на начало 2024 года зарегистрировано 184 племенных организации по коневодству (заводы, репродукторы, генофондные хозяйства), в том числе 92 (50 %) – по разведению лошадей местных пород.

В хозяйствах Алтайского края и Республики Алтай создана и успешно культивируется специализированная мясная порода лошадей - новоалтайская. В формировании генофонда данной породы принимали участие местные улучшенные кобылы и жеребцы литовской тяжёлоупряжной, русской и советской тяжеловозных пород (Никонова А.И., 2012).

На современном этапе лошади новоалтайской породы обладают хорошими мясными качествами, правильным экстерьером и прекрасной приспособленностью к экстенсивным условиям содержания, однако их племенные и продуктивные качества могут быть повышены путём селекции (Никонова А.И., 2014; Никонова А.И. и др., 2017; Дубровин А.В. и др., 2023).

Генетико-популяционный анализ показал, что новоалтайская порода обладает высоким уровнем генетического разнообразия, позволяющим вести эффективную селекцию по хозяйственно-полезным признакам (Блохина Н.В. и др., 2018, 2019; Храброва Л.А. и др., 2019).

Общеизвестно, что ведущим методом управления микроэволюцией пород в коневодстве является разведение по линиям, при котором создаётся определённая генеалогическая структура, позволяющая выдерживать оптимальный уровень гетерозиготности и не допускать стихийного повышения гомозиготности в породе (Кахикало В.Г. и др., 2014; Рысалдина А.А. и др., 2014).

Изучение генеалогической структуры и рациональная организация селекционной работы в племенных хозяйствах даёт возможность совершенствовать систему селекции лошадей, выявляя наиболее ценные генотипы (Усманов Р.А., 2014).

В настоящее время в новоалтайской породе ведётся работа с 9 линиями, каждая из которых обладает своей индивидуальностью, тесно связанной с продуктивными и племенными качествами, способными передаваться потомству (Дубровин А.В., 2019).

В связи с этим изучение генеалогической структуры породы, сохранение классических и разработка новых селекционных, генетических и организационно-технологических методов совершенствования новоалтайской породы лошадей, является актуальным направлением исследования.

Степень разработанности темы исследования. В связи с тем, что новоалтайская является специализированной породой мясного направления продуктивности, лошади которой разводятся при круглогодичном пастбищно-тебеневочном содержании, характеризуются многосторонним использованием в сельском хозяйстве, в том числе в качестве улучшателей пользовательных лошадей, разводимых в зонах экстенсивного содержания, её изучением занимались многие исследователи.

Исследованием внутривидовой структуры и методов разведения новоалтайской породы, селекционируемых признаков и факторов, влияющих на них, занимались Барминцев Ю.Н. (1972, 1983); Никонова А.И. и др. (1980, 1982, 1987, 1995, 2000, 2001, 2005, 2012, 2014, 2016, 2017); Трушников В.А. и др. (2013); Бордунов А.А. и др. (2018); Гавриш К.А. и др. (2019); Дубровина Н.В. и др. (2019); Соколов Д.В. и др. (2021); Дубровин А.В. и др. (2019, 2020, 2021, 2023), Dubrovin A. (2024).

Изучением морфологического строения поперечнополосатой мышечной ткани у лошадей новоалтайской породы занимались Малышева Е.С. и Жуков В.М. (2013), установившие, что для мышечной ткани взрослых животных характерно более рыхлое расположение волокон с большим количеством соединительной ткани в мышечных пучках, чем в мышечной ткани лошадей в возрасте 2-4 лет. В работах ряда исследователей (Асанбаев Т.Ш. и др., 2016, 2017, 2018; Шарпатов Т.С. и др., 2022) отмечается, что использование жеребцов новоалтайской породы

в качестве улучшателей пользовательных лошадей, разводимых в зонах экстенсивного содержания является эффективным и позволяет получить ярко выраженный эффект гетерозиса по живой массе, основным промерам и индексам телосложения, увеличить производство кобыльего молока при сохранении высоких адаптивных качеств к круглогодичному пастбищно-тебенёвочному содержанию. Генетическая структура новоалтайской породы лошадей, уровень полиморфизма микросателлитных локусов у её представителей и основные генетико-популяционные показатели были изучены в работах Блохиной Н.В. и др. (2018, 2019, 2022), Blohina N.V. et al. (2021); Храбровой Л.А. и др. (2019); Дубровина А.В. и др. (2023), Dubrovin A. (2024).

Цели и задачи исследования. Цель работы - изучение селекционно-генетических методов формирования внутривидовой структуры новоалтайской породы лошадей для разработки селекционных параметров совершенствования хозяйственно-полезных качеств лошадей этой породы.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Выявить и охарактеризовать исторические этапы формирования внутривидовой структуры новоалтайской породы.

2. Изучить методы селекции новоалтайской породы лошадей.

3. Охарактеризовать генеалогическую структуру породы на современном этапе.

4. Изучить динамику популяционных показателей лошадей новоалтайской породы различных генеалогических групп и в целом по породе.

5. Охарактеризовать производителей по качеству потомства.

6. Изучить генетическую структуру новоалтайской породы лошадей по 17 локусам микросателлитов ДНК.

7. Установить филогенетические связи новоалтайской породы с породами, участвовавшими в её создании.

Научная новизна исследования. Изучены формирование внутривидовой структуры новоалтайской породы лошадей и применяемые при этом селекционно-генетические методы, а также динамика и корреляционные связи хозяйственно-полезных признаков лошадей новоалтайской породы в хозяйствах с 2010 по 2020 гг.; получены новые данные о селекционируемых признаках и генетической характеристике породы.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты исследований позволили получить новые знания о закономерностях формирования генеалогической структуры новоалтайской породы; определить связи племенной ценности и морфологических характеристик лошадей с линейной принадлежностью; установить генетическую структуру породы.

Практическая значимость исследований заключается в том, что их результаты могут быть использованы хозяйствами для составления и реализации планов селекционно-племенной работы, разработке долговременных селекционных отраслевых программ, обеспечивающих существенный прирост производства продукции и повышение её качества.

Методология и методы исследования. При проведении исследований методологической основой послужили классические научные положения в области селекции, технологии и генетики животных. В качестве объекта исследований были использованы лошади новоалтайской породы, разводимые в хозяйствах Республики Алтай и Алтайского края. В качестве материала использованы данные централизованного племенного учёта в новоалтайской породе за период с 2010 по 2020 годы. При выполнении диссертационной работы были использованы общепринятые методы отбора, подготовки и анализа материала. Дана авторская трактовка полученных результатов и проведена сравнительная оценка научных данных с показанными другими исследованиями в области селекции и генетики в Российской Федерации и в мире. Лабораторные исследования проведены на современном оборудовании в ФГБНУ «ВНИИ коневодства». Обработка экспериментальных данных проведена статистическими методами с использованием программных пакетов MS Excel 2010; Statistica 12.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Характеристика исторических этапов формирования внутрипородной структуры новоалтайской породы.
2. Методические подходы и результаты совершенствования лошадей новоалтайской породы в период с 2010 по 2020 годы.
3. Селекционные показатели лошадей новоалтайской породы, выявленные в период проведения исследований.
3. Генеалогическая структура новоалтайской породы на современном этапе её развития.

4. Характеристика производителей по качеству потомства.

6. Генетический профиль лошадей новоалтайской породы по 17 локусам микросателлитов ДНК.

7. Выявление филогенетических связей новоалтайской породы лошадей с породами, участвовавшими в её создании.

Апробация результатов диссертации.

Основные положения диссертации апробированы на: международной научно-практической конференции «Современные достижения и актуальные проблемы в коневодстве», Дивово, 2019; международной научно-практической конференции «Научное обеспечение развития и повышения эффективности коневодства России и стран СНГ», Дивово, 2021; научно-практической конференции с международным участием «Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы», Вологда, 2024; международной научно-практической конференции «Проблемы табунного и продуктивного коневодства», Новосибирская обл., р.п. Краснообск, 2024.

Достоверность результатов работы подтверждается большим объёмом проведённых исследований, значительной по численности, репрезентативной выборкой животных, включенных в исследование, а также результатами статистической обработки полученных данных.

Личный вклад автора. Автором была сформирована база данных селекционно-генетических параметров лошадей новоалтайской породы, включающая сведения более, чем о 10 тысяч животных. Проанализировано современное состояние проблемы, сформулированы цели и задачи исследования, разработана программа и определены методы исследования. Автор принимал участие на всех этапах работы: экспедиционное обследование, подготовка материала, обработка, обобщение и анализ результатов. Печатные работы по теме диссертации были подготовлены автором самостоятельно и в соавторстве.

Публикации результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 18 статей, в том числе входящие в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК 12; 1 – в журнале, индексируемом в международной базе Scopus. В соавторстве получено свидетельство о регистрации базы данных RU 2024623359 (2024): «Селекционно-генетические параметры. Новоалтайская порода» для управления селекционным процессом.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 200 страницах компьютерного текста, включает введение, обзор литературы, результаты собственных исследований и их обсуждение, выводы, практические рекомендации и приложения. Работа проиллюстрирована 45 таблицами и 24 рисунками. Библиографический список включает 233 публикации, в том числе 43 на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность и признательность научному руководителю – доктору сельскохозяйственных наук, профессору, академику РАН, Заслуженному деятелю науки РФ, научному руководителю ФГБНУ «ВНИИ коневодства» В.В. Калашникову. Также автор сердечно благодарит за оказанную помощь и проявленную поддержку директора ФГБНУ «ВНИИ коневодства», кандидата сельскохозяйственных наук А.М. Зайцева, заведующую отделом селекции ФГБНУ «ВНИИ коневодства», кандидата сельскохозяйственных наук, доцента, Г.В. Калинкину, сотрудников отдела селекции ФГБНУ «ВНИИ коневодства»: старшего научного сотрудника, главного регистратора ГПК тяжеловозных пород лошадей, кандидата сельскохозяйственных наук А.В. Борисову, старшего научного сотрудника, кандидата сельскохозяйственных наук А.В. Устьянцеву, научного сотрудника, кандидата сельскохозяйственных наук Н.В. Дубровину, младшего научного сотрудника К.А. Гавриш, сотрудников лаборатории генетики ФГБНУ «ВНИИ коневодства»: ведущего научного сотрудника, доктора сельскохозяйственных наук Н.В. Блохину и старшего научного сотрудника, кандидата сельскохозяйственных наук И.С. Гавриличеву, а также всех причастных к процессу исследования, обработки экспериментальных данных и издания работы. Особые слова признательности и благодарности автор выражает А.И. Никоновой и А.А. Бордунову - авторам новоалтайской породы лошадей.

2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

2.1. Материал и методы исследований

Объектом для собственных исследований послужили лошади новоалтайской породы разных половозрастных групп из 24 хозяйств Республики Алтай и Алтайского края. Исследования проведены по пятилетним периодам – 2010, 2015, 2020 годы. В ходе работы были

проанализированы данные о 10469 лошадях, в том числе 507 жеребцах-производителях и 5005 конематках.

Бонитировка лошадей проводилась в соответствии с инструкцией по бонитировке лошадей местных пород (Инструкция по бонитировке лошадей местных пород, 1988).

Индексы телосложения животных рассчитывались по общепринятым формулам.

Уровень консолидации по определённым хозяйственно-полезным признакам оценивали по коэффициентам фенотипической консолидации (K_1 , K_2) и среднего значения (K_{cp}) по формулам Ю.П. Полупана (Полупан Ю.П., 2001, В.П. Буркат и др., 2002):

Оценка жеребцов-производителей новоалтайской породы проводилась согласно методическим рекомендациям по оценке жеребцов-производителей по качеству потомства для пород лошадей, селекционируемых по комплексу признаков.

Расчёт величины коррелятивных связей проводился по общепринятой методике – методу квадратов (Пирсона)

Для оценки генетической характеристики новоалтайской породы служили 363 лошади, рождённые в 14 хозяйствах Алтайского края и Республики Алтай, принадлежащие 9 генеалогическим линиям и нелинейной группе.

Для установления филогенетических взаимоотношений между новоалтайской породой и породами, участвовавшими в её создании, были взяты результаты тестирования лошадей следующих заводских и местных пород: новоалтайская ($n=363$), алтайская ($n=39$), литовская тяжёлоупряжная ($n=159$), советская тяжеловозная ($n=288$), русская тяжеловозная ($n=617$), орловская рысистая ($n=4177$), будённовская ($n=93$).

Тестирование исследуемого поголовья проводили в лабораториях генетики ФГБНУ «ВНИИ коневодства» (все породы, за исключением литовской тяжёлоупряжной) и ООО «Биоген-тест» (лошади литовской тяжёлоупряжной породы) по 17-ти микросателлитным локусам ДНК: АНТ4, АНТ5, АСВ2, НМС1, НМС2, НМС3, НМС6, НМС7, НТГ4, НТГ6, НТГ7, НТГ10, ВНЛ20, АСВ23, АСВ17, ЛЕХ3 и СА425 рекомендованным ISAG.

При генетико-популяционной характеристике исследуемых групп учитывали частоты встречаемости аллелей, генотипов, уровень полиморфности (A_e), степень наблюдаемой (H_o) и ожидаемой (H_e)

гетерозиготности. Показатель внутривидового инбридинга F_{is} определяли исходя из соотношения числа наблюдаемых и теоретически рассчитанных генотипов в локусах по формуле $F_{is}=1-(H_o/H_e)$. Индексы генетического сходства и генетические дистанции между изученными породами и внутривидовыми субпопуляциями рассчитывали по формулам М. Nei (1975). Генетико-популяционные параметры рассчитывали по стандартным формулам с помощью программ MS Excel 2010; FSTAT version 1.2; Genepop и Populations 1.2.28.

2.2. Результаты собственных исследований

2.2.1. Этапы формирования внутривидовой структуры новоалтайской породы лошадей

Работа по созданию новоалтайской породы проводилась с 1978 года селекционерами ВНИИ коневодства Ю.Н. Барминцевым, А.И. Никоновой, А.А. Бордуновым при участии специалистов хозяйств Алтайского края и Горно-Алтайской автономной области.

Порода создана методом сложного воспроизводительного скрещивания ранее улучшенных алтайских кобыл с жеребцами литовской тяжёлоупряжной, русской и советской тяжеловозными породами. Отбор животных осуществлялся по промерам, типу телосложения и живой массе. Метод подбора – однородный и компенсаторный.

Важнейшей наследственной особенностью лошадей новоалтайской породы является высокая мясная продуктивность при хорошей адаптации к круглогодичному пастбищному содержанию в суровых природно-климатических условиях.

Формирование генетической структуры новоалтайской породы проходит четыре этапа. Первой вехой являлось начатое в 30-е и продолженное в 50-е годы прошлого века планомерное улучшение алтайских лошадей скрещиванием местных кобыл с жеребцами заводских пород. Это привело к значительному укрупнению местных лошадей, повышению их мясной продуктивности при сохранении комплекса уникальных физиологических механизмов адаптации к экстремальным условиям экстенсивного содержания.

Второй этап становления внутривидовой структуры анализируемой породы заключался в скрещивании ранее улучшенных местных кобыл с жеребцами тяжеловозных пород (1978-1998 гг.). Поскольку при выведении породы приходилось работать с матками

неизвестного происхождения, то в качестве основного принципа селекции была избрана работа на тип. На данном этапе работы наряду с разведением помесей желательного и универсального типа проводилось скрещивание с жеребцами тяжёлоупряжных пород с целью увеличения количества помесей, из числа которых проводился отбор по заданным параметрам.

Третьим шагом на пути к цели являлось использование жеребцов-помесей разной кровности. Он был направлен на создание животных с устойчивой наследственностью желательных особенностей. Биологические и продуктивные качества помесей закрепляли путём однородного подбора по промерам, типу телосложения и живой массе, уделяя при этом особое внимание сохранению адаптивных качеств.

Четвёртый этап – переход от скрещивания к чистопородному разведению, создание мужских линий (2000 г. – настоящее время). Полученные животные являлись консолидированными и по происхождению относились к новой популяции, по типу телосложения соответствующей лошадям тяжеловозных пород, существенно превосходящей по продуктивным качествам исходную материнскую основу. Это дало основание считать данную популяцию новой породой.

Новоалтайская порода лошадей была зарегистрирована и включена в Госреестр селекционных достижений в 2000 году.

Современная генеалогическая структура породы представлена девятью мужскими линиями, хорошо сочетающимися, как между собой, так и с нелинейными животными. Пять линий ведут своё начало от жеребцов литовской тяжёлоупряжной породы, три от производителей советской тяжеловозной породы и одна от русского тяжеловоза.

2.2.2. Современное состояние породы

В хозяйствах Алтайского края и Республики Алтай на начало 2021 года имелось 4708 лошадей новоалтайской породы, в том числе 2400 конематок и 220 жеребцов-производителей. 93,17% общей численности племенных маток породы сосредоточено в предприятиях, зарегистрированных в Госплемрегистре Минсельхоза России.

Анализ структуры табуна показал, что на долю конематок приходится 50,98%, жеребцов-производителей 4,67%, молодняка 15,78%.

Большая часть поголовья в породе в целом и в Республике Алтай в частности представлена лошадьми нелинейной группы (25,40%; 31,09%), на второй позиции линия Арбаса (19,35%; 21,47%), на третьей – линия

Меча (11,73%; 12,31%). При этом в Алтайском крае преобладают лошади линий Рекрута (18,59%), Конегора (16,68%) и Арбаса (14,90%).

Большая часть лошадей производящего состава находится в среднем репродуктивном возрасте, что имеет важное значение для достижения хороших показателей в воспроизводстве (рисунок 3).

Наиболее возрастные лошади продуцируют в хозяйствах Алтайского края: средний возраст жеребца-производителя – 9,7 лет, конематки – 9,1 лет. Жеребцы-производители и матки этого региона старше животных из Республики Алтай в среднем на 0,7 и 1,1 года соответственно.

В породе культивируются два внутривидовых типа: желательный и универсальный. По результатам оценки качества кобыл маточного состава к желательному типу отнесены 79,5 % поголовья, к универсальному – 20,5 %. Среди жеребцов к желательному типу относятся 83,6 %, к универсальному – 16,4 %.

Установлено, что для новоалтайской породы характерно разнообразие мастей с преобладанием рыжих (36,75%) и гнедых (30,03%) особей. Реже встречаются бурая (10,92%), вороная (10,90%) и игреневая (5,29%) масти.

Результаты анализа живой массы лошадей новоалтайской породы представлены в таблице 1. Жеребцы, рождённые в хозяйствах Республики Алтай, превосходили своих сверстников из Алтайского края по живой массе на протяжении жизни от 6 месяцев до 6,5 лет. Однако кобылы из Алтайского края оказались более тяжеловесными по сравнению с кобылами из Республики Алтай на протяжении всей жизни. При этом животные обоих регионов превосходили стандарт породы по живой массе, за исключением кобыл в возрасте 3,5 и 4,5 года субпопуляции Республики Алтай.

Сравнительный анализ промеров тела показал, что жеребцы и кобылы, рождённые в Алтайском крае, незначительно превосходят своих сверстников из Республики Алтай по всем параметрам, как в 2,5-летнем, так и в 5,5-летнем возрасте (таблица 2). Существенных отличий в индексах телосложения у жеребцов в разрезе территориальных субъектов не выявлено. Однако кобылы, рождённые в Республике Алтай превосходят своих сверстниц из Алтайского края по индексам формата, компактности и массивности, как в 2,5-летнем, так и в 5,5-летнем возрасте. Животные обоих регионов превосходили стандарт породы по всем промерам, за исключением высоты в холке у 5,5-летних кобыл.

Таблица 1 - Живая масса лошадей новоалтайской породы

Возраст, лет	Всего			Алтайский край			Республика Алтай		
	п, гол.	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	Cv, %	п, гол.	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	Cv, %	п, гол.	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	Cv, %
Жеребцы									
0,5	542	226,0±1,66	17,09	61	225,8±6,36	22,00	481	226,0±1,69	16,36
1,5	178	388,6±2,56	8,80	24	380,3±6,62	8,53	154	389,9±2,77	8,81
2,5	25	510,9±7,87	7,70	4	498,5±21,84	8,76	21	513,3±8,55	7,63
3,5	16	624,6±10,26	6,57	4	607,8±30,55	10,05	12	630,2±9,75	5,36
4,5	14	613,6±14,72	9,98	7	615,1±17,17	7,39	7	612,0±25,37	10,97
5,5	26	602,6±8,97	7,59	3	599,0±18,73	5,42	23	603,1±9,95	7,91
6,5	38	666,1±10,14	9,38	12	660,3±19,15	10,05	26	668,7±12,12	9,24
7,5	16	652,9±14,64	8,97	4	667,8±10,87	3,25	12	647,9±19,23	10,28
> 7,5	126	668,3±4,45	7,48	45	675,2±8,34	8,28	81	664,4±5,14	6,96
Кобылы									
0,5	803	226,2±1,39	17,38	183	226,2±2,91	17,39	620	226,1±1,58	17,40
1,5	383	381,8±1,96	10,04	146	391,6±3,23	9,97	237	375,7±2,38	9,76
2,5	141	497,1±3,71	8,87	8	538,0±13,97	7,34	133	494,6±3,75	8,74
3,5	298	506,0±3,09	10,56	162	519,8±3,85	9,43	136	489,5±4,62	11,01
4,5	202	534,0±4,91	13,06	76	564,3±6,42	9,91	126	515,8±6,34	13,79
5,5	232	546,4±4,34	12,09	61	549,9±7,27	10,32	171	545,2±5,29	12,69
6,5	246	594,0±3,24	8,56	65	610,8±6,26	8,26	181	588,0±3,70	8,47
7,5	198	585,9±3,91	9,38	64	611,1±7,32	9,59	134	573,9±4,23	8,54
> 7,5	1224	602,1±1,50	8,74	588	610,9±2,16	8,58	636	593,6±2,05	8,96

Таблица 2 - Промеры, индексы телосложения, оценка за экстерьер лошадей новоалтайской породы

Показатели	В возрасте 2,5 года						В возрасте 5,5 лет					
	общее поголовье		Алтайский край		Республика Алтай		общее поголовье		Алтайский край		Республика Алтай	
	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	Cv, %
жеребцы												
п. гол.	25		4		21		26		3		23	
промеры, см												
высота в холке	149,0±0,72	2,40	151,5±0,65	0,85	148,6±0,81	2,49	156,1±0,48	1,58	157,7±0,33	0,37	155,9±0,53	1,63
косая длина туловища	156,4±0,93	2,98	158,0±0,91	1,16	156,1±1,09	3,20	165,6±0,85	2,61	165,7±0,33	0,35	165,6±0,96	2,78
обхват груди	187,0±1,06	2,84	188,3±1,31	1,40	186,7±1,24	3,05	197,5±1,35	3,49	198,0±2,08	1,82	197,4±1,51	3,67
обхват пясти	21,5±0,22	5,11	22,5±0,00	0,00	21,3±0,24	5,17	22,8±0,15	3,30	22,5±0,00	0,00	22,8±0,17	3,48
индексы телосложения, %												
формата	105,0±0,35	1,65	104,3±0,17	0,33	105,1±0,41	1,77	106,1±0,41	1,96	105,1±0,01	0,02	106,2±0,45	2,05
компактности	119,6±0,68	2,86	119,1±0,36	0,61	119,6±0,81	3,11	119,2±0,60	2,57	119,5±1,10	1,59	119,2±0,67	2,70
массивности	125,5±0,55	2,18	124,3±0,52	0,83	125,7±0,63	2,31	126,5±0,64	2,57	125,6±1,14	1,58	126,6±0,71	2,68
костистости	14,4±0,11	3,73	14,9±0,06	0,85	14,3±0,12	3,82	14,6±0,08	2,82	14,3±0,03	0,37	14,6±0,09	2,87
Оценка за экстерьер, балл	8,8±0,08	4,64	9,0±0,00	0,00	8,8±0,10	4,98	9,0±0,14	8,03	9,0±0,00	0,00	9,0±0,19	10,37
кобылы												
п. гол.	141		8		133		232		61		171	
промеры, см												
высота в холке	145,9±0,33	2,70	149,4±0,78	1,47	145,7±0,34	2,69	148,2±0,22	2,29	149,6±0,28	1,48	147,7±0,28	2,45
косая длина туловища	154,8±0,47	3,63	157,8±0,88	1,58	154,6±0,50	3,69	158,3±0,36	3,50	158,4±0,47	1,30	158,3±0,46	3,84
обхват груди	186,5±0,54	3,43	189,5±2,04	3,04	186,3±0,56	3,44	191,4±0,68	5,41	189,9±1,04	4,26	192,0±0,84	5,74
обхват пясти	20,0±0,08	4,59	20,7±0,13	1,80	20,0±0,08	4,64	20,5±0,06	4,19	20,6±0,04	1,57	20,4±0,07	4,78
индексы телосложения, %												
формата	106,1±0,25	2,84	105,6±0,39	1,04	106,1±0,27	2,91	106,8±0,20	2,83	105,9±0,24	1,81	107,2±0,25	3,05
компактности	120,6±0,41	4,08	120,1±0,81	1,92	120,6±0,44	4,18	120,9±0,32	4,03	119,9±0,50	3,26	121,3±0,39	4,24
массивности	127,9±0,37	3,40	126,8±0,80	1,79	127,9±0,38	3,47	129,1±0,43	5,06	126,9±0,59	3,62	129,9±0,53	5,35
костистости	13,7±0,06	4,98	13,8±0,04	0,98	13,7±0,06	5,1	13,8±0,04	4,01	13,8±0,03	1,58	13,8±0,05	4,57
Оценка за экстерьер, балл	8,5±0,04	5,91	8,6±0,18	6,00	8,5±0,04	5,91	8,2±0,05	9,30	8,2±0,12	11,49	8,2±0,05	8,42

Установлено, что из общего числа пробонитированных животных на долю лошадей класса элита приходится 81,8 %, при этом субпопуляция новоалтайской породы Алтайского края является наиболее классной по сравнению с субпопуляцией Республики Алтай (рисунок 1).

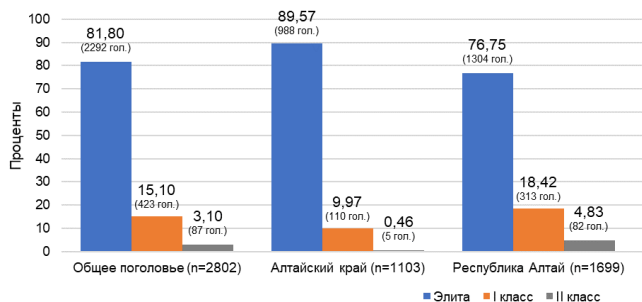


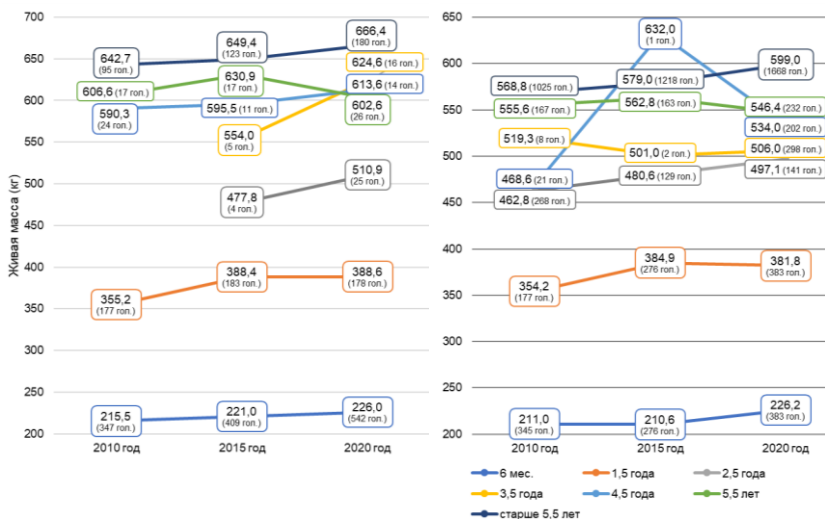
Рисунок 1 - Классовый состав лошадей новоалтайской породы в зависимости от региона разведения (по состоянию на 01.01.2021 г.)

2.2.3. Динамика основных селекционируемых признаков лошадей новоалтайской породы

Анализ динамики основных селекционируемых признаков у лошадей новоалтайской породы выявил положительные изменения живой массы у жеребцов и кобыл в большинстве возрастных групп. Исследуемый показатель у жеребцов за данный период увеличился на 3,4-12,7%, у кобыл – 5,3-14,0 % (рисунок 2).

Средние показатели полновозрастных жеребцов составляют: живая масса – 602,6 кг, промеры 156,1-165,6-197,5-22,8 см (таблица 3). Существенных различий по промерам у жеребцов обеих возрастных групп за анализируемый период не выявлено.

Средние показатели полновозрастных кобыл составляют: живая масса – 546,4 кг и 148,2-158,3-191,4-20,5 см (таблица 4). У кобыл в возрасте 2,5 года установлена положительная динамика промеров косой длины туловища и обхвата груди. Данные промеры в 2020 году по сравнению с 2010 годом увеличились на 1,4% и 4,1% соответственно. Существенных различий по промерам у 5,5-летних кобыл не выявлено.



жеребцы							кобылы						
возраст, лет													
0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	>5,5	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	>5,5
+/- 2020 год к 2010 году, кг (%)													
10,5 (4,9)	33,4 (9,4)	33,1 (6,9)	70,6 (12,7)	22,3 (3,9)	-4,0 (-0,7)	23,7 (3,7)	27,6 (7,8)	34,3 (7,4)	-13,3 (-2,6)	65,4 (14)	-9,2 (-1,7)	30,2 (6,3)	

Рисунок 2 - Динамика живой массы лошадей новоалтайской породы

2.2.4. Консолидация лошадей различных линий новоалтайской породы по основным хозяйственно-полезным признакам

Коэффициенты фенотипической консолидации по живой массе молодняка колебались от – 0,691 (жеребчики) до 0,399 (кобылки) (таблица 5). Наиболее консолидированными оказались жеребчики линии Арбаса и кобылки линии Клапана.

Наиболее консолидированными по большинству индексов телосложения оказались 2,5-летние кобылы линии Грозного и 5,5-летние кобылы нелинейной группы (таблица 6). Отрицательными коэффициентами фенотипической консолидации по всем индексам телосложения характеризовались 2,5-летние кобылы линий Рекрута и Гинтараса, а также 5,5-летние кобылы линий Конегора и Бимаса.

Таблица 3 - Динамика промеров и индексов телосложения жеребцов новоалтайской породы

Показатели	В возрасте 2,5 года						В возрасте 5,5 лет					
	2010 год		2015 год (n=4)		2020 год (n=25)		2010 год (n=17)		2015 год (n=17)		2020 год (n=26)	
	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	Cv, %
промеры (см):												
высота в холке	-	-	148,0±0,82	1,10	149,0±0,72	2,40	157,3±0,6	1,74	156,1±0,87	2,29	156,1±0,48	1,58
косая длина туловища	-	-	151,0±1,00	1,3	156,4±0,93	2,98	166,1±1,02	2,54	166,7±0,76	1,88	165,6±0,85	2,61
обхват груди	-	-	184,8±0,48	0,52	187,0±1,06	2,84	198,5±0,91	1,89	199,9±1,23	2,54	197,5±1,35	3,49
обхват пясти	-	-	21,3±0,60	5,60	21,5±0,22	5,11	22,4±0,07	1,34	22,7±0,10	1,75	22,8±0,15	3,30
индексы телосложения (%):												
формата	-	-	102,0±0,39	0,77	105,0±0,35	1,65	105,6±0,29	1,14	106,8±0,50	1,93	106,1±0,41	1,96
компактности	-	-	122,4±1,00	1,64	119,6±0,68	2,86	119,6±0,75	2,57	120,0±0,72	2,47	119,2±0,60	2,57
массивности	-	-	124,8±0,76	1,21	125,5±0,55	2,18	126,2±0,68	2,21	128,2±1,04	3,35	126,5±0,64	2,57
костистости	-	-	14,4±0,40	5,52	14,4±0,11	3,73	14,3±0,07	2,01	14,6±0,09	2,59	14,6±0,08	2,82

Таблица 4 - Динамика промеров и индексов телосложения кобыл новоалтайской породы

Показатели	В возрасте 2,5 года						В возрасте 5,5 лет					
	2010 год (n=268)		2015 год (n=129)		2020 год (n=141)		2010 год (n=167)		2015 год (n=163)		2020 год (n=232)	
	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm s_{\bar{X}}$	Cv, %
промеры (см):												
высота в холке	146,0±0,22	2,51	145,1±0,38	2,94	145,9±0,33	2,70	149,5±0,25	2,14	148,7±0,26	2,20	148,2±0,22	2,29
косая длина туловища	152,7±0,25	2,69	151,9±0,48	3,62	154,8±0,47	3,63	160,6±0,31	2,53	160,8±0,38	2,98	158,3±0,36	3,50
обхват груди	179,2±0,37	3,35	183,3±0,59	3,67	186,5±0,54	3,43	191,5±0,53	3,56	193,7±0,56	3,70	191,4±0,68	5,41
обхват пясти	19,5±0,04	3,17	19,8±0,08	4,31	20,0±0,08	4,59	20,2±0,06	3,69	20,4±0,05	3,43	20,5±0,06	4,19
индексы телосложения (%):												
формата	104,6±0,11	1,66	104,7±0,25	2,76	106,1±0,25	2,84	107,4±0,17	2,02	108,2±0,21	2,49	106,8±0,20	2,83
компактности	117,4±0,19	2,71	120,8±0,39	3,66	120,6±0,41	4,08	119,3±0,27	2,89	120,5±0,32	3,37	120,9±0,32	4,03
массивности	122,8±0,22	2,91	126,4±0,40	3,57	127,9±0,37	3,40	128,1±0,28	2,87	130,3±0,34	3,35	129,1±0,43	5,06
костистости	13,4±0,02	2,90	13,7±0,04	3,51	13,7±0,06	4,98	13,5±0,03	3,12	13,7±0,03	3,35	13,8±0,04	4,01

Таблица 5 - Степень фенотипической консолидации по живой массе молодняка разных линий (K_{ср})

Линия	Показатель	Жеребчики		Кобылки	
		возраст, лет		возраст, лет	
		0,5	1,5	0,5	1,5
Арбаса	п, гол	80	22	147	62
	K _{ср}	0,126	0,17	0,018	-0,094
Гингараса	п, гол	43	15	54	28
	K _{ср}	-0,008	-0,262	-0,146	-0,020
Конегора	п, гол	55	27	117	57
	K _{ср}	0,049	-0,491	-0,178	0,117
Грозного	п, гол	26	7	31	24
	K _{ср}	-0,423	-0,010	-0,129	0,120
Бимаса	п, гол	27	13	24	16
	K _{ср}	-0,034	0,212	0,399	-0,196
Меча	п, гол	78	10	1120	48
	K _{ср}	-0,128	0,143	-0,146	-0,079
Рекрута	п, гол	64	28	76	33
	K _{ср}	-0,056	-0,691	0,004	-0,060
Клапана	п, гол	29	12	27	7
	K _{ср}	-0,127	-0,626	0,061	0,099
Боксёра	п, гол	23	7	12	19
	K _{ср}	-0,005	0,380	0,235	-0,301
Нелинейные	п, гол	117	37	205	89
	K _{ср}	0,034	0,211	0,006	-0,075

Таблица 6 - Степень фенотипической консолидации по основным селекционируемым признакам кобыл разных линий

Показатель	Линия									
	Арбаса	Гинтараса	Конегора	Грозного	Бимаса	Меча	Рекрута	Клапана	Боксёра	Нелинейные
возраст 2,5 года										
п, гол.	34	11	2	7	-	30	15	-	-	42
Живая масса, кг	0,045	-0,048	-1,145	-1,145	-	-0,144	0,103	-	-	0,012
ВХ, см	0,177	0,041	-3,755	-0,352	-	-0,056	-0,021	-	-	-0,021
КДТ, см	-0,158	-0,160	-3,952	0,335	-	-0,140	-0,162	-	-	0,049
ОГ, см	0,110	-0,200	-0,499	0,090	-	0,009	-0,023	-	-	-0,012
ОП, см	0,018	-0,106	0,062	0,200	-	-0,104	0,077	-	-	-0,056
ИФ, %	-0,362	-1,746	-1,500	0,244	-	0,040	-2,004	-	-	0,215
ИКомп, %	-0,020	-0,257	-1,750	0,190	-	0,052	-0,609	-	-	0,049
ИМ, %	0,145	-0,003	-0,112	0,001	-	0,166	-0,525	-	-	-0,015
ИКост, %	0,026	-	0,065	0,208	-	-0,047	-0,039	-	-	-0,037
возраст 5,5 лет										
п, гол.	51	27	15	10	5	26	24	5	2	67
Живая масса, кг	-0,003	-0,231	-0,251	-0,595	-0,671	-0,236	0,104	0,253	-31,408	0,071
ВХ, см	-0,002	0,148	-0,136	0,328	-0,513	-0,078	0,169	-1,645	0,220	0,142
КДТ, см	-0,107	-0,124	-0,459	0,039	0,148	-0,138	0,026	-1,080	-0,401	0,028
ОГ, см	0,151	-0,176	-0,661	-0,154	-0,039	-0,436	0,010	0,077	-7,559	0,089
ОП, см	-0,306	-0,109	-	0,041	-0,298	0,129	-0,233	-0,262	-	0,123
ИФ, %	-0,048	0,191	-0,687	-0,408	-0,007	0,056	-0,385	-1,752	-	0,030
ИКомп, %	0,152	-0,216	-1,258	-0,030	-1,743	-0,630	0,044	0,190	-0,209	0,037
ИМ, %	0,130	-0,186	-1,377	-1,129	-0,397	-0,397	-0,135	-0,095	-0,580	0,059
ИКост, %	-	-0,054	-	0,077	-	0,127	-	-	-	0,114
ВХ – высота в холке; КДТ – косяя длина туловища, ОГ – обхват груди; ОП – обхват пясти; ИФ – индекс формата; ИКомп – индекс компактности; ИМ – индекс массивности; ИКост – индекс костистости										

2.2.5. Оценка жеребцов-производителей новоалтайской породы по качеству потомства

В ходе исследования по комплексу признаков оценено 59 жеребцов-производителей по 1844 потомкам, средняя живая масса оцененного потомства 385,5 кг, средняя оценка за экстерьер потомства 4,2 балла.

Установлено, что наиболее ценными в селекции породы являются жеребцы линий Рекрута и Конегора. По итогам оценки, проведённой в 2023 году наивысшие значения показателей отмечены у потомства жеребцов линии Грозного (402 кг; 4,5 балла).

Отмечена тенденция увеличения живой массы и оценки за экстерьер потомства в каждой линии, как и в целом по породе. За исследуемый период первый показатель увеличился на 7,8 %, второй – на 5,0 %.

2.2.6. Взаимосвязь основных селекционных признаков лошадей новоалтайской породы

В результате проведённого исследования установлена достоверная положительная корреляционная связь высокой и средней степеней между живой массой и показателями промеров у лошадей (обхвата груди $r=0,62\dots0,94$, косой длины туловища $r=0,58\dots0,88$) (таблица 7).

В целом векторы фенотипических корреляций основных селекционируемых признаков в породе указывают на то, что в селекционно-племенной работе следует проводить оценку и отбор животных по комплексу экстерьерных признаков и особенно по промерам обхвата груди и косой длины туловища.

2.2.7. Породоспецифические особенности аллелофонда микросателлитов ДНК лошадей новоалтайской породы

2.2.7.1. Характеристика полиморфизма локусов микросателлитов ДНК лошадей новоалтайской породы

При генотипировании лошадей новоалтайской породы по 17 панельным STR-локусам было установлено 154 аллеля. Число аллелей в локусах варьировало от 4 (HTG7) до 15 (ASB17).

Среднее значение уровня полиморфности, рассчитанное на один локус для всей экспериментальной выборки, составило 4,909. Исходя из этого, локусы были разделены на две группы. Первую группу составили локусы, имеющие число эффективно действующих аллелей выше среднего уровня: VHL20, АНТ5, ASB23, ASB2, HTG10, ASB17, LEX3. Во вторую группу входили локусы, для которых показатель уровня полиморфности

Таблица 7 - Коэффициенты корреляций между живой массой и промерами, живой массой и индексами телосложения у лошадей новоалтайской породы

Показатель	В среднем по породе (n=2802)	Пол		Возраст, лет		Внутрипородный тип		Регион разведения	
		жеребцы (n=261)	кобылы (n=2541)	2,5 (n=166)	5,5 (n=258)	желательный (n=2204)	универсальный (n=598)	Алтайский край (n=1103)	Республика Алтай (n=1699)
промеры, см									
ВХ	0,64±0,007	0,50±0,032	0,60±0,008	0,52±0,038	0,53±0,029	0,67±0,007	0,73±0,011	0,71±0,009	0,60±0,010
КДГ	0,76±0,005	0,72±0,018	0,73±0,005	0,58±0,033	0,68±0,020	0,70±0,006	0,74±0,011	0,81±0,006	0,72±0,007
ОГ	0,84±0,003	0,77±0,015	0,83±0,003	0,62±0,030	0,84±0,010	0,80±0,004	0,66±0,014	0,86±0,004	0,83±0,004
ОП	0,56±0,008	0,40±0,039	0,51±0,010	0,32±0,053	0,46±0,033	0,60±0,008	0,43±0,023	0,71±0,009	0,50±0,012
индексы телосложения, %									
ИФ	0,38±0,012	0,35±0,042	0,44±0,011	0,24±0,060	0,38±0,038	0,20±0,017	0,32±0,028	0,45±0,016	0,35±0,016
ИКомп	0,40±0,011	0,21±0,052	0,44±0,11	0,02±0,076	0,51±0,031	0,15±0,018	0,08±0,038	0,56±0,013	0,34±0,016
ИМ	0,59±0,008	0,43±0,037	0,65±0,006	0,21±0,062	0,61±0,024	0,34±0,014	0,30±0,029	0,67±0,010	0,54±0,011
ИКост	0,21±0,015	0,10±0,064	0,10±0,018	0,03±0,076	0,23±0,048	0,24±0,016	-0,04±0,43	0,35±0,020	0,18±0,20

ниже среднего значения: НТG4, НТG6, НMS6, НТG7, НMS1, СА425. Остальные четыре локуса имели значения уровня полиморфности близкие к среднему.

В отношении значений наблюдаемого уровня гетерозиготности максимумом характеризовался локус ASB17, минимумом - НТG6. Шесть локусов имеют распределение близкое к равновесному. Локусов, отличающихся избытком гетерозигот семь: VHL20, НТG4, АНТ4, НMS6, ASB24, LEX3, СА425. В остальных случаях наблюдалось преобладание ожидаемой гетерозиготности над наблюдаемой.

Каждый из изученных локусов характеризовался специфическим распределением частот аллелей. Самой высокой частотой встречаемости отличался аллель НТG6 O (0,747).

2.2.7.2. Межпородная дифференциация новоалтайской породы лошадей по микросателлитным локусам ДНК

Сравнительный анализ аллелофонда новоалтайской породы с породами, учествовавшими в её создании по основным генетико-популяционным характеристикам, показал, что наибольшим уровнем генетического разнообразия обладают лошади новоалтайской породы (154 аллеля), наименьшим – будённовской (119 аллелей) (таблица 8). Остальные породы характеризуются относительно близкими показателями, которые колеблются от 127 до 138 аллелей.

Таблица 8 - Характеристика новоалтайской породы лошадей и пород, участвовавших в её создании, по 17 локуса микросателлитов ДНК

Порода	n, гол.	Na	Nv	Ae	He	Ho	Fis
Новоалтайская	363	154	9,059	4,909	0,756	0,754	0,005
Алтайская	39	134	7,882	4,750	0,759	0,772	-0,020
Литовская тяжелоупряжная	159	134	7,882	3,960	0,724	0,728	-0,004
Русская тяжеловозная	617	138	8,118	3,667	0,689	0,674	0,015
Советская тяжеловозная	288	129	7,588	3,871	0,697	0,694	0,004
Орловская рысистая	4177	127	7,471	3,748	0,702	0,700	0,003
Будённовская	93	119	7,000	3,793	0,713	0,722	-0,013

Компаративистика обобщающих показателей демонстрирует также лидерство новоалтайской породы по эффективному числу аллелей ($A_e=4,909$). Близким к этому значению обладают лошади алтайской породы ($A_e=4,750$). Наименьший уровень полиморфности зафиксирован у русской тяжеловозной породы ($A_e=3,667$).

В алтайской, литовской тяжёлоупряжной и будённовской породах ожидаемая гетерозиготность превышала наблюдаемую, что говорит о преобладании гетерозиготных генотипов и отсутствии внутривидового инбридинга. Коэффициент F_{is} у лошадей новоалтайской, орловской рысистой, русской и советской тяжеловозных пород имел положительное значение близкое к равновесию по Харди-Вайнбергу (HWE), что указывает на незначительное смещение генетического баланса в сторону избытка гомозигот. В целом полученные данные говорят об эффективности селекционных мероприятий по поддержанию генетического разнообразия в исследованных группах.

Установлено, что генетическая структура новоалтайской и изученных тяжеловозных пород содержит аллели, которые не встречаются у лошадей алтайской породы: VHL20 J, HTG6 N, ANT5 I, HMS2J, LEX3 P, HMS1 K, CA425 J. Также эти породы характеризуются высокой частотой встречаемости аллеля HTG6 O: 0,793 – новоалтайская, 0,626 – литовская тяжёлоупряжная, 0,956 – советская тяжеловозная, 0,782 – русская тяжеловозная. У представителей алтайской породы наиболее часто встречается аллель HTG4 M (0,667). Генетическая структура алтайской и новоалтайской пород включает аллели, отсутствующие у всего исследованного поголовья тяжеловозных пород: ANT5 P, ASB23 M, ASB2 B, HMS1 O.

В локусе LEX3 у лошадей новоалтайской породы было выявлено 10 аллелей, при этом 9 из них были обнаружены у всех анализируемых пород, что указывает на их общую материнскую основу. При этом новоалтайская порода выделялась наличием аллеля LEX3 G (0,020), который по данным Н.Б. Блохиной (2022), встречается у представителей мугалжарской (0,074), кабардинской (0,010) и тувинской (0,001) пород.

Анализ филогенетических связей по микросателлитным локусам ДНК современной популяции лошадей ожидаемо выявил наличие близкого генетического сходства новоалтайской породы с русским тяжеловозом

(0,903) и алтайской лошады (0,899), а также с советской тяжеловозной (0,871) и литовской тяжёлоупряжной породами (0,852).

Дендрограмма демонстрирует отчётливое разделение кластеров (рисунок 3). Самые близкие генетические дистанции имеют лошади русской и советской тяжеловозных пород, что объясняется участием советского тяжеловоза в качестве улучшающей породы при совершенствовании русского тяжеловоза. Во второй кластер входят новоалтайская и алтайская породы. Оба кластера связаны генетическим родством. Из рисунка 3 видно, что литовская тяжёлоупряжная порода наиболее удалена по уровню родства с новоалтайской породой, чем остальные тяжеловозные породы. Это объясняется менее широким использованием жеребцов литовской тяжёлоупряжной породы по сравнению с жеребцами русской тяжеловозной породы при создании новоалтайской породы). Наибольшей генетической дивергенцией по отношению к новоалтайской породе отличаются группы лошадей орловской рысистой и будённовской пород.

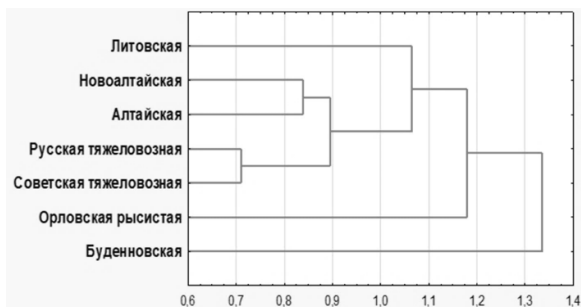


Рисунок 3 - Дендрограмма генетических дистанций между лошадьми новоалтайской породы и породами, участвовавшими в её создании

2.2.7.3. Географическая дифференциация новоалтайской породы лошадей по микросателлитным локусам ДНК

Большая часть поголовья новоалтайской породы аккумулирована в очагах её выведения и культивирования: Алтайском крае и Республике Алтай. В данной связи были рассчитаны основные генетико-популяционные показатели для лошадей в разрезе указанных территориальных субъектов и районов, входящих в их состав (таблица 9).

Таблица 9 - Генетическая характеристика популяций лошадей новоалтайской породы разных районов по 17 локусам микросателлитов ДНК

Район, регион	n	Na	Nv	Ae	Ho	He	Fis
Смоленский	22	114	6,706	4,231	0,773	0,732	-0,052
Чарышский	126	141	8,294	4,761	0,759	0,754	-0,003
В целом по Алтайскому краю	148	141	8,294	4,764	0,763	0,756	-0,006
Усть-Канский	118	136	8,000	4,493	0,741	0,731	-0,017
Усть-Коксинский	32	118	6,941	4,317	0,778	0,734	-0,057
Онгудайский	33	113	6,647	4,108	0,754	0,718	-0,049
Шебалинский	32	122	7,176	4,311	0,734	0,733	0,007
В целом по Республике Алтай	215	150	8,824	4,749	0,749	0,746	-0,002
В целом по породе	363	154	9,059	4,909	0,754	0,754	0,005

Общее количество аллелей в 17 исследуемых локусах у лошадей новоалтайской породы составило в Алтайском крае – 141, в Республике Алтай – 150 (таблица 9). Лошади Алтайского края обладали наибольшим эффективным числом аллелей ($A_e=4,764$). По соотношению наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности, а также показателя коэффициента внутрипопуляционного инбридинга оба региона характеризуется избытком гетерозигот. Это указывает на отсутствие внутрипопуляционного инбридинга и говорит об эффективности селекционных мероприятий по поддержанию генетического разнообразия субпопуляций.

Лошади пяти из шести районов рождения обладают аллелями характерными только для этих субпопуляций. Так лошади Чарышского района Алтайского края отличались наличием аллелей HMS2 N ($p<0,05$), HMS2 S ($p<0,05$), CA425 K ($p<0,05$), животные, рождённые в районах Республики Алтай: в Усть-Канском – HTG4 Q ($p<0,05$), HTG10 Q ($p<0,05$), ASB17 D ($p<0,05$), CA425F ($p<0,05$), Усть-Коксинском - HTG10 J ($p<0,05$), Онгудайском - HMS2 O ($p>0,05$), Шебалинском - ASB23 H ($p<0,05$), ASB23 Q ($p<0,05$), HMS1 O ($p<0,05$).

Установлено, что для лошадей всех четырёх районов Республики Алтай характерно наличие аллеля HMS7 K, который отсутствовал у группы животных из Алтайского края. При этом у лошадей, рождённых в хозяйствах Алтайского края, был идентифицирован характерный только для них аллель HTG6 M.

Анализ филогенетических связей субпопуляций новоалтайской породы по регионам их рождения показал выраженное разделение поголовья на два субкластера (рисунок 4). Первый составляют лошади

Усть-Канского района Республики Алтай и Чарышского района Алтайского края, второй – Онгудайского и Усть-Коксинского районов Республики Алтай. Родство поголовья этих территориальных пар обусловлено в первом случае межхозяйственным обменом жеребцами, во втором - использованием в разведении хозяйством Онгудайского района кобыл и жеребцов, рождённых в Усть-Коксинском районе.

2.2.7.4. Генеалогическая дифференциация новоалтайской породы лошадей по микросателлитным локусам ДНК

При изучении генетической структуры девяти линий и нелинейной группы лошадей новоалтайской породы установлено, что они характеризуются различным набором аллелей микросателлитов ДНК.

Сравнительный анализ генетической структуры линий показал, что наибольшим уровнем полиморфности характеризуются нелинейные лошади (4,692) – самая многочисленная группа породы (25,04 % общего поголовья), близкие значения отмечены в линиях Конегора (4,597), Арбаса (4,564) и Меча (4,549) (таблица 10). Наименьшее число эффективно действующих аллелей выявлено у самых малочисленных линий Боксёра (2,640) и Бимаса (3,307). Остальные линии обладают практически идентичными значениями этого показателя.

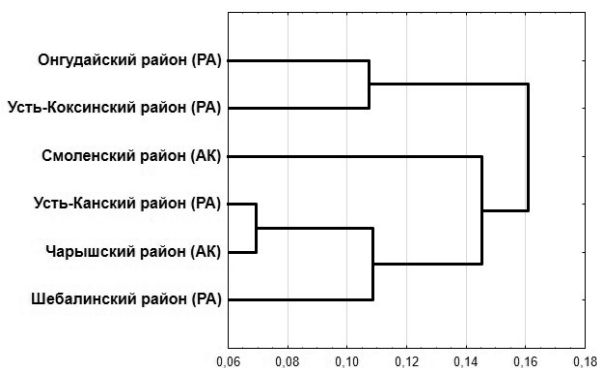


Рисунок 4 - Дендрограмма генетических дистанций между субпопуляциями новоалтайской породы по 17 микросателлитным локусам ДНК в разрезе районов

Во всех исследуемых линиях наблюдаемая гетерозиготность превышала ожидаемую, что говорит о преобладании в них гетерозиготных генотипов. Это также подтверждается отрицательным значением коэффициента F_{is} , указывающим на наличие во всех линиях генетического

баланса и отсутствие внутрипопуляционного инбридинга. Это свидетельствует об эффективной генетической структуре, сложившейся в новоалтайской породе и о достаточном уровне генетического разнообразия, как источнике для дальнейшего совершенствования продуктивных качеств породы.

Таблица 10 - Генетическая характеристика линий новоалтайской породы по 17 локусам микросателлитов ДНК

Линия	n	Na	Nv	Ae	Ho	He	Fis
Арбаса	64	131	7,706	4,564	0,739	0,732	-0,011
Гинтараса	28	123	7,235	4,230	0,748	0,712	-0,054
Конегора	38	133	7,824	4,597	0,780	0,750	-0,042
Грозного	17	104	6,118	4,162	0,785	0,728	-0,072
Бимаса	13	89	5,235	3,307	0,777	0,649	-0,216
Меча	50	128	7,529	4,549	0,760	0,743	-0,020
Рекрута	26	116	6,824	4,011	0,722	0,707	-0,022
Клапана	14	109	6,412	4,059	0,803	0,719	-0,110
Боксёра	5	61	3,588	2,640	0,729	0,573	-0,288
Нелинейные	108	145	8,529	4,692	0,751	0,747	-0,006
В целом по породе	363	154	9,059	4,909	0,754	0,754	0,005

Анализ внутрипородной дифференциации по микросателлитным локусам ДНК по принадлежности к различным линиям выявил наличие двух внутрипородных субкластеров, первый из которых объединил лошадей линии Арбаса и нелинейных животных. Основу второго составили лошади линий Конегора и Меча (рисунок 5).

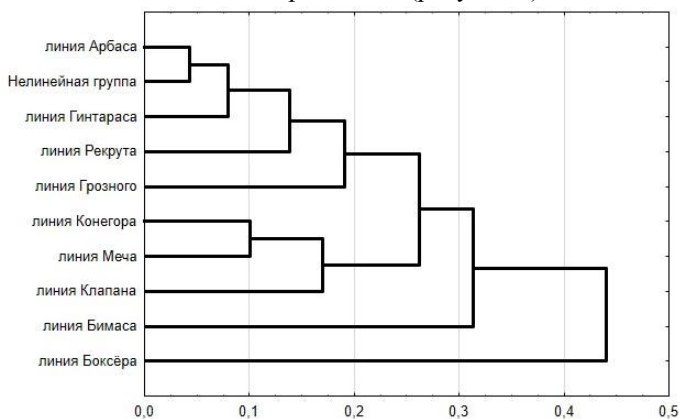


Рисунок 5 - Дендрограмма генетических дистанций между линиями новоалтайской породы по 17 микросателлитным локусам ДНК

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Новоалтайская порода лошадей, утверждённая в 2000 году, создана методом сложного воспроизводительного скрещивания ранее улучшенных алтайских кобыл с жеребцами литовской тяжёлоупряжной, русской и советской тяжеловозных пород.

2. Важнейшей наследственной особенностью лошадей новоалтайской породы является высокая мясная продуктивность при хорошей адаптации к круглогодичному пастбищному содержанию в суровых природно-климатических условиях.

3. Формирование генетической структуры новоалтайской породы проходит четыре этапа: I – улучшение алтайских лошадей скрещиванием местных кобыл с жеребцами заводских пород (30-е и 50-е годы XX века); II - скрещивание улучшенных местных кобыл с жеребцами тяжелоупряжных пород (1978 – 1998 гг.); III – разведение помесей «в себе», оформление породы (2000 г.); IV – создание мужских линий и маточных семейств (2000 г. – настоящее время).

4. Анализ динамики основных селекционируемых признаков у лошадей новоалтайской породы с момента её утверждения выявил положительные изменения живой массы у жеребцов и кобыл в большинстве возрастных групп. Исследуемый показатель у жеребцов за данный период увеличился на 3,7-12,7%, у кобыл – 5,3-14,0 %. Средние показатели полновозрастных жеребцов составляют: живая масса – 602,6 кг, промеры 156,1-165,6-197,5-22,8 см, у кобыл – 546,4 кг и 148,2-158,3-191,4-20,5 см соответственно. Доля лошадей класса элита составляет 81,8% от общего числа пробонитированного поголовья.

5. В породе выделены и культивируются два внутривидовых типа: желательный и универсальный. Современная генеалогическая структура породы состоит из девяти линий. Лошади разных генеалогических линий отличаются между собой по степени фенотипической консолидации по живой массе, промерам тела и индексам телосложения. Оценка жеребцов-производителей по комплексу признаков у приплода показала, что наиболее ценными в селекции породы являются жеребцы линий Рекрута, Конегора и Грозного. Отмечена тенденция увеличения живой массы и оценки за экстерьер потомства в каждой линии, как и в целом по породе. За исследуемый период первый показатель увеличился на 7,8 %, второй – на 5,0 %.

6. Установлена достоверная положительная корреляционная связь между живой массой и показателями промеров у лошадей: обхвата груди $r=0,62\dots0,94$, косой длины туловища $r=0,58\dots0,88$. В целом векторы фенотипических корреляций основных селекционируемых признаков в породе указывают на то, что в селекционно-племенной работе следует проводить оценку и отбор животных по комплексу экстерьерных признаков и особенно по промерам обхвата груди и косой длины туловища.

7. Анализ филогенетических связей по микросателлитным локусам ДНК современной популяции лошадей ожидаемо выявил наличие близкого генетического сходства новоалтайской породы с русским тяжеловозом (0,903) и алтайской лошастью (0,899), а также с советской тяжеловозной и литовской тяжёлоупряжной породами. При этом во всех исследованных группах был зарегистрирован достаточно высокий уровень генетического разнообразия ($A_e = 3,667-4,909$; $H_o = 0,674 - 0,772$) и отсутствие внутривидового инбридинга ($F_{is} = -0,020-0,015$), что является значимым ресурсом для дальнейшего совершенствования породы.

8. Изучение внутривидовой дифференциации новоалтайской породы по микросателлитным локусам ДНК показало, что субпопуляции лошадей Алтайского края и Республики Алтай различаются спектром и частотой встречаемости отдельных аллелей. Поголовье Республики Алтай характеризовалось более высоким уровнем генетического разнообразия (150 аллелей), а Алтайского края – наибольшим эффективным числом аллелей ($A_e=4,764$). Показано, что для всех обследованных лошадей Республики Алтай характерно наличие аллеля HMS7 K, который отсутствовал у группы животных из Алтайского края. При этом у лошадей, рождённых в хозяйствах Алтайского края, был идентифицирован характерный только для них аллель NTG6 M.

9. Анализ филогенетических связей субпопуляций новоалтайской породы по регионам их разведения показал выраженное разделение поголовья на два субкластера. Первый составляют лошади Усть-Канского района Республики Алтай и Чарышского района Алтайского края, второй – Онгудайского и Усть-Коксинского районов Республики Алтай. Родство поголовья этих территориальных пар обусловлено в первом случае межхозяйственным обменом жеребцами, во втором - использованием в разведении хозяйством Онгудайского района кобыл и жеребцов, рождённых в Усть-Коксинском районе.

10. Анализ внутрипородной дифференциации по микросателлитным локусам ДНК по принадлежности к различным линиям также выявил наличие двух внутрипородных субкластеров, первый из которых объединил лошадей линии Арбаса и нелинейных животных. Основу второго составили лошади линий Конегора и Меча. При этом в 8 из 9 исследованных линий был зарегистрирован достаточно высокий уровень генетического разнообразия ($A_e = 3,307...4,597$; $H_o = 0,722...0,803$) и отсутствие внутрипородного инбридинга ($F_{is} = -0,288...- 0,011$). Это свидетельствует об эффективной генетической структуре, сложившейся в новоалтайской породе лошадей и о достаточном уровне генетического разнообразия, как источнике для дальнейшего совершенствования продуктивных качеств породы.

Предложения производству

1. Для повышения фенотипической консолидации породы следует продолжать зарекомендовавший себя отбор лошадей по комплексу признаков и подбор с учётом величины и направления корреляционных связей между ними.
2. Шире использовать жеребцов-производителей, лидирующих линий, высоко оцененных по качеству потомства, с целью развития внутрипородной структуры в направлении повышения продуктивности.
3. Осуществлять системно межхозяйственный обмен племенным материалом с целью поддержания высокого уровня гетерозиготности в породе.
4. На постоянной основе осуществлять генетический контроль происхождения лошадей, поступающих в производящий состав, для обеспечения достоверности идентификации поголовья.
5. В числе селекционируемых признаков особое внимание следует уделять выраженности приспособительных качеств лошадей, в том числе способности к сохранению упитанности в периоды тебенёвки и скорейшему восстановлению потерь веса в весенне-летний период.
6. На основании результатов данной научной работы необходимо провести разработку комплексной программы совершенствования новоалтайской породы на очередное десятилетие с учётом выявленных закономерностей и тенденций её развития в предшествующий период.

Список научных работ, опубликованных по теме диссертации в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus

1. **Dubrovin, A.** Genetic evaluation of the breeding strategy effectiveness for horses of the New Altai breed / A. Dubrovin // BIO Web of Conferences. – 2024. – Vol. 108. – P. 11001. – DOI 10.1051/bioconf/202410811001.

Список научных работ, опубликованных по теме диссертации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

2. **Дубровин, А.В.** Оценка генетического сходства новоалтайской породы лошадей с исходными породами по микросателлитным локусам ДНК / А.В. Дубровин, Н.В. Блохина, А.В. Борисова // Российская сельскохозяйственная наука. – 2024. – № 2. – С. 54-58. – DOI 10.31857/S2500262724020108.
3. **Дубровин, А.В.** Современное состояние новоалтайской породы лошадей / А.В. Дубровин, В.В. Калашников, А.М. Зайцев // Зоотехния. – 2023. – № 9. – С. 12-16. – DOI 10.25708/ZT.2023.64.40.003.
4. **Дубровин, А.В.** Характеристика основных селекционных признаков лошадей новоалтайской породы / А.В. Дубровин, К.А. Гавриш // Коневодство и конный спорт. – 2023. – № 2. – С. 23-27. – DOI 10.25727/HS.2023.2.60010.
5. **Дубровин, А.В.** Взаимосвязь основных селекционных признаков лошадей новоалтайской породы / А.В. Дубровин // Коневодство и конный спорт. – 2023. – № 3. – С. 23-26. – DOI 10.25727/HS.2023.3.60764.
6. **Дубровин, А.В.** Генетическая характеристика линий новоалтайской породы лошадей / А.В. Дубровин, И.С. Гавриличева // Коневодство и конный спорт. – 2023. – № 5. – С. 23-25. – DOI 10.25727/HS.2023.5.60152.
7. **Дубровин, А.В.** Генетическое разнообразие современных популяций лошадей новоалтайской породы / А.В. Дубровин, И.С. Гавриличева // Коневодство и конный спорт. – 2023. – № 6. – С. 23-27. – DOI 10.25727/HS.2023.6.60122.
8. **Дубровин, А.В.** Анализ качественного состава жеребцов-производителей новоалтайской породы в конных заводах республики Алтай / А.В. Дубровин, Д.В. Соколов // Коневодство и конный спорт. – 2021. – № 1. – С. 18-20. – DOI 10.25727/HS.2021.1.62636.

9. **Дубровин, А.В.** Мониторинг генетических ресурсов и результатов селекции новоалтайской породы лошадей / А.В. Дубровин, А.А. Бордунов, К.А. Гавриш, Д.В. Соколов // Коневодство и конный спорт. – 2020. – № 4. – С. 32-35. – DOI 10.25727/HS.2020.4.62198.
10. **Дубровин, А.В.** Результаты оценки жеребцов-производителей новоалтайской породы по качеству потомства в 2019 году / А.В. Дубровин // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 59. – С. 104-108. – DOI 10.24411/2078-1318-2020-12104Q.
11. Дубровина, Н.В. Результаты оценки жеребцов-производителей новоалтайской породы по качеству потомства / Н.В. Дубровина, К.А. Гавриш, **А.В. Дубровин**, А.И. Никонова // Коневодство и конный спорт. – 2019. – № 3. – С. 13-15. – DOI 10.25727/HS.2019.3.31355.
12. Гавриш, К.А. Мониторинг генеалогической структуры и хозяйственно-полезных признаков племенных кобыл новоалтайской породы в хозяйствах Республики Алтай по состоянию на 2018 год / К.А. Гавриш, **А.В. Дубровин** // Коневодство и конный спорт. – 2019. – № 5. – С. 12-14. – DOI 10.25727/HS.2019.5.37629.
13. **Дубровин, А.В.** Оценка качественного и количественного соотношения линий в маточном поголовье лошадей новоалтайской породы в Республике Алтай по состоянию на 2018 год / А.В. Дубровин // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 11(190). – С. 27-34. – DOI 10.32417/article_5dcd861e4a2b21.40634679.

В прочих изданиях

14. **Дубровин, А.В.** Характеристика производящего состава лошадей новоалтайской породы в ООО «Кайрал» / А. В. Дубровин, К. А. Гавриш // Научное обеспечение развития и повышения эффективности коневодства России и стран СНГ: Сборник докладов международной научно-практической конференции, Дивово, 19 мая 2021 года. – Дивово: Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства Российской, 2021. – С. 100-105.
15. **Дубровин, А.В.** Анализ результатов селекционной работы по новоалтайской породе лошадей / А.В. Дубровин // Научное обеспечение развития и повышения эффективности коневодства России и стран СНГ: Сборник докладов международной научно-практической конференции, Дивово, 19 мая 2021 года. – Дивово:

Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства Российской, 2021. – С. 95-99.

16. **Дубровин, А.В.** Мониторинг хозяйственно-полезных признаков племенных кобыл новоалтайской породы в возрасте 5,5 лет и старше за период 2000-2017 гг. / А.В. Дубровин, К.А. Гавриш // Современные достижения и актуальные проблемы в коневодстве: Сборник докладов международной научно-практической конференции, Дивово, 14 июня 2019 года. – Дивово: Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства, 2019. – С. 91-97. – DOI 10.25727/HS.2019.1.35376.
17. **Дубровин, А.В.** Оценка маточного поголовья лошадей новоалтайской породы в хозяйствах Республики Алтай по состоянию на 2018 год / А.В. Дубровин, К.А. Гавриш // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2019. – № 2(22). – С. 38-41.
18. **Дубровин, А.В.** Характеристика производящего состава лошадей новоалтайской породы в КФХ Адарова А.И. (Республика Алтай) / А.В. Дубровин, Д.В. Соколов // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2019. – № 3(23). – С. 38-40.

Свидетельство о государственной регистрации баз данных

19. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024623359 Российская Федерация. «Селекционно-генетические параметры. Новоалтайская порода» для управления селекционным процессом: № 2024622771 : заявл. 02.07.2024 : опубл. 29.07.2024 / А.М. Зайцев, **А.В. Дубровин**, В.А. Подобаев, Д.А. Салин, К.А. Гавриш.

Подписано в печать 22.10.2024. Формат 60x84 1/16

Усл. печ. л. 2,1. Тираж 70 экз. Заказ 445

Участок печати ФГБНУ «ВНИИ коневодства»

Рыбновский район, Рязанская область

Тел./факс 8 (4912) 24-02-65; 24-05-39

E-mail: vniik08@mail.ru