

В.В.Абонеев, Л.Н.Чижова, М.И.Селионова

**ИММУНОГЕНЕТИКА
В СЕЛЕКЦИИ ОВЕЦ**

Ставрополь 2004

УДК 636.2.082.12:612.118

А 13

В.В.Абонеев, Л.Н. Чижова, М.И.Селионова

Иммуногенетика в селекции овец: Монография – Ставрополь, 2004. – 168 с.

В книге обобщены литературные данные и результаты многолетних исследований лаборатории иммуногенетики Ставропольского НИИ животноводства, кормопроизводства (бывший ВНИИОК) по иммуногенетике овец. Рассмотрены технология приготовления, условия хранения моноспецифических сывороток (реагентов) для овец. Приведены примеры использования методов статистического анализа иммуногенетических данных в селекционно-племенной работе. Обсуждены результаты использования методов иммуногенетического анализа в генетике и селекции овец. Оформлен словарь селекционно-генетических терминов.

Книга предназначена для специалистов, научных сотрудников в области овцеводства.

ISBN 5-94873-018-2

Печатается по разрешению редакционно-издательского совета Российской академии сельскохозяйственных наук

Рецензент – доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Колосов Ю.А.

ISBN 5-94873-018-2

© Ставропольский научно-исследовательский
институт животноводства и кормопроизводства
© Абонеев В.В., Чижова Л.Н., Селионова М.И.

Введение

Современное состояние животноводства, в том числе, овцеводства, требует значительного ускорения генетического совершенствования популяций животных.

Довольно обширный материал отечественной, зарубежной науки и практики разведения сельскохозяйственных животных свидетельствует о том, что важнейшим условием улучшения породных качеств является селекция, основанная на достижениях иммуногенетики.

Иммуногенетический анализ, основанный на использовании генетически детерминированных вариантов белков, ферментов, маркеров определенных структурных генов, благодаря высокой специфичности, кодоминантной наследуемости, аллельных характеристик, стабильности их в течение всей постэмбриональной жизни животного, сравнительной простоте выполнения, способен решить целый ряд вопросов практической селекции:

- выявить ошибки в записях о происхождении, повысить качество селекционно-племенной работы. Регулярно проводимой экспертизой достоверности происхождения племенных овец исключаются из селекционного процесса животные с ложной, неустановленной родословной;

- объективно оценить ранг барана при испытании его по качеству потомства, так как оценка в этом случае ведется только по потомкам, происхождение которых подтверждено генетической экспертизой. Оценка баранов-производителей по качеству истинных потомков выявит не только степень наследуемости селекционируемых признаков, но и способность потомства в закреплении полезных качеств родителя, а также способность барана к передаче лучших своих свойств большому массиву животных, т.е. его препотентность как улучшателя;

- выявить в раннем возрасте генетические структуры, сопряженные с продуктивностью, резистентностью, что позволит определить направление отбора на повышение частоты встречаемости в стадах определенных аллельных генов, маркирующих лучшие генотипы, способных, с наибольшей вероятностью обеспечить высокие продуктивные показатели в зрелом возрасте;

- проанализировать результаты подбора и выявить лучшую сочетаемость родительских пар с целью получения гарантированной продуктивности молодняка;

- проводить обоснованную коррекцию схем скрещивания, осуществлять контроль за изменениями генетической структуры, а также за генетическим влиянием каждой из родительских пород и форм на генофонд популяции каждого поколения.

Оценка пород, породных групп, популяций, отдельных животных по группам крови, полиморфным белковым, ферментным системам, скрининг маркерных аллелей несет важную информацию для разработки мер по повышению племенной ценности, продуктивности овец.

Однако широкое практическое использование достижений иммуногенетики в овцеводстве сдерживается рядом обстоятельств – отсутствие в стране достаточного количества иммуногенетических лабораторий, квалифицированных кадров, недостаточная обеспеченность специфическими сыворотками – реагентами и др.

Изучаемые в книге материалы основаны на анализе результатов, как собственных исследований, так и отечественных, зарубежных ученых.

Научно-производственные эксперименты проводились в традиционно овцеводческих хозяйствах Ипатовского, Апанасенковского, Арзгирского, Туркменского, Благодарненского

районов Ставропольского края, лабораторные исследования – в лаборатории иммуногенетики Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства – СНИИЖК, опытной станции института.

1. Общие вопросы иммуногенетики овец

1.1 Из истории изучения групп крови

Исследование групп крови у животных шло параллельно с изучением групп крови у людей.

Первая работа по полиморфизму эритроцитарных антигенов у сельскохозяйственных животных была проведена немецкими учеными Р.Эрлихом и Мангенротом (1899), обнаружившими группы крови коз. Ландштейнер (1990) открыл группы крови, известные сейчас как АВО. В эритроцитах человека были найдены два вещества, которые получили название – факторы крови и обозначены как А и В.

История изучения групп крови у овец берет начало с 20-х годов XX столетия. W.Bialosuknia и K.Kaczkowski (1923) выявили серологические различия крови овец. Используя натуральные сыворотки в агглютинационном тесте, они установили наличие трех групп крови, которые обозначили А, В, О. Т. Andersen (1938) подтвердил результаты этих исследований, сменив обозначение А – фактора группы крови на R. Neimann – Sorensen (1957), используя реакцию гемолиза, описал генетическую взаимосвязь между факторами R, г и i.

Однако с помощью естественных антител можно установить сравнительно небольшое количество факторов. Кроме того, титр естественных антител низок, что затрудняет их выделение и использование.

Разработка методов изо – и гетероиммунизации внесла существенный вклад в развитие иммуногенетики овец. Бла-

годаря этим методам M.K.Ycas (1949) изготовил моноспецифические сыворотки к 9 различным эритроцитарным антигенам овец.

P.Millot и P.Eyguem (1956) с помощью гетероиммунизации коз получили сыворотку к 10 антигенам овец, а B.A.Rasmussen (1958) получил изоиммунные сыворотки к системе X – Z овец.

Несколько позднее B.A.Rasmussen,C.Stormont,Y.Suzuki (1966) получили сыворотки по 4 системам антигенов групп крови: А, С, Д и М. В это же время было отмечено, что у овец преобладают не агглютинины (за исключением анти – Da), а антитела типа гемолизинов.

До 1973 года группы крови овец были описаны в соответствии с классификацией систем групп крови крупного рогатого скота, но после конференции МОИГЖ (Международное общество по изучению групп крови животных), состоявшейся в Париже (1973), была принята новая классификация, предложенная B.A.Расмусеном (таблица 1).

В настоящее время у овец установлено восемь генетических систем и 30 аллелей групп крови (T.C.Ngugen, 1979), различающихся между собой как количеством антигенов, так и числом соответствующих им аллелей.

Иммуногенетический статус животных определяется с помощью иммунологических, генетических методов анализа. Иммунологические показатели обуславливаются антигенами, которые определяются соответствующими антителами.

1.2 Антигены и антитела

Антигены (anti – против, genus – образование, происхождение) – вещества, которые при парентеральном (минуя желудочно-кишечный тракт) введении в организм индуцируют образование в нем антител.

Под воздействием антигенов, как генетически чужеродного вещества, может развиться целый комплекс специфических иммунологических реакций: гиперчувствительность, трансплантационный иммунитет, толерантность и др. Доказано, что антиген вызывает образование специфического антитела в организме путем избирательной дерепрессии (растормаживания) активности некоторых участков нитей ДНК в иммунологически компетентных клетках (В.П.Эфроимсон, 1971).

К антигенам относят не только белки, но и полипептиды, олигосахариды, нуклеиновые кислоты и их комплексы. Антигенами могут являться многие элементы тканей животных и растительных организмов, а также синтетические продукты.

Молекулярная масса антигенов, в основном, высокая, и, как правило, они поливалентны. Молекулы антигена несут на себе антигенные детерминанты – участки антигена, распознаваемые антигенсвязывающими рецепторами В – лимфоцитов и антителами. В частности, гликопротеиды и олигосахариды, находящиеся на поверхности эритроцитов, участвуют

в формировании кровегрупповых факторов, относящихся к системам АВО у человека и группам крови у овец.

Все антигены могут быть разделены на видовые, или неспецифические (имеются у всех без исключения животных одного вида) и групповые, или специфические (имеются только у некоторых животных данного вида).

Основное свойство одноименного антигена и антитела – способность специфически соединяться.

Четко выраженная специфичность каждого из антигенов связана, очевидно, с их внутренними структурными особенностями, так как по общему составу они очень схожи.

Следует отметить, что группоспецифические вещества могут быть фиксированы не только на оболочке эритроцитов, но и находиться в растворенном виде в сыворотке крови, слюне, желудочном соке и т. д. (Г.Харрис, 1973). Р.В. Петровым, Р.М. Хайтовым (1982) установлено, что полиэлектролиты – искусственные антигены – являются высокоиммунными препаратами, поликлональными активаторами В – лимфоцитов.

Групповые антигены хорошо выявляются при внутрипопородной, межпородной иммунизации овец или коз, при этом образуются не видовые гетероантитела, а групповые изо – или аллоантитела.

Число групповых эритроцитарных антигенов велико. Количество возможных сочетаний их во много раз превышает количество живущих на земле животных. Практически каждое животное (кроме однояйцовых двоен) обладает характерным для него индивидуальным набором антигенов.

Антигенная специфичность групповых факторов определяется концевым моносахаридом и характером его связи. Подобные групповые антигены обнаружены не только в кро-

ви, но и в других биологических жидкостях – слюне, моче, сперме.

Серологическая специфичность – способность антигена избирательно реагировать со специфическими антигенами - положена в основу реакций гемолиза и агглютинации.

Практическое значение имеют антигены, которые расположены на поверхности форменных элементов и антитела являющиеся продуктом иммунизации

Эритроцитарные антигены – это группоспецифические вещества, содержащиеся на оболочке эритроцитов. В организме животного они вызывают развитие специфических иммунологических реакций и образование антител.

Выраженность антигенных свойств белков зависит от того насколько удалены, в эволюционном отношении, донор, от которого получен белок, и реципиент.

Дифференциация животных по группам крови построена на использовании особенностей специфических антигенов. Специфические эритроцитарные антигены наследуются потомками от родителей строго по закону Менделя, образуя генетические системы, контролируемые сериями множественных аллелей. Они используются при проверке достоверности происхождения.

Антитела – специфические белки (иммуноглобулины), возникающие в организме под воздействием антигенов. К настоящему времени было открыто не менее пяти типов иммуноглобулинов (JgG, JgA, JgM, JgD, JgE). Иммуноглобулины синтезируются лимфоидными клетками, в частности, плазматическими. Большинство молекул иммуноглобулинов обнаруживается в сыворотке, продуктах секреции различных желез. Они ответственны за гуморальный иммунный ответ. Кроме того, небольшая часть молекул иммуноглобулинов прочно прикрепляется к мембранам поверхности лимфоци-

тов и макрофагов. Такие иммуноглобулины служат антигенными рецепторами и играют существенную роль в клеточном иммунитете.

У овец установлено три класса иммуноглобулинов: JgG, JgM, JgA.

Антитела JgG - класса в организме овец представлены двумя подклассами: JgG1 – быстрая и JgG2 – медленная фракции. Наиболее часто эти фракции встречаются в сыворотке крови, молозиве, молоке в соотношении 4:1, 5:1, реже – в слюне, желчи, выделениях глаз, дыхательных, пищеварительных систем. На долю JgG – антител в сыворотке крови приходится 90,6 % от общего количества иммуноглобулинов.

Антитела JgM – класса обладают высокой комплемент-связывающей активностью и хорошей способностью к агглютинации. В сыворотке крови овец JgM составляют около 8 % от общего количества иммуноглобулинов. Однако они первыми синтезируются в ответ на антигенное воздействие, им отводится первостепенная роль в формировании гуморальной защиты организма.

Антитела JgA – класса составляют около 2 % от общего количества иммуноглобулинов и включают два вида - сывороточный и секреторный. Сывороточный JgA продуцируется В – лимфоцитами, секреторный – слизистыми оболочками пищеварительных, дыхательных, половых систем.

Иммуноглобулины разных классов отличаются друг от друга в метаболическом отношении – они имеют неодинаковые скорости синтеза и распада. По скорости синтеза, например, JgG сходен с JgA (33 мг/кг сут.), однако концентрация JgA в сыворотке крови значительно ниже JgG из-за более высокой скорости распада.

Период распада JgG в сыворотке овец в среднем 8 дней, для JgG1 – 6-12, JgG2 – 7-15 дней. Период распада JgM – ан-

тител в сыворотке крови и молозиве – 4 - 6 дней, а IgA – около 2 дней.

Антиэритроцитарные антитела вырабатываются организмом в ответ на парентеральное введение эритроцитов. Они могут быть естественными и иммунными. Предположительно, синтез естественных антител связан с вакцинацией, с перенесенными инфекционными, инвазионными заболеваниями, травмами и др.

Иммунные антитела вырабатываются организмом в ответ на парентеральное введение эритроцитов. Они могут быть изоиммунными, если донор и реципиент, животные одного вида, и гетероиммунными, если донор и реципиент разных видов.

Тестом для выявления и количественной оценки антител служит гемагглютинация – склеивание клеток красной крови или гемолиз – разрыв (лизис) оболочки эритроцитов. Это свойство антител используется для определения групп крови. В крови овец, в основном, присутствуют гемолизины.

1.3 Наследственно обусловленные системы эритроцитарных антигенов

Системы групп крови – это совокупность антигенных факторов, которые наследуются единым комплексом и отличаются друг от друга серологическими свойствами. Каждая система представлена в хромосоме в виде множественных аллелей локуса, контролирующего одноименную группу крови, что дает возможность изучать наследование открываемых антигенов и включать их в ту или иную систему (C.Stromon и др., 1951). В настоящее время у овец изучено 8 генетических систем, различающихся между собой как коли-

чеством антигенов, так и числом соответствующих им аллелей.

Система – A – является трехаллельной системой с четырьмя феногруппами. Феногруппы Aa, Ab, AaAb контролируются генами A^a , A^b и A^- (B.Rasmussen. 1972). Кровегрупповой фактор Aa – сложный антиген. При иммунизации A – отрицательных овец (a/a) кровью A – положительных (Aa/Aa или A^a/A^b), как правило, образуются антитела специфические против Aa и Ab. Наличие кровегрупповых факторов A – системы устанавливается исключительно постановкой реакции гемолиза с применением свежего кроличьего комплемента (B.Rasmussen et.al. 1969). Благодаря исследованиям T.Nguyen (1974) и T.Nguyen, C.Ruffet (1975), в систему введены кровегрупповые факторы, обозначенные как F16 и F19.

Система B – представляет собой сложный мультиаллельный комплекс, напоминающий аналогичную систему крупного рогатого скота. Доказательством последнего могут служить многочисленные перекрестные реакции, описанные O.Stormont et. al (1957), B.Rasmussen (1960), T.Nguyen (1972) и D.O.Schmid (1985). В систему входит 8 основных факторов: B_b, B_c, B_d, B_e, B_j, B_g, B_h, B_i. Кроме того, в этот комплекс включены ряд антигенов, идентифицированных в различных лабораториях мира – Франции, Великобритании, Польше. B.Rasmussen (1962) идентифицировал в системе B овец 52 феногруппы. Большое число диплоидных комбинаций в этой системе является причиной того, что найти овец с одинаковым типом крови почти невозможно. T.C.Nguyen, C.Ruffet (1975), T.C.Nguyen (1979) обнаружили дополнительно в B системе 7 новых антигенных факторов, участвующих в 82 обнаруженных феногруппах. Кроме того, было установлено, что антигены BF4 BF8 и BF26 соответственно образуют систему подгрупп с ранее известными антигенами Be, Bd, Bf.

T.Zur, F.Zur (1979) идентифицировали три неизвестных антигена, которые участвуют в 33 В – феногруппах из 62 обнаруженных в этой системе. Анализ групп крови потомства баранов, содержащих антигенные факторы PLB – 25/17, PLB-25/1 и PLB-25/2 показал, что они наследуются независимо от ранее известных факторов и передаются по наследству в комбинациях с факторами системы В.

Система С – гомологична С – системе крупного рогатого скота, представлена двумя антигенными факторами Са и Св. Как было установлено O.Stormont et. al (1957), T.C.Nguyen (1979) антиген Са можно выявить изоиммунными антисыворотками овец и крупного рогатого скота. B.Rasmussen et.al (1960) получил антисыворотки – С путем гетероиммунизации овец кровью чернохвостых оленей. Благодаря исследованиям T.C.Nguyen и C.Ruffet (1975), эта система дополнилась еще тремя антигенными факторами: F5, F6, F32, причем антигены F5 и F6 выявлены с помощью изоиммунных сывороток крупного рогатого скота. Таким образом, в системе С, наряду с Са и Св, определены эритроцитарные факторы F5, F6, и F32, которые довели общее число феногрупп с пяти до шестнадцати. Однако, пока в С – систему включены два известных антигена Са, Св, на которые в большинстве лабораторий имеются соответствующие овечьи антисыворотки.

Система М – уникальный пример групп крови, демонстрирующий тесное взаимоотношение генетических, иммунологических и физиологических явлений. Эта система соответствует системе крупного рогатого скота и включает три антигенных фактора – Ma, Mb и Mc. Все три антигена выявлены с помощью изоиммунных овечьих сывороток. T.C.Nguyen и C.Ruffet (1975) обнаружили новый антиген F36. Он отличается от известных антигенов и вместе с Ma и Mc образует нелинейную систему подгрупп, где фактор Ma

играет роль подгруппы, общей для Mc M F36. B.A.Rasmussen и J.G.Holl (1966) впервые обнаружили, что M – система групп крови связана генетически обусловленными уровнями калия. Содержание калия ниже 40 миллиэквивалентов на литр у овец и 60 миллиэквивалентов у коз были отнесены к низкому типу или LK – типу, а выше, соответственно 60 и 40 миллиэквивалентов, к высокому типу или HK – типу. В процессе исследований было установлено, что все овцы, гомозиготные по Mb антигену, (M^{bb}) имеют низкий тип калия (LK – тип или KaLKaL), а гомозиготные по Ma антигену ($M^{a/a}$) имеют высокий тип калия (HK – тип или Kah Kah). Гетерозиготные по Ma и Mb и Mc – антигенам относятся также к LK – типу калия, причем уровень калия у гетерозиготных овец выше, чем у гомозиготных по Mb антигену. Все эритроциты овец с HK – типом были с $M^{a/a}$ или $M^{a/c}$ положительные. Так как все клетки с LK – типом имеют Mb антиген, было предположено, что этот антиген действует как ингибитор активного переноса калия в клетку, регулируя тем самым работу калиево-натриевого насоса в эритроцитах (E.M.Tucker и J.C.Ellory, 1970; P.K.Jauf и др., 1970; J.C.Ellory и др. 1974; E.M.Tucker, 1976).

Установлено, что если LK – эритроциты сенсибилизировать изоиммунными анти - Mb антителами, то эффективность транспорта калия (K^+) в клетке увеличивается и концентрация этих ионов становится такой же, как и в HK – эритроцитах (E.M.Tucker, 1976). При этом происходит активизация $Na^+ - K^+$ насоса, а также аденоциантифосфатазы, снабжающей этот процесс энергией.

Система D – трехаллельная система, контролируемая генами Da, Db, Dd. Она представлена одним антигеном Da с тремя фенотипами. Сыворотку Da получают путем изоиммунизации овец. В оригинальном виде Da – реагент агглютинин-

рует Da – положительные эритроциты при разведении 1/8 и выше в присутствии комплемента, вызывая их гемолиз. Da – антиген выявляется реакцией агглютинации. Особь, реагирующая положительно с анти – Da, имеет фенотип Da и может быть как гомозиготной D^a/D^a, так и гетерозиготной D^a/-. В первом примере ген, обуславливающий фактор Da, будет на обеих гомологичных хромосомах, а в другом - только на одном. Гомозиготная особь D^a/D^a будет передавать антигенные факторы каждому из своих потомков, тогда как гетерозиготная только половине потомства. Особь, не реагирующая с сывороткой анти – Da, является гомозиготной по рецессивному фактору (-/-).

Системы F30 и F41, представлены в настоящее время одним антигенным фактором, о котором известно только то, что он неаллелен ни одному из числа известных у овец. Это положение изучалось как популяционным, так и генетическим анализами, проведенными Т.С.Nguyen (1979). Следовательно, каждая из этих систем содержит по два аллеля, дающих два фенотипа: у одних животных антигенный фактор F30 и F41 присутствует, а у других – отсутствует. Антигены выявляются с помощью овечьих изоиммунных сывороток. Линейные кровегрупповые факторы D1 (B.Rasmusen, 1972) и Do (Fesus, 1971) расширили систему D.

R – система. В течение первой половины 20 столетия получение групп крови у овец, в основном, концентрировалось на выявлении индивидуальных различий фенотипов, входящих в систему R. В ряде работ, проведенных в то время на овцах, было обнаружено, что эритроциты одних животных содержали антигены, способные реагировать с естественными агглютининами сыворотки крови других. Таким образом, W.Bialosukmia и B.Klacjkjwski (1923) установили три группы крови у овец. Т.Т.Andersen (1938) назвал группу А группой R

и подтвердил данные вышеприведенных авторов, что у животных группы O, позже обозначенной как г (C.Stormont, 1951) в сыворотке могут присутствовать или отсутствовать антитела анти R. В последующих работах при использовании гемолитического теста было получено три легко определяемых фенотипа – R, O и i (J.Rendel и др., 1954; J.Rendel, 1964).

Изучение передачи по наследству соответствующих генов показало, что R и O – вещества контролируются двумя аллелями генов R и O. Скрещивание особей с R антигеном приводит к появлению в потомстве групп R и O, в то время как при спаривании овец, несущих O группы, получается потомство только с O. O – реагент не реагирует с эритроцитами овец, которые гетерозиготны по R и г, тогда как R – реагент реагирует с ними. Следовательно, этот ген ведет себя как доминанта к г – гену. J.Rendel (1957) семейным анализом установил следующие закономерности. Во-первых, в группе R – овец вещество O не выявляется на эритроцитах и в плазме, но оно присутствует в слюне и семенной плазме. Во-вторых, при спаривании i – индивидуумов всегда получаются i – ягнята. От i и O – родителей можно получить потомство с R – группой. Позднее было показано, что при скрещивании овец, принадлежащих группе C, иногда появляются ягнята с i антигеном (M. Tucker, 1965).

Многие естественные сыворотки R – негативных овец содержат свободно определяемое анти R – антитело. Но существуют R – негативные овцы, у которых нет R – антител (M.K.W.Ycas, 1949).

Профессор P.G. Healy (1972) обнаружил анти – O только у одной из 520 исследованных австралийских овец. T.Zur и др. (1976) у 218 из 1928 выявили натуральные антитела – R. Антитело O не было выявлено ни в одном случае. Хотя присутствие анти – R определялось в сыворотках многих овец,

не многие из них можно было использовать в качестве R – реагентов из-за низких титров. Нативную сыворотку крупного рогатого скота использовал C.Stormont (1961) для получения анти – O при исследовании групп крови у овец. В дальнейшем L.M. Sprague (1958) и B.A. Rasmusen (1962), тестируя несколько сот сывороточных образцов крупного рогатого скота, подтвердили эти исследования, обнаружив антиовечью O – сыворотку в сыворотках J – негативных животных. S.Suzuki и C.Stormont (1961) сообщили также о наличии анти – O в сыворотке четырех A – негативных коз. В последствии эти исследования подтвердили B.A. Rasmusen (1979), T.C.Nguyen (1979) и T.Zur и др. (1979). Учитывая трудности в получении реагентов и, в частности, O – реагентов, B.A. Rasmusen (1979) предложил использовать нормальную неиммунную сыворотку для определения O – фактора у овец и свиней. Она может содержать анти – O антитело в исключительно редких случаях.

Новорожденные ягнята не имеют анти – R сыворотки до сосания, приобретая эти антитела только с молозивом материей. Затем пассивное накопление антител снижается у ягненка по мере роста животного. Поэтому, J.Rendel (1957) рекомендует не определять анти – R у ягнят, которым нет еще 2-х месяцев. Он считает, что большинство овец начинает производить анти – R в пределах от 3 до 7 месяцев.

Резюмируя выше изложенное, можно сделать следующее заключение:

- внутривидовая изменчивость антигенных факторов эритроцитов у овец четко наследственно обусловлена и иммунологически обнаруживается в виде восьми систем групп крови. Сельскохозяйственные животные, в том числе и овцы, изучены в этом плане все еще недостаточно;

- ассоциативность ряда антигенных факторов с направленностью обмена калия, натрия, аминокислот и других биокомпонентов организмов открывает определенные перспективы для поиска подобных связей с физиологическими, биохимическими и продуктивными особенностями овец;
- для проведения результативных исследований, с привлечением в качестве генетических маркеров эритроцитарных антигенов, необходим достаточно полный набор моноспецифических сывороток, что предопределяет важность создания и регулярного пополнения Банка иммуногенетических реагентов для овец.

1.4 Изготовление моноспецифических сывороток – реагентов для овец

Донорское стадо. Важнейшим условием получения моноспецифических сывороток является наличие донорского стада из 150-200 голов овец. На них не должны распространяться хозяйствственные планы получения продукции.

Согласно существующему положению антигенный состав эритроцитов крови животных донорского стада должен быть подтвержден одним из научно-исследовательских центров Международной организации по изучению групп крови животных (МОИГКЖ). При комплектовании донорского стада желательно, чтобы оно состояло из овец разных пород, так как межпородная изоиммунизация позволяет получать планируемые антитела.

Отобранных в донорское стадо животных условно делят на две группы - доноров и реципиентов. Определяют панельную группу из 30-40 аттестованных овец по всем системам групп крови. Такие животные, с известным составом эритро-

цитарных антигенов, являются стандартом для проверки наличия антител в испытуемой сыворотке.

Подбор доноров и реципиентов. При изоиммунизациях, преследующих цель получение сывороток с определенными иммунными антителами, большое значение имеет правильный подбор доноров и реципиентов. В качестве доноров выбираются животные, имеющие эритроциты с теми антигенами, на которые требуется выработать соответствующие антисыворотки. Такие животные выявляются уже при «слепых» иммунизациях, когда антигенный состав доноров и реципиентов неизвестен. Однако более эффективным путем получения реагентов является плановая иммунизация, при которой антигенная характеристика доноров и реципиентов известна.

Группа доноров должна иметь антигены, против которых планируется выработать антитела у реципиентов. Как показали наши исследования, многие реципиенты зачастую оказывались иммунологически ареактивными: изоиммунизация их эритроцитами не обеспечивала образования антител. Поэтому желательно иметь доноров – дублеров с соответствующей группой реципиентов, для повышения вероятности получения необходимых антител.

Число реципиентов определяется количеством искомых антител, причем получаемые иммунные «сырые» сыворотки не должны быть очень сложными, то есть содержать различные антитела. С другой стороны, поскольку значительная часть реципиентов оказывается иммунологически ареактивной и не образует искомых антител, то к каждому донору необходимо прикреплять не одного, а несколько реципиентов. Обычно при подборе пар донор-реципиент у овец учитывается разница на 1-3 антигенных фактора. Следует отметить, что одни эритроцитарные факторы (Aa, Ab, Bd и Da) у

овец имеют большую антигенную активность, другие (Bi, Be, Ma, Cb) – меньшую. Если донор имеет на один антиген больше реципиента, то сыворотка реципиента может оказаться готовым реагентом (таблица 2).

Таблица 2 Подбор доноров и реципиентов для направленной изоиммунизации овец

Животные	Номер	Антигены групп крови	Ожидаемые антитела
Донор	83	Aa, Bb, Bg, Bf, Be, Ca, Da	
Реципиент	136	Aa, Bb, Bg, Bf, Bi, Ca, Da	Be
Реципиент	187	R, Ab, Bg, Bf, Be, Bi, Ca, Ma	Aa, Bb
Донор	61	R, Aa, Bb, Bg, Bi, Ca, Da, O, Ma	
Реципиент	190	Ab, Bb, Bg, Be, Bh, Ca, Da, O	Aa, Bi, Ma
Реципиент	194	Aa, Bb, Be, Bf, Ca, Da, O, Ma	Bg, Bi

Сопоставленные типы крови животных показывают, что в первой из них реципиент не содержит фактора Be, Aa, Bb, а во второй - Aa, Bi, Bg, Ma, следовательно, можно предположить, что первые реципиенты будут продуцировать – анти – Be, Aa, Bb, вторые анти – Aa, Bi, Bg и Ma.

По результатам такого анализа составляется план иммунизации. В плане необходимо предусмотреть, чтобы антитела к одному и тому же антигену вырабатывались несколькими реципиентами, исходя из того, что не у всех одни и те же

факторы обладают одинаковой антигенностю. До начала иммунизации все подобранные пары должны быть проверены перекрестной реакцией гемолиза. При этом реципиентов, с реакцией на анти – R не следует включать в план иммунизации, так как естественное антитело анти – R очень трудно удаляется абсорбцией и часто мешает при получении ряда антисывороток.

Иммунизация животных. Для проведения иммунизаций у доноров берется кровь из яремной вены во флаконы, с консервантом в соотношении 4:1. Консервированная кровь может храниться в холодильнике при температуре +1⁰С до четырех недель, что позволяет ее использовать для нескольких последовательных иммунизаций. Иммунизация производится внутримышечно. В бедро животного вначале вводят иглу, а затем присоединяют шприц, наполненный цельной кровью. При каждой инъекции вводят 10 мл цельной крови. Инъекции производят четырехкратно в течение месяца, один раз в неделю, а иногда – 6-8 раз. Перед каждой инъекцией, начиная с третьей, у реципиента берут кровь для проверки нарастания титра образовавшихся антител. Установлено, что рост титра антител зависит от индивидуальных особенностей реципиентов. Часть из них реагирует сразу после первого введения крови, другие – лишь после третьего или четвертого (таблица 3).

Следует отметить, что, как правило, часть животных (40-50 %) не реагирует на иммунизаторное воздействие первого цикла. Это зависит от комбинации аллелей в отдельных локусах и генотипов групп крови. Кроме того одни факторы у тонкорунных овец (Aa, Ab, Bb, Da) имеют большую антигенную активность, другие (Bg, Be, Ma, Cb) - меньшую. Это объясняется разной силой антигенностии эритроцитарных детерминант или их различным взаимодействием на поверхно-

сти эритроцитов. Отдельные антисыворотки можно получить при иммунизации животных определенных пород.

Таблица 3 Рост титра иммунных антител в процессе внутримышечной иммунизации реципиентов

Индивидуальный номер	Титр антител				
	Перед 2-ей инъекцией	Перед 3-ей инъекцией	Перед 4-й инъекцией	Перед 5-й инъекцией	Перед взятием крови
142	1:4	1:16	1:64	1:32	1:32
140	-	-	1:4	1:8	1:4
139	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32
120	1:4	1:16	1:256	1:128	1:128
111	1:16	1:32	1:32	1:16	1:16
110	-	-	1:2	1:4	1:2
101	-	-	-	1:2	1:2
51	1:8	1:16	1:64	1:128	1:64

Учитывая, что дифференцировка В – клеток и превращение их в плазматические клетки стартует после предварительного контакта с определенным антигеном, нами было предложено проводить реиммунизацию через 2-3 месяца после начала иммунизации.

Эффективность первого цикла изоиммунизации овец после «слепой» (эритроцитами с неизвестными антигенами) и направленной изоиммунизации (эритроцитами с определенным набором антигенов) отражена в таблице 4.

Таблица 4 Эффективность первого цикла иммунизации овец кавказской породы различными методами

Метод иммунизации	Про-реагиро-вало, %	Процент овец с титрами гемолизинов							
		1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	1:64	1:128	1:256
«слепой»	28	30,4	38,2	27,0	6,7	3,0	2,0	-	-
направленный	53	7,0	14,0	13,5	17,9	19,8	17,8	10,0	-

При иммунизации смесью эритроцитов от различных доноров всего 5 % животных имели титры 1:32 – 1:64, в то время как при направленной иммунизации такие титры отмечены у 43,7 %.

Реиммунизация ареактивных животных и тех, которые дали низкие титры, уже после 3-4 введений крови доноров позволяет довести процент ответивших на иммунизаторное воздействие до 70-95 % (таблица 5).

Таблица 5 Эффективность реиммунизации овец

Иммунизация, гол.	Про-реагиро-вало, %	Титр антител							
		1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	1:64	1:128	1:256
41	92,7	2,60	7,8	10,4	18,2	19,4	15,6	13,0	13,0

Данные таблицы 5 свидетельствуют о высокой эффективности реиммунизации. Титры антител увеличились в 2-5 раз по сравнению с первым циклом.

Иммуностимуляторы. Иногда, после проведения полного цикла иммунизации, выявляется до 50 % ареактивные или слабо реагирующих животных, что значительно снижает эффективность работы при изготовлении реагентов. С целью стимуляции иммуногенеза нами использовался адьювант Фрейда (5 г. вазелинового масла, 2 г. ланолина, 5 г. вакцины БЦЖ) и 65 % сульфазин, внутримышечно, однократно.

Применение иммуностимуляторов значительно повышает иммунореактивность животных, сокращая количество ареактивных до 10-15 %. Титр образовавшихся антител в крови прореагировавших животных достигал 1:128, 1:512. Повышение выработки изоиммунных антител под влиянием адьюванта Фрейда, сульфазина можно объяснить замедлением резорбции антигенов вследствие образования депо, создания в организме комплекса по типу химической связи «адьювант-антиген», что приводит к суммации антигенных раздражений продолжительное время. При этом определенную роль играет влияние местных воспалительных реакций организма. Применение иммуностимулирующих адьювантов значительно сокращает сроки получения сывороток. Однако, эти сыворотки многофакторны и содержат большое количество ненужных антител. Дальнейшая работа с такими сыворотками длительна и сложна. Кроме того, животные очень болезненно переносят введение адьювантов (образование абсцессов, флегмон).

Возраст, порода животных также влияют на эффективность иммунизаций. Так, среди 4-х месячных ягнят только у 31,8 % животных была ответная реакция на иммунизаторное воздействие, причем с достаточно низким титром, не выше

1:8, в то время как у взрослых животных (12 мес. и старше) процент реактивных животных варьировал от 71,5 до 86,8, при титрах сывороток 1:64 и выше. Женские особи более реактивны, чем мужские - 90,8 % против 72,6 %.

Кроме того, нами отмечено, что у тонкорунных овец легче и чаще образуются антитела – Аа, Ав и Да, другие – Bd, Ве, Ма, Мв, Св – имеют меньшую антигенную активность и вырабатываются с трудом.

Реиммунизация – повторный цикл иммунизации, который наиболее целесообразно проводить через 2-3 месяца после первой иммунизации, потому как 50-65 % овец-реципиентов после первого цикла иммунизации не образуют нужных антител, а если образуют, то с очень низким титром. Если при иммунизации титры антител в сыворотке крови нарастают постепенно, то при реиммунизации – скачкообразно. Титры антител поливалентных сывороток после реиммунизации в 2-5 раз выше, чем при иммунизации. Реиммунизация эффективна также при получении сывороток против слабых антигенов, которые в первом цикле иммунизации вызывали образование иммунных антител со слабым титром. Реиммунизация животных теми же эритроцитами донора является эффективным приемом повышения титра получаемых сывороток. Однако и при реиммунизации не всегда удается получить необходимые антисыворотки. Все это указывает на недостаточную изученность иммунологических процессов.

Получение реагентов. Работа по изучению и практическому применению групп крови животных и изготовлению моноспецифических сывороток (реагентов) возможна только в условиях хорошо оборудованной иммуногенетической лаборатории, в которой имеются:

- иммунологические пластмассовые блоки, для постановки реакции гемолиза и агглютинации;

- бактериологические пробирки со штативами для приготовления суспензии эритроцитов из крови панельных животных, а также для отбора проб крови у исследуемых животных;
- пастеровские, лабораторные пипетки объемом на 1, 2, 5, 10 мл;
- полиэтиленовые сосуды емкостью от 100 мл до 1 литра для отбора крови и хранения сыворотки;
- шприцы для иммунизации;
- иглы для взятия крови;
- шкафы для стерилизации стеклянной посуды при температуре 120⁰C;
- аппараты для дистилляции воды;
- центрифуги со скоростью вращения не менее 4000 об/мин;
- вакуумные и водоструйные насосы для отсасывания сыворотки или надосадочной жидкости;
- низкотемпературные холодильники с температурным режимом в пределах - 15-20⁰C;
- холодильники с температурным режимом +2, +4⁰C;
- весы для взвешивания реактивов;
- реактивы для изготовления изотонического и антикоагулирующего растворов (хлористый натрий, 3-х замещенный лимоннокислый натрий, глюкоза, реванол, альбуцид);
- бланки протоколов и карточек.

Для определения эритроцитарного антигенного состава крови животных донорского стада из яремной вены берут по 10-15 мл крови в хорошо закрывающиеся пробирки, в которые, в целях предотвращения свертывания крови, заранее вносится консервант из расчета 1/4 - 1/5 объема крови.

Состав консерванта:

Натрий лимоннокислый трехзамещенный	30 г
Глюкоза	10 г
Альбумин	5 г
Риванол	5 мг
Дистиллированная вода	до 1000 мл

После добавления крови содержимое пробирок тщательно перемешивают. Кровь, не позднее двух суток со времени забора, доставляют в лабораторию либо в специальных холодильниках (автохолодильники), либо в термосах со смесью льда и поваренной соли в пропорции 3:1, для поддержания температуры непосредственно вблизи образцов крови не ниже +4°C, образцы отделяют от смеси прокладками из паралона толщиной в 3-4 см.

Каждая проба крови должна иметь этикетку с указанием номера животного, все необходимые сведения о котором заносят перед взятием проб крови в ведомость.

В лаборатории из полученной крови готовят 2,5 % суспензию эритроцитов и определяют антигенный состав использованием гемолитического теста (реакция гемолиза и агглютинации).

Суспензию эритроцитов получают путем центрифugирования крови в течение 10 мин при 3000 об/мин. Отделившуюся плазму отсасывают пипеткой, с помощью вакуумного насоса. К осадку доливают изотонический раствор (0,9 % раствор хлористого натрия), встряхивают, снова центрифицируют, эту процедуру повторяют трижды.

В пробирку, содержащую 9,75 мл изотонического раствора, вносят 0,25 мл трижды отмытых эритроцитов, тщательно

перемешивают. 2,5 % суспензию эритроцитов можно хранить в течение 4-5 дней при температуре +4°C.

Реакция гемолиза проводится по A.Neimann-Sorensen (1957) в модификации F.Zur (1977): в лунки пластмассовых блоков из специального оргстекла вносят 2 капли соответствующей сыворотки, одну каплю 2,5 % суспензии эритроцитов и одну каплю комплемента. Смесь встряхивают и помещают в термостат при температуре $+30\pm2^{\circ}\text{C}$. Читка реакции проводится трижды: через 30 мин, 2 и 4 часа с момента внесения комплемента. Степень гемолиза определяют по бальной системе:

4 балла – все эритроциты гемолизированы, жидкость равномерно окрашена, прозрачна;

3 балла – на дне видны единичные эритроциты, образуется легкое помутнение при взбалтывании;

2 балла – 1/2 часть эритроцитов на дне лунки, жидкость над осадком умеренно окрашена;

1 балл – около 3/4 частей эритроцитов на дне лунки, жидкость над осадком слабо красного цвета;

± – все эритроциты на дне лунки, над осадком жидкость слегка красная, следы гемолиза заметны в виде ободка над осевшими эритроцитами;

О – все эритроциты целые, надосадочная жидкость прозрачная.

Комплемент является основной частью в реакции гемолиза. В качестве комплемента используется натуральная крольчья сыворотка с добавлением лиофилизированной сыворотки морской свинки в соотношении 25:4. Комплемент получают из крови кроликов при забое. Кровь инкубируют при температуре $+30^{\circ}\text{C}$ в термостате в течение двух часов. От образовавшегося сгустка сыворотку отделяют центрифугированием.

В сыворотке кролика нередко встречаются натуральные антитела против эритроцитарных антигенов овец, поэтому на их наличие необходимо исследовать каждую партию комплемента гемолитическим тестом. При выявлении натуральных антител сыворотку кролика абсорбируют в соотношении 4:1 смесью эритроцитов овец дважды по 10 мин. Хранится комплемент при минус 18⁰С продолжительное время.

При отсутствии кроличьего комплемента можно использовать сыворотку морской свинки. Для этого кровь берут непосредственно из сердца от нескольких животных в один флакон. Сыворотка в нативном виде хранится в холодильнике при температуре -18-20⁰ С. Перед постановкой реакции сыворотку разводят изотоническим раствором в отношении 1:20. Срок хранения такой же, как кроличьего комплемента. Сухой комплемент морской свинки непригоден для определения эритроцитарных антигенов у овец.

Реакция агглютинации. Две капли соответствующей сыворотки и одну – 2,5 % суспензии эритроцитов вносят в лунки блоков, и после встряхивания, смесь помещают в термостат при t +30±2⁰ С. Учет результатов реакции проводят 2 раза – через 30 мин. и 2 часа с момента постановки реакции.

Степень агглютинации определяется следующим образом:

+ - наличие реакции, в лунке образуется хорошо видимые конгломераты склеенных эритроцитов;

± - наличие небольшого количества малых конгломератов склеенных эритроцитов на две лунки;

- - отсутствие реакции.

После завершения цикла иммунизаций, у реципиентов берут большой объем (до 1 литра) крови в емкости из пластмассы. Полученную (без консерванта) кровь выдерживают в течении 1-2 часов при комнатной температуре, разрезают об-

разовавшийся сгусток профламбированным металлическим стержнем и оставляют при комнатной температуре на сутки. За это время сыворотка отделяется от кровяного сгустка. Ее сливают, центрифугируют в течение 10 минут при 3000 об/мин., инактивируют в водяной бане при температуре $+56^{\circ}\text{C}$ в течение 30 минут (для разрушения комплемента). После инактивации сыворотку разливают в стеклянные или полиэтиленовые сосуды и ставят на хранение при температуре $-18\text{--}20^{\circ}\text{C}$. Сыворотку для анализа наливают в несколько сосудов малой емкости (10-20 мл). На этикетке каждого сосуда пишут номера реципиента и донора (лабораторные и ушные), дату последней иммунизации или реиммунизации, а также номер абсорбента. Если сыворотка содержит одно антитело, то его обозначение пишут сверху этикетки.

Данные о количестве полученной поливалентной сыворотки записывают в карточку хранения «сырой» сыворотки и ведут учет по мере ее расходования.

Состав антител «сырых» сывороток выявляется методом разведения. Используя при этом стандартные разведения 1:2 – 1:4. Для исключения неспецифических реакций при их постановке необходимы свежеполученные эритроциты. Ставят два контроля: один – на качество эритроцитов, другой – на качество комплемента. Контроль эритроцитов: три капли изотонического раствора плюс одна капля 2,5% суспензии эритроцитов. Контроль комплемента: две капли изотонического раствора плюс одна капля 2,5 % суспензии эритроцитов, плюс одна капля комплемента. Контроль обязателен также и для реакции агглютинации, где вместо двух капель сыворотки берется две капли изотонического раствора. Контроль ставится против эритроцитов каждой исследуемой овцы.

При расчете необходимого количества крови для реакций исходят из того, что 1 мл равен 20 каплям (то есть одна капля соответствует объему 0,02 мл). Иммунологические блоки должны быть совершенно чистыми и сухими. Их предварительно тщательно моют и высушивают при температуре не выше +60⁰ С. Результаты реакции регистрируют в специальных ведомостях, причем оценку при первом чтении реакции обозначают синей, при втором – зеленой, при третьем – красной пастой.

При проведении реакций гемолиза и агглютинации, зачастую, не только устанавливают наличие или отсутствие гемолиза или агглютинации, но и определяют титр антител, то есть наибольшую степень разбавления сыворотки изотоническим раствором, при которой происходит гемолиз. В каждую лунку, кроме первой, вносят по две капли изотонического раствора, а в первую и вторую лунки - по две капли специфической сыворотки. Затем из второй лунки отбирают две капли смеси (предварительно встяжнув блок) и переносят в третью и т. д. Таким образом устанавливают окончательный и рабочий титр исследуемой «сырой» сыворотки.

Основным и наиболее точным методом определения состава «сырых» сывороток, а также чистоты реагентов является анализ путем абсорбции. Если полученная сыворотка реагирует с конкретными эритроцитами панели, то следует провести последовательную абсорбцию этими эритроцитами. После каждой абсорбции при конфронтации сыворотки с прежней панелью могут быть две ситуации. Первая – сыворотка после абсорбции не реагирует с теми сыворотками, с которыми она реагировала до абсорбции. Это означает, что сыворотка является моноспецифическим реагентом. Вторая – после абсорбции сыворотка не реагирует только с эритроцитами, которыми она абсорбирована, а с остальными - реаги-

рует. Это означает, что сыворотка имеет сложный поливалентный состав и необходимо продолжить ее абсорбцию со всеми реагирующими с ней эритроцитами. Титр и характер антител в «сырой» сыворотке определяет количество необходимых абсорбций - 3-4, иногда и больше. В зависимости от числа предполагаемых абсорбций данной сыворотки берут соответственно 4 или 3 центрифужные пробирки. Их маркируют, заполняют осторожно размешенной консервированной кровью. Затем кровь отделяют от консерванта центрифугированием и 3 раза отмывают изотоническим раствором. К отмытым эритроцитам в первую пробирку наливают сыворотку, которую намечено абсорбировать данными эритроцитами. Отношение количества сыворотки к эритроцитам 1:1 или 2:3.

При анализирующей абсорбции 2-3 мл сыворотки предварительно разбавляют в отношении 1:1-8, в зависимости от титра. Абсорбцию после тщательного перемешивания смеси сыворотки с эритроцитами проводят при комнатной температуре в течение 45 мин в зависимости от сложности сыворотки. Во время инкубации содержимое пробирки 2-3 раза перемешивают, центрифугируют (5-10 мин) при 3-5 тыс. об/мин, сыворотку отделяют и переносят для следующей абсорбции во вторую пробирку с заранее приготовленными эритроцитами. Вторую абсорбцию проводят также в течение 45 мин при комнатной температуре, центрифугируют, переносят сыворотку в третью пробирку с подготовленными эритроцитами для третьей абсорбции. После последней абсорбции при комнатной температуре проводят заключительную – при +4⁰ С, помещая пробирку со смесью эритроцитов и сыворотки на 30 мин в холодильник. Абсорбция при низких температурах удаляет холодовые и некоторые тепловые антитела.

Вслед за анализирующей абсорбцией сыворотку подвергают конфронтации с панелью эритроцитов известных по антигенным свойствам. Для контроля чистоты абсорбции в панель включают эритроциты, которыми проводили абсорбцию, а также эритроциты животного, от которого взята сыворотка.

На основании конфронтации делается анализ состава сыворотки. В случае, если анализирующая абсорбция всеми, без исключения, реагирующими эритроцитами приводит к полному удалению антител, то можно сделать заключение, что данная сыворотка моноспецифична. Если же конфронтация после первых абсорбций указывает на сложность поливалентных сывороток, то продолжают абсорбции по вышеизложенной схеме до расщепления сыворотки на моноспецифические реагенты.

Принцип абсорбции заключается в том, что одноименные антигены и антитела взаимодействуют друг с другом и тем самым «истощают» сыворотку от соответствующих антител. В эритроцитах не должно быть антигенов, против которых изготавливается антисыворотка.

Кроме того, необходимо подобрать такой спектр эритроцитов, с помощью которых можно было бы добиться максимального удаления нежелательных антител, так как многократные абсорбции усложняют работу и ухудшают качество изготавляемой сыворотки. Нами установлено, что для получения хорошего качества моноспецифической сыворотки достаточно крови от 3-4 животных и трех последовательных абсорбций.

Техника абсорбции для получения моноспецифических сывороток в больших количествах, для пополнения банка реагентов, почти не отличается от техники абсорбции для анализа сыворотки. Подготовленные эритроциты разделяют

на 3 или 4 равные по объему части (в зависимости от количества абсорбций). Одну часть смешивают с равным или лучше несколько меньшим количеством сыворотки и оставляют на 45 минут при комнатной температуре, через каждые 10 мин осторожно перемешивая смесь, затем центрифугируют ее до полного отделения от эритроцитов. Смешивают с сывороткой вторую порцию подготовленных эритроцитов и проводят второй этап абсорбции, затем заключительный, который отличается только тем, что после инкубации сыворотку переносят на 30 мин в холодильник для абсорбции при +4⁰С.

Если «сырую» сыворотку абсорбируют смесью эритроцитов двух животных (для одновременного удаления нескольких антител), то необходимо брать эритроциты от каждого животного в отношении к объему сыворотки не менее 1:1. Полученный реагент тщательно проверяют на чистоту путем контрольной конфронтации с большой панелью – 80-100 животных, с хорошо известным антигенным составом эритроцитов. Полученные результаты должны подтвердить специфичность антисыворотки в отношении к определенному кровяном фактору. Только таким образом проверенную антисыворотку готовят в большом объеме, включают в набор антисывороток и используют для определения групп крови.

Рабочий титр реагентов должен быть не ниже 1:4, каждый реагент проверяется на специфичность по параллельным реакциям с ранее испытанными эталонными образцами, прошедшими международные, региональные сверки.

Периодически (1 раз в 2 года) иммуноспецифичность всего набора реагентов должна подтверждаться сверками различного уровня.

На флаконы с изготовленными сыворотками наклеиваются этикетки, с указанием места изготовления реагента, его

наименование (анти-Вв, анти-Да и т.д.), титр, номер серии, время изготовления, условия хранения.

Решением международной конференции в Жуи-ан-Жозасе (Франция, 1973) установлены требования к сывороткам. Реагенты для овец должны быть:

- а) изоиммунными (за исключением реагентов R системы);
- б) специфичными (реагировать только с определенным антигеном);
- в) авидными (способностью быстрее или медленнее соединяться с антигеном);
- г) реагировать при температурном оптимуме своего действия;
- д) высокотитражными (титр, который представляет собой наибольшее разведение сыворотки, содержащей антитела, при котором проявляется их действие);

Сыворотка – реагент должна храниться в не разведенном виде, в холодильнике при $-18\text{--}20^{\circ}\text{C}$, в количестве необходимом для тестирования не менее 3000 образцов крови.

2. Наследственно обусловленные полиморфные системы белков и ферментов крови овец

Открытие новых высокоэффективных методов электрофоретического разделения белков и ферментов способствовало бурному росту молекулярной генетики.

Если до недавнего времени основные закономерности изменчивости и наследуемости изучались практически только на основе морфологических признаков, с помощью которых и были открыты законы Менделя и закон гомологических рядов Н.И. Вавилова, то в настоящее время стало оче-

видным недостаточность, такой информации, особенно для генетики сельскохозяйственных животных.

Известно, что основные хозяйствственно-полезные признаки являются полигенными и сильно варьируют как в онтогенезе, так и под влиянием условий среды. Поэтому селекционеру для определения генотипа требуется многократная оценка селекционируемых признаков. Особенно затруднительно получение информации о генотипе на первых этапах селекционного процесса.

Вместе с тем, селекция остро нуждается в методах, по которым можно было бы сравнить генетическую структуру различных групп животных и следить за ее динамикой в процессе селекционного воздействия, породообразования.

Поиски четко исследуемых генетических маркеров привели исследователей к изучению белков и ферментов. Белки – продукты экспрессии генов, по ним можно судить об организации и функционировании генома. Изучение биохимического полиморфизма белков и ферментов дает незаменимую информацию о сопряженности различного аллельного состояния генов или их кластеров с продуктивными признаками.

Множественность форм белков и ферментов возникает в силу ряда причин, которые К. Райдер и К. Тейлор (1987) разделяют на две категории. К первой относятся причины генетического, или первичного уровня (множественные гены кодируют свою субъединицу белка или фермента), ко второй категории относятся причины посттрансляционного, или вторичного уровня. В этом случае различия между субъединицами, кодируемыми одним геном, возникают из-за различных модификаций исходных гомогенных субъединиц.

Знание наследственно обусловленного биохимического полиморфизма необходимо для разработки методов отбора и подбора ценных генотипов идентификации пород жи-

вотных, определения их генеалогии, сходства и различий, конструирования генотипов с необходимым комплексом наследственных свойств. Кроме того, типирование полиморфных белков и ферментов – один из важнейших приемов картирования генов. Изучение биохимического полиморфизма дает возможность лучше понять процесс мутагенеза и выявить микромутации. Очень важно, что генетический анализ локусов, контролирующих белки, возможен на основе изучения их аллельных состояний, так как электрофоретическая подвижность, кодируемая разными аллелями белков, различна. Все это открывает новые возможности для генетического анализа популяции, изучения селекционных и эволюционных процессов. Несомненным достоинством белков и ферментов как маркеров является их стабильность в постнатальном онтогенезе и неизменяемость в связи с различными условиями кормления и содержания. Не отрицается, хотя и требует уточнения, вопрос о сопряженности аллельных вариантов локусов белков и ферментов или ассоциаций их аллелей с хозяйственно-полезными признаками.

У овец описан полиморфизм по 22 белкам и ферментам в эритроцитах и сыворотке крови. Однако электрофоретические варианты найдены менее чем у половины исследованных в настоящее время систем. Изученность биохимических полиморфных систем колеблется от локуса к локусу, к наиболее изученным относится системы трансферрина и гемоглобина (таблица 6).

Таблица 6 Генетические системы полиморфных белков и ферменты крови овец

Белок или фермент	Локус	Аллели	Количество фенотипов	Вид ткани
Трансферрин	Tf	J, A, E, B и др.	20	плазма крови
Гемоглобин	Hb	A, B	3	эритроциты
Карбоангидраза	Ca	F, S	3	эритроциты
Арилэстераза	AEs	B, H	3	плазма крови
Щелочная фосфатаза	Ap	A, B, C	10	плазма крови
Альбумин	Al	D, F, S, T, V, W	10	плазма крови
Глютатион	Tr	H, L	2	эритроциты

Трансферрины (Tf) – из всех известных белков обладают наибольшим генетическим разнообразием. Трансферрины (сидерофилины) – сложные гликопротеиды бета – глобулиновой природы, с молекулярным весом 75-80 тыс. дальтонов, содержанием 0,13 % железа и составляющие в норме 3-4 % от общих белков плазмы крови (R.E. Roberts, M.W.C. Makey, 1966; A. Leibman, P. Aisen, 1967; K.G. Mann W. W. Fish, 1970). В их составе обнаружено 3,5 % углеводов и сахаров таких, как N – ацетилнейраминовая кислота, маноза, галактоза и N – ацетилглюкозамин (C.B. Laurel, B. Lngleman, 1947; E.A. Jamieson, M.Jett. S.L.De Bernardo, 1971; A. Bexrorovainy, D.

Grohlich, 1974). Трансферрины выполняют функцию переносчика железа в организме, доставляя его из плазмы к клеткам костного мозга, печени, селезенки (Underwood, 1962; Watanabe et. al, 1965; А.Ц.Анасашвили и др.; 1968). Трансферрины в отсутствии железа могут переносить многовалентные катионы: хром, кобальт, медь, магний (J.Z.Hopkins, Schwarzk, 1964; A.J. Barak, J.D.Boeyett, 1970; E.W.Evans, T.W. Winter, 1975). Они имеют две точки связывания железа, четыре боковые цепи сиаловой кислоты, которые, повидимому, и предопределяют появление разного количества полос при электрофоретическом разделении (W.C.Parker, 1963; S.Chen, H.Sutton, 1967; E.R.Giblett, 1969).

С помощью радиоактивной метки были установлены связывающие свойства трансферрина (J.C.Ashton, 1958), а также их способность регулировать содержание двух - и - трехвалентного железа в организме, предохраняя его от токсического влияния. Почти все железо крови (3-4 мг железа, или 0,1 % от общего количества в организме) связано с трансферрином. Для синтеза гемоглобина требуется ежедневно 6-10 кратное обращение всего железа в сыворотке. Синтез трансферрина происходит в печени (А. Дж. Берн и В.К.Паркер, 1969). По свидетельству С.М. Martin, J.Jandl (1959) трансферрин угнетает размножение вирусов и обладает цитостатическим действием.

Неоднородность трансферрина при электрофорезе в крахмальном геле, обнаруженная O.Smithies (1955), послужила основанием для решения вопроса о генетической природе этого белка. Впоследствии было выявлено, что трансферрины человека и многих животных контролируются серией кодоминантных аллелей. У человека было обнаружено более 20 различных генотипических вариантов трансферринов (W.C. Parker, 1963; E.R.Giblett, 1969).

Полиморфизм трансферрина найден также у многих млекопитающих (И.И. Фомичева, 1968, 1969, А.Е. Егоров, 1973). У овец, при окраске на общий белок, трансферрин представлен двумя фракциями – интенсивно окрашивающейся и мицеллярной – менее интенсивного цвета. Наследственно обусловленное разнообразие у английских овец впервые описал J.C. Ashton (1968), обнаружив 14 фенотипов, образуемых 5-ю аллелями. При этом трансферрин А контролирует образование зоны с наибольшей подвижностью, последующие аллели – зоны с убывающей электрофоретической подвижностью. Позднее, исследуя австралийских баранов, J.C. Ashton в сотрудничестве с K.A. Ferguson обнаружили еще 7 типов трансферринов, определяющих зоны в порядке (Tf^F , Tf^G , Tf^H , Tf^J , Tf^K , Tf^C). Сопоставление данных по английским и австралийским овцам дало такой набор аллелей, определяющих зоны с убывающей скоростью передвижения к аноду: Tf^F , Tf^G , Tf^A , Tf^H , Tf^I , Tf^B , Tf^K , Tf^C , Tf^D , Tf^E . Кроме того, этими же исследователями были обнаружены трансферрины с еще меньшей подвижностью, чем Tf^E .

О полиморфизме трансферринов овец сообщили В.Т. Горин с сотрудниками (1966). Он обнаружил у породы прекос 5 аллелей трансферринов – А, В, С, Д, Е.

А.В. Пересадин (1968) у тонкорунных овец также установил 5 аллелей – А, В, Д, Н, Е, а у овец асканийской тонкорунной породы шесть – А, В, С, Д, Е, Р (А.В. Пересадин 1969). А.И. Сундуков (1969) у тонкорунных овец, разводимых на юге, обнаружил 5 аллелей – А, В, С, Д, Е.

А.Е. Егоров и др. (1969) изучали типы трансферрина у овец некоторых пород Средней Азии и Казахстана, а также у азиатского муфлона и помесей архар х каракульская. Ими выявлено шесть зон трансферрина, обозначенных в соответ-

ствии с предложением G.Efremov, M. Braend (1965) Tf^D, Tf^G, Tf^d, Tf^M, Tf^P, Tf^S.

L.Fesus, A.Stratil (1974), Vorkonyid (1983) приводят в своих работах 16 аллелей трансферринового локуса. В порядке убывания скорости при движении к аноду они обозначены как: Tf^d, Tf^A, Tf^G, Tf^{B1}, Tf^B, Tf^C, Tf^{C.Hungary}, Tf^L, Tf^D, Tf^U, Tf^N, Tf^G, Tf^E, Tf^R, Tf^V, Tf^P. Кроме того, указанные авторы при исследовании каракульских овец обнаружили аллели Tf^{N..Hungary}, Tf^V.

A.Stratil (1973) также установил два новых варианта трансферрина, обозначив их Tf^{H.Czech} и Tf^{K.Czech}. Первый тип по электрофоретической подвижности занимал промежуточное положение между Tf^A и Tf^B и был выявлен только у овец шумавской породы. Тип Tf^{K.Czech} располагался между Tf^B и Tf^C и определялся только у цигайских овец. Аллельная частота этих типов трансферринов оказалась очень низкой.

У овец куйбышевской породы преимущественное распространение имели гены Tf^C и Tf^A. Наименьшая генная концентрация была у генов Tf^E (0,001) и Tf^D (0,032) (А. Будникова, М. Башкеева, 1979).

В.И.Остапенко (1979), используя классификацию J.Ashton (1965), обнаружила у чистопородных кавказских овец 5 аллелей трансферринового локуса. Основные три аллеля Tf^A, Tf^B, Tf^C встречались с высокой, а остальные два Tf^D, Tf^E с низкой частотой.

В стадах чистопородных овец кавказской, ставропольской породы, советского, манычского меринаса Ставропольского края С.А. Казановским, Л.В. Ольховской, Л.Н. Чижовой, М.И. Селионовой (1979, 1983, 1989, 1990, 2001) установлено 14 типов трансферрина из 15 возможных. Животных с типом Tf EE не обнаружено. Редко встречались животные с типами Tf AE, Tf BE, Tf DD, Tf DE (0.28-0.42 %), а также с

типами TfAD, TfBD, TfCD (2,67 %). Наиболее часто встречались животные с типами TfAC, TfCC, TfAA, TfBC, TfAB (38,70 %).

Полиморфизм трансферрина у овец также изучали А.А. Лазовский (1971), И.И. Селькин, И.З. Тимашев, В.И. Остапенко (1973), А.Д. Крюкова (1975), В.И. Спиридовон (1976, 1985), С. Тянков, И.Димитров (1976, 1977), З.Макавеев (1976), A. Lanotti, C.Z. Narsa (1982), M. Margerit (1983, 1985, 1986), C. Lipecka, T.Gruszecki (1984, 1985), S.W.Clarke et. al. (1985), A.Petre et.al. (1985), F.Dogrul (1985), Н.А.Сарсенбаев, К.И. Афанасьев (1985), A.J. Archibald, J. Webster (1986), А.А. Лазовский (1987). Проведенные исследования показали, что разнообразие типов в первую очередь связано с породными особенностями. Отмечена также значительная внутрипородная изменчивость (таблица 7).

Достаточно продолжительное время многие авторы использовали разную номенклатуру трансферринов, что затрудняло сопоставимость результатов. В 1983 году на Все-союзной сверке, проведенной ВНИИРГЖ, ВНПО, ВНИИОК, была принята единая номенклатура трансферринов – А, В, С, D, E (по J. Ashton, 1965), при этом встречающиеся на разных уровнях С1 и С2 обозначили единым С. Однако с августа 1986 г., после международной сверки в Милане, решением комиссии по группам крови и биохимическому полиморфизму было рекомендовано использовать международную классификацию трансферринов по Е.М. Tucker (1975), принятую в большинстве европейских стран.

Гемоглобины (Hb) – сложные белки, относящиеся к хромопротеидам. Молекула гемоглобина состоит на 4 % из красящего вещества гемма и на 96 % - из белка глобина. Главная роль гемоглобина заключается в переносе кислорода к тканям и углекислоты к легким.

Гемоглобин обладает высокой растворимостью, в крови животных его содержится от 10 до 25 %, а в эритроцитах - от 30 до 46 % (G.S.Addair, 1924, 1939, П.А. Коржуев, 1967).

Молекула гемоглобина состоит из четырех субъединиц: HbA – из двух α цепей и двух β цепей, HbA₂ - из $\alpha_2 S_2$, а фетальный HbF - из $\alpha_2 \gamma_2$ (Д.Метслер, 1980). В состав каждой субъединицы входит молекула гемма. Первичная структура цепей и четвертичная структура молекулы HbA достаточно хорошо изучены (Ж. Крю, 1979).

Характер укладки полипептидной цепи в α - и β - субъединицах всех гемоглобинов, как и в мономерном связывающем кислород мышечном белке гемоглобина, по существу одинаков. Имидазольная группа гистидина F – 8 связана координационной связью с атомом железа, расположенным в центре гемма. С другой стороны к атому железа присоединяется молекула O₂. Связывание кислорода гемоглобином имеет кооперативный характер.

В капиллярах легких при парциальном давлении кислорода равном 100 мм/рт. ст, гемоглобин почти полностью насыщен кислородом, однако, когда эритроциты проходят через капилляры ткани потребляющих кислород, его парциальное давление падает примерно до 5 мм/ рт. ст. Кооперативность приводит к тому, что гемоглобин «разгружается» более полно, чем в том случае, если бы четыре гемогруппы действовали независимо.

Мономерный гемоглобин, как и аномальный гемоглобин, молекулы которого состоят из четырех β – субъединиц, обладает высоким сродством к кислороду, причем связывание для последнего не носит кооперативный характер (R.E. Benesch, 1974; цит. по Д.Мецлер, 1980).

Высокая растворимость гемоглобина, имеющая значение не только для повышения кислородной емкости крови, но и

для увеличения ее буферной емкости, несомненно, обусловлена белковой частью гемоглобина (Н.Вержбицкая, Н.Итина, Е.Крепс, В.Смирнов, 1943). Видовые свойства гемоглобина крови различных животных (различная форма кристаллов, сродство Нв с О₂ и др.) также определяются особенностями гемоглобина, т.к. гены всех исследованных гемоглобинов оказались идентичными.

Из 12 изученных видов, включающих крупный рогатый скот, овец и коз, 11 имели гетерозиготность либо в β цепи, либо в α цепи гемоглобинов, а 8 видов - гетерозиготность в обеих полипептидных цепях (H. John, J. Barnabas, 1978).

С увеличением разрешающей способности биохимических методов выяснилось, что многие гемоглобины, которые в течение долгого времени представлялись гомогенными, в действительности состоят из смеси близких по структуре и свойствам молекул и могут быть разделены на фракции. Различия между фракциями складывались на уровне первичной структуры и определялись общим термином «микрогетерогенность». Их выявление очень затруднительна в тех случаях, когда заряд и размер молекул практически одинаковы.

С открытием гетерозиготности гемоглобина и других белков перед биохимией и физиологией возникла сложная задача. С одной стороны, необходимо объяснить механизм синтеза множественных форм, с другой – показать, каким образом усредненная функция вещества складывается из нескольких частных функций. Каждая фракция гемоглобина обладает отличными от других свойствами, и сродство гемоглобина к кислороду может быть изменено только за счет изменения относительного количества отдельных фракций.

Более 100 лет назад профессором Юрьевского университета Е.Кербером (E. Korber, 1866) было установлено, что Нв плода отличается от Нв взрослого по ряду свойств. Таким

образом, в организме одного и того же животного существует несколько гемоглобинов с различной кислородной емкостью (C. Bohr 1897 а, 1897 б, H. Itano et. al, 1957).

У овец полиморфизм гемоглобина впервые обнаружили H. Harris, F. Warren. (1955), K. Cabannes, C. Serain (1955). Наибольшей подвижностью в электрическом поле обладает HвA, наименьшей – HвB, HвF занимает среднее положение (Е.А. Егоров, 1973). HвA и HвB – обычные гемоглобины взрослых животных, HвF свойствен плоду и встречается у молодых животных в течение некоторого времени после рождения (P. Monge, 1978).

Кроме часто встречающихся типов гемоглобинов, у овец установлены редкие формы, которые встречаются гораздо реже, чем HвA и HвB. Так, M. Braend (1964, 1966) обнаружил у овец HвN, который в крахмальном геле продвигается с меньшей скоростью, чем HвB. V.V. Evans, J.H. Turner (1965) нашли у овец гемоглобиновый тип, обозначенный ими как HвC. Этот вариант встречается у овец, имеющих HвAA и HвAB, отсутствует у имеющих HвBB.

B. Vaskov, G. Efremov (1967, 1970), E. Tucker (1981) выявили, что некоторые овцы югославских и голландских пород, кроме HвAB, имели слабую дополнительную полосу, мигрирующую за полосу HвAA, которую обозначили HвD. Он обладает самой высокой подвижностью, встречается очень редко с частотой 0,029-0,082.

F. Atroshi et. al (1979) у финских овец обнаружили аномальный тип, обозначенный как HвAN. На электрофорограмме он располагается ближе к стартовой полосе, чем гемоглобин AA и HвBB, HвAN по-видимому, идентичен ранее обнаруженному гемоглобину CC и HвNN. M. John выделил у пород сонади, малпуря и чопла HвE с частотой встречаемости 0,13.

Тип гемоглобина оказался связанным с некоторыми физиологическими и биологическими особенностями овец. Так, A.G. Wiener et. al. (1979) установили, что гемоглобин связан с уровнем меди в цельной крови. Овцы породы шотландская черноголовая, шевиоты, уэльские горные и их помеси, имеющие HbB, содержали более высокую концентрацию меди, чем овцы с HbA. Авторы предположили наличие гена, связанного как с уровнем меди, так и типом HbB.

S.Chillhorn T.V. et. al. (1978) выявили меньшую смертность и лучшие репродуктивные качества у северо-нигерийских овец с гемоглобином B. Проведенный J. Hall, A.Porser анализ 14 тыс. ягнят маток шотландской породы подтвердил лучший выход и большую плодовитость у животных с HbB.

Поскольку гемоглобины овец изучены во многих странах мира, то выявлены особенности их зонального распространения как в широтном, так и вертикальном направлениях. Еще Wans et. al. (1957, 1958 а, в), G. Efremov, M. Braend (1965) показали, что северным английским горным породам овец свойствен, главным образом, HbA, тогда как у южных стран Африки и Ближнего востока преимущественно встречаются HbB. Последующие исследования подтвердили эту точку зрения (Ш.А.Мкртчян, 1971, Е.А. Егоров, Г.Р. Родионов, 1972, Joe W.Templeton et. al., 1972, P. Dwarkanath, B. Joski, 1973, Раушенбах и др., 1974, L. Singh et. al., 1975, Е.К.Подгорная, 1976, Тянков и др., 1976, Е.А. Егоров и др., 1977, 1979, L.Ruhi, J.Fore, 1979 и др.). Причины такого распределения гемоглобинов у овец связаны с целым рядом экстремальных факторов, ведущим из которых является пропорциональная зависимость давления кислорода и насыщения гемоглобина кислородом. По мере подъема на большие высоты относительное содержание оксигемоглобина в крови

выше у овец с типом НвАА, чем с типом НвВВ. Высокая концентрация НвА у горных пород указывает на важное значение гемоглобинового механизма в структуре адаптации овец к высокогорной гипоксии (V.S. Krishnamurthi et. al, 1980).

Данные о частотах аллелей гемоглобинового локуса у некоторых пород, разводимых в России, приведены в таблице 8.

По данным А.В. Пересадина (1969), А.И. Сундукова (1969, 1971), С.А. Казановского, Л.В. Ольховской, Л.Н. Чижовой, М.И. Селионовой (1982, 1988, 1990) у овец пород ставропольской, грозденской, асканийской, кавказской, советского мериноса, породной группы многоплодного каракуля обнаружен как гомогенный Нв обоих типов (НвА и НвВ, так и их совместное сочетание НвАВ. В.Г. Гориным и Л.В. Богдановым в 1969 г. у овец породы прекос выявлены 3 типа гемоглобина А, В, и АВ. Частота встречаемости гетерозиготных форм составляет 0,194 и 0,806, соответственно.

По данным Ш.А. Мкртчян (1971), у чистопородных овец алтайской тонкорунной породы имеются типы Нв: А (52,2 %), В (20,7 %) и АВ (21,1 %). Исследование типов Нв у овец были проведены М.К. Кройтером и М.Т. Катковым (1964), И. Тапильским, Ф. Заидовым (1969), А.А. Лазовским (1971), В.Д. Яценко (1973), С.Ж. Стамбековым (1972, 1975), В.И. Спиридонов, И.И. Могорянц (1976), С. Sipecka (1976), С. Ремесленниковой (1980), Е.М. Tucker (1981), K.R. Millar (1982), Azevedo Weinen T. et. al. (1984), S.Jovanovic et. al. (1985, 1986).

Ряд исследований в различных экологических зонах подтвердил значительные различия по генным частотам аллелей, детерминирующих полиморфизм гемоглобина (R. Vestri et.

al., 1983, A.Vlaic 1985, М.Д. Бонецкая, Ю.Г. Быковченко, Р.С. Гафаров, 1986).

Таблица 8 Частота аллелей гемоглобинового локуса у отечественных пород.

№ п/ п	Порода	Генная частота		Автор
		A	B	
1	2	3	4	5
1	Алтайская тонкорунная	0,142	0,858	В.И.Глазко и др., 1979
2	Асканийская тонкорунная	0,320	0,680	А.И.Сундуков, 1969
3	Грозненская тонкорунная	0,328	0,672	С.А.Казановский и др., 1987
4	Забайкальская тонкорунная	0,313	0,687	С.А.Казановский и др., 1988
5	Казахская тонкорунная	0,194	0,806	Г.П. Ким, 1983
6	Кавказская тонкорунная	0,117	0,883	С.А.Казановский и др., 1982
7	Куйбышевская тонкорунная	0,262	0,738	М.Ф. Башкеева, 1981
8	Советский меринос	0,178	0,822	С.А.Казановский и др., 1987
9	Ставропольская тонкорунная	0,178	0,822	С.А.Казановский и др., 1982
10	Цигайская тонкорунная	0,148	0,852	Спиридов, И.И. Могорян, 1976
11	Романовская	0,440	0,560	С.А.Казановский и др., 1982

Окончание таблицы 8

1	2	3	4	5
12	Романовская	0,302	0,698	А.А. Лазовский и др., 1978
13	Прекос	0,190	0,810	В.Т. Горин и др., 1966
14	Каракульская	0,180	0,820	И. Орбани, 1969
15	Эдильбаевская	0,054	0,946	Ю.О. Раушенбах, 1974

Щелочная фосфатаза (Ap) относится к цинкосодержащим ферментам, гидролизует сложные эфиры фосфорной кислоты в щелочной среде. В сыворотке крови овец присутствуют изоэнзимы щелочной фосфатазы, источником которых являются, главным образом, печень, костная ткань и кишечник. Цинк, входя в состав активного центра, обеспечивает связь фермента с субстратом. Возможно, что щелочная фосфатаза в сыворотке крови влияет на жизнеспособность, рост и другие признаки продуктивности животных.

Впервые изоферменты щелочной фосфатазы обнаружил Гане (1963) в сыворотке крови жвачных и обозначил локус символом F с аллелями F^A и F^O . У овец 3 молекулярные формы (A, B и C) найдены J. Rendel et. al. (1964) при электрофорезе в крахмальном геле. Полиморфизм щелочной фосфатазы исследователи также Ю.Романов и др. (1976), A. Rodero et. al. (1980).

R.W. Brovon, I.A. Manley (1970) установили в сыворотке крови голубей полиморфизм щелочной фосфатазы, контролируемый серией кодоминантных аллелей, обозначенных Ap^A , Ap^B , Ap^C и Ap^D .

Н. Х. Мехтиев, Г.Г. Деушева и др. (1973, 1974) описали сложный полиморфизм щелочной фосфатазы у каракульских

овец. Для обозначения фосфатазного локуса авторы рекомендовали сокращение слов alkaline phosphatase тремя буквами – Alp (для щелочной фосфатазы). Исследователи обнаружили 3 зоны фосфатазной активности – А, В и С. В зонах А и В наблюдается полиморфизм щелочной фосфатазы. Зона А контролируется двумя генами – Alp^O_1 - рецессивный и Alp^I_1 - доминантный. В зоне В установлено 10 фенотипов щелочной фосфатазы, контролируемых четырьмя кодоминантными аллелями с частотой Alp_2 – 1-0,221, Alp_2 – 2-0,309, Alp_2 – 3-0,389, Alp_2 – 4-0,08 (T. Shimacka et. al., 1980).

Ряд авторов обозначает сывороточную щелочную фосфатазу овец символом Pp (Р.Ф. Алиев и др., 1974, О.К. Смирнов и др., 1985, Башкеева, 1977, Arfons et. al., 1963), как у человека.

У овец пород куйбышевская, ромни-марш, финский ландрас, кланфорест обнаружено по 3 аллеля щелочной фосфатазы в порядке убывания скорости миграции: Pp^F , Pp^S , Pp^O .

Частота аллелей по породам колеблется в пределах: куйбышевская Pp^F (0,007-0,018), Pp^S (0,455-0,722), Pp^O (0,292-0,545), ромни-марш Pp^F (0,008-0,013), Pp^S (0,550-0,713), Pp^O (0,279-0,425).

У овец породы финский ландрас аллель Pp^F не обнаружен, а частота аллелей Pp^S - (0,667-0,697) и Pp^O - (0,303-0,333).

В собственных исследованиях придерживались обозначения щелочной фосфатазы сыворотки крови у овец символом Ap, аналогично R.V. Brown, J.H.J. Manley (1970), А.А. Лазовскому и А.А. Панковской (1976), в связи с тем, что символом Alp принято обозначать ген алопеции (патологической линьки у овец). Такие же обозначения локуса щелочной фосфатазы и аллелей входящих в него, указаны в работах И.А. Адирбекова и др. (1982) и В.Н. Иовенко (1984).

В сыворотке крови тонкорунных пород юга страны С.А. Казановский, Л.В. Ольховская, Л.Н. Чижова (1986, 1990) обнаружили 4 кодоминантных аллеля щелочной фосфатазы: Ap^A и Ap^B , Ap^C и Ap^D (таблица 9).

Таблица 9 Частота аллелей локуса щелочной фосфатазы (Ap) некоторых отечественных пород

№ п/ п	Порода	Аллели				Автор исследо- вания
		A	B	C	D	
1	2	3	4	5	6	7
1	Кавказ- ская тон- корунная	0,002	0,469	0,529	-	Казанов- ский С.А. и др., 1986
2	Ставро- польская тонко- рунная	0,007	0,518	0,474	-	Казанов- ский С.А. и др., 1986
3	Грознен- ская тон- корунная	0,011	0,534	0,454	-	Казанов- ский С.А. и др., 1986
4	Совет- ский ме- ринос	0,015	0,286	0,684	0,015	Казанов- ский С.А. и др., 1986

Окончание таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7
5	Романов-ская	0,678	0,655 - 0,035	0,345 - 0,287	-	Казанов-ский С.А. и др., 1986, А.А. Лазовский, А.А. Панковская, 1976
6	Цигай-ская	-	0,662 0,344	0,338 0,656	-	Казанов-ский С.А. и др., 1988, В.Н. Иовенко, 1984
7	Асканий-ская тонкорунная	-	0,392	0,608	-	В.Н. Иовенко, 1984
8	Кара-кульская (серая окраска)	0,056	0,345	0,599	-	И.А. Адербеков и др., 1982
9	Прекос	0,558	0,069	0,373	-	А.А. Лазовский, 1976

Арилэстераза (AEs) – фермент крови, относящийся к гидролизатам эфиров карбоновых кислот. Он участвует в обмене свободных жирных кислот, способствуя трансэсте-

рификации высокомолекулярных жирных кислот и уксусной кислоты (W. Pilz et. al., 1965). Отсутствие эстеразной активности у животных связано с их повышенной чувствительностью к различным растительным ядам и фармакологическим препаратам. В частности, у овец – к нейротоксическому действию галоксона. Ферменты группы карбоновых эстераз являются простыми белками и относятся к однокомпонентным ферментам, обладают наибольшей электрофоретической подвижностью. Неспецифические эстеразы повсеместно распространены в растительных и животных тканях; особенно высока их активность в печени, почках и тонком кишечнике.

Полиморфизм по арилэстеразе сыворотки крови овец описан в работах R. Lee (1964, 1966), E.M. Tucker et. al. (1967), Н.Х Мехтиева и др. (1974), С.Г. Джалиловой (1976), М.Ф. Башкеевой (1977), В.И. Глазко и др. (1977, 1979), M. Margetin (1983) и др., T.Shimacka et. al. (1981), Э. Бойтлер(1981), С.А. Казановский и др. (1984, 1986).

R. Lee (1964, 1966) описал несколько форм фермента, различающихся по способности гидролизовать такие фосфороганические соединения, как галаксон и караксон. Один из вариантов расщепляет эти соединения быстро и является, как показал генетический анализ, аутосомным доминантным геном, обозначенным автором Es^a . Рецессивный ген Es^B контролирует тип арилэстеразы, расщепляющей эти фосфороганические соединения с более медленной скоростью. R. Lee предположил также существование третьего аллеля Es^C , определяющего форму арилэстеразы, которая совершенно не способна расщеплять галаксон и караксон.

E.M. Tucker et. al. (1967), Ц. Макеев, Д.Драгнев (1973), выявляя арилэстеразу с помощью α – нафтилацетата в качестве субстрата после проведения электрофореза в крахмальном геле, обнаружили в плазме крови овец 2 аллеля: $EstA^+$

(присутствие арилэстеразы) и EstA^- (отсутствие). Присутствие арилэстеразной активности определяется аутосомным доминантным геном, а отсутствие – рецессивным. Показано, что ген EstA^+ соответствует гену EstA , а ген EstA^- – гену EsB , описанными R. Lee (1964, 1966).

М.Ф. Башкеева (1977) в популяции овец куйбышевской породы установила биохимический полиморфизм по сывороточной арилэстеразе. Арилэстеразный локус контролируется, по мнению автора, тремя аллелями – AEsS – 0,647, AEsO – 0,155, AEsF – 0,198.

Н.Х. Мехтиев и др. (1974), С.Г. Джалилова (1976) у каракульских овец обнаружили 5 зон арилэстеразной активности при проведении электрофореза, применяя в качестве субстрата α – нафтилацетат. Выяснено, что наследственным полиморфизмом обладает «медленная» арилэстераза (арилэстераза – 2), представленная тремя типами: AEs-H , AEs-HB , AEs-B , контролируемыми двумя аллелями AEsH и AEsB с генными частотами 0,317-0,520 для аллеля AEsH и 0,480-0,693 – для аллеля AEsB . Животных с типом AEs-H авторы относят к гомозиготам по доминантному, а с типом AEs-B – по рецессивному аллелю.

В.Г. Афанасьева (1985) установила в сыворотке крови у баранов годовиков высококровных помесей линкольнов два аллеля с частотой AEsB – 0,675, AEsH – 0,325. Подобные соотношения выявил и В.Н. Иовенко (1984) у овец цигайской (0,640 и 0,360) и асканийской пород (0,706 и 0,294, соответственно).

В.И. Глазко с сотрудниками (1975, 1976), используя в качестве субстрата α – и β – нафтилацетат, показали, что в действительности существенное изменение субстратной специфичности может имитировать резкое снижение или полное отсутствие активности арилэстеразы плазмы крови овец. По

номенклатуре авторов, гены Es-1^B и Es-1^a соответствуют генам Es-A⁺ и Es-A. Исследователи указывают, что если рассматривать в качестве признака присутствие фенотипа (как белка), то проявление аллелей будет кодоминантным. Частота встречаемости аллелей арилэстеразы у изученной ими алтайской тонкорунной породы овец составила: Es-1^a - 0,640-0,697; Es-1^B - 0,360-0,303.

В работе В.И. Глазко (1979) установлен своеобразный мозаичный тип доминирования аллелей Es – 1^a и Es – 1^B у гетерозигот, а взаимодействие этих аллелей на разных уровнях может меняться от кодоминантного до полного доминирования гена Es – 1^B. Аналогичное обозначение локуса применяют Kozo Matsumoto et. al. (1979).

С.А.Казановский, Л.В. Ольховская, Л.Н. Чижова (1986) при определении полиморфизма сывороточной арилэстеразы, применив в качестве субстрата α – нафтилацетат использовали буквенные обозначения, применяемые С.Г. Джалиловой (1976) и М.Ф. Башкеевой (1977) - AEs. При проведении электрофореза в крахмальном геле получена картина, аналогичная описанной B. Yahne and Coransson (1970) и С.Г. Джалиловой (1976), применявших α – нафтилацетат.

M. Tucker et. al. (1967), M. Margetin (1981) идентифицировали эту форму арилэстеразы как EsA⁺, что свидетельствует, как указывает В.И. Глазко (1979), типам BB.

При проведении сверки двух методов, предложенных В.И. Глазко (1979), в одних образцах сыворотки крови овец кавказской породы установлено соответствие фенотипов с «сильной» активностью (по нашей номенклатуре AEsBB) фенотипов BB и PB. Фенотипы, проявляющиеся на наших энзимограммах в виде гетерозиготы AEs HB, почти полностью (за исключением одного случая) проявились как гомозиготы PP.

У всех обследованных пород овец – советский меринос, грозненская, кавказская, ставропольская, романовская – было обнаружено в сыворотке крови по два аутосомных аллеля, обозначенных как AEs^B и AEs^H, контролирующие три фенотипа – AEs BB, AEs HH и гетерозиготный тип AEs HB. Как показал семейно-генетический анализ, при скрещивании животных с фенотипами BB x BB или HH x HH потомки имеют соответственно фенотип BB или HH, что свидетельствует о кодоминантном характере исследования.

Это соответствие полностью подтверждается данными Международных сверок по группам крови и биологическому полиморфизму, проведенных в ФРГ (Мюнхен, 1980) и Италии (Милан, 1989), где отмечено абсолютное соответствие образцов сыворотки крови типа, обозначенного нами как AEs BB, с образцами, идентифицированными по Международным сверкам как Es система (A^+), т.е. Es A⁺, все типы AEs HB и AEs HH относятся к AEs системе(таблица 10).

Благодаря проведенному сравнительному анализу, получена возможность сравнивать известные в литературе данные о связи типов арилэстеразы с резистентностью к действию галаксона. Животные с типом Es^a обладают способностью гидролизовать галаксон, в случае передозировки этого препарата, при лечении глистных инвазий обнаруживают выраженную резистентность к его нейротоксическому действию (R. Lee, 1966).

Таблица 10 Частота аллелей локусов арилэстеразы (AEs) некоторых отечественных пород овец

№ п/ п	Порода	Аллели		Автор исследования
		B	H	

1	2	3	4	5
1	Кавказская тонкорунная	0,538	0,462	С.А. Казановский и др., 1986
2	Ставрополь-ская тонко-рунная	0,457	0,543	С.А. Казановский и др., 1986
3	Грозненская тонкорунная	0,489	0,511	С.А. Казановский и др., 1986
4	Советский меринос	0,529	0,471	С.А. Казановский и др., 1984
5	Цигайская	0,635 0,640	0,365 0,360	С.А. Казановский и др., 1988 В.Н. Иовенко, 1984
6	Забайкальская тонкорунная	0,527	0,473	С.А. Казановский и др., 1986
7	Каракульская серая окраска серая окраска черная окраска	0,48- 0,69 0,538 0,571 0,524	0,32- 0,52 0,462 0,429 0,476	С.Г. Джалилова, 1976 И.А. Адырбеков и др., 1982 М.Н. Удалова и др., 1987 М.Н. Удалова и др., 1987
8	Южноказах-ский меринос	0,435	0,565	М.Н. Удалова и др., 1987

Окончание таблицы 10

1	2	3	4	5
9	Эдильбаевская порода	0,750	0,250	М.Н. Удалова и др., 1987
10	Асканийская тонкорунная	0,706	0,294	В.Н. Иовенко, 1984

Таким образом, можно заключить, что у овец обнаружен выраженный полиморфизм по ряду белков и ферментов. Все указанные выше типы этих соединений не изменяются в онтогенезе и наследуются кодоминантно. Это позволяет использовать их в качестве надежных генетических маркеров. Накопленная информация создает необходимые предпосылки для использования полиморфизма белков в решении многих задач биохимической генетики и селекции овец.

3. Генетико-статистический анализ иммуногенетических данных

Полученные в результате проведенных исследований иммуногенетические данные анализируются нижеприведенными статистическими методами.

Расчет частот аллелей полиморфных систем белков и ферментов крови позволяет судить о внутренней дифференциации породы (стада), их генеалогии, сходстве или различии и возможных перспективах селекции, о накоплении гетеро или гомозиготных особей под воздействием факторов отбора и подбора.

Элиминация одних аллелей и накопление других может свидетельствовать о направленности селекции. Селекционер, отбирая животных по определенному признаку, например, по живой массе, тем самым, отбирает и определенные аллели, изменяя аллелофонд. Контролируя состояние последнего, можно, в определенной мере, следить за ходом селекции.

Частоты аллелей определяются по следующей формуле:

$$P^A = 2AA + Aa/2N, \text{ где}$$

P^A – частота аллеля А,

AA – количество гомозигот,

Aa – количество гетерозигот,
N – общее количество животных.

Для удобства расчетов мы взяли в качестве модели малочисленную группу животных ($n=37$).

Например, в исследованном стаде овец определяли полиморфизм сывороточной арилэстеразы – AEs, щелочной фосфатазы – Ar и трансферрина – Tf.

Количество животных с фенотипами щелочной фосфатазы BB равно – 14, CC – 2 и BC – 21.

Частота аллелей составит:

$$\text{Аллель B (Pb)} = \frac{14}{37} \times 2 + \frac{21}{37} \times 2 = 0,66216$$

$$\text{Аллель C (Pc)} = \frac{2}{37} \times 2 + \frac{21}{37} \times 2 = 0,33784$$

Так как в локусе щелочной фосфатазы в данном случае выявлено 2 аллеля, то ошибка частоты будет одинаковой для обоих аллелей и составит:

$$Sp = \sqrt{x(1-x)/2N}$$

$$Sp = \sqrt{0,662(1-0,662)/2 \times 37} = 0,055, \text{ где}$$

Sp – ошибка частоты,

x – частота аллеля,

N – общее количество животных,

P и B – разные аллели.

В случае многоаллельных систем ошибка частоты вычитывается для каждого аллеля по этой же формуле.

Расчет соответствия фактического распределения генотипов по закону Харди – Вайнберга необходим для определения сохранности генного равновесия в данной группе овец по исследованным локусам полиморфных белков. Для этого по формуле Харди – Вайнберга вычисляют ожидаемое (теоретическое) число овец с каждым фенотипом.

$$N_{ii} = P_i^2 N - \text{для гомозигот,}$$

$N_{ij} = P_i P_j 2N$ – для гетерозигот,
где N_{ii} и N_{jj} – теоретически ожидаемое число животных;
 P_i, P_j – частота i и j аллелей,
 N – общее количество животных.

Число степеней свободы f равняется $K-n$ (число фенотипов минус число аллелей).

В нашем примере (по щелочной фосфатазе):
 $T_{BB}=0,43846x37=16,22$; $T_{Cc}=0,11413x37=4,22281$;
 $T_{Bc}=0,66216x0,33784x2x37=16,554105916$

Для оценки значимости селективного различия между генотипами, обусловленного действием естественного отбора или селекции, необходимо проверить соответствие фактических частот генотипов теоретически ожидаемым, для чего воспользуемся критерием χ^2 (хи - квадрат, или иначе критерием соответствия К. Пирсона, 1900).

Величина хи – квадрат выражается любым положительным числом от 0 до ∞ .

$$\chi^2 = \sum (\Phi - T)^2 / T,$$

где Φ – фактически наблюдаемое число овец для каждого фенотипа,

T – теоретически ожидаемое число овец для каждого фенотипа.

В нашем примере:

$$\chi^2_{BB} = (14 - 16,2)^2 / 16,2 = 0,3,$$

$$\chi^2_{Cc} = (2 - 4,2)^2 / 4,2 = 1,15,$$

$$\chi^2_{Bc} = (21 - 16,6)^2 / 16,6 = 1,17$$

$\chi^2_{\text{общ}} = \sum 0,3 + 1,17 + 1,15 = 2,6688$. При $f=3-2=1$ значение $\chi^2=2,66$ указывает на то, что отклонение фактически наблюдаемого числа фенотипов щелочной фосфатазы от теоретически ожидаемого расщепления незначительно.

Ожидаемый уровень гомозиготности (C_a) вычисляют по формуле Робертсона (1956).

$$C_{ai} = \sum_{i=1}^n g^2 - \text{для одного локуса,}$$

$$C_a = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m C_{ai} - \text{для нескольких локусов,}$$

n – число аллелей в локусе,

g – частота аллелей,

m – число локусов, C_{ai} – гомозиготность по одному локусу,

C_a – гомозиготность по всем локусам (средняя).

Возвратимся к нашему примеру по щелочной фосфатазе:
 C_a гомозиготности $A=0,43846+0,11413=0,5526$,

$$0,5526 \times 100 \% = 55,26 \%$$

Этот показатель может быть выражен в виде десятичной дроби или (чаще) в процентном выражении.

Для трех исследованных нами локусов (AEs, Ap Tf)

$$C_a = 0,5365 + 0,5526 + 0,2516 / 3 = 0,4469, \text{ или } 44,69 \%$$

Число эффективно действующих аллелей (уровень полиморфности локуса – N_a) является величиной обратной этому коэффициенту.

$$N_a = 1 / C_a$$

В нашем случае N_a равно:

$$\text{по локусу арилэстеразы } - 1 / 0,5365 = 1,8639$$

$$\text{по локусу щелочной фосфатазы } - 1 / 0,5526 = 1,8096$$

$$\text{по локусу трансферрина } - 1 / 0,2516 = 3,9739$$

Чем выше степень гомозиготности, тем меньше число эффективных аллелей в генотипах и тем значительнее уменьшение генетического разнообразия в популяции.

При отсутствии полиморфизма величина N_a будет самой низкой (равна единице). Если частоты аллелей одинаковы в

двухалльных системах ($P_A=g_B=0,5$), то $N_A=2$, различны – дробные значения больше 1.

Степень гомозиготности пород, линий характеризуется также суммарно по степени гомозиготности нескольких локусов разных генетических систем по формуле Гельдермана (цит. Е.Н. Меркульева, Г.Н. Шангина-Березовский, 1983).

$$SH = \sqrt{\sum (H_i - H)^2 / n}, \text{ где}$$

SH – коэффициент гомозиготности по нескольким локусам,

H_i – средняя гомозиготность каждого локуса,

H – средняя гомозиготность по изученным локусам,

N – число изученных локусов.

Долю гомозиготных генотипов по каждому локусу определяют от общего числа обследованных животных обычной пропорцией.

Пример:

Локус	Количество животных	Число гомозиготных генотипов	Доля гомозиготных генотипов, %
AEs	37	22	$22/37=0,5946=59,46\%$
Ap	37	16	$16/37=0,4324=43,24\%$
Tf	37	12	$12/37=0,3243=32,43\%$

Средняя гомозиготность:

$$H=(0,5946+0,4324+0,3243)/3=1,3513/3=0,4504;$$

Сумма квадратов отклонений:

$$\Sigma(H_1-H)^2=(0,5946-0,4504)^2=(0,1442)^2=0,02079;$$

$$\Sigma(H_2-H)^2=(0,4324-0,4504)^2=(-0,018)^2=0,000324;$$

$$\Sigma(H_3-H)^2=(0,3243-0,4504)^2=(-0,1261)^2=0,01590;$$

$$\Sigma(H_i - H)^2 = 0,02079 + 0,000324 + 0,01590 = 0,037014$$

Степень гомозиготности по трем локусам:
 $SH = \sqrt{0,037014/3} = \sqrt{0,01234} = 0,1111 = 11,11\%$.

Тест гетерозиготности, вычисляемый по Робертсону (ТГ), указывает на уровень относительной гетерозиготности, полученной по фактическим данным по сравнению с относительной гетерозиготностью, вычисленной по теоретическому количеству генотипов.

ТГ=п эмпир., гетеро/п эмпир., гомо=п теор., гетеро/п теор., гомо

Тест гетерозиготности по каждому локусу вычисляют отдельно. Этот коэффициент может быть целым или дробным числом, или выражаться в процентах с положительным или отрицательным знаком. Чем больше положительная величина ТГ, тем в большей степени отличается фактическая (эмпирическая) гетерозиготность по данному локусу от теоретической.

Сравнение ТГ по поколениям показывает динамику уровня гетерозиготности в стаде.

Пример: группа овец ($n=37$) по локусу щелочной фосфатазы содержит гетерозигот фактически – 21, теоретически – 16, гомозигот, соответственно, 16 и 20,4.

$$TG = 21/16 = 1,66/20,4; TG = 2,8 - 0,5 = 2,3$$

Степень генетической изменчивости популяций выражают через коэффициент (по Робертсону):

$$V = 1 - Ca / 1 - 1/N \times 100, \text{ где}$$

N – количество обследованных животных,

Ca – коэффициент гомозиготности.

Например, при $Ca=0,4469$ и количестве животных равном 37, степень генетической изменчивости этой популяции составляет:

$$V=1-0,4469/1-1/37 \times 100=56,84434 \%$$

Теоретическая эффективность использования каждой полиморфной системы при установлении ложного отцовства определяется по Fisher R.A. (1951):

Для 4-х аллельной системы:

$$P_4=a(1-a)^2+b(1-b)^2+c(1-c)^2+d(1-d)^2-(ab)^2[4-3(a+b)]-(ac)^2[4-3(a+c)]-(bc)^2[4-3(b+c)]-(ad)^2[4-3(a+d)]-[bd]^2[4-3(b+d)]-(cd)^2[4-3(c+d)].$$

Для 2-х аллельной системы:

$$P^2=a(1-a)^2+b(1-b)^2-(ab)^2[4-3(a+b)], \text{ где}$$

a, b, c, d – частота генов (аллелей) определяемых локусов.

В нашем примере:

AEs

$$P=0,635(1-0,635)^2+0,365(1-0,365)^2-(0,635 \times 0,365)^2[4-3(0,635+0,365)]=0,0845+0,147-0,0537=0,2315-0,0537=0,20095=20,09 \%$$

Ap

$$P=0,662(1-0,662)^2+0,338(1-0,338)^2-(0,662 \times 0,338)^2[4-3(0,662+0,338)]=0,0756+0,1481=0,17888=17,89 \% \text{ и т.д.}$$

Формула суммарного эффекта эффективности полиморфных систем определяется по Wiener A.S. et.al. (1930):

$$P=1(1-p_1) \times (1-p_2) \times (1-p_3) \dots (1-p_n), \text{ где}$$

$r_1, r_2, r_3 \dots r_n$ – теоретическая эффективность по каждому локусу.

Так теоретическая эффективность системы арилэстеразы ($AEs=0,20095$), щелочной фосфатазы ($Ap=0,173888$), трансферрина ($Tf=0,51104$).

Суммарный эффект применения трех используемых нами полиморфных систем составил:

$$P = (1 - 0,20095) \times (1 - 0,173888) \times (1 - 0,51104) = 0,32081.$$

Индекс аллельного генетического сходства двух животных определяется по формуле:

$$r_a = S / (\pi_1 + \pi_2 - S),$$

где r_a – индекс сходства,

S – число сходных аллелей у двух сравниваемых животных,

π_1 – число выявленных антигенов или аллелей у первого животного,

π_2 – число выявленных антигенов или аллелей у второго животного

При максимальном сходстве $r_a=1$, при минимальном - 0

Данный индекс можно использовать при сравнении иммуногенетических данных родоначальника линии с его выдающимися потомками, а также в анализе сочетаемости родительских пар.

Пример 1

Позиция	№ живот-	Полиморфные системы	Число
---------	----------	---------------------	-------

	ных	AEs	Ap	Tf	выявленных аллелей
0095	9 животное	BB	BB	AC	3
0096	26 животное	HH	CC	EE	4
Сходные аллели подчеркнуты - - -					

$$r_a=0$$

Пример 2

Позиция	№ животных	Полиморфные системы			Число выявленных аллелей
		AEs	Ap	Tf	
0056	2 животное	<u>HB</u>	BB	AD	5
0057	26 животное	<u>HH</u>	CC	EE	3
Сходные аллели подчеркнуты 1 - -					

$$r_a=1/5+3-1=1/7=0,1428571,$$

то есть коэффициент аллельного сходства между животными незначителен.

Критерий достоверности (t_D – критерий Стьюдента), применяется для оценки различий животных с разными аллелями, а также величин частот одного и того же аллеля в двух сравниваемых популяциях:

$$t_D = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}},$$

$$f = n_1 + n_2 - 2$$

где M_1 и M_2 - частоты аллеля двух сравниваемых популяций, m_1 и m_2 – их ошибки
 n_1 и n_2 – количество животных в каждой группе.

Пример: частота аллеля В щелочной фосфатазы в одной группе животных равна 0,662, в другой – 0,425. Достоверны ли различия в частотах?

$$t_D = 0,662 - \\ 0,425 / 0,055^2 + 0,038^2 = 0,237 / 0,0668 = 3,55.$$

Разница высокодостоверна, $P < 0,001$.

Оценка генетической близости между породами, линиями овец проводится на основании анализа генных концентраций с помощью формул расчета генетических дистанций: M. Nei (1971), P.Hedrick (1971, 1975), J.S. Rogers (1983) и другие. Анализ генетических расстояний, особенно в селекционной работе при создании новых линий, помогает понять механизмы эволюционных изменений.

M. Nei (1971)

$$I = I_{xy} / \sqrt{I_x I_y} = \sum_{j=1}^{n_x} \sum_{i=1}^{n_y} x_{ij} y_{ij} / \sqrt{(\sum_{j=1}^{n_x} \sum_{i=1}^{n_y} x_{ij}^2)(\sum_{j=1}^{n_x} \sum_{i=1}^{n_y} y_{ij}^2)},$$

где n – число исследованных локусов,

x_{ij} , y_{ij} – частоты I – аллеля j – локуса в популяциях x и y, соответственно, а

$$I_x = \sum_{j=1}^{n_x} \sum_{i=1}^{n_y} x_{ij}^2 / n_x; \quad I_y = \sum_{j=1}^{n_x} \sum_{i=1}^{n_y} y_{ij}^2 / n_y; \quad I_{xy} = \sum_{j=1}^{n_x} \sum_{i=1}^{n_y} x_{ij} y_{ij} / n$$

$$D_n = -I_n I$$

P. Hedrick (1971, 1975).

$$I_n = 1/n \sum_{j=1}^{n_x} [(x_{ij} y_{ij}) / (2(\sum_{i=1}^{n_y} x_{ij}^2 + \sum_{i=1}^{n_y} y_{ij}^2))],$$

где I_n – генетическая идентичность

X_{ij} и Y_{ij} – частоты I – генотипов в j – локусе,
K – количество генотипов в j – локусе,

n – число исследованных локусов,
 $\Delta n = I_n - I_h$.

I.S Rogers (1972)

$$R = \frac{1}{n} \sum_j \left[\frac{n}{2} \sum_i (x_{ij} - y_{ij})^2 \right]^{1/2},$$

где X_{ij} и Y_{ij} – частоты i аллеля j – локуса в сравниваемых популяциях,

K – число аллеля в j локусе,
n – число исследованных локусов.
 $D_R = -\ln R$

Л.А. Животовский и др. (1973)

$$r = \sum_i^k \sqrt{p_i g_i} = \sqrt{p_1 g_1 + p_2 g_2 + \dots + p_k g_k},$$

где r – показатель сходства,
 p_i, g_i – частоты аллелей локуса для группы р и для группы g,
k – число аллелей в локусе.

$$r_{\text{общ.}} = r_1 \times r_2 \times \dots \times r_n$$

$$Dj = -\ln r_{\text{общ.}}$$

В.Я. Мешеряков (1983)

- a). Коэффициент сходства:
 $K_c = (\Sigma a + \Sigma b) - \Sigma p \times 100 / \Sigma a + \Sigma b$,
- b). Коэффициент различия:
 $K_p = \Sigma p \times 100 / \Sigma a + \Sigma b$,
- где K_c – показатель сходства,
 K_p – показатель различия,
 Σa – частота аллелей одной группы животных,

Σ_b – частота аллелей другой группы животных,

Σ_p – модуль разности показателей сравниваемых групп «а» и «в».

4. Использование генетически обусловленных систем антигенов, белков и ферментов в селекции овец

Иммуногенетическим методам отводится значительная роль в повышении эффективности селекционно-племенной работы в овцеводстве.

Данные генетического анализа крови племенных животных помогут в решении целого ряда вопросов селекции. С помощью кровегрупповых факторов и полиморфных систем белков и ферментов разрешаются сомнительные случаи отцовства, исключаются из племпользования животные с неизвестным происхождением или ложной родословной; достигается объективность в выявлении ранга производителей по качеству потомства, так как оценка барана производится только по истинным потомкам; осуществляется оценка, прогноз продуктивности по генетическим маркерам в раннем возрасте; подбором животных, с учетом разнокачественности иммуногенетических характеристик крови барана и матки, выявляется лучшая сочетаемость родительских пар. Наследственный полиморфизм антигенов эритроцитов, белков и ферментов используется для установления филогенетических взаимосвязей при породообразовании, для осуществления мобильного прогноза и объективной оценки результативности селекционного процесса.

Привлекательность методов иммуногенетического, электрофоретического анализов состоит в том, что они просты в исполнении на большом массиве животных кодоминантность

наследования генетических параметров обеспечивает объективность результатов.

4.1 Установление генофонда и межпородной дифференциации овец Юга России по группам крови

Под генофондом популяций чаще всего понимают совокупность аллелей известных генов, то есть тех генов, которые входят в набор генов данного вида.

Процесс постоянного совершенствования старых, создания новых пород, породных групп, типов, стад неизбежно сопровождается изменениями в генетической структуре, так как под действием отбора, подбора происходит перераспределение генетического материала и образуется генетический уклад генов, обуславливающий группы крови, характерный каждой породе, но истинный генофонд вида, как совокупность всех его генов, остается неизменным. При изучении популяций внимание, прежде всего, уделяется не всем генам, а тем, которые имеют аллельные формы.

При анализе генофонда пород овец основным является наиболее полная их характеристика на уровне как сложных признаков (в основном хозяйственно-полезных), так и более простых, позволяющих в большей или меньшей мере судить о генетической структуре как популяции в целом, так и ее отдельных представителей, отдельных особей.

При анализе генофонда преследуются несколько целей, основными являются:

- исследование генезиса отдельных пород, выявление степени генетической общности между ними;
- выявление степени дифференциации отдельных структурных единиц породы (замкнутых популяций, стад, родственных групп);

- оценка генетического состояния изучаемых пород, популяций;
- анализ генетических процессов, протекающих в исследуемых породах, популяциях.

Юг России, традиционно, на протяжении многих десятилетий, был и до настоящего времени остается основной зоной мериносового и кроссбредного овцеводства. Именно на Северном Кавказе сосредоточены лучшие племенные заводы тонкорунных и полутонкорунных пород овец.

Генофонд тонкорунных пород овец. Тонкорунное овцеводство южного региона Российской Федерации представлено следующими породами: грозденская тонкорунная, кавказская, манычский меринос, советский меринос, ставропольская; полутонкорунные – северокавказская мясошерстная, советская мясошерстная. Типированием стад тонкорунных пород выявлены системы групп крови и частота встречаемости эритроцитарных антигенов (таблица 11).

Грозненская тонкорунная (ГТ) – уникальная порода овец шерстного направления продуктивности широко распространенная в Южных регионах России. Овцы этой породы хорошо сочетают высокую шерстную продуктивность и отличные количественно-качественные характеристики жиропота.

Из истории создания породы известно, что в 1929 году в ПЗ «Червлевые Буруны» Дагестанской АССР было завезено 5 тысяч мериносовых овец из Австралии. Часть животных разводилась в чистоте, а часть была использована для скрещивания с местными мазаевскими и новокавказскими шер-

стными овцами. В процессе создания породы среди помесных животных проводился жесткий отбор овец в типе австралийских мериносов. Среди тонкорунных пород, овцы

грозненской породы отличаются непревзойденным качеством жиропота, оптимальные количественно-качественные его характеристики обеспечивают исключительную плотность руна. В период пыльных бурь, густо расположенные и хорошо склеенные жиропотом шерстные волокна, не позволяют глубоко проникать частичкам земли и песка в шерстный покров.

Иммуногенетическим тестированием генотипов, характерных этой породе, определен генетический спектр групп крови, представленный антигенными факторами шести систем – A, B, C, D, M и R.

В A – системе выявлено два антигенных фактора – Aa, Ab с разной частотой встречаемости. Наиболее часто встречался антиген Aa (0,428), фактор Ab имел среднее распространение (0,289).

В наиболее полиморфной B – системе выявлено шесть антигенных факторов, из них Bb, Bc, Be – со средней частотой встречаемости (0,383, 0,333, 0,294), Bd, Bi, и Bg – с более низкой концентрацией (0,125, 0,192, 0,213).

C – система представлена двумя антигенами Ca и Cb. Антиген Ca в данной породе имел среднюю частоту встречаемости (0,343), фактор Cb – высокую (0,670).

M – система представлена двумя факторами – Ma и Mb. Фактор Ma получил более широкое распространение (0,279), чем фактор Mb (0,189).

В системах D и R обнаружено по одному антигенному фактору Da и R, частота встречаемости которых, соответственно составила 0,492 и 0,298.

Таким образом, исследование групп крови овец грозненской тонкорунной породы позволило установить своеобразие в спектре эритроцитарных антигенов.

Кавказская порода (КА) – традиционная порода Юга России шерстного направления продуктивности. Овцы этой породы, прекрасно сочетают выраженную шерстную продуктивность с достаточно высокой мясной продуктивностью.

Становление кавказской породы проходило с участием баранов пород американский рамбулье, асканийской и их помесей от мериносов новокавказской породы. В результате длительной селекции, направленной на улучшение шерстных качеств без снижения живой массы, создан массив высоко-продуктивных животных в ГПЗ «Большевик» Ставропольского края, оформленного в 1933 году в кавказскую породу. Порода быстро стала популярной, и до настоящего времени широко используется для улучшения многих пород овец в России и за рубежом.

Изучением аллелофонда овец кавказской породы ведущих племзаводов Юга России определена частота встречаемости эритроцитарных факторов шести систем групп крови.

В А – системе выявлены антигены Аа и Аб, при этом концентрация первого (0,402) была в два раза выше по сравнению с концентрацией второго (0,214).

В сложной В – системе выявлено шесть эритроцитарных антигенов, однако частота их встречаемости была различной. Так, Bd, Be, Bg – факторы имели значительно большее распространение среди овец этой породы (0,497, 0,419, 0,397), чем Bd, Bс и Bi (0,173; 0,252; 0,155).

С – система представлена двумя эритроцитарными детерминантами – Са и Св. Антиген Св имеет наибольшее распространение (0,672), по сравнению с другими эритроцитарными факторами.

В системе М определено наличие двух групп крови – Ma и Mb, частота встречаемости их была низкой (0,117; 0,119).

В системах D и R обнаружено по одному антигенному показателю Da и R, при том первый имел среднее распространение (0,264), второй выявлялся с высокой частотой встречаемости (0,638).

Таким образом, генофонд овец кавказской породы включает 14 аллелей антигенных факторов шести систем групп крови с различной частотой встречаемости.

Манычский меринос (MM) – одна из новых специализированных пород овец шерстного направления продуктивности, которая была утверждена в 1992 году. Создавалась на основе лучших стад ставропольской породы путем поглотительного скрещивания с австралийскими мериносами. Основная селекция была направлена на создание типа животных конкурентных на мировом уровне, то есть способных производить тонкую шерсть с высокими технологическими свойствами. Отличительной особенностью фенотипа овец данной породы является отсутствие шерстного покрова на морде и конечностях. Не смотря на ограниченный ареал разведения, порода широко используется как улучшающая во многих регионах России и за рубежом.

Аллелофонд манычского меринаса представлен антигенными факторами шести систем групп крови.

В A, C, M системах групп крови присутствует по два эритроцитарных фактора Aa, Ab, Ca, Cb, Ma и Mb.

При этом наиболее часто встречались антигены Аа и Ма (0,489; 0,398), факторы Ab, Ca, Cb, реже (0,298; 0,253; 0,308) и самая низкая концентрация у антигена Mb (0,195).

Полиморфная система В – была представлена шестью эритроцитарными антигенами с разной концентрацией. Факторы Bb, Bс, Be, Bg, Bі имели достаточно высокую частоту встречаемости (0,395; 0,427; 0,487; 0,395, 0,383), а антиген Bd – низкую (0,195).

В системах D и R выявлено по одному антигенному показателю Da и R со сравнительно одинаковой частотой встречаемости (0,483; 0,395).

Таким образом, в результате исследования эритроцитарного состава крови овец манычский меринос получена информация о частоте встречаемости отдельных кровегрупповых факторов, что является отражением ее иммуногенетического профиля.

Советский меринос (СМ) – самая распространенная порода тонкорунных овец, не только на Юге России, но и в целом по стране. Порода создавалась путем скрещивания баранов породы рамбулье с овцами старых камвольных типов – мазаевской и новокавказской. Длительная селекция была направлена на улучшение шерстных признаков, при сохранении высоких адаптивных качеств к условиям резко континентального климата. Отличительная особенность этой породы – способность производить шерсть высокого качества в разнообразных эколого-климатических зонах, что обусловило широкий ареал ее разведения от Северного Кавказа до Сибири.

Факторы A, B, C, D, M, R систем крови имели различную частоту встречаемости.

В А – системе антиген АА почти в два раза чаще выявлялся, чем фактор Ab (0,401; 0,207).

В наиболее полиморфной В – системе антигенные факторы Bb, Be имели высокую концентрацию (0,486; 0,455), группы крови Bc, Bd, Bg выявлялись со средней частотой (0,288; 0,336; 0,289) и антиген Bi имел более низкую встречаемость (0,156).

В С – системе факторы Ca и Cb проявляли высокую частоту встречаемости (0,525; 0,643), однако наибольшее распространение в данной породе получил антиген Cb.

В М – системе концентрация факторов Ma и Mb была почти одинаковой (0,186; 0,192).

В системе D и R обнаружено по одному антигенному фактору Da и R, частота встречаемости которых была 0,176 и 0,198.

Таким образом, иммуногенетическая аттестация овец советского мериноса позволила изучить своеобразие данной породы по генетическому спектру эритроцитарных антигенов.

Ставропольская порода (СТ) – одна из узко-специализированных пород шерстного направления продуктивности. На первых этапах создания породы проводилось скрещивание лучшей части новокавказских мериносов с американским рамбулье. В дальнейшем улучшение шерстной продуктивности ставропольских овец осуществлялось путем «прилития крови» австралийских мериносов. Шерсть овец ставропольской породы характеризуется высокими технологическими параметрами, кроме того, овцы этой породы обладают консолидированной наследственностью, поэтому широко используются для «облагораживания» шерстного волокна многих тонкорунных пород по таким признакам как тонина, крепость, качество жиропота.

Генофонд ставропольской породы включает 14 антигенных факторов шести систем групп крови.

Наибольшую концентрацию в данной популяции имели Aa, Bс, Be – антигены (0,472; 0,544; 0,473) А и В систем групп крови. Факторы Bb, Bd, Bg, Cb, Da, Ma и R систем – B, C, D, M и R – встречались со средней частотой (0,295; 0,369). Антигены Ab, Ca и Mb получили наименьшее распространение (0,143; 0,216).

Нами был изучен антигенный спектр крови австралийского меринаса, широко используемого в стадах почти всех отечественных тонкорунных пород.

Аллелофонд австралийского меринаса представлен шестью системами групп крови.

В системе А выявлены Aa и Ab антигены со средней частотой встречаемости (0,246; 0,401).

В сложной В системе эритроцитарные детерминанты Bb, Be, Bс, Bi, Bg встречались со средней частотой (0,212; 0,249; 0,312; 0,259; 0,483) кроме фактора Bd, встречаемость которого была низкой (0,017).

В системе С факторы Ca и Cb имели среднюю частоту встречаемости (0,117; 0,241).

В системе М фактор Ma имел концентрацию 0,368, а Mb – 0,216.

В D и R – системах определено по одному антигену. Фактор Da имел широкое распространение (0,567), несколько меньше антиген R (0,498).

На основании данных иммуногенетического типирования и показателей частот встречаемости антигенных факторов рассчитаны индексы генетического сходства (r_a), генетические дистанции (d) между тонкорунными породами и проведен кластерный анализ с построением дендрограммы (таблица 12, рисунок 1).

Таблица 12 Индексы генетического сходства (r_a), генетические дистанции (d) между тонкорунными породами овец

Порода, r_a/d	ГТ	КА	ММ	СМ	СТ	АМ
ГТ	-	0,1156	0,0781	0,0741	0,1133	0,1509
КА	0,8908	-	0,1492	0,1032	0,1471	0,1518
ММ	0,9249	0,8614	-	0,1384	0,0237	0,0702
СМ	0,9286	0,9016	0,8708	-	0,1327	0,1895
СТ	0,8928	0,8631	0,9764	0,8757	-	0,1544
АМ	0,8599	0,8064	0,9322	0,8273	0,8569	-

Выявлено, что наименьшее генетическое расстояние были между породами манычский меринос – ставропольская ($d=0,0237$). Несколько большее генетическое удаление имели породы манычский и австралийский меринос ($d=0,0702$), грозненская – советский меринос ($d=0,0741$), грозненская – манычский меринос ($d=0,0781$). Еще большие генетические дистанции выявлены между животными пород советский меринос и кавказской, ставропольской, манычский меринос ($d=0,103-0,138$), а также между овцами пород кавказской, грозненской, манычского мериноса, ставропольской ($d=0,115-0,149$).

Наибольшие генетические дистанции определены между австралийским мериносом и овцами ставропольской, кавказской пород и советского мериноса ($d=0,151-0,189$).

Кластерный анализ показал, что кластер А ($d=0,237$) образовали наиболее генетически близкие породы – ставропольская и манычский меринос (рисунок 1).

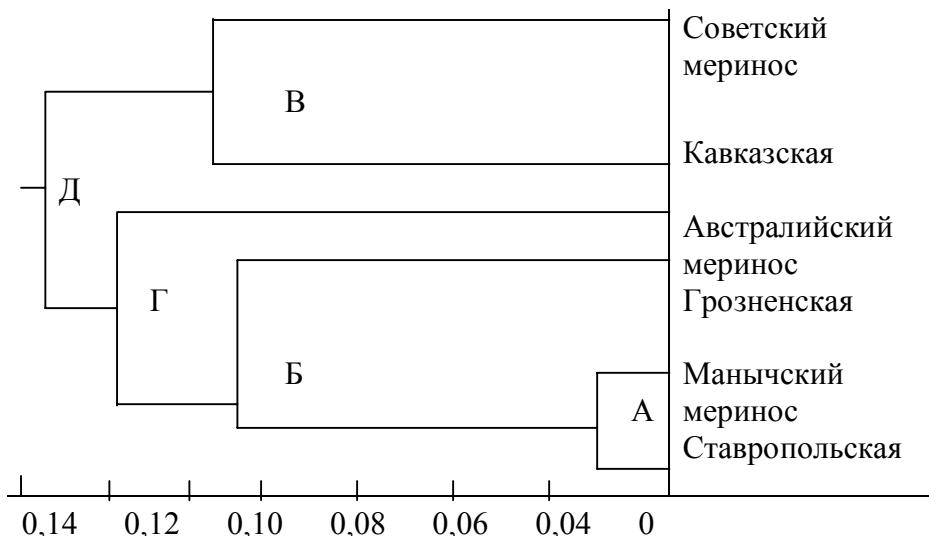


Рисунок. 1 Дендрограмма генетических дистанций между тонкорунными породами овец Юга России

Кластер В ($d=0,095$) отражал генетическое расстояние между тонкорунной грозденской породой и породами входящими в кластер А. В кластере В ($d=0,1032$) нашли соприкосновение породы советский меринос и кавказская. Кластер Г ($d=0,1252$) объединил породы кластера В и породу австралийский меринос. Кластер D ($d=0,1476$) отражал точку соединения двух кластеров – Г, включающий ставропольскую, манычский меринос и кластер В, включающий породы кавказскую и советский меринос.

В теоретическом аспекте и для прикладной селекции важным моментом является выяснение точечных микроэволюционных процессов, происходящих за последнее время в популяциях тонкорунных пород.

С целью изучения генетических изменений в породах овец был проведен сравнительный анализ показателей генетических дистанций между ними в разные периоды. Установлено, что за десять лет произошло определенное генетическое сближение изученных пород (табл. 13).

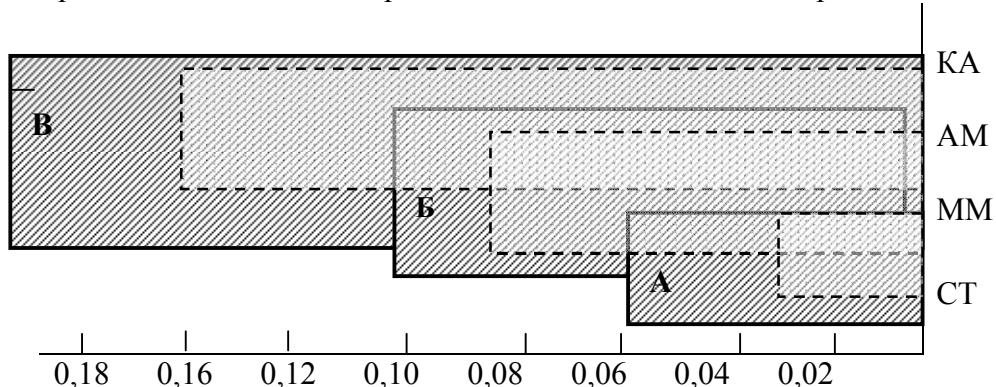
Таблица 13. Индексы генетического сходства, генетические дистанции между тонкорунными породами овец

Поро- ды $r_{a/d}$	КА		ММ		СТ		АМ	
	1994	2003	1994	2003	1994	2003	1994	2003
КА			0,151	0,149	0,176	0,147	0,217	0,151
ММ	0,858	0,861	-	-	0,052	0,023	0,062	0,070
СТ	0,838	0,863	0,948	0,976	-	-	0,116	0,154
АМ	0,804	0,806	0,939	0,932	0,889	0,856	-	-

Так, генетическая дистанция между породами СТ и ММ сократилась более чем в два раза (0,0237 в 1994 году против 0,0529 в 2003 году); между породами СТ и КА – в 1,2 раза (0,1760 в 1994 году против 0,1471 в 2003 году); между КА и АМ – в 1,4 раза (0,2178 в 1994 году против 0,1518 в 2003 году) (рисунок 2).

Сравнение расположения изученных тонкорунных пород на дендрограммах, построенных по данным исследований 1994 и 2003 годов, показало, что оно было аналогичным. В 2003 году, как и в 1994, наибольшую генетическую близость проявляли породы СТ и ММ. Порода овец АМ в разные периоды исследований была ближе к указанным породам, чем КА порода. Установленный факт, по-видимому, объясняется разной интенсивностью использования генофонда овец АМ в популяциях исследованных пород. В популяции овец ММ использование баранов АМ было значительно шире и более длительным (В.А. Мороз, 1992), чем в популяции

овец КА породы. Кроме того, исходным генетическим материалом для создания породы ММ являлись овцы СТ породы.



Примечание: — – 1994 г., - - - – 2003 г.

Рисунок 2 Дендрограммы генетических дистанций между тонкорунными породами овец в 1994 и 2003 гг.

Процесс генетического сближения тонкорунных пород, по-видимому, с одной стороны, вызван длительной односторонней селекцией на повышение шерстной продуктивности мериновых овец, при которой проводимый отбор животных схожих фенотипов неизбежно приводит к отбору животных схожих генотипов. С другой стороны, сокращение генетических расстояний между изучаемыми породами обусловлено длительным (более 25 лет) и интенсивным использованием генофонда породы австралийский меринос, что в определенной мере являлось составной частью проводимой селекции. Полагаем также, что изменения в распределении отдельных антигенных факторов в исследованных популяциях носят адаптивный характер или могут быть детерминированы дрейфом генов, кодирующих группы крови.

Генофонд полутонкорунных пород. Не меньший научный и практический интерес представляет изучение генетических особенностей полутонкорунных пород. Это в первую очередь относится к северокавказской и советской мясошерстным породам овец.

Северокавказская мясошерстная (СК) – одна из лучших пород комбинированного направления продуктивности. Выводилась путем скрещивания маток ставропольской породы с баранами импортных пород – линкольн и ромни-марш. Планомерно проводимая селекция и жесткий отбор позволили создать массив животных, характеризующихся крупным ростом, отличными мясными формами, длинной кросскбредной шерстью с правильной формой извитости и люстровым блеском. Репродуктором этой породы является ПЗ «Восток» Ставропольского края.

Генофонд овец северокавказской мясошерстной породы представлен антигенными факторами шести систем групп крови (рисунок 3).

В А, С, и М системах групп крови определено по два эритроцитарных фактора. При этом антигены Аа и Сb имели высокую частоту встречаемости, факторы Са и Mb – среднюю, антигены Ab и Ma – низкую.

Полиморфная система В – представлена шестью эритроцитарными антигенами, имеющими различную концентрацию. Факторы Bd, Bi и Bg имели высокую частоту встречаемости, детерминанты Be и Bb выявлялись со средней, антиген Bs – с низкой. В системах D и R выявлено по одному антигену – Da и R, которые имели соответственно среднее и низкое распространение в данной породе.

Советская мясошерстная (СМШ, кавказский тип) – полутонкорунная порода овец двойного направления продуктивности. Историю породы условно можно разделить на два периода. В ранний период создания мясошерстных овец местных грубошерстных животных предгорной зоны Северного Кавказа скрещивали с баранами тонкорунных пород. Однако помесные животные плохо переносили влажный климат и не были способны в достаточной мере трансформировать травостой альпийских лугов в шерстную продукцию.

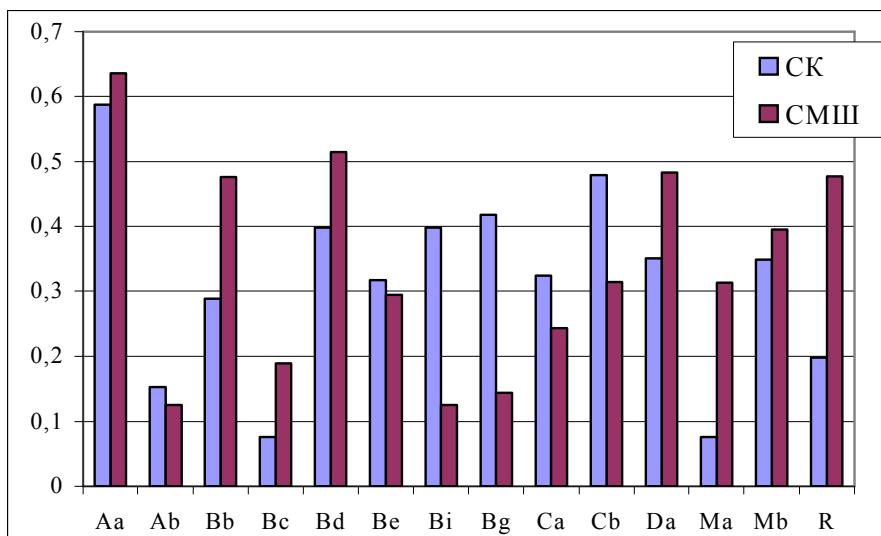


Рисунок 3 Частота встречаемости антигенных факторов у овец полутонкорунных пород

Поэтому было решено животных с тонкой и полутонкой шерстью скрещивать с длинношерстными лискинскими баранами. Дальнейшее улучшение продуктивных качеств кросссбредных овец проводили путем прилития крови лин-

кольнов английской и аргентинской селекции. На заключительном этапе создания породы использовались бараны северокавказской мясошерстной породы. Порода была утверждена в 1986 году. Лучшие стада овец советской мясошерстной породы сосредоточены в предгорной зоне Северного Кавказа.

Иммуногенетической аттестацией типичных животных ведущих племенных заводов этой породы, изучен ее аллелофонд по эритроцитарным антигенам.

В А системе выявлены антигены Aa и Ab, при этом концентрация Aa фактора была более чем в пять раз выше, чем концентрация антигена Ab. В сложной В – системе выявлено шесть эритроцитарных антигенов, однако частота их встречаемости была различной. Так, Bb, Bd – факторы имели значительно большее распространение среди овец советской мясошерстной породы, чем Bc, Be, Bi и Bg антигены.

В системе С и М – выявлено по два эритроцитарных антигена – Ca, Cb и Ma, Mb, первые три имели среднее распространение, последний - высокое.

В системах D и R обнаружено по одному антигену - Da и R, которые имели одинаковые распространения и выявились со средней частотой.

Генетико-статистическим анализом определен индекс генетического сходства. Генетическая дистанция между советской мясошерстной и северокавказской мясошерстной породой, соответственно, составили 0,8914 и 0,1149.

Рассчитаны генетические дистанции и построена дендрограмма методом попарно средневзвешенной кластеризации путем сопоставления частот встречаемости эритроцитарных антигенов в популяциях овец тонкорунных и полутонкорунных пород.

Кластерный анализ генетических дистанций выявил существование двух кластеров: первый и самый большой (кластер Е), объединяющий тонкорунные и отечественные породы – грозненскую, кавказскую, советский меринос, ставропольскую и породу австралийский меринос, второй (кластер Ж) – тонкорунные и полутонкорунные породы овец (рисунок 4).

Методы популяционного анализа с использованием групп крови в качестве генетических маркеров позволили получить полную и объективную информацию о генофонде, генетической структуре тонкорунных и полутонкорунных пород овец Юга России. Проведение кластерного анализа позволило установить особенности филогенеза изученных пород и наглядно представить их взаимное расположение в пространстве условных координат.

Тонкорунные породы овец образовали пять кластеров: в первый кластер вошли породы ставропольская и манычский меринос, во второй, кроме указанных пород - грозненская, в третьем кластере объединились три вышеперечисленные отечественные породы и австралийский меринос, породы советский меринос и кавказская образовали четвертый кластер, пятый кластер объединил изученные породы.

Полученные результаты можно расценить как свидетельство соответствия филогенетическому развитию тонкорунных пород. Как отмечалось выше, методика выведения мериновых пород Юга России – ГТ, КА, ММ, СТ и СМ имеет много общего. Все тонкорунные породы были созданы путем скрещивания местных новокавказских и мазаевских овец с баранами породы американский рамбулье, с последующим отбором и разведением «в себе» лучших помесей.

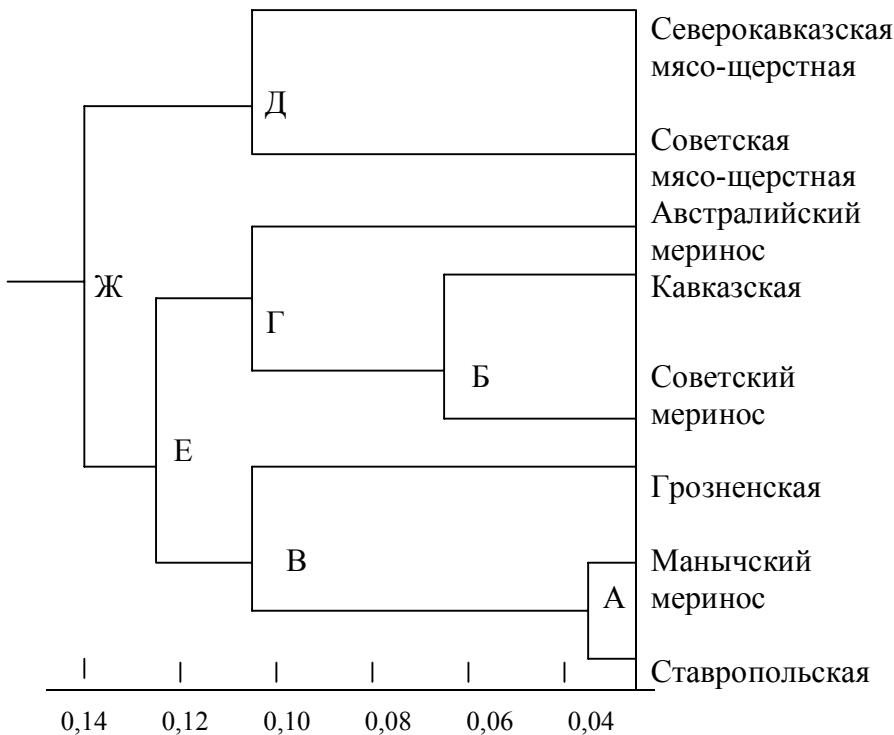


Рисунок.4 Дендрограмма генетических дистанций между тонкорунными и полутонкорунными породами овец Юга России

При совершенствовании пород широко использовался генофонд австралийских мериносов. Кроме близкого исторического происхождения пород и так называемой их повсеместной «австрализации» следует отметить и многолетнюю одностороннюю селекцию, проводимую на повышение шерстной продуктивности овец данных пород.

Можно предположить что, систематический отбор животных желательных генотипов высокой шерстной

продуктивности и длительное использование австралийских мериносов для совершенствования тонкорунных пород Юга России, привели к «стиранию» генетических границ между породами и отсутствию значительной межпородной дифференциации.

Таким образом, методы популяционного иммуногенетического анализа позволяют объективно оценить генетическую дифференциацию различных пород.

Конфигурация дендрограмм, отражает взаимоотношения между исследованными группами овец, приближая к пониманию механизма эволюционных изменений.

Показатели генетических дистанций могут служить ориентиром для селекционеров в поиске перспективных вариантов скрещивания при создании высокопродуктивных пород овец. Кластерный анализ может оказаться полезным при составлении планов и прогнозов племенной работы с той или иной популяцией животных.

4.2 Выявление маркеров продуктивности

Селекционная работа чаще всего проводится по количественным признакам, но в процесс селекции вовлекается совокупность признаков, в том числе и те, которые не предполагались. С целью слежения за процессами кумуляции, элиминации генетических маркеров сопряженных с хозяйственно-полезными признаками нами проведен мониторинг линейных животных в стадах ведущих племзаводов страны.

Так, в результате австрализации линий 918, 7334, 777, 1113 ставропольской породы (ГПЗ «Советское Руно») произошло достоверное увеличение концентрации

кровегрупповых факторов Ab (0,173-0,200), Ba (0,160-0,250), Ca (0,154-0,500), Cb (0,464-0,500), аллелей Е (0,003-0,0205) локуса трансферрина, А (0,227-0,481) – гемоглобина, В (0,529-0,626) - сывороточной арилэстеразы и С (0,633-0,659) – щелочной фосфатазы, что характерно для австралийского мериноса ($P<0,001$).

В линии 918 отмечен меньший процент гомозиготности (45,3 %), в то время как в линиях 7334 и 777 он составил 47,7 и 50,3 %, соответственно, что свидетельствует о наибольшей приближенности этой линии к австралийскому мериносу.

Достоверные различия ($P<0,01$) установлены в австрализированной линии 3-2026 кавказской породы (ГПЗ «Большевик»). В этой линии в 1,5-6,1 раза чаще встречались животные носители Ab (0,300), Be (0,300), Da (0,740) эритроцитарных факторов, аллели D (0,401) – локуса трансферрина, А (0,130) – гемоглобина и С (0,700) – щелочной фосфатазы.

У овец кавказской породы с типом AD трансферринового локуса, в среднем на 16 %, выше показатели живой массы, в сравнении со средней по стаду ($P<0,001$) и с овцами – носителями гомозигот Tf AA и Tf DD, соответственно, на 13,7 и 44,6 % ($P<0,01$, $P<0,001$).

В системе гемоглобина у овец с типом AB отмечено повышение густоты шерсти на 31,7 % ($P<0,05$) по сравнению с гомозиготными Hb BB. У животных гетерозиготных по локусу щелочной фосфатазы настриг шерсти выше среднего по стаду на 20,4 % ($P<0,05$).

Среди баранов австралийского мериноса обнаружено 74,2 % животных носителей фенотипа HB сывороточной арилэстеразы.

Среди овец ставропольской и кавказской пород выявлено носительство типа НВ арилэстеразы у животных с белым цветом жиропота – 53,1 %, со светло-кремовым – 54,5%, кремовым – 31,8 %. Коэффициент корреляции между типами арилэстеразы и цветом жиропота оказались достаточно высокими ($r=0,74$).

Выявлена положительная связь ($r=0,33-0,63$) антигенных факторов крови Ab, Be, Bg, Da, Ma с оптимальным количеством жиропота, низкими величинами чисел йодного, кислотного, нейтральной средой пота.

Кроме того, в коже овец-носителей антигенных факторов Ab, Bg, Ma и Da отмечен высокий уровень важнейших субстратов шерстообразования – пентоз, пирувата, лактата, фосфолипидов, свободных аминокислот, общего азота. Настриг и выход чистой шерсти у этих животных на 10-12 и 8 % был выше, чем в среднем по стаду.

При изучении особенностей защитных свойств жиропота, с учетом зон вымытости и загрязнения, деструкции аминокислот шерстных волокон, их прочности, а также физико-химических констант жиропота, выявлены положительные корреляции антигенных факторов Ab, Ma, Da ($r=0,12-0,43$) и отрицательные – с факторами Bd, Bf ($r=-0,21-0,48$) как после стрижки, так и после длительного (9 мес.) хранения на фабрике ПОШ.

У животных – носителей антигенных факторов Ab, Be, Da, арилэстеразы АВ жиропот был белого цвета с минимальными величинами чисел шерстного жира и почти нейтральной средой пота.

При выявлении аллелей групп крови сопряженных с продуктивностью установлено, что в популяциях манычского меринаса наиболее высокий настриг чистой шерсти был у животных, в крови которых присутствовали

антигенные факторы Aa, Ma, Da ($P<0,01$). Наличие фактора Bd сопровождалось более низким настригом шерсти, однако живая масса у носителей этого фактора была достоверно выше по сравнению с животными, не имеющими этого антигена ($P<0,05$).

Обнаружена связь между типами трансферрина и бактериостатической активностью сыворотки крови, гемоглобина с выживаемостью плодов у овец. Овцы с типами гемоглобина AB и AA имели тенденцию к большему содержанию в крови эритроцитов, общего гемоглобина, у них выше объем циркулирующей крови, что обеспечивает этим животным высокий уровень резистентности и обмена веществ.

У кавказской породы маток с типом трансферрина AA, BC, AB двоен рождалось больше, чем у носителей фенотипов AA, CC трансферринового локуса ($P<0,05$). Овцы, позитивные к AD трансферринового локуса, превосходили по величине живой массы на 13,7 % овец-носителей типов AA, DD ($P<0,05$). Густота шерсти у овец с типом гемоглобина AB на 31,4 % выше, чем у овец с типом гемоглобина BB ($P<0,01$).

Мониторингом оценена ситуация в стадах тонкорунных пород по концентрации маркерных аллелей (Tf AD, Hb AB, AEs HB, Ap BC), которая оказалась неоднозначной, и условно можно выделить две группы: первая – ставропольская, кавказская породы с большей в 2,1-2,2 раза концентрацией маркерных аллелей, чем у австралийских мериносов, вторая – грозненская, советский меринос, в крови которых в 6,1-13,5 раза меньше концентрация указанных маркеров.

Широкое вовлечение в селекционный процесс животных – носителей аллелей и их ассоциаций,

сопряженных с хозяйственно-полезными признаками, будет способствовать концентрации в популяции определенных генетических структур, маркирующих желательные признаки.

4.3 Проведение генетической экспертизы достоверности происхождения

Дальнейший прогресс в области овцеводства неразрывно связан с применением четкой идентификации животных эффективными методами контроля их происхождения.

Все еще не во всех племенных хозяйствах зоотехнический учет на должном уровне, не всегда записи о родителях соответствуют действительности.

Ошибки в записях о происхождении племенного молодняка имеют место по ряду биологических причин – перегулы маток, докрытые их, зачастую, пробниками, а также недобросовестное отношение техников-осеменаторов, потеря бирок, нечеткая татуировка индивидуальных номеров и др.

В результате, в стадах создается такая ситуация, когда в селекционный процесс вовлекаются случайные животные, не отвечающие требованиям селекции, способные к тиражированию генотипов фактически с неизвестным генетическим потенциалом – все это наносит значительный ущерб стадам, популяциям, отрасли.

Генетической экспертизой, путем сравнительного семейного анализа генетических факторов крови триады (отец-мать-потомок), либо подтверждается, либо исключается отцовство, материнство молодняка.

Кодоминантная природа наследования обеспечивает присутствие в крови истинных потомков только тех антигенов и аллелей полиморфных систем, которые имеются у родителей.

Исключение ложного отцовства имеет место лишь в том случае, если у предполагаемого потомка обнаруживается аллель отсутствующий как у матери, так и у отца.

Пример оценки достоверного и недостоверного происхождения

а) достоверное	б) недостоверное
♀ Ab,Bb,Bi,Bg	♂ Aa,Bc,Be,Bi,Da
Aa, Ab, Bb, Be, Bi	Aa,Ab,Bb
F1	F1
Bg, Be, Ca	Ca,Da,Bb

Исследованиями С.А. Казановского и др. (1986, 1989), Л.Н. Чижовой и др. (1991, 1992, 2001), М.И. Селионовой (1995) установлено, что процент ошибок в записях о происхождении племенных овец, в отдельных хозяйствах Ставропольского края, достигает 50 и более процентов.

По расчетам генетиков каждый процент ошибок снижает эффективность селекции на 1,72 % и значительно повышает процент недостоверности происхождения от поколения к поколению: если в отаре 20 % потомков с ложным происхождением, то во втором поколении (от внука до деда) этот процент увеличивается до 36, а от правнука до прадеда до - 48,8 %. Такая ситуация заводит селекцию в тупик и являются одной из основополагающей причин сдерживающих селекционный процесс.

Для решения обозначенной проблемы и руководствуясь международными нормами и требованиями по сертификации племенной продукции в Федеральном законе «О племенном животноводстве», в статью 19 «Сертификация племенной продукции (материалы)», включены требования по обязательному проведению иммуногенетической экспертизы происхождения племенных животных. Разработана и утверждена государственная программа «Генетическая экспертиза племенной продукции (материала) в Российской Федерации», 1998.

В связи с вышеизложенным, Ставропольский НИИ животноводства и кормопроизводства, а также ФГУП «Ставропольское» по племенной работе разработали ряд организационных мер по использованию методов иммуногенетического анализа в селекционно-племенной работе.

Одно из таких мероприятий – обязательное подтверждение родословной племенных животных генетической экспертизой. Это позволило включать в селекционный процесс животных с достоверным происхождением, получать потомство от истинных родителей, иметь объективную характеристику препотентности производителя по качеству достоверных потомков.

В выставках, аукционах, при купле-продаже участвуют только те животные, которые имеют индивидуальные иммуногенетические паспорта. Это создает условия для выбора селекционного материала с истинной родословной в собственных стадах, ускорение селекционной работы по созданию стад животных, которые бы отвечали требованиям селекции. Кроме того, право на государственную лицензию имеют только те хозяйства, где

проводится генетическая паспортизация племенного овцеголовья, в генофондный банк на хранение закладывается спермопродукция от производителей, прошедших генетическую экспертизу.

Проведением иммуногенетической паспортизации для каждого племенного хозяйства края создана, и постоянно пополняется автоматизированная база данных генетических параметров крови баранов-производителей, маток селекционного ядра, племенного молодняка для осуществления контроля достоверности происхождения с целью включения в селекционный процесс животных с известной родословной.

На каждого потомка, происхождение которого подтверждено генетической экспертизой, оформляется индивидуальный иммуногенетический паспорт с внесением в него сведений о генетических параметрах, как потомка, так и его родителей (рисунок 5).

Регулярно проводимая генетическая экспертиза достоверности происхождения племенного молодняка дала свои положительные результаты: повысилась ответственность руководителей, специалистов хозяйств за уровень селекционной работы, качество племенного учета. Если в 2000 году, в различных хозяйствах края, процент ошибок в записях о происхождении племенного молодняка колебался от 7,7 до 48,8 %, то в 2001 – от 4,8 до 37,1 %, в 2002 – от 4,2 до 19,3 %, в 2003 – с 3,6 до 16,5 %.

К настоящему времени, почти во всех племенных хозяйствах края аттестованы по группам крови и полиморфным системам бараны-производители, матки селекционного ядра, племенной молодняк.

Адрес хозяйства _____
 Индивидуальный номер животного _____
 Пол _____
 Дата рождения _____
 Порода или породная группа _____
 Номер отца _____
 Номер матери _____

ТИП КРОВИ

Группы крови						Полиморфные системы белков и ферментов крови			
A	B	C	D	M	R-O	транс-феррин	гемомоглобин	арилэстераза	щелочная фосфатаза

ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА									
Группы крови						Полиморфные системы белков и ферментов крови			
A	B	C	D	M	R-O	транс-феррин	гемомоглобин	арилэстераза	щелочная фосфатаза
Аттестуемое животное									
МАТЬ									
ОТЕЦ									
Достоверность происхождения животного от барана-производителя, овцематки, казанных в племенных записях									
ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ									
Дата экспертизы					Подпись исполнителя				

Рисунок 5 Индивидуальный иммуногенетический паспорт

Накоплены сведения об аллелофонде более 20000 племенных овец 8-ми пород, разводимых в России. База данных о генетическом спектре племенных овец ежегодно пополняется.

Результаты тестирования внесены в компьютерную систему для накопления, систематизации сведений о генетических параметрах крови с целью контроля происхождения, разработки пакета программ для использования в селекционно-племенной работе.

Метод определения достоверности происхождения прост, быстро и легко выполним на достаточно большом поголовье овец (несколько сотен в течение недели), что очень удобно при массовых анализах, а кодоминантный характер наследования эритроцитарных антигенов и аллелей полиморфных систем, то есть потомок является носителем только тех генетических факторов, которые имеются у родителей, обеспечивает высокую степень достоверности проводимого мероприятия.

4.4 Оценка препотентности баранов-производителей

Среди комплекса мер, повышающих эффективность племенной работы, особо важная роль отводится объективной оценке генотипа производителей, селекционный дифференциал которых по основным селекционируемым признакам значительно выше и поэтому их влияние на последующие поколения значительно большее, чем влияние матерей.

Исходя из того, что отбор баранов по происхождению и собственной продуктивности без сведений об их препотентности недостаточно эффективен, а родословная неравнозначна наследственности и фенотип не всегда отражает гено-

типа. Объективная оценка препотентности баранов может быть достигнута с использованием методов иммуногенетического анализа.

Сравнительной оценкой баранов-производителей по продуктивным качествам номинальных и достоверных дочерей, с учетом данных генетической экспертизы достоверности происхождения, выявлено, что ошибки в записях о происхождении потомства значительно влияют на объективность оценки (таблица 14).

Так, бараны № 960, 8044, Z 7037 при оценке по качеству номинальных дочерей (живая масса, настриг чистой шерсти) были отнесены к рангу «нейтральный». С учетом данных генетической экспертизы достоверности происхождения из анализа были удалены потомки с недостоверным происхождением (для барана № 960 – 12,1 %, для барана № 8044 – 9,9 % и барана № Z7037 – 10,5 %). В результате этим баранам был изменен ранг: нейтрального на улучшатель. Бараны № 6084 и 6087 подтвердили свой ранг ухудшателя и нейтрального. Бараны № 943 и 58622 перешли из ранга нейтрального в ранг – ухудшатель.

При сопоставлении иммуногенетических характеристик крови баранов – улучшателей (№ 960, 8044 и Z 7037) с генетическими параметрами крови их дочерей оказалось, что 74,7 % ярочек унаследовали комплекс антигенов Ab, Da, Ma, аллели АД трансферринового локуса, ВС щелочной фосфатазы, маркирующих лучшую шерстную продуктивность.

Настриг чистой шерсти потомков-носителей этих эритроцитарных факторов был на 16,5-20,1 % выше среднего по стаду.

Рациональное использование таких животных в селекционном процессе значительно расширит возможности селекционно-племенной работы, повысит ее эффективность.

Индивидуальный номер барана _____
 Дата рождения _____
 Порода или породная группа _____
 Индивидуальный номер отца _____
 Индивидуальный номер матери _____

ЭКСПЕРТИЗА ПРОИСХОЖДЕНИЯ									
Группы крови						Полиморфные системы белков и ферментов крови			
A	B	C	D	M	R-O	трансферрин	гемоглобин	арилэстераза	щ. фосфатаза
ОТЕЦ									
МАТЬ									
ПОТОМОК									
Достоверность происхождения потомка от барана-производителя, овцематки, указанных в племенных записях									
ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ									
Дата экспертизы "___" ____ 200__ г. _____ (подпись исполнителя)									
ОЦЕНКА ПРЕПОТЕНТНОСТИ									
Количество, истинных потомков, гол.	Показатели продуктивности, кг								
	настриг шерсти			живая масса					
	средняя по стаду	средняя по потомкам	P	средняя по стаду	средняя по потомкам	P			
Ранг барана-производителя по качеству истинных потомков									
УЛУЧШАТЕЛЬ									

Рисунок 6 Иммуногенетический паспорт барана -производителя – достоверного улучшателя

На барана-производителя, прошедшего оценку по качеству потомков с достоверным происхождением и получившего ранг достоверного улучшателя, оформляется индивидуальный иммуногенетический паспорт (рисунок 6).

Таким образом, иммуногенетический контроль при проверке производителей по качеству потомства с подтвержденной генетической экспертизой происхождением дает возможность объективно установить ранг производителя, выявить улучшателей, благоприятно влияющих на генофонд стада, своевременно исключить из подбора ухудшателей. Достигается возможность проследить способность производителей к передаче своих племенных качеств потомству, их препотентность.

4.5 Оценка сочетаемости родительских пар

Хорошо известно, что сущность процесса индивидуального развития потомства от яйцеклетки до взрослой особи базируется на деятельности генетической программы берущей свое начало от двух генетических систем родителей. Однако, не редки случаи, когда от высокопродуктивных родителей появлялось потомство со средними и даже низкими показателями продуктивности и, наоборот, у рядовых родителей рождались выдающиеся потомки.

Только при определенном сочетании генетических параметров крови (антигенные эритроцитарные факторы, полиморфные белковые, ферментные системы) мужских и женских особей обеспечивается абсолютная трансформация положительных качеств родителей потомству.

Индивидуальные различия каждой родительской пары по полигенным системам крови выражали через антигенный аллельный индекс, рассчитанный по специально созданной нами программе «Gen Index» для персонального компьютера, в основе которой лежит сравнительный анализ частот встречаемости эритроцитарных факторов (группы крови) и аллелей локусов полиморфных белков и ферментов.

При максимальном сходстве животных индекс генетического сходства (ИГС) между ними равен 1, минимальном – 0.

Сeriей проведенных нами исследований выявлено, что ягнята, как правило, рождались в интервале от 0,19 до 0,92 ИГС их родителей. Однако большее их количество было получено от родительских пар с индексом генетического сходства в интервале от 0,3 до 0,6.

Сравнительным анализом продуктивности молодняка, полученного от родителей с различными величинами индексов генетического сходства, выявлена прямая зависимость между разнокачественностью крови барана и матки по антигенным факторам, биохимическому полиморфизму с продуктивными качествами потомства. При достаточно высокой повторяемости ($r=0,31-0,56$) в результате многолетних наблюдений установлено, что большее количество ягнят (57,4 %), с большей живой массой при рождении (6,2-9,1 %) рождалось у родителей с ИГС от 0,30 до 0,60. Они интенсивнее росли, опережая своих сверстников к 4-х месячному возрасту в среднем на 6,1-10,9 %. Достоверно выше на 7,9-11,2 % ($P<0,05$) настриг шерсти отмечен у потомков, чьи родители имели индекс генетического сходства от 0,31 до 0,6 (рисунки 7, 8).

Рисунок 7. Зависимость количества ягнят от величины индекса генетического сходства родительских пар.

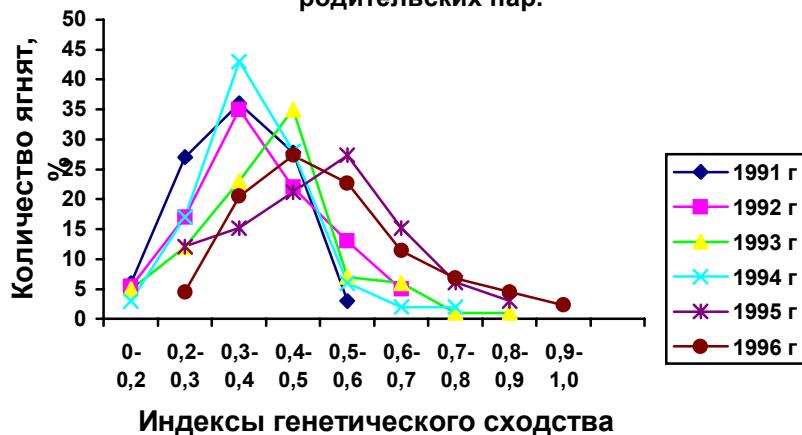
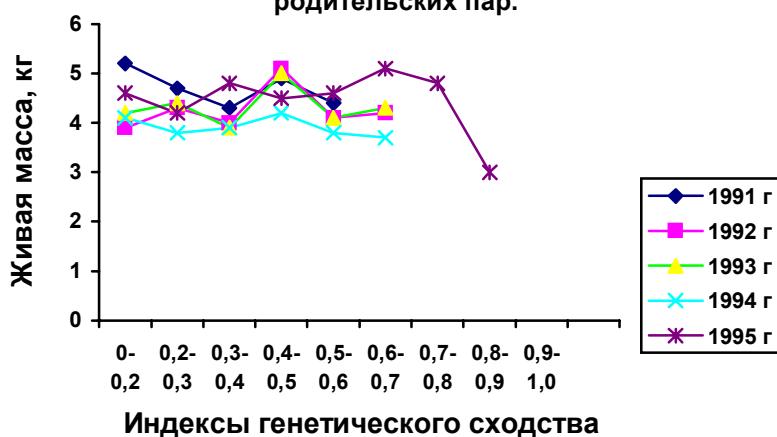


Рисунок 8. Зависимость живой массы от величины индекса генетического сходства родительских пар.



Как правило, у потомства от родителей с меньшей величиной индекса генетического сходства был выше ($P<0,05$) уровень общего белка в крови (8,9 %), гемоглобина (5,6%). Достоверно выше была у них и активность ферментов переаминирования: аспартатаминотрансаминазы (12,8 %), аланинаминотрансаминазы (14,3 %), окислительно-восстановительных ферментов: сукцинатдегидрогеназы (11,3%), глутаматдегидрогеназы (9,8 %). Выше у этих ягнят были и показатели резистентности: бактерицидной, лизоцимной активности, фагоцитоза (9,2; 11,4; 9,8 %, соответственно).

Анализ многолетних наблюдений свидетельствует о том, чем ниже индекс генетического сходства между родителями, тем лучшая жизнеспособность потомства. Падеж ягнят в 2-х месячном возрасте (легочные заболевания) у родителей с индексом генетического сходства от 0,27 до 0,52 составил 14,4-10,3 %, в то время как у родительских пар с ИГС от 0,56 до 0,92 – 29,5 – 25,0 %, (таблица 15).

Таблица 15 Живая масса ягнят, воспроизводительные качества маток в зависимости от величины индекса генетического сходства родительских пар

Показатель	Индекс генетического сходства		
	0-0,30	0,31-0,60	0,61-0,92
КА х КА			
Живая масса при рождении, кг	3,7±0,12	4,9±0,19	3,0±0,11
в 4-х мес. возрасте, кг	21,1±0,63	22,7±0,71	20,3±0,64
Получено ягнят, %	28,5	46,1	25,4
двоен, %	25,0	58,3	16,7
Повторные осеменения, %	25,0	25,0	50,0

Окончание таблицы 14

СТ x КА			
Живая масса при рождении, кг	$3,7 \pm 0,11$	$4,9 \pm 0,14$	$3,2 \pm 0,10$
в 4-х мес. возрасте, кг	$21,4 \pm 0,72$	$22,7 \pm 0,81$	$20,3 \pm 0,59$
Получено ягнят, %	36,1	44,6	19,1
двоен, %	27,2	54,6	18,2
Повторные осеменения, %	31,2	25,0	43,8
СКМШ x КА			
Живая масса при рождении, кг	$4,6 \pm 0,16$	$2,5 \pm 0,18$	$4,0 \pm 0,15$
в 4-х мес.	$20,3 \pm 0,76$	$21,6 \pm 0,81$	$20,0 \pm 0,66$
возрасте, кг	27,2	54,5	18,2
Получено ягнят, %	33,3	50,0	16,7
двоен, %			
Повторные осеменения, %	33,3	22,2	44,4

Значительная часть маток оплодотворилась (92,1 %), объягнилась (81,5 %), получено ягнят (116 %) у родительских пар с индексом генетического сходства в пределах – 0,21-0,68.

При перегулах матки чаще оплодотворялись (90,8 %) семенем того барана, с которым было большее различие по антигенам крови ($r=0,14-0,38$).

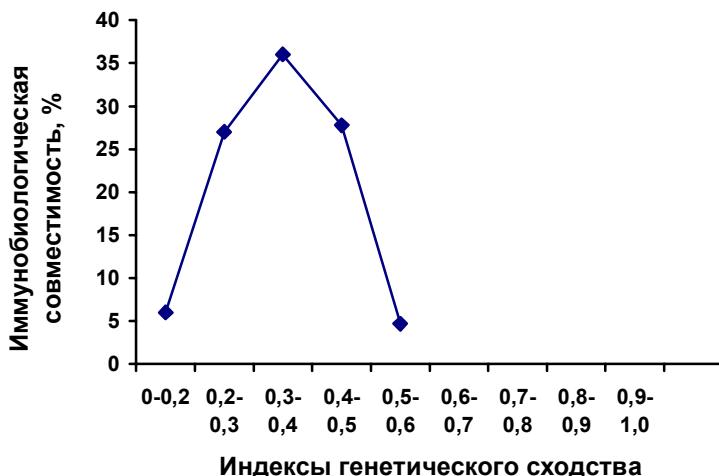
Результаты свидетельствуют о том, что генетические факторы предопределяют не только продуктивность, но и воспроизводительные способности животных.

Комплексный метод оценки лучшей сочетаемости родительских пар с учетом величины индекса генетического сходства и иммунологической совместимости барана и

матки, обеспечивает большую вероятность в подборе оптимальных вариантов спаривания для получения селекционируемых признаков.

С этой целью использовали степень выраженности аллергической реакции маток на подкожное введение спермы барана. Отрицательная аллергическая реакция, оцениваемая как положительная иммунобиологическая совместимость, отмечена при индексах 0,27 - 0,47 (рисунок 9).

Рисунок 9. Зависимость уровня иммунобиологической совместимости от величины индекса генетического сходства родительских пар



Особый интерес вызывают сложные и пока не объяснимые механизмы, происходящие при трансплантации

эмбрионов, обеспечивающие в одних случаях их бесконфликтное существование в организме реципиента, а в других – отторжение его.

Выявлена зависимость приживляемости трансплантатов от величины индекса генетического сходства не только между производителем и донором, но и между производителем и реципиентом, а также донором и реципиентом. Установлено, что приживляемость эмбрионов наступает у тех реципиентов, индекс аллельного сходства которых близок к индексу производителя и донора ($r=0,18-0,44$). У реципиентов с более высокими значениями аллельного сходства, как, с производителем, так и с донором, происходит отторжение трансплантата. Можно предположить, что близость антигенного состава трансплантата к антигенному составу реципиента и обеспечивает его толерантность к введенному эмбриону.

Подбор родительских пар с учетом индексов генетического сходства позволит целенаправленно вести селекцию овец на получение жизнеспособного, высокопродуктивного молодняка, кроме того иммуногенетический метод ускоренного определения наилучшей комбинационной сочетаемости позволит в 2 и более раза сократить срок подбора родительских пар, обладающих лучшей сочетаемостью, так как вместо нескольких сезонов размножения, иногда и нескольких лет, для выяснения лучшей сочетаемости использованием генетических параметров крови, потребуется всего один сезон.

Таким образом, использование методов, иммуногенетического анализа позволит существенным образом повысить результирующую селекционно-племенной работы за счет оптимизации генетической структуры стад,

насыщения племенного овцеголовья генотипами отвечающих требованиям селекции, своевременной выранжировки ухудшателей, широкого использования достоверных улучшателей, участия в селекционном процессе родительских пар, дающих высокопродуктивное потомство.

Заключение

Одним из крупнейших достижений иммунологической и биохимической генетики является открытие иммуногенетических систем у сельскохозяйственных животных и установление закономерностей их наследования.

Как отечественный, так и зарубежный опыт свидетельствует о необходимости использования иммуногенетических методов в селекционно-племенной работе, что позволяет осуществлять достаточно четкий контроль за ходом селекционного процесса на тех его стадиях, когда существующие селекционные приемы мало эффективны. Из-за кодоминантного типа наследования, неизменяемости в течение всей жизни животного, антигенный состав эритроцитов, полиморфные системы белков и ферментов могут быть использованы как генетические маркеры для подтверждения достоверности происхождения племенного молодняка, объективной оценки ранга производителя по качеству потомства, выявления лучшей сочетаемости родительских пар, прогнозирования продуктивности.

Однако, экспериментальных работ в генетике и селекции сельскохозяйственных животных, особенно в овцеводстве, почти не проводятся.

В то время как, в стадах, популяциях иногда наблюдаются явления, которые трудно понять и решить в

рамках существующих традиционных селекционно-генетических представлений, методов, приемов.

Селекционная работа чаще всего проводится по количественным признакам, но в процессе селекции вовлекается совокупность признаков, в том числе и те которые не предполагались и это не случайно, так как каждый признак животного – результат действия комплекса генов, объединенных в определенные генетические системы.

Любой наследственный признак определяется многими генами, в тоже время каждый ген может действовать на развитие многих признаков, при этом генетический гомеостаз обеспечивает наиболее благоприятное соотношение между генами для создания высокой продуктивности.

Всякое отклонение, в том числе при отборе и подборе, когда меняются взаимоотношения между генами разных антигенов, аллелей может привести к нежелательным явлениям – понижению жизнеспособности, низкой продуктивности, плодовитости и т.д. Возможно, так называется селекционная депрессия и наступает за счет дисбаланса генов. Экстерьерные признаки, которым отдается предпочтение при бонитировке, стандартное описание развития признаков продуктивности, на уровне средних значений, не всегда объективны.

Потому как в основе корреляционной зависимости признаков лежат, прежде всего, генетические механизмы – сцепление, плейотропное действие генов, общая гетерозиготность организма, то выявление генетических структур, маркирующих те хромосомы (или их участки), которым отводится основная роль в формировании фенотипа, будет основополагающим критерием в оценке признаков перспективных для селекции.

Нами установлено, что эритроцитарные факторы Ab, Ma, Da маркируют лучшую шерстную продуктивность, Bd – высокую живую массу. Позитивность маток фенотипам AA, BC, AB трансферринового локуса выразилось рождением двоен, а носительство фенотипа AD – в более высокой живой массе; густота шерсти у овец с типом гемоглобина AB на 31,4 % выше, чем у овец с типом BB.

Широкое вовлечение в селекционный процесс животных – носителей аллелей и их ассоциаций, сопряженных с хозяйственно-полезными признаками, будет способствовать концентрации в популяции генетических структур, маркирующих желательные признаки.

Потому как формирование генетических систем в организме овец завершается, в основном, к 4-х месячному возрасту, то оценка потенциальной продуктивности племенных животных по генетическим маркерам в раннем возрасте дает значительный выигрыш, как во времени, так и в средствах.

Нашиими исследованиями установлено, что процент неправильных записей о происхождении племенных животных, в отдельных хозяйствах достигает 50 и более процентов. Это наносит значительный ущерб овцеводческой отрасли. Применением специфических гемолитических тестов, выявляющих эритроцитарные антигены в комплексе с электрофоретическими методами, отличающимися высокой чувствительностью и хорошей разрешающей способностью, можно решать эту проблему.

Основанный на строгих закономерностях кодоминантного наследования, метод генетической экспертизы достоверности происхождения точен, прост, пригоден для массовых исследований, пользуется особой

популярностью, как у исследователей, так и у специалистов хозяйств.

Регулярно проводимая генетическая экспертиза достоверности происхождения в ведущих племзаводах Северного Кавказа позволила в 2-3 раза снизить ошибки в записях о происхождении племенных животных, упорядочить племенной учет, повысить ответственность работников племенной службы. Известно, что высокая препотентность барана проявляется в устойчивом наследовании потомством его качеств. Это ценно, если баран улучшатель и опасно, если – ухудшатель. Выявление производителя благоприятно влияющего на генофонд будущего стада, отвечающего требованиям селекции, возможно только при индивидуальном генетическом тестировании на носительство маркерных аллелей и оценке его по качеству потомства, достоверность происхождения которого подтверждена генетической экспертизой. В наших исследованиях, как правило, препотентность как улучшателя выражалась в устойчивой передаче потомкам антигенных факторов Ab, Ma, Da (52,1-64,7 %). Настриг чистой шерсти потомков – носителей этих эритроцитарных факторов был на 16,5-20,1 % выше среднего по стаду. Рациональное использование таких животных в селекционном процессе значительно расширит возможности селекционно-племенной работы, повысит ее эффективность.

Весьма важным в селекционном процессе является раскрытие генетической, иммунобиологической сущности различной сочетаемости родительских пар. Нами установлено прямая зависимость между разнокачественностью баранов и маток по эритроцитарным факторам, фенотипам полиморфных систем с количеством родившихся ягнят, их живой массой при рождении и их

жизнеспособностью. Как правило, у родительских пар с индексом генетического сходства от 0,37 до 0,45 рождались ягнята с большей живой массой, с более высокими показателями естественной резистентностью (фагоцитарная, бактерицидная, лизоцимная активность), по сравнению с потомками, родившимися от родителей с большей величиной индекса генетического сходства.

Процесс селекционного совершенствования существенным образом влияет на динамику частот встречаемости аллелей, вызывая их изменения, дрейф, элиминацию, что сопровождается образованием специфического профиля распределения генных концентраций, характерного каждой породе, популяции, стаду – генофонд.

До настоящего времени остается до конца не изученными генетическая структура и динамика изменчивости генофонда как основных, так и малочисленных, редких, исчезающих пород овец России.

Иммуногенетические характеристики могут служить ценной информацией при изучении генетики пород, их происхождения, характера их генетического родства и степени взаимовлияния, внутренней генеалогической структуры, степени консолидации, результатов тех или иных методов внутрипородного совершенствования и прогноза эффекта сочетаемости с другими породами.

На основании анализа данных иммуногенетического мониторинга тонкорунных, полутонкорунных пород овец, разводимых на юге России, выявлены частоты встречаемости антигенных факторов, рассчитаны индексы генетического сходства, генетические дистанции, проведен кластерный анализ с построением дендрограммы, получена объективная

информация об особенностях филогенеза, дифференциации как внутри, так и межпородных взаимоотношений.

Оказалось, что односторонняя селекция на повышение шерстной продуктивности путем широкого использования австралийских баранов, привело к сглаживанию межпородных различий.

Глубоко убежденбы в том, что селекционно-племенная работа в овцеводстве должна проводиться под иммуногенетическим контролем. Это дает возможность управлять селекционным процессом, не допускать участия в селекции животных с неизвестной родословной, ошибок при оценке препотентности баранов, проводить прогнозирование и оценку продуктивности, племенной ценности животных в раннем возрасте, осуществлять подбор родительских пар для получения потомства отвечающего целям селекции.

Литература

Абонеев В.В., Чижова Л.Н., Селионова М.И. Генетические маркеры при оценке межпородной дифференциации овец // Биотехнология – 2003: Мат. Всерос. науч. конфэ – Сочи, 2003 – С.86-87.

Абонеев В.В., Егоров М.В., Чижова Л.Н. Использование генетических параметров при оценке баранов-производителей по качеству потомства. // Сб. науч. тр. / ВНИИОК. – Ставрополь, 2003. – 4.1 – С.117-119.

Абонеев В.В., Чижова Л.Н., Селионова М.И., соавт. Методические рекомендации по подбору родительских пар с учетом генетических параметров крови овец и коз / СНИИЖК – Ставрополь 2003. – 23 с.

Адырбеков М.И. Изучение полиморфизма щелочной фосфатазы в сыворотке крови каракульских овец // Актуальн.

Вопросы каракулеводства. – Алма-Ата; Кайнар, 1982. – С.202-205.

Алиев П.Ф. Генетические типы щелочной фосфатазы, ее активность в сыворотке крови и связь этих показателей с весом овец // Бюл. науч. работ / ВНИИ животноводства. 1974. – Вып. 45. – С.21-23.

Анасашвили А.Ц., Сища П.П., Андиадзе Ц.Р. Трансферрины (сидерофилины) сыворотки крови // Вопросы мед. Химии. – 1968. – Т.14. – Вып.3. – С.227-231.

Анфиногенова Т.А., Марзанов Н.С. Особенности генетического полиморфизма антигенов эритроцитов овец кавказской породы на примере В – системы групп крови и их использование в практике племенной работы // Повышение продуктивных и племенных качеств с.-х. животных. – Ставрополь, 1985. – С.34-36.

Арипов У.Х., Яценко В.Д., Карликов Д.В. Биохимические показатели крови и их связь с плодовитостью // Овцеводство. – 1987. - № 3. - С.41-43.

Аронгитан А.А., Боркин Л.Я., Пудовкин А.И. Изоферменты в популяционной и эволюционной генетике // Генетика изоферментов. – М.: Наука, 1981. – С.18-27.

Ата-Курбанов Э.А. Прогнозирование продуктивности по иммуногенетическим показателям // Овцеводство. – 1985. № 6. – С.26-27.

Ахмедов К., Усманов М.Г., Шадманов С.И. Иммуногенетическая характеристика крупного рогатого скота Узбекистана и использование групп крови для экспертизы происхождения племенных животных // Тр. Узбек. НИИ животноводства. – 1986. - № 4. – С.28-37.

Баранов О.К. Эволюционная иммуногенетика сывороточных белков животных. – Новосибирск: Наука, 1981. – 224 с.

Баранов А.В. Использование иммуногенетических показателей при изучении сочетаемости пород // Селекционно-генетические и физиологические основы повышения продуктивности крупного рогатого скота и свиней. – М., 1984. – С.96-99.

Башкеева М.Ф. Характеристика овец куйбышевской породы по некоторым полиморфным системам крови и возможности использования их в селекции: Автореф. дис. канд. с.-х. наук / ВИЖ. – Дубровицы, 1977. – 18 с.

Берн А.Дж., Паркер В.К. Трансферрин / Гликопротеины. – М. – Мир., 1969. Т.2. – 298 с.

Бойтлер Э. Нарушение метаболизма эритроцитов и гемолитическая болезнь. М., Медицина, 1981. – 256 с.

Бонецкая М.Д., Быковченко Ю.Г., Гафаров Р.С. Биохимические особенности крови овец тяньшанской породы // Тр. КиргНПОЖ / Кирг. Научно-производств. объединение по животноводству – 1986. – Вып. 38. – С.92-97.

Будникова А.В., Башкеева М.Ф. Генетический анализ структуры стада овец куйбышевской породы по некоторым полиморфным системам и их связь с продуктивностью / Материалы 16 Международной конференции по группам крови и биохимич. Полиморфизму животных. – Л. – 1979 – Т.4. – С.47-51.

Глазко В.И. Белковый полиморфизм при искусственном и естественном отборе // Докл. ВАСХНИЛ. – 1987. - № 3 – С.22-24.

Глазко В.И. Изменчивость биохимических маркеров исходных пород в процессе создания новых породных групп // Докл. ВАСХНИЛ. – 1986. - № 10. – С. 32-35.

Глазко В.И. Биохимическая генетика овец. Новосибирск., Наука – 1985 – 167 с.

Глазко В.И. Алозимная изменчивость млекопитающих в условиях доместификации // С.-х. биол. – 1988. - № 3. – С.55-61.

Горин В.Т., Богданов Л.В. Изучение биохимического полиморфизма сельск. животных в Белоруссии / Проблемы зоотехнич. генетики. М.: Наука, 1969. – С. 285-295.

Деушева Г.Г. Щелочная фосфатаза сыворотки крови и ее наследование у каракульских овец: Автореф. дис. канд. с.-х. наук / Самарканд; 1974. – 22 с.

Егоров Е.А. Генетические системы белков крови овец. – Ташкент., 1973. – 226 с.

Егоров В.А., Родионов Г.Р. Адаптивное значение полиморфизма гемоглобина у овец // Узбекский биологический журнал. – 1972. - № 4. – С. 56-58.

Егоров М.В., Чижкова Л.Н. Метод иммуногенетического анализа в селекции овец // Животноводство России – 2003 - № 1. С.44-45.

Иовенко В.Н. Влияние уровня ошибок происхождения на эффективность селекции овец // Науч. – технич. бюл. / Украинский научно-исследовательский институт животноводства степных районов. – 1984. – Вып. 2. – С. 50-53.

Иовенко В.Н. Сравнительный анализ генетической структуры популяции овец по полиморфным системам крови // С.-х. биология. – 1987. - № 12. – С.35-38.

Иржак Л.И. Гемоглобины и их свойства. – М., Наука., 1975. – С. 240.

Казановский С.А., Анфиногенова Т.А., Марзанов Н.С. Системы групп крови у овец кавказской породы // Цитология и генетика – 1985. – Т. 19. - № 6. – С. 446-452.

Казановский С.А., Анфиногенова Т.А., Чижова Л.Н., Остапенко В.И. Эффективность изоиммунизации для

получения видоспецифических реагентов у животных с различным с различными типами генетически детерминированных белков и иммунологической реактивности // Научные труды СХИ. – 1977. – Вып. 40. – Т. 4. – С. 75.

Казановский С.А., Ступак С.Ф., Беренштейн Д.Р., Ольховская Л.В. Методические указания по использованию мини-ЭВМ для обработки иммуногенетических данных в овцеводстве – Ставрополь. – ВНИИОК. – 1989. – 29 с.

Казановский С.А., Анфиногенова Т.А., Остапенко В.И., Марзанов Н.С., Ольховская Л.В. Методические указания по контролю за использованием групп крови и полиморфных белков. – Ставрополь. – ВНИИОК 1982. – 33 с.

Казановский С.А., Анфиногенова Т.А., Марзанов Н.С. Методические рекомендации по изготовлению и контролю реагентов для определения группы крови у овец. – Ставрополь. – ВНИИОК. – 1984. – 19 с.

Казановский С.А., Анфиногенова Т.А., Марзанов Н.С. Сыворотки моноспецифические для определения групп крови овец. – 1985. 6.с.

Казановский С.А., Анфиногенова Т.А., Марзанов Н.С. Временная инструкция по использованию сывороток моноспецифических для определения групп крови овец. – Ставрополь. – ВНИИОК. – 1984. – 4 с.

Казановский С.А., Анфиногенова Т.А., Марзанов Н.С. Временная инструкция по изготовлению и контролю сывороток моноспецифических для определения групп крови у овец. – Ставрополь. – ВНИИОК. - 1984. – 21 с.

Казановский С.А., Анфиногенова Т.А., Остапенко В.И., Чижова Л.Н. Опыт использования групп крови в комплексе с полиморфными системами для исключения

ложного отцовства у овец // X научно-производств. конф. ВНИИОК / Ставрополь. – 1977. – С. 30.

Карликов Д.В., Бондарев А.П. Типы гемоглобинов, трансферринов и амилазы крови аулиэтинского скота / Генетика и селекция с.-х. растений и животных в Киргизии. – Фрунзе. – 1977. – С. 121-125.

Коржуев Г.А. Гемоглобин, сравнительная физиология и биохимия. – М.: Наука – 1964.

Кройтер М.Н., Катков М.Т. Некоторые данные по электрофоретическому исследованию белков сыворотки крови и типов гемоглобина у овец различных пород // Изв. АН. КАЗ. ССР. Серия Б. – 1964. – Вып. 3 – С. 76-81.

Крю Ж. Биохимия. Медицинские и биологические аспекты. – М.: Медицина. – 1979. – 510 с.

Крюкова А.Д. Применение некоторых селекционно-генетических параметров при определении племенной ценности баранов-производителей. Автореф. дис. канд. с.-х. наук / Московская вет. академия. М. – 1975. – 21 с.

Лазовский А.А. Наследственный полиморфизм овец по уровню калия в эритроцитах и некоторым белкам крови. Автореф. канд. дис. Минск 1971.

Лазовский А.А. Генетический полиморфизм в селекционном процессе овец. Автореф. дис. д-ра с.-х. наук. Жодино. 1987. 35 с.

Макеев Ц., Драгнев Д. Върху наследствено то вариане на плазмената естераза в някои породы овце // Генетика и селекция – НРБ. – 1973. - № 6. – С. 73-76.

Макавеев Ц., Накев С. Проучвания върху равнището на активността и полиморфизма на някой ензиме в кръвта // Животноводческие науки. – НРБ. – 1976. – Т. XIII. - № 6. – С. 59-63.

Макеев Ц. Генетический полиморфизм трансферрина в плазме крови овец и уровень биохимических признаков в крови // Генетика и селекция. – НРБ. – 1985. – Т. 18. - № 2. – С. 163-181.

Метслер Д. Биохимия. – М.: Мир. – 1980. – 407 с.

Ней М. Генетические расстояния и молекулярная таксономия / Вопросы общей генетики. – М. – Наука. – 1981. – С.7-18.

Ольховская Л.В., Казановский С.А., Остапенко В.И. Изучение полиморфных систем белков и ферментов крови некоторых тонкорунных пород и помесных овец Северного Кавказа с целью улучшения их племенных качеств. / Повышение продуктивных и племенных качеств с/х жив. – Сб. науч. тр. СХИ, Ставрополь, 1985. – С.42-45.

Ольховская Л.В., Остапенко В.И. Значение генетической разнородности доноров и реципиентов при получении моноспецифических сывороток – реагентов для овец и методы их изготовления. / Повышение продуктивных и племенных качеств с/х жив. Ставрополь, 1987. – С.25-26.

Ольховская Л.В., Селионова М.И., Дьякова С.П., Санников М.Ю. Генетические маркеры продуктивности овец, коз // Современные достижения биотехнологии – вклад в науку и практику XXI века. / Мат. 3-й Всероссийской конф., - Ставрополь. – 1999. – С.27.

Ольховская Л.В., Эльгайтаров В.А., Родин В.В., Дьякова С.П. Прогнозирование мясной продуктивности овец с учетом антигенных факторов крови // Материалы Всерос. научно-практич. конф. / «Биотехнология 2003» Сочи – 2003. – С.75-76.

Остапенко В.И. Характеристика некоторых полиморфных систем крови овец кавказской породы и помесей и возможности их использования в селекции:

Автореф. дис. канд. с.-х. наук / ВНИИОК. – Ставрополь. – 1979. – 23 с.

Орбани И. Полиморфизм гемоглобина овец асканийской тонкорунной породы и многоплодный каракуль // Тезисы докладов к IV научно-технической конференции молодых ученых научно-технического общества института I Укр. НИИ. Херсон. – 1967. – С.48-50.

Пересадин А.В. Генетический полиморфизм белков крови у некоторых отечественных пород овец // Генетический полиморфизм групп крови и белков у сельскохозяйственных животных. Дубровицы. – 1969. – Вып. 16. – С. 88-89.

Пересадин А.В. Типы гемоглобина и трансферрина в крови и их генетическая связь с хозяйственно-полезными признаками у овец // Цитология и генетика. – 1971 Т. 5 . - № 4. – С. 302-307.

Петров Р.В., Хайтов Р.М. Генетика иммунного ответа каракульских овец при иммунизации колибактериозной и сальмонеллезной вакцинами. Сообщ. / Индивидуальные различия в иммунном ответе // ЖМЭИ, - 1982. - № 10. – С.81-84.

Подгорная Е.К. Типы гемоглобина у овец Памира // Цитология и генетика. – 1976. – Т. 10. - № 3. – С. 219-221.

Подгорная Е.К. Адаптивная роль гемоглобина у овец в процессе адаптации к гипоксическим условиям высокогорья. – Механизмы физиолог. Функции. Новосибирск. – 1976. – С. 37-41.

Райдер М. Эволюция руна // В мире науки. 1987. - № 3. – С. 80-88.

Раушенбах Ю.О. Генетико-физиологические исследования устойчивости животных к экстремальным

факторам среды. Автореф. дис. ...биол. наук. Новосибирск. – 1966.

Раушенбах Ю.О. Подгорная Е.К., Каменек В.И. Роль биохимического полиморфизма в экологической дифференциации овец // Итоги науч. работ / Ин-т цитологии и генетики. – Сиб. отд. АН СССР. – 1973. – С. 96-99.

Сарсенбаев Н.А., Афанасьев К.Н. Генетическая структура популяции овец каракульской породы по гемоглобину и трансферрину крови // С.-х. биология. – 1985. - № 4. – С. 82-85.

Селионова М.И. Опыт использования иммунологической реактивности при подборе родительских пар // Сб. научно-произв. конф.: Изд. СтГСХА. – Ставрополь. – 1997. – С.115-118.

Селионова М.И., Дьякова С.П. Иммуногенетический мониторинг овец манычский меринос // Сб. науч. тр. ВНИИОК. – 2000 – Вып. 45. – С.101-105.

Селионова М.И., Силкина С.Ф. генетическая структура овец манычский меринос в связи с селекцией // Сб. научн. тр. ВНИИОК. – 2000. – Вып. 45. – С.105-111.

Селионова М.И. Генофонд и дифференциация тонкорунных пород овец Юга России по группам крови. // Овцы, козы, шерстяное дело. - № 1. 2004. – С.1-5.

Селионова М.И. Генетический анализ микроэволюционных процессов в популяциях овец тонкорунных пород с использованием групп крови (концепция исследования) // Вестник СГУ. - № 35. – 2004. – С.98-101.

Селькин И.И., Тимашев И.З., Остапенко В.И. Качество шерсти овец с различными типами гемоглобина и трансферринов. // Тр. ВНИИОК. – 1973. – Вып. 34. – Т. 2. – С. 73-76.

Смирнов О.К. Генетико-творческая основа селекции с.-х. животных / Проблемы генетики с.-х. животных // Бюл. науч. трудов ВИЖ. – 1985. – Вып. 78. – С. 3-5.

Спиридонов В.И., Могоряну И.И. Полиморфизм по типам трансферринов, гемоглобинов и уровня калия в эритроцитах цигайских овец местной селекции / Генетика и селекция с.-х. животных в Молдавии. – Кишинев. – 1976. – С. 27-29.

Спиридонов В.И., Могоряну И.И. Наследование некоторых хозяйствственно-полезных признаков у цигайских овец Молдавии / Пути совершенствования плем. и продукт. Качеств жвачных животных., Кишинев. – 1985. – С. 48-50.

Сундуков А.И. Типы гемоглобина и трансферрина крови у овец некоторых тонкорунных пород, разводимых на юге СССР // Биол. науч. работ. Дубровицы. – 1969. – Вып. 16. – С. 87-88.

Тапильский И., Заидов Ф. Типы гемоглобина и продуктивность мясо-шерстных овец // Сельское хозяйство Узбекистана. – 1969. - № 9. – С.56-57.

Тянков С., Байчева Е. Прогреване върху трансферриновата и хемоглобиновата полиморфна система при породите овце избыточнофризийска, романовска и тракийска // Генетика и селекция. – София. – 1976. – Т. 9. - № 1. – С. 62-67.

Тянков С., Димитров И. Проучване влияните на хетерозиготността в трансферриновата генетична система върху угоителните способности на агнета // Генетика и селекция. – 1977. – Т. 10. – С. 65-69.

Фомичева И.И. Генетика белковых фракций сыворотки крови кр. рог. скота // Генетика. – 1968. – Т. 4. - № 7. – С. 152-168.

Фомичева И.И. Генетический анализ некоторых белковых фракций сыворотки крови и молока у эстонского черно-пестрого и якутского скота Сибири: Автореф. дис. канд. с.-х. наук / СО. АН. институт цитологии и генетики. Новосибирск. – 1969. – С.20.

Чижова Л.Н., Ольховская Л.В., Селионова М.И. Использование иммуногенетических методов для оценки генофонда различных пород овец // Матер. научн.-производ. конф. по овцеводству и козоводству / ВНИИОК. – Ставрополь, 1992. – С.64-68.

Чижова Л.Н., Ольховская Л.В., Селионова М.И Сравнительная характеристика аллелофонда крови тонкорунных пород овец и австралийского меринаса // Матер. координ. совещ. по овцеводству / ВНИИОК. – Ставрополь, 1995. – С.135-141.

Чижова Л.Н., Айбазов А.М.М., Селионова М.И. Приживляемость зигот овец с учетом иммуногенетической совместимости. // Генетика, селекция и качество продукции овец и коз: Сб. науч. тр. / ВНИИОК. – Ставрополь, 1995. – С.89-93.

Чижова Л.Н., Селионова М.И., Ольховская Л.В. Использование метода иммуногенетической экспертизы достоверности происхождения в селекции овец // Современные достижения биотехнологии: Материалы Всеросс. науч. конф. / ВНИИОК. – Ставрополь, 1996. – С.15-16.

Чижова Л.Н., Селионова М.И., Ольховская Л.В Методические указания по применению иммуногенетических параметров крови в семени овец // ВНИИОК. – Ставрополь, 1999. - 46 с.

Чижова Л.Н., Селионова М.И., Дьякова С.П.
Генетическая дифференциация тонкорунных пород овец //
Сб. науч. тр. / ВНИИОК. – 2003. – 4.1 – С. 120-127.

Чижова Л.Н., Селионова М.И., Витанова О.И.
Использование индекса генетического сходства при подборе
родительских пар // ЭКО. Экология. Культура. Образование
– Вып. 13. – 2004. – С.54-56.

Удалова Н.М., Ахметишев А.С., Пак Т.А.
Полиморфизм белков и ферментов крови у овец различных
пород // С.-х. биология. – 1987. - № 2. – С. 42-47.

Яценко В.Д. Воспроизводительные функции овец
киргизской тонкорунной породы в связи с генетическим
полиморфизмом по типу гемоглобина и уровню калия в
крови: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Алма-Ата. – 1973. –
С. 20.

Analisis de la variabilidad en poblaciones ovines
aspañolas / A.Rodero e.a. // Arch. Zootech. – 1980. – V. 29. – N.
5. – P. 620.

Andersen T. Untersuchungen über blutgruppen
eigenschaften der Schafe // Z. Rassenphysiol. – 1938. – Bd. 10. –
S.88 – 103.

Ashton G.C. Serum protein differences in cattle by starch
gel electrophoresis // Nature. – 1957. – V. 180. – N 4592. –
P.917.

Ashton G.C., Ferguson K. Serum transferrins in Merino
sheep // Genet. Res. – 1963. – V. 4. – N 3. – P. 240 – 247.

Ashton G.C. Polymorphism in the beta-globulin in sheep
// Nature. – 1958 a. – V. 184. – P. 1135 – 1136.

Ashton G.C. Polymorphism in the beta-globulin in sheep
// Nature. – 1958 a. – V. 181. – N 4612. – P. 849 – 850.

Ashton G.C. Further beta-globulin phenotypes in sheep //
Nature. – 1958 b. – V. 182. – P. 1101 – 1162.

- Ashton G.C. Cattle serum protein transferrins: balanced polymorphism // Genetic. – 1965. – N. 52. – P. 983.
- Archibald P.L., Webster J. New transferrin allele in sheep // Animal Genetics. – 1986. – V. 17. – N 2. – P. 191 – 194.
- Arfors R.E., Beckman L., Lindin L.-G. Genetic variations of human serum 9 phosphatases // Acts genetic. Basel. – 1963. – N 13. – P. 89 – 94.
- Atroshi F., Osterbrerg S. Blood biochemical polymorphism traits in reproductive performance in Finn sheep // 30-th Annual Meeting EAAP. – 1979. – P. 1 – 4.
- Azevedo W.T., Franco M.H.P. Carlos M.J. Hemoglobin and transferring types in corridale and Romney-Marsh sheep in Brazil // Rev. Bras. Genet. – 1984. – V. 7. – N 2. – P. 287 – 297.
- Bezkorovainy A., Grohlich D. Comparative study of several proteins of the transferring class // Comp. Biochem. Physiol. – 1974. – V.47. – P. 787 – 797.
- Braend M., Efremov G., Raastad A. Genetics of bovina Hemoglobin // Heredites. – 1966. – N 54. – P. 255.
- Braend M., Efremov G., Helle O. Abnormal hemoglobin in sheep // Nature. – 1964. – V. 204. – N 4559. – P.700.
- Brown R.V., Manley I.H. Serum alkaline phosphatase in heritance in the pigeon // Anim. Blood Groups and Biochemist Genetics. – 1970. – N 1. – P. 43 –45.
- Cabbanes R., Serain C. Etudes electrophoretiques des hemoglobines des mammifères domistigues d'Algerie // C.R.Soc. Biol. (Paris). – 1955 b. – V. 149. – P. 1193.
- Cabbanes R., Serain C. Heterogeneity de hemoglobin des Bovines // C.R.Soc. Biol. (Paris). – 1955 a. – V. 149. – P. 7.
- Chen S., Sutton H. Bovine transferrins: silica acid and the complex phenotype // Genetics. – 1967. V. 56. P. 425 – 430.

Clarke S.W., Osterhoff R., Rucker E.M. Genetics polymorphism in South African Merino sheep // Anim. Blood Grps. a Genet. – 1985. – 16. – S. 1. – P. 66 – 67.

Dogrul F. Gesitei koyun ırklarında transferring ve hemoglobin tiplerinin dağılımı üzerinde araştırma // Etlik veter. Mikrobiol. ENST. Drg. – 1985. Saxi 8-9. – P. 61 – 75.

Dwarkanath P., Goski C/ Hemoglobin types in Sonadi breed of sheep // Univ. Udaipur Res. I. – 1973. – V. 11. – P. 18 – 21.

Ellory I. C., Tucker E. M. Active potassium transport and the L and M antigens sheep and goat red cells // Biochem. Biophys. Asta. – 1970. – Vol. 219. – P. 160 – 168.

Egorov E.A., Ni G.Y. The serum prealbumin system in sheep // Soviet Genetics. – 1960. – V. 56. – P. 1467 – 1469.

Efremof G., Vascov B., Hrisoho R. Inherited variations in the prealbumins of sheep serum // Proc. II-th Europe. Conf. Animal Blood Groups. – Warsaw. – 1968. – P. 505 – 511.

185. Evans G.W., Winter T.W. Zinc transport by transferrin in rat portal blood plasma // Biochem. Biophys. Res. Comm. – 1975. – V. 66. – P. 1218 – 1224.

Fesus L., Rasmussen B.A. The distribution of transferring and hemoglobin types in families of Suffolk and Targhee sheep // Animal Blood Groups Biohem Genet. – 1971. – V. 2. – P. 30 – 43.

Fesus L., Varkonyi S., Ast A. Biochemical polymorphisms in goat with special reference to the Hungarian native breed // Animal. Blood Groups Biochem. Genet. – 1983. – V. 14. – P. 1 – 16.

Fritze E.R., Pfannmuller H., Zahn H. Chemische Veränderung unbedekelter und modifizierter Wolle durch Reaktorstrahlung sowie 60 co-j-strahlung in Gegenwart von Zuftsamerstoff // Angew. Chem. – 1957. – 69. – S. 9.

Fudge A.N., Fraser C.G. Evaluation of a radiometric method for determination of total and unsaturated iron binding capacities and serum iron // Clin. Chem. – 1978. – 24. – S. 374 – 376.

Hardy G.H. Mundelein proportion in a mixed population // Science. – 1908. – 28. – P. 49 – 50.

Harris H., Warren F.L. Occurrence of electrophoretically distinct hemoglobin's in ruminants // Biochem. J. – 1955. – V. 60. – P. 20.

Harris H., Hopkinson D.A. Average heterozygosis in man // J. Hum. Genet. – 1972. V.36. – P. 9-20.

Healy P. J. Distribution of R, r in blood group system in Australian sheep // Anim. Blood Groups and Biochem. Polymorphism. – 1972. – Vol.3. – P. 241 – 244.

Hopkins L.L., Schwarz K. Chromium binding to serum proteins, specifically siderophilin // Biochem. Biophys. Acta. – 1964. – V. 90. – P. 484 – 491.

Iovanovic S., Vukotic M., Adzic N., Ljumovic M. Selekcijiski aspecti polimorfizma hemoglobina u ovaca // Veter. Glasnik. – 1985. – V. 39. (Br.2) – S. 115 – 119.

Iovanovic S., Vukotic M., Adzic N., Ljumovic M. Hemoglobin polymorphisms in sheep from various of Montenegro, Yugoslavia // Acta Veter. 1986. – V. 36 (4). – P. 215 – 218.

Itano H.A., Neel J.V. A new inherited abnormality of human hemoglobin // Proc. Nat. Acad. Sci. U.S – 1957. – V. 36. – P. 613.

Jamieson G.A., Jett M., De Bernardo S.L. The carbohydrate sequence of the glycopeptide chains of human transferine // J. Biol. Chem. – 1978. – V. 16. (7/8). – P. 787 – 798.

Korber E. Über Differenzen des Blutfarbsstoffes // Inagular Dissert. Dorpat. Besschoffh. – 1926. – Ztschr., f.d. gesexper. Med, Sd., 1866. – S. 472 – 489.

Krishnamurthy V.S., Rathasabapathy V. Genetics of hemoglobin in Nilagiri merino and their cross-bred sheep // Indian Veter. J. – 1980. – V. 57. – N 8. – P. 411 – 413.

Lanotti C.Z., Norsa C. Atti della Societa Italiana delle Scienze // Veterinarie. – 1982. – N 36. – P. 411 -413.

Laurell C.B., Ingleman B. The iron binding protein of swine serum // Acta Chem. Scand. – 1947. V. 1. – P. 770 – 776.

Lauvergne J.J., Hoogschagen P. Genetic formulas for the colors in the texel, the Dutch and the Zwartbles sheep // Ann. Genet. Sel. Anim. 1978. – 10 (3). – P. 343 – 351.

Lee R.M. Genetic control of hydrolysis of aromatic esters by sheep plasma A-esterase // Genet. Res. – 1966. – V. 7. – N. 3. – P. 373 – 382.

Lee R.M. Die (2 Chlorophylls) aryl phosphates. A study of their reaction with B-esterase's, and of the genetic control of their hydrolysis in sheep // Biochem. Pharmacology. 1964. – V. 13. – N. 1551. – P. 97 – 107.

Leibman A., Aiser P. Preparation of single crystals of transferring // Arch. Biochem. Biophys. – 1967. – V. 121. – P. 717 – 719.

Lipecka C.J., Gruszecki T. Analiza związków między polimorfizmami transferyn surowiczy kwi aroroden owiec // Pr. in mater. Zootechn. – 1984. N. 29. – P. 21 – 29.

Lipecka C.J., Picta M., Gruszecki T. Transferring polymorphism in the non-selection and populations // Animal. Blood Groups Biochem. Genet. – 1985. – V. 16. – N 1. – P. 105.

Mann K.G., Fish W.W. and Cox A.C. Single chain nature of human serum transferring // Biochemistry. – 1970. – V. 9. – P. 1348 – 1354.

Margetin M., Malik J. Zindovskyr vztak medzi niktorymi biochemiarymi marhermi a arzovatelmi produkcie a jemnoston vine oviec. – Zivocene Vyroba. – 1983. – V. 28. – N 6. – P. 409 – 46.

Margetin M. Geneticky polymofizmus transferrinu, plazmatickej aralesterazu a albuminu u oviec // Zi voc. Vyroba. – 1986. – V. 26. – N 6. – S. 406 – 415.

Martin C. Inhibition of virus multiplication by transferrins // J. Clin. Invest. – 1959. – N. 38. – P. 1024.

Millot P., Eyquem A. Les groups sequins des moutons // Rev. path. At. Physiol. Chim. – 1956. – V. 56 m. – P. 41 – 65.

Monge P. Estudio y adecuacion de los metodos elektroforeticos en la hemoglobina fetal en ovinos // I. Investigationes en hemoglobina fetal // Arch. Zootech. – 1978. – N. 107. – P. 217 – 242.

Nei M. Genetic distance between populations // Amer. Natur. 1972. – Vol. 106. – N 949. – P. 283-291.

Nei M. The theory and estimation of genetic distance // Genetic structure of populations. Ed. N.E. Morton. Honolulu: Univ. Hawaii Press. – 1973. – P. 45 – 54.

Nei M. Molecular population genetics and evolution // N.Y.: Elsevier. – 1975.

Nei M. The theory of genetic distance and evolution of human rases // Jap. Genet. – 1978 b.

Neiman-Sorensen A. Die Rinderblutgruppen systeme und deren Bedeutung fur die Rinderzucht // Deutsche Tierarztlone Wochenschrift. – 1957. – Bd. 64. – N. 1. – S. 7 – 12.

Nquyen T. C., Ruffet G. Les Groupes sequins des ovins. II. Factures antigeniques supplementaires dans les systems A, B, C et M; estimation des frequencies «alleliques» aux systems A, B, C, M et R dans les races Francaises: Berrichon-du-Cher. Ile-de

France et Texel // Annals genet. Sel. Anil. –1992. –Vol. 7. – N2 – P. 145 – 157.

Parcer W.C. Genetic and biochemical studies on the haptoglobin, transferrin and group specific components of human serum // Regulatory mechanisms in human genetics. Thesis. Rockefeller's Institute. New-York. – 1963.

Petre A., Vlaic A., Pop M., Haiduc I. Strucrura genetica la loci hemoglobinelor (Hb) si a transferinelor (Tf) intro populatie de ovina din rasa cjrriedale // Lucrarile "Technologia, reproductia si patologia animaelor de ferma" / Cluj-Napoca. – 1985. – 10. – P. 257 – 262.

Rasmusen B. A., Hall I. G. An investigation into the association between potassium levels and blood types in sheep and goats // X-th European Conference on Animal Blood Groups and Biochemical Polymorphism. – Paris. – 1966 b. – P. 453-457.

Rasmusen B.A. Blood groups in sheep // Ann. N.Y. Acad. Sci. – 1962. – V. 97. – P. 306 – 319.

Rendel J. Evidencece epistatic action of genes antigenic substances in sheep // Genetics. – 1954. – Vol. 39. – P. 396 – 408.

Rasmusen B.A. Blood groups in sheep // J. The X-2-system. – 1958. – V. 43. – P. 814 – 821.

Rasmusen B.A., Hall I.G. Assosiation between potassium concentration and serological type of sheep red blood cells // Science Wash. – 1960 a. – V. 15 i. – P. 1551 – 1552.

Rasmusen B.A., Tucker. Transferrin types and reproduction in sheep // Anim. Blood Grps. Biochem. Genet. – 1973. – V. 4. – P. 207 – 220.

Rasmusen B.A. Linkage between genes at H blood group locus and the loci for C and J blood groups in pigs // Anim. Blood Grps. Biochem. Genet. – 1982. – V. 13. – P. 285 – 289.

Rendel J., Niemann-Sorensen A., Irwin M.R. Evidence for epistatic action of genes on antigenic substances in sheep // Genetics. – 1954. – V. 39. – P. 396 – 408.

Rendel J., Alind Ole, Freenland R.A., Moller F. The realionship between the alkaline phosphatase polymorphism and blood growth O in sheep // Genetics. – 1964. – V. 50/5. – part. I – P. 973 – 986.

Roberts R.C., Makey M.W.C., Seal U.S. Human transferrin. Molecular wight and sedimentation properties // J. Biol. Chem. – 1966. – V. 241. – P. 4907 – 4913.

Singh L., Mohan S., Dwarkanath Amrit L. Adaptive significance of hemoglobin variants in the desert sheep of Rajasthan // Curr. Sci. (India). – 1975. – V. 44. – N 13. – P. 474 – 475.

Schmid D.O. Bluttengruppen bei Tieren – Ferdinand. // Euke Verlag. Stuttgart. – 1985. – S. 220.

Serum esterase genetics: identification and hormone induction of the E s – I b esterase in inbred sets / Matsumoto Kozo e.a. // Biochemical Genetics. – 1979. –V. 17. – N. 11/12. – P. 1121 – 1129.

Shimaoka T., Tanaca K., Tsunoda K., Suzuki S. Polymorphism of hemoglobin and X-protein and NADH diaphoreses in red cells and alkaline phosphatase and transferrin in blood plasma of sheep // J. Agric. Sci. – 1980. – V. 25. – P. 145 – 154.

Genetic relationship among six sheep breeds in Japan investigated on biochemical polymorphisms / Shimaca T. e.a. // Japan J. Zootechn. Sci. – 1981. – V. 52. – N 6. – P. 413 – 418.

Smithies O. Zone electrophoresis in starch gels: group variation in the serum proteins of human adults // J. Biochem. – 1955. – V. 61. – P. 629 – 641.

Smith L. Maynard. Protein Polymorphism // Nature. – 1972 – 237. – V. 70. P. 31.

Sparaque L. On the recognition and inheritance of the soluble blood property “X” of cattle // Genetics. – 1958. – V. 43. – P. 906 – 912.

Stormont C. An example of a recessive blood group in sheep // Genetics. – 1951. – V. 36. – P. 134 – 161.

Stormont C., Suzuki Y., Rasmussen B.A. Cross reaction of ovine and bovine isoimmune antibodies in cattle and sheep blood typing studies // J. Anim. Sci. – 1957 – V. 16. – P. 1102.

Stratil A. Two new sheep transferring variants and the effect of neuraminidase // Anim. Blood Grps. Biochem. Genet. – 1973. – V. 4. – N 3. – P. 153 – 159.

Suzuki Y., Stormont C. The I system of goats // Immunogenetics Letter. – 1961. V. 2. – P. 67 – 68.

Templeton J., Prisce D., Bogart R. Frequency of hemoglobin types in five breeds of sheep // J. Hered. – 1972. – V. 63. – N 4. – P. 202 – 204.

Tucker E.M. The appearance of R and O substances on the red cells of lambs // Immunogenetics Letter // 1964. – N 3. P. 133.

Tucker E.M. Further observations on the i-blood group in sheep // Vox. sang. – 1965. – N 10. – P. 195 – 205.

Tucker E.M., Stormont C., Suzuki V. Esterases in the blood of sheep (Summary) // Polymorphism's biochem. Anim. Paris. – 1967. – 313 Discuss.

Tucker E.M., Ellory I.C. The M-L blood group system and its influence on red cells potassium levels in sheep // Anim. Blood Crps. biochem. Genet. – 1970. – N 1. – P. 101 – 112.

Tucker E.M. Genetic variation in sheep red blood cell. In Blood of Sheep. Composition and Function. Ed. By M.Y. Blunt.

Springer-Velar, Berlin-Heidelberg-New York. – 1975. – P.342 – 386.

Tucker E.M. Genetic differences in metabolism of farm animals // Proc. Nutr. Soc. // 1977. – V. 36. – N. 8. – P. 41 – 45.

Tucker E.M., Crowley G. NADH diaphoreses a genetic marker for sheep red cells // Anim. Blood Grps. Biochem. Genet. – 1978. – V. 9. – P. 161 – 168.

Tucker E.M., Clarke S.W. Comparative aspects of biochemical polymorphism in the blood of caprinae species and their hybrids // Anim. Blood Grps. Biochem. Genet. – 1980. – V. 11 – P. 163 – 183.

Tucker E.M. Hemoglobin D in the rare Dutch breeds of sheep // Anim. Blood Grps. Biochem. Genet. – 1981. – V. 12. – N 2. – P. 207 – 220.

Yugas M.K.W. Studies of the development of normal antibody and of cellular antigens in the blood of sheep // J. Immunology. – 1949. – V. 61. – N 3-4. – P. 327 – 343.

Underwood E.J. Trace elements in Human and animal nutrition // Acad. Press. Inc. New York-London. – 1962.

Vascov B., Efremov G. Fourth hemoglobin type in sheep // Nature Lond. – 1967. – V. 216. – N 5115. – P. 593 – 594.

Vascov B., Efremov G. Protein polymorphism kod oplemenjene sarplaninske ovce protein polymorphism in sharplanina crossbred // Veterinaria. – 1970. – V. 19. – N. 2. Sarajevo.

Vestri R., Grovdano P.C., Bernini L.F. Different quantitative expression of the hemoglobin a chain genes in sheep // Biochem. Genet. – 1983. – V. 21. – N 12. – P. 1089 – 1099.

Vlaic A., Petre, Pop M. Cercetari privind relatiile dintre tipurile de hemoglobini si principalele insusiride productule // Lucrarile "Tehnologia, reproduce. O'T-la si patologia animalelor de ferma". Seminarul. – 1985. – N 10. – P. 251 – 156.

Watanabe S., Nozawa K., Suzuki V. Studies on the transferrin of goat. 7 Typing of transferrin og goat serum by stanch electrophoresis // Proc. Japan Acad. – 1965. – V. 41. – P. 326 – 331.

Wiener G., Hall I.G., Havter S., Field A.C., Sulile N.F. Relationships between hemoglobin type and copper concentrations in whole blood and its components in sheep of different breeds // Anim. Product. – 1979. – V. 19. – N 3. – P. 291 – 299.

Zur F., Zur T. Badania nad grupami krwi u owiec // Bieletyn nad grupami informacyjny. Instytut zootechniki. Kracow. – 1972. – r.X. – N 5/72. – P. 33 – 41.

Zur F., Zur T. Nowo wykryte antygony ukladu grupowego w krwi owiec. PTZ: Wybrane zagadnienia z produkcji u hodowil owiec // Materiały na XLIV zjazd Naukowy PTZ w dniach 20 - 22. – IX. – 1979. – P. 70 – 71.

Zur F., Zur T. Badania nad wistowaniem izohemolizym w sierze immunizowanych owiec // Bienlanka. – 1977. – Dotorska praca.

Zur F., Zur T. Wstępne wyniki badań nad otrzymaniem surowic testowych do oznaczania grup krwi u owiec // Zeszyty problemowe postępow nauk rolnizych. – 1976 a. – Z. 180. – 255 – 260.

Словарь селекционно-генетических терминов

Агглютинация (склеивание) – выпадение эритроцитов, бактерий и других клеточных элементов в осадок в результате склеивания их антителами.

Аддитивное действие генов – общее действие всех генов, равное сумме эффектов отдельных генов.

Аллели – формы состояния гена. Аллели находятся в одинаковых локусах гомологичных хромосом и определяют направление развития признаков. Каждый ген находится не менее чем в двух аллельных состояниях.

Аллелотип – совокупность аллелей или генов, присущих данной популяции. Аллелотип соответствует термину генотип, но в применении не к отдельной особи, а к целой популяции.

Антигены – высокомолекулярные коллоидные вещества, которые при введении в организм животных вызывают образование специфически реагирующих с ними антител. К ним относятся прежде всего чужеродные белки. Эритроцитарные антигены генетически обусловлены, наследуются по mendелеевским правилам.

Антитела – белки глобулиновой фракции сыворотки крови, образующиеся в ответ на введение в организм животного чужеродных антигенов. Процесс синтеза антитела контролируется различными структурными генами и генами интенсивности иммунного ответа. Этот процесс лежит в основе образования иммунитета.

Абсорбция – физико-химический процесс поглощения вещества из раствора жидкостями или твердыми телами, при котором это вещество проникает внутрь абсорбента.

Адьювант – вещество, оказывающее неспецифическое стимулирующее действие на иммуногенез. В качестве адьюванта в медицине и ветеринарии широко применяются гидроокись алюминия, квасцы, органические и минеральные масла, бактериальные полисахариды т.д.

Анализ генетический – вскрытие особенностей действия и числа генов, детерминирующих наследование анализируемого признака. Он основан на экспериментах по скрещиванию. В анализ генетический входят моногибридное

и полигибридное, анализирующее и возвратное скрещивания, с помощью которых изучают наследование признаков при доминировании и расщепление гена. Используется он и для исследования разных типов взаимодействия генов. В более широком смысле – это совокупность методов для изучения наследственности и изменчивости организмов. В селекции и разведении животных применяют следующие методы генетического анализа: гибридологический, генеалогический, генетико-статистический, моделирование, цитогенетический и близнецовый.

Банк информации – хранилище зоотехнической или племенной информации сельскохозяйственных животных. Закодированная информация хранится на ее технических носителях – перфокартах, перфолентах или магнитных лентах. Используется для анализа и планирования селекционно-племенной работы, а также в научно-исследовательских целях.

Банк спермы – хранилище глубоко замороженной спермы высокоценных производителей сельскохозяйственных животных. Находится при госплемпредприятиях. Банк спермы используется для искусственного осеменения самок с.-х. животных племенных и пользовательных стад.

Биогенетический закон – закон, согласно которому индивидуальное развитие особи (онтогенез) представляет собой краткое повторение важнейших этапов эволюции видов (филогенез).

Биометрия – наука о применении статистических методов для изучения живых организмов. Основателем биометрии считается Гальтон, который ввел в генетические исследования статистические методы. Он открыл «закон

регрессии» и «статистический закон наследственности», которые вошли в биометрию.

Биотип – совокупность фенотипов, принадлежащих к определенному генотипу. Они включают в себя как гетерозиготные, так и гомозиготные генотипы. В чистых, т.е. гомозиготных, линиях включаются только гомозиготные биотипы. В популяции апогамно размножающихся форм в состав клонов входят одинаковые биотипы преимущественно в виде гетерозиготных особей.

Биохимическая генетика – область общей генетики, занимающаяся вопросами хранения, репликации, передачи и изменения генетической информации; в более узком смысле изучает генетический контроль механизма биохимических реакций.

Вариация – проявление модификационных, генотипических и фенотипических различий между индивидами. Вариация выражает разнообразие индивидов по тому или иному признаку.

Вариант – значение или мера признака; индивид, входящий в вариационный ряд. При достаточном количестве животных проявление большинства количественных признаков будет близким к распределению варианта в нормальной кривой Гаусса. Большинство вариантов располагается в средней части вариационного ряда, и их частота постепенно убывает к обоим краям этого ряда, образуя минус – и плюс – варианты. Особый интерес для селекционера представляют плюс варианты.

Вариационный ряд – последовательность показателей признака животных, расположенная в порядке возрастания величин того же признака. Например, вариационный ряд коров по признаку молочной продуктивности может варьировать от 1000 кг до 10000 кг молока и больше.

Вариационный ряд обладает рядом закономерностей, которые используются в генетике и селекции животных.

Взаимодействие генов – взаимное действие генов, независимо от того, являются ли эти гены аллельными или неаллельными. Наследственная обусловленность признака зависит от комбинации генов. Различают следующие основные типы взаимодействия генов: 1) комплементарность, 2) эпистаз, 3) полимерию, 4) плейотропию, 5) модифицирующее действие.

Вид – группа (популяция) морфологически сходных организмов, имеющих общее происхождение потенциально способных к скрещиванию между собой в естественных условиях. Характерной биологической особенностью вида домашних животных является высокая внутривидовая изменчивость, вызванная широким различием между породами, что позволяет эффективно проводить селекцию.

Выражение гена – внешний эффект гена, который меняется в зависимости от различных влияний внешней и генотипической среды. Например, выражение гена в гетерозиготном состоянии может быть полным, частичным или полностью отсутствовать в зависимости от того, является ли ген доминантным, частично доминантным или полностью рецессивным.

Гаусса распределения (нормальное распределение) – закон распределения вероятности. Нормальное распределение признака наблюдается в тех случаях, когда на величину признака действует множество случайных независимых или слабо зависимых факторов, каждый из которых играет в общем итоге относительно незначительную роль (отсутствуют доминирующие факторы). Большинство хозяйствственно-полезных и селекционируемых признаков

животных подчиняется закономерностям нормального распределения.

Ген – элементарная единица наследственности, представляющая собой отрезок дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Ген обладает определенной биохимической функцией, формирует и изменяет признак. Главная функция гена – формирование синтеза ферментных и других белков. Наследственная детерминация признака обусловлена эффектом одного или многих генов. В более общей формулировке можно сказать, что ген – это отрезок ДНК, контролирующий определенный биохимический процесс при формировании генотипа особи.

Генеалогическая линия – потомство определенного мужского предка, представленное по отцовской линии в нескольких генерациях. Генеалогическая линия быстро исчезает, так как в каждой последующей генерации генетическое сходство с родоначальником в результате расщепления снижается вдвое. Используется в селекции для предотвращения стихийного родственного спаривания.

Генеалогия – родословная, с помощью которой определяют связи животного с его предками. Применяется для оценки племенных качеств животных, подбора родительских пар, анализа методов разведения и выявления генетической природы наследственных аномалий и болезней. Для полигенных признаков анализ генеалогии дает предварительную оценку племенной ценности животного, так как это связано с неполной наследуемостью и большим числом комбинаций генов количественных признаков.

Генерация (поколение) – группа животных, одинаково отдаленных от общих по происхождению предков. Понятие генерации используется при расчетах коэффициентов родства и инбридинга, а также при скрещивании. Так,

потомство, полученное от скрещивания разных пород или линий, называют помесными животными или гибридами первой генерации.

Генетика – отрасль биологии, изучающая явление наследственности и изменчивости организма. Современная генетика необходима для развития биологии, многих отраслей сельского хозяйства и медицины, для правильного понимания ряда коренных вопросов естествознания.

Генетико-статистические методы в селекции – методы, основанные на генетических и статистических закономерностях. С помощью их изучаются генетические процессы в популяциях животных. В животноводстве эти методы применяют для повышения эффективности племенной работы в больших популяциях животных.

Генетическая дистанция (генетическое расстояние) – степень генетического сходства между популяциями. В животноводстве оценка генетической дистанции производится с помощью полиморфных систем крови, молока, яиц, выявленных иммуногенетическими и электрофоретическими тестами. Установлено, что у близких пород того или иного вида животных сходных аллелей будет больше и частота их выше, чем у неродственных или менее родственных пород. Генетическую дистанцию можно оценить с помощью коэффициента (r): $r=S_a/(S_a+S_b)$, где S_a – доля межпородной изменчивости, S_b – доля внутрипородной изменчивости. Более точно оценка генетической дистанции (d) по одному локусу определяется формулой $d=\sqrt{1-\cos \Phi}$, где $\cos \Phi = P_a P_b$; $P_a P_b$ – частоты генов в популяциях а и в.

Генотипическая варианса – показатель наследственной изменчивости, включающий аддитивный, доминантный и эпистатический компоненты. У большинства хозяйственно-

полезных признаков генотипическая варианса основана на аддитивном компоненте, который обуславливает эффективность селекции. В общей изменчивости признака она отражает его наследственную обусловленность.

Генетический код – система зашифровки генетической информации в виде последовательности нуклеотидов для синтеза белка. Реализация генетического кода в клетке происходит в два этапа: транскрипции и трансляции. Единица кода, передающая при синтезе белка сведения об одной конкретной аминокислоте, называется кодоном.

Генетический параметр – показатель, характеризующий генетическую структуру популяции и указывающий на эффективность массовой селекции. Для моногенных признаков основным генетическим параметром является частота генов. В зависимости от частот отдельных генов в популяции складывается определенное соотношение генотипов и фенотипов. Для полигенных признаков генетическими параметрами служат коэффициенты наследуемости, повторяемости и корреляций. Генетические параметры используются в селекции животных.

Генетический полиморфизм – одновременное присутствие в популяции нескольких аллелей одного и того же локуса, находящихся в равновесии в течении ряда генераций. Генетический полиморфизм может иметь такое состояние, когда ген с селекционным преимуществом постепенно вытесняет второй ген из популяции. Генетический полиморфизм широко используют в селекции для повышения эффективности и в частности для характеристики генетической структуры популяции, контроля происхождения потомков, выявления связи с продуктивностью, плодовитостью, наследственными болезнями и степенью адаптации животных.

Генетический потенциал – комплекс генов, находящихся в определенных комбинациях, обеспечивающих максимальный уровень развития того или иного вида продуктивности животных. Он может быть реализован лишь в оптимальных условиях среды.

Генетический сдвиг – изменение племенной ценности и рангов животных в определенных условиях среды по сравнению с первоначальной оценкой племенной ценности этих животных, находившихся в другой среде. Если оценивается племенная ценность животных по продуктивности в начале в одних условиях среды, а затем в других, то изменение племенной ценности животных обусловлено взаимодействием генотипа со средой. Генетический сдвиг может существенно влиять на эффективность селекции, если в сильно контрастных условиях среды возникает взаимодействие генотипа со средой. При внутрипородной селекции животных, особенно производителей, за определенный промежуток времени генетический сдвиг осуществляется в положительном направлении, вследствие чего первоначальная племенная ценность животных изменяется.

Генетическое отклонение – генетически обусловленное отклонение признака индивида от популяционной средней, вызванной аддитивным, доминантным и эпистатическим действием генов. Животные с большим генетическим отклонением имеют высокую племенную ценность.

Генетическое равновесие – сбалансированная структура популяции, которая не изменяется в следующей генерации. При генетическом равновесии действия мутаций, миграций, селекции, дрейфа генов и способов спаривания взаимно уравновешиваются так, что сумма этих эффектов равна нулю.

Генетическое сходство – общность родственных животных по некоторым генам независимо от их гомо – и гетерозиготного состояния. Генетическое сходство с увеличением числа поколений существенно снижается, что следует учитывать при линейном разведении. Так, совокупная доля наследственных факторов родоначальника линий при аутбредном разведении теоретически должна уменьшаться в каждом поколении в два раза. Для поддержания генетического сходства родоначальником линии используют инбридинг, а также целенаправленный отбор и подбор животных.

Генная частота – количественное соотношение двух аллелей одного локуса в популяции. Генетическая частота изменяется под действием отбора, миграцией генов, скрещивании и мутаций. Она характеризует генетическую структуру популяции. Для определения генетической частоты используют разные способы: прямой подсчет генов, метод квадратных корней и т.д.

Геном – совокупность генов, локализованных в гаплоидном наборе хромосом, находящихся в гаметах; в более широком смысле – совокупность генов в гаплоидном наборе хромосом. При оплодотворении происходит объединение генома отцовских и материнских гамет.

Генотип – совокупность всех генов, локализованных в хромосомах организма. Он определяет племенную и селекционную ценность животного, а также норму реакции на все возможные условия среды. Генотип можно рассматривать как систему взаимодействия всех генов. Взаимодействие генотипа с внешней средой обуславливает фенотипическое проявление признаков.

Генофонд – совокупность генов одной популяции, характеризующихся определенной частотой. Изучение

особенностей наследственно обусловленных признаков популяции животных и определение частот различных генов имеют большое значение в селекции, особенно при разработке мероприятий по сохранению и улучшению генофонда локальных пород. Внутри породы структурные единицы – линии, отродья и семьи также различаются генофондом.

Гетерогенный (разнородный) подбор – спаривание животных, различающихся по фенотипу, неродственных или находящихся в дальнем родстве. Его широко используют для массового улучшения животных в промышленных хозяйствах. Где в основном применяют гетерогенный улучшающий подбор.

Гетерозигота – особь, дающая несколько типов генетически различных гамет и расщепление в потомстве. Данный генетический феномен обусловлен тем, что соответствующие локусы гомологичных хромосом содержат разные аллели. Оценка гетерозигот на наличие нежелательного или вредного рецессивного гена производится испытанием качества потомства.

Гетерозиготность – присущее животному состояние, при котором его гомологичные хромосомы имеют разные аллели одного или нескольких генов. Гетерозиготность возникает при образовании зиготы из разнокачественных по генному составу гамет. Так называемая структурная гетерозиготность может проявляться при хромосомной перестройке одной из гомологичных хромосом. При разведении и селекции животных гетерозиготность направляется подбором, но может возникнуть и в результате мутации. Она является одной из главных причин проявления гетерозиса, обуславливает высокую жизнеспособность, продуктивность и хорошую приспособляемость к условиям среды.

Гетерозис – свойство гибридов (или помесей) превосходить по определенным признакам среднее значение данных признаков родителей. Максимальный эффект гетерозиса проявляется в первой генерации. Проявление его объясняется главным образом взаимодействие генов (эффект доминирования и эпистаза), аддитивным действием положительно влияющих доминантных генов, присутствующих в разном наборе у родителей и соединяющихся в потомках, а также более благоприятным проявлением некоторых генов в гетерозиготах, чем в гомозиготах. При гетерозисе происходит погашение у гетерозигот вредного действия рецессивных генов.

Гомеостаз – способность популяции поддерживать генетическое равновесие, возникающее при оптимальном приспособлении животных к условиям среды, что обеспечивает им максимальную жизнеспособность.

Группы крови – сочетание антигенов в пределах генетических систем. Так, у крупного рогатого скота выявлено 12 генетических систем эритроцитарных антигенов, определяющих группу крови, у лошадей – 8, у свиней – 16, у овец – 8, у кур – 11. В селекции группы крови используют для уточнения отцовства в сомнительных случаях, выявление происхождения и генетической структуры пород, отбора и подбора, диагностики некоторых заболеваний и т.д. Количество групп крови увеличивается по мере дальнейшего изучения антигенного строения эритроцитов.

Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) – часть ядра клетки, образованная из полинуклеотидных цепей, имеющих спиральную форму. В состав ДНК входит четыре типа азотистых оснований: пуриновые – аденин и гуанин, пиримидиновые – цитозин и тимин, сахар, дезоксирибоза и

фосфорная кислота. Характерным для ДНК является комплементарность азотистых оснований в обеих цепях, когда пурины одной цепи связаны с пиримидинами другой водородными связями. Структура ДНК позволяет проводить аутодуплекцию. ДНК имеет важное биологическое значение, сохраняя и передавая по наследству генетическую информацию о свойствах и признаках организма. Молекулы ДНК, как носители генетической информации, в зависимости от размеров содержат разное количество генов – от единиц до сотен.

Доминирование – явление, при котором один из аллелей гетерозиготы (домinantный аллель) оказывает значительно большее влияние на соответствующий признак, чем другой аллель (рецессивный). Доминирование может быть полным и неполным. Оно уменьшает корреляцию между родителями и их потомками и этим затрудняет селекцию.

Закон генетического или генотипического равновесия (закон Харди-Вейнберга) – относительные частоты генов и генотипов остаются постоянными из поколения в поколение при условии панмиксии в достаточно большой популяции, в которой отсутствует отбор, мутации и миграции. Применяется для анализа популяции с селекционно-генетической точки зрения. Этот закон выражается формулой $p^2AA+2pgAa+g^2aa$, где p – частота доминантного гена A, g – частота рецессивного его аллеля a. При этом всегда $p+g=1$.

Иммуногенетика – раздел биологии изучающий генетический полиморфизм антигенного состава клеток животных. Методы иммуногенетики позволяют определить генотип животных, исходя непосредственно из его фенотипа, не прибегая к специальному гибридологическому анализу. Большое место в иммуногенетике отводят исследованию

наследственных факторов иммунитета, в том числе определяющих разнообразие и специфичность иммуноглобулинов.

Иммуноглобулины – специфические белки, вырабатываемые организмом в ответ на внедрение в него антигена – чужеродных белков или полисахаридов, с которыми иммуноглобулины специфически связываются, нейтрализуя их вредное действие. Процесс синтеза иммуноглобулина, лежащего в основе иммунитета, контролируется различными генами. Предполагается, что в геноме имеется большое количество генов, кодирующих разные иммуноглобулины.

Иммунизация – введение в организм генетически чужеродного материала (антигена) с целью образования устойчивости к заболеваниям или получения сыворотки, содержащей специфические антитела.

Имбридинг (инкухт) – спаривание животных состоящих между собой в более близком родстве, чем это в среднем имеет место в популяции (например, в породе, линии и стаде). В зависимости от степени родства спариваемых животных различают имбридинг тесный, умеренный и отдаленный (слабый).

Информационная РНК (и-РНК) – рибонуклеиновая кислота, очередьность нуклеотидов которой скопирована с последовательности нуклеотидов ДНК. Главная функция и-РНК состоит в передаче генетической информации от генов к рибосомам. Первичная структура синтезируемых в клетке белков, обусловливающая их специфические свойства, определяется только информацией, записанной в и-РНК.

Кодоминантность – проявление у гетерозиготы признаков обоих аллелей гена, так что гибридная особь имеет два родительских признака. Кодоминантность выявляется при

изучении белков крови, молока и других биологических жидкостей. Наличие ее позволяет непосредственно, т.е. без применения скрещивания, изучать генетическую структуру популяции и определять группы крови для установления истинного происхождения с.-х. животных.

Локус – участок хромосомы, в котором локализован определенный ген. Локус может быть сложным, состоящим из многих тесно сцепленных между собой генов. При конъюгации хромосом в мейозе каждый локус хромосомы лежит возле соответствующего локуса гомологичной хромосомы, что приводит к обмену наследственными факторами двух гомологичных хромосом.

Маркерный (сигнальный) ген – ген с известной локализацией и действием, по которому можно определить тот или иной признак. Группы крови, варианты белков и другие биологические системы, отличающиеся полиморфизмом, используют в качестве генетических маркеров. По ним, в частности, можно контролировать происхождение животных, диагностировать наследственные болезни и т.д. Связь маркерных генов с признаком объясняется либо плейотропным действием генов, либо их сцеплением. Связь маркерных генов с большинством количественных признаков окончательно не установлена.

Материнский эффект – влияние матери на потомков, обусловленное плазматическим наследованием, развитием эмбриона в утробный период и выращиванием потомка в подсосный период. Различают генетический и модификационный материнский эффект: генетический не отличается от эффекта истинной плазматической наследственности, а модификационный связан с эмбриональным периодом и выращиванием потомства во время молочного периода.

Менделевские законы – сформулированные Г.Менделем правила наследования, устанавливающие численные соотношения, в которых проявляются отдельные наследственные признаки и их сочетания в гибридном потомстве при половом размножении. Первый закон Менделя (закон единства, или однородности) гласит, что гибриды первого поколения, полученные от моногибридного скрещивания гомозиготных родителей, будут единообразны независимо от направления скрещивания, а фенотип будет определяться доминантностью аллелей родителей. Второй закон Менделя (закон расщепления) указывает, что при скрещивании моногибридов первого поколения в потомстве второго поколения происходит расщепление на определенные генотипические и фенотипические классы. При полном доминировании наблюдается «классическое» соотношение фенотипов $-3/4$ особей с доминантным признаком и $1/4$ - с рецессивным, а соотношение генотипов следующее: $1/4$ - доминантные гомозиготы, $2/4$ – доминантные гетерозиготы и $1/4$ - гомозиготные рецессивы. Третий закон Менделя (закон свободного комбинирования, или независимого распределения) утверждает, что во втором поколении полигибридных скрещиваний расщепление по каждой паре аллелей происходит независимо от расщепления по другим парам, вследствии чего возникают новые комбинации. Этот закон соблюдается в том случае, когда гены родителей расположены в разных парах хромосом.

Менделевские законы имеют ограничения: во-первых, они справедливы лишь для хромосомных генов и не действительны для наследственных цитоплазматических факторов; во-вторых, являются статистическими и проявляются на большом по численности материале; в-третьих, численные соотношения фенотипов соблюдаются,

если гены характеризуются полной пенетрантностью, а между разными генами в полигибридных скрещиваниях отсутствует взаимодействие генов, как, например, комплементарность или эпистаз. В животноводстве менднлевские законы используются в селекционных программах, а также при оценке генотипов животных.

Микроэволюция – генотипические преобразования, происходящие в популяциях в исторически короткий промежуток времени и доступные для непосредственного контроля. Элементарными факторами являются мутации, популяционные волны, изоляция и отбор. В микроэволюции элементарной эволюционной структурой служит популяция. Учение о микроэволюции является синтезом классического эволюционного учения и достижений современной генетики.

Мониторинг генетический – слежение за динамикой генетической структуры популяции, включающее контроль темпа мутационного процесса. Может проводиться на основе большего или меньшего числа наследственных признаков (в том числе болезней, дефектов, аномалий и т.д.) во всей популяции, особенно в ее селекционной части и в группах производителей. Усилия ученых направлены на поиски регистрации определенных групп наследственных аномалий, которые позволяют оценивать наследственную изменчивость в целом. В племенном учете должны обязательно фиксироваться сведения о наследственной патологии, которые будут обработаны с помощью генетико-статистического анализа.

Наследование – процесс передачи наследственных задатков или наследственной информации от одного поколения к другому. Наследование каждого признака характеризуется определенным типом, например моногенным и полигенным.

Наследственность – свойство организма повторять в ряду поколений одинаковые признаки и передавать наследственные задатки, детерминирующие эти признаки. Наследственность может быть ядерной и неядерной (цитоплазматической). Она обеспечивается идентичным воспроизведением (ауторепродукцией) ДНК – носителя наследственности.

Наследуемость – доля генетической изменчивости в общей фенотипической вариации признака в конкретной популяции. Наследуемость соответствует регрессии генотипа на фенотип, вследствии чего она является критерием надежности фенотипа для оценки племенной ценности животных. Она позволяет также прогнозировать эффект массовой селекции. Наследуемость подразделяют на аддитивную, когда в доле генетической изменчивости превалирует аддитивный эффект генов, и неаддитивную, в которой главную роль играют доминирование и эпистаз.

Неаддитивный эффект генов – генетически обусловленный эффект в фенотипическом выражении признака, основанный на взаимодействии аллелей внутри локуса (доминирование) и между локусами (эпистаз). Является основной причиной возникновения гетерозиса и используется в разведении животных, в скрещиваниях пород и линий для получения гетерозисных гибридов и выявления специфической комбинационной способности.

Онтогенез – развитие индивидуума, начиная от оплодотворенной яйцеклетки (зиготы) до естественного завершения его жизненного цикла. Онтогенез можно разделить на четыре основные стадии: 1) эмбриональное развитие; 2) постэмбриональное развитие; 3) период половой зрелости и размножения; 4) старость, заканчивающаяся естественной смертью индивидуума. Каждая стадия

онтогенеза регулируется действием генов и условиями среды. У с.-х. животных породы одного вида отличаются продолжительностью стадии онтогенеза. Изучение закономерностей онтогенеза составляет предмет исследования ряда специальных разделов биологии: эмбриологии, физиологии, биохимии и онтогенетики.

Отбор животных – вид искусственного отбора животных, обладающих желательными для селекционера признаками, т.е. важнейший прием создания и совершенствования пород, линий и стад животных. Чтобы отбор животных был результативным, необходима информация о наследственном потенциале отбираемых особей, которая может быть получена тремя способами: изучением фенотипа, анализом родословных и оценкой потомков.

Плейотропия – способность одного гена оказывать влияние на несколько разных признаков организма. Плейотропия свойственна большинству генов, является основной причиной, возникновения генетических корреляций между разными продуктивными признаками. Она часто связана с признаками, имеющими эволюционное значение - плодовитостью, продолжительностью жизни, способностью выживать в экстремальных условиях среды.

Племенная ценность – племенные качества животных, оцененных по эффекту действия аддитивных генов (общая племенная ценность) или всех генов (специальная племенная ценность). Общая племенная ценность определяется статистическими методами, специальная племенная ценность – на основе опытных скрещиваний.

Повторяемость – степень сходства повторных изменений признака, оцениваемая коэффициентом повторяемости. Оценка повторяемости позволяет выявить относительный вклад генотипа и среды в изменчивость признака. В

повторяемость включается вся генетическая изменчивость (аддитивная и неаддитивная). Коэффициент повторяемости указывает на эффективность раннего отбора по фенотипу. Эффективность использования повторяемости в селекции повышается при отборе животных по признакам с низкой наследуемостью.

Подбор – система спаривания животных. Подбор можно рассматривать как комбинацию генов или комбинацию родительских гамет, которые приводят к образованию зигот и новых генотипов. По сходству и различию между спариваемыми животными различают подбор гомогенный и гетерогенный, а по степени родства животных его делят на родственное и неродственное спаривание.

Полиморфизм – одновременное присутствие в пределах популяции двух и более генов в одном локусе хромосомы. Одной из форм полиморфизма является сбалансированный полиморфизм, основанный на генетическом равновесии между противодействующими селективными силами, т.е. процессами мутации, миграции и селекции. В животноводстве системы группы крови, белков сыворотки и ферментов могут служить примером сбалансированного генного полиморфизма. При другой форме полиморфизма - переходный (изменяющейся) ген с селекционным преимуществом постепенно вытесняет другой ген из популяции. Поскольку присутствие очень редкого гена с небольшой селективной ценностью связано с повторением мутацией, речь не может идти об истинном генетическом полиморфизме. Сбалансированный полиморфизм является одним из возможных механизмов генетического гомеостаза, сохраняющего популяцию как единую генетическую систему. Отбор на фоне полиморфизма оказывает двоякое действие - элиминирует гены, не обеспечивающие

преимущества индивидов и автоматически сохраняет гены, находящиеся в гетерозиготном состоянии, имеют селективное преимущество, так как в них функционируют оба аллеля гена - мутантный и немутантный.

Популяционная генетика – раздел общей генетики, изучающий генетическую структуру и динамику генетического состава популяций. Является теоретической основой современной селекции животных. Одним из методов популяционной генетики, широко используемой в селекции, является генетико-статистический. Популяционная генетика возникла на основе синтеза генетики и математической статистики.

Популяция – совокупность особей одного вида, занимающих определенную территорию, свободно скрещивающихся друг с другом и в той или другой степени изолированных от других совокупностей. Популяция может рассматриваться с различных точек зрения. В животноводстве под популяцией понимают группу животных одной породы, имеющих фенотипические и генотипические различия и размножающихся путем скрещивания. Популяция может находится на разных уровнях начиная от породы и кончая стадом или линией.

Порода – группа сходных по генетически обусловленным хозяйствственно-биологическим свойствам и морфологическим признакам животных общего происхождения и одного вида, предъявляющих сходные требования к природным и производственным условиям. Порода имеет сложную структуру, состоящую из зональных типов (отродия), производственных типов, линий и семейств. Различают породы примитивные, заводские и переходные. В зоологическом смысле породу можно рассматривать как подвид.

Скрещивание – метод разведения, при котором происходит спаривание животных из генетически разных популяций, чаще всего из линий и пород. В таких случаях речь идет о межлинейном и межпородном скрещивании. С генетической точки зрения скрещивание представляет собой спаривание индивидов, которые различаются между собой по одной или более парам признаков. В соответствии с этим рассматривают моногибридные и полигибридные скрещивания.

Сцепление – связь между генами, исключающая возможность их независимого наследования, свободной комбинации и определяемая их локализацией в одной и той же хромосоме. Сцепление может быть полным , при котором исключается свободная комбинация генов, и частичным. При сцеплении происходит совместная передача генов потомству от одного из родителей.

Трансплантация – пересадка оплодотворенных яйцеклеток или эмбрионов от высокопродуктивных коров (коровы-доноры) низкопродуктивным коровам (коровы-реципиенты) в целях интенсификации воспроизводства высокопродуктивных племенных животных. Процесс трансплантации включает такие приемы, как вызывание суперовуляции у коров-доноров путем применения экзогенных гонадотропинов и простагландинов, оплодотворение яйцеклеток спермой быков - улучшателей по селекционируемым признакам и пересадки зиготы или эмбриона реципиентам.

Трансферрины – белки сыворотки крови. Используются в селекции для изучения породных и внутрипородных различий, установление истинного происхождения и выявления возможных связей с биологическими и хозяйствственно важными признаками. У разных видов с.-х.

животных выявлено разное количество аллелей трансферринов.

Фенотип – совокупность всех морфологических и физиологических признаков индивида. Представляет результат совместного действия генотипа и среды. При этом факторы среды оказывают более или менее сильное влияние на проявление наследственных задатков. Фенотип не всегда служит прямым и полным выражением генотипа. В животноводстве различают фенотип организма и фенотип признака.

Хромосомы – самовоспроизводящиеся ядерные структуры, состоящие из ДНК и белков и содержащие продольно расположенные гены или генетически активные локусы. Каждый вид животных имеет определенное количество хромосом. Число их при всех делениях ядра остается постоянным. В гаплоидном наборе все хромосомы различны и каждая обладает строгой индивидуальностью.

Цитогенетика – учение о цитологических основах наследственности, возникшее в результате синтеза гибридологических и цитологических данных. Итогом тесного сближения генетики и цитологии явилось хромосомная теория наследственности. В настоящее время цитогенетику можно рассматривать как раздел генетики изучающий структуру и функции клетки, особенно хромосом, в целях глубокого познания явлений наследственности.

Эпистаз – взаимодействие между генами, принадлежащими к разным парам аллелей при котором аллель одной из пар (эпистатический) подавляет проявление аллеля другой пары (гипостатический). Эпистаз проявляется на всех стадиях развития. Ген, препятствующий синтезу определенного белка или фермента, эпистатичен по

отношению к гипостатическому гену, который модифицирует эти вещества или испытывает необходимость в них для проявления своей деятельности. В популяционной генетике термин «эпистаз» используется в более широком смысле для всех неаллельных взаимодействий между генами разных локусов. Примерами проявления эпистаза могут служить скрещивание кур доминантной и рецессивной окраски, а также скрещивания лошадей серой и рыжей масти. В результате эпистаза во второй генерации наблюдаются другие классы расщепления вместо типичных для дигибридного расщепления 9:3:3:1.

Предметный указатель

- Абсорбция 33-37
Агглютинация 11, 17, 31-32,
 141
Адьювант 26
Адьювант Фрейнда 26
Аллель 6, 10, 11, 18, 23, 43,
 55, 56, 59, 60, 63, 66, 70,
 91, 92, 95, 96, 98, 140
Антигены 9, 22 , 95, 141
 -методы введения 13
 наследования 16, 18
 обозначение 7, 8, 19
 эритроцитарные 10, 31
Антигенов частота
(встречаемость) 52, 55, 56,
 59
Антитела 9, 22, 23, 32
 естественные 141
 иммунные 141
Реактивные животные
Аттестация (типирование)
Гемолизины 7, 8
гемолитический тест 30
Генетика биохимическая
 143, 145-146
Генетическая дистанция
(расстояние) 110 - 112
Генетические маркеры 91
Генетическое сходство 115
Генные частоты аллелей 149
Генофонд,
паспортизация 75-78,
 86, 90, 99-100
Гетерозиготность 150
Гетерозис 16, 17, 150
Гетероиммунизация
Группы крови, системы 6,
 61 - 75
Гомозиготность (оценка)
16, 17, 66-67, 92, 94
Гомеостаз 151
Дифференциация 91
Донор 10. 21
 - взятие крови 23
 - выбор для иммунизации
 22
Иммунизация 22, 23, 25, 153
 - методы 24, 25, 153
Иммуногенетика 99, 103,
 152
Иммуноглобулины 11
Индекс генетического
сходства 70, 84
Кластерный анализ 85, 89,
 91, 118
Кодоминантный тип насле-
дования 54, 61, 116, 153
Комплемент 17, 30

- Консервация (хранение)
 - реагентов 28-29
- Корреляция селекционно-генетическая 115
- Кровь
 - взятие у доноров 23
 - взятие у реципиентов 25-28
- Критерий достоверности 71
- Локус 94, 154
- Мониторинг генетический
 - 96, 118, 156
- Наследуемость 157
- Онтогенез 157
- Племенная ценность 158
- Полиморфизм 38-39, 147, 159
 - белков 58, 62
 - альбумин 40,
 - гемоглобин 40, 44 – 48, 53, 92, 94, 96
 - трансферрин 40-44, 92, 94, 96, 103
 - ферментов 62
 - арилэстераза 40, 57-62, 70, 92, 94, 95
 - карбоангидраза 40
 - щелочная фосфатаза 40, 54 -56, 92, 94
- Полиморфные системы 69, 74, 117
- Популяция 89, 91, 93, 114, 116, 160
- Породы 72, 160
 - австралийский меринос 77, 92
 - алтайская тонкорунная 52-53, 60
- Кровь
 - взятие у доноров 23
- взятие у реципиентов 25-28
- Критерий достоверности 71
- Локус 94, 154
- Мониторинг генетический
 - 96, 118, 156
- Наследуемость 157
- Онтогенез 157
- Племенная ценность 158
- Полиморфизм 38-39, 147, 159
 - белков 58, 62
 - альбумин 40,
 - гемоглобин 40, 44 – 48, 53, 92, 94, 96
 - трансферрин 40-44, 92, 94, 96, 103
 - ферментов 62
 - арилэстераза 40, 57-62, 70, 92, 94, 95
 - карбоангидраза 40
 - щелочная фосфатаза 40, 54 -56, 92, 94
- Полиморфные системы 69, 74, 117
- Популяция 89, 91, 93, 114, 116, 160
- Породы 72, 160
 - австралийский меринос 77, 92
 - алтайская тонкорунная 52-53, 60

- асканийская тонкорунная
45, 49, 53, 57, 62
- грозненская 52-53, 56, 60-
45, 61, 76, 77, 89, 90, 96
- забайкальская 53, 62
- кавказская 43, 52, 53, 56,
60-61, 79, 89, 90, 92,
94-96
- казахский меринос
- каракульская 52, 53, 57, 59,
62
- куйбышевская 46, 53, 55, 59
- манычский меринос 43, 77,
80, 90
- прекос 53, 57
- романовская 47, 53, 57, 60
- северно-кавказская мясо-
шерстная 86, 90
- советский меринос 43, 52,
53, 56, 61, 77, 81, 89, 90, 96
- советская мясо-шерстная
77, 86
- ставропольская 43, 46, 52,
53, 56, 60, 61, 77, 82, 89,
90, 91, 94, 96
- цигайская 57, 59, 62
- южно-казахский 62
- Препотентность 105, 106,
116-118
- «Прилитие крови» 82
- Резистентность 108
- Реиммунизация 27
- Рецipient 21, 23
- Родительские пары подбор
107, 108
- Селекционный процесс 38,
116-118
- Селекция 99, 117
- Семейный анализ 7, 8
- Системы групп крови 13-17,
77-88, 92-95, 98,
101, 106, 116
- Схема иммунизаций 22
- Сыворотки
- моноспецифические
(реагенты) 20
- Поливалентные
«сырые» 32, 33, 36
- Тест гетерозготности 68
- Типирование
- Трансплантация 112, 113,
161
- Трансферрины,
полиморфизм 92, 96, 161
- Фенотип 94, 161
- Филогенез 89, 118
- Харди-Вайнберг закон 64,
148, 152
- Хромосомы 115, 162
- Электрофорез 37, 41, 58, 60
- Эмбрион 113
- Эпистаз 162

Содержание

Введение.....	3
1. Общие вопросы иммуногенетики.....	5
1.1 Из истории изучения групп крови.....	5
1.2 Антигены и антитела.....	9
1.3 Наследственно обусловленные системы эритроцитарных антигенов.....	13
1.4 Изготовление моноспецифических сывороток – реагентов.....	20
2. Наследственно обусловленные полиморфные системы белков и ферментов.....	37
3. Генетико-статистический анализ иммуногенетических данных	63
4. Использование генетически обусловленных систем антигенов, белков, ферментов в селекции....	74
4.1 Установление генофонда и межпородной дифференциации пород	75
4.2 Выявление маркеров продуктивности.....	93
4.3 Проведение генетической экспертизы достоверности происхождения.....	97
4.4 Оценка препотентности производителей.....	102
4.5 Оценка сочетаемости родительских пар.....	107
Заключение.....	114
Литература.....	119
Словарь селекционно-генетических терминов.....	140
Предметный указатель.....	164

Монография

ИММУНОГЕНЕТИКА В СЕЛЕКЦИИ ОВЕЦ

**Абонеев Василий Васильевич
Чижова Людмила Николаевна
Селионова Марина Ивановна**

Пописано в печать 19.07.04. Отпечатано 30.07.04.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Тираж 200 экз. Заказ № 81

Отпечатано в ЗАО "МАРТ"
355007, г. Ставрополь, ул. Мира, 330

Таблица 1 Классификация систем групп крови у овец

Обозначение систем	Природа антигена	Методы определения	Алле-ли	Фенотипы	Генотипы
1	2	3	4	5	6
A	Эритроцитарный антиген	Иммунные изогемолизины	a,b,-,	Антиген обозначается как и аллель	Открыты при семейном анализе
B	Эритроцитарный антиген	Иммунные изогемолизины	b,i,c,d, ef,g,h	Антиген обозначается как и аллель	Открыты при семейном анализе
C	Эритроцитарный антиген	Иммунные изогемолизины	a,B,-,	Антиген обозначается как и аллель	Открыты при семейном анализе
M	Эритроцитарный антиген	Иммунные изогемолизины	a,b,c,-,	Антиген обозначается как и аллель	Открыты при семейном анализе
R	Эритроцитарный антиген; в виде R антигена в сыворотке	Натуральные гемолизины; анти-R от овец и крупного рогатого	R, r I, i	R O, анти - R I, анти - R	RRII, RRiI, RrII, RRii открыты при семейном анализе

∞

1	2	3	4	5	6
	крови; R и O в жидкостях тела	скота			rrII, rrIi открыты при семейном анализе rrii, RRii, Rrii открыты при семейном анализе
D	Эритроцитарный антиген	Иммунные изоагглютинины или гемолизины	a,-	Антиген обозначается как и аллель	Антиген обозначается как и аллель
F ₃₀	Эритроцитарный антиген	Иммунные изогемолизины	F _{30,-}	Антиген обозначается как и аллель	Антиген обозначается как и аллель
F ₄₁	Эритроцитарный антиген	Иммунные изогемолизины	F _{41,-}	Антиген обозначается как и аллель	Антиген обозначается как и аллель

Таблица 7 Частота аллелей трансферринового локуса у отечественных пород овец

№ п/ п	Порода	Аллели						Номен- клатура (автор)	Автор иссле- дования
		A	B	C	D	E	P		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Алтай- ская тон- корунная	0,506	0,082	0,167	0,206	0,207	0,012	E. Juck- er	В.И. Глазко и др., 1979
2	Асканий- ская	0,031	0,447	0,066	0,403	0,032	0,021	J. Ash- ton	А.В.Пересадин , 1969
3	Грознен- ская тон- корунная	0,330	0,080	0,182	0,385	0,023	-	E. Juck- er	С.А. Казанов- ский и др., 1989
4	Казахская тонко- рунная	0,352	0,274	0,290	0,076	0,009	-	J. Ash- ton	Г.Л. Ким, 1983
5	Кавказ- ская тон- корунная	0,341	0,147	0,128	0,372	0,012	-	E. Juck- er	С.А. Казанов- ский и др., 1988
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

†	6	Киргиз-ская тонко-рунная	0,321	0,131	0,448	0,07	0,03	-	J. Ashton	Д.В. Карликов и др., 1972
	7	Ставро-польская тонко-рунная	0,339	0,116	0,177	0,366	0,002	-	E. Jucker	С.А. Казановский и др., 1989
	8	Куйбышевская	0,319	0,198	0,450	0,032	0,001	-	J. Ashton	М.Ф.Башкеева, 1978
	9	Советский ме-ринос	0,409	0,101	0,136	0,313	0,041	-	E. Jucker	С.А. Казановский и др., 1989.,
	10	Цигай-ская	0,351	0,122	0,189	0,270	0,068	-	E. Jucker	С.А. Казановский и др., 1989.,
	11	Цигай-ская	0,215	0,179	0,554	0,043	0,008	-	J. Ashton	В.И. Спиридонов, И.И. Могорян, 1976
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

12	Дегерес-ская шерстная	0,292	0,085	0,494	0,106	0,022	-	J. Ashton	Г.Л. Ким, 1983
13	Джайдара	0,207	0,251	0,319	0,151	0,072	-	J. Ashton	М.Н.Аберкулов, 1979
14	Имеритинская	0,213	0,161	0,298	0,210	0,118	-	J. Ashton	М.Д.Рчеушвили, 1979
15	Ламно-горская	0,301	0,120	0,391	0,132	0,056	-	J. Ashton	М.Д.Рчеушвили, 1979
16	Латвийская	0,224	0,472	0,137	0,166	-	-	J. Ashton	С.Т.Стамбеков, 1975
17	Романовская	0,049	0,041	0,906	0,004	-	-	J. Ashton	А.А.Лазовский, 1978
18	Тушинская	0,214	0,180	0,309	0,194	0,103	-	J. Ashton	М.Д.Рчеушвили, 1979
19	Эдильбаевская	0,559	0,379	0,063	-	-	-	J. Ashton	С.Т.Стамбеков, 1975

Таблица 11 Частота встречаемости антигенных факторов эритроцитов у овец

Порода	Системы групп крови													
	A		B			C			D		M		R	
	Aa	Ab	Bb	Bc	Bd	Be	Bi	Bg	Ca	Cb	Da	Ma	Mb	R
Тонкорунные породы														
ГТ	0,4 28	0,2 89	0,3 83	0,3 33	0,1 25	0,2 94	0,1 92	0,2 13	0,3 43	0,6 70	0,4 92	0,2 79	0,1 81	0,2 98
КА	0,4 02	0,2 14	0,1 73	0,2 52	0,4 37	0,4 19	0,1 55	0,3 97	0,0, 346	0,6 72	0,2 64	0,1 17	0,1 19	0,6 38
ММ	0,4 89	0,2 98	0,3 95	0,4 27	0,1 95	0,4 87	0,3 83	0,3 95	0,2 53	0,3 08	0,4 83	0,3 98	0,1 95	0,3 95
СМ	0,4 01	0,2 07	0,4 86	0,2 88	0,3 36	0,4 55	0,1 56	0,2 89	0,5 25	0,6 43	0,1 76	0,1 86	0,1 92	0,1 98
СТ	0,4 72	0,1 43	0,3 26	0,5 44	0,2 92	0,4 73	0,3 69	0,2 92	0,2 15	0,2 90	0,3 19	0,3 27	0,2 16	0,3 51
АМ	0,2 46	0,4 01	0,2 12	0,2 49	0,0 17	0,3 12	0,2 59	0,4 83	0,1 17	0,2 41	0,5 67	0,3 68	0,2 16	0,4 98
Полутонкорунные породы														
СК	0,5 87	0,1 53	0,2 89	0,0 76	0,3 98	0,3 18	0,3 98	0,4 18	0,3 24	0,4 79	0,3 51	0,0 76	0,3 49	0,1 98
СМ III	0,6 36	0,1 25	0,4 76	0,1 89	0,5 15	0,2 95	0,1 25	0,1 44	0,2 44	0,3 14	0,4 93	0,3 14	0,3 95	0,4 77

Таблица 14 Оценка баранов по качеству потомства

Настриг чистой шерсти, кг							
Номинальные	1,98 ±0,04	1,89 ±0,03	1,95 ±0,03	2,16 ±0,4	2,20 ±0,05	2,10 ±0,05	1,98 ±0,03
Истинные	2,12 ±0,05	1,78 ±0,03	1,87 ±0,02	2,11 ±0,04	2,31 ±0,04	2,18 ±0,03	1,89 ±0,02
Td							
Номинальные	1,81		3,57	1,02	1,72	2,06	
Истинные	4,48		5,63	0,22	4,61	7,07	
Ранг барана по качеству потомков							
Номинальные	нейтральный	нейтральный	ухудшатель	нейтральный	нейтралъный	нейтралъный	нейтраль-ный
Истинные	улучшатель	ухудшатель	улучшатель	нейтральный	улучшатель	улучшатель	улучшатель