

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ставропольский государственный аграрный университет»**

**Методические рекомендации
по формированию генетически благополучной
быкопроизводящей группы высокопродуктивного
молочного стада крупного рогатого скота**

Ставрополь, 2018

ББК
УДК
К

В.И.Трухачев,

Методические рекомендации по формированию генетически благополучной быкопроизводящей группы высокопродуктивного молочного стада крупного рогатого скота / В.И.Трухачев, С.А.Олейник, Н.З.Злыднев; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь, 2018. – 51 с.

Методические рекомендации ставят своей целью обеспечить зооветеринарных специалистов и собственников информацией, необходимой для формирования генетически благополучной быкопроизводящей группы высокопродуктивного молочного стада крупного рогатого скота.

Предназначены для зооветеринарных специалистов, руководителей хозяйств по производству молока-сырья и студентов факультетов технологического менеджмента и ветеринарной медицины аграрных университетов.

Содержание

Введение	4
1. Мониторинг организации работы при проведении подбора родительских пар в племенных молочных хозяйствах Ставропольского края с определением наиболее эффективных сочетаний линий при подборе	7
2. Методика проведения исследований по ДНК-диагностике высокопродуктивного поголовья молочного скота для подготовки геномного паспорта	22
3. Проведение мониторинга наличия широкого спектра генетических аномалий, ассоциированных с нарушением фертильности и исследования генетических маркеров молочной продуктивности высокопродуктивной популяции молочного скота в подконтрольных стадах	45
Заключение	50
Список использованной литературы	51

Введение

Разработка методических рекомендаций по формированию генетически благополучной быкопроизводящей группы высокопродуктивного молочного стада крупного рогатого скота обусловлена необходимостью обоснования методологии воспроизводства отечественной племенной продукции и обеспечения импортозамещения высокопродуктивных генетических материалов в племенном молочном скотоводстве.

В качестве объекта исследований был использован высокопродуктивный крупный рогатый молочный скот айрширской и черно-пестрой пород Ставропольского края, представленный 3 племенными хозяйствами с общим поголовьем 6771 голова крупного рогатого скота, в том числе 2652 коровы. Поголовье черно-пестрого скота представлено племенным заводом «Казьминский» Кочубеевского района, где выращивается 3808 голов высокопродуктивного крупного рогатого скота, в том числе 1275 коров с показателями продуктивности, в среднем: удой 8976 кг молока от коровы за год, жир 3,70г%, белок 3,16 г%, выход молочного жира на 1 корову в год составляет 332,11 кг, молочного белка – 283,64 кг, суммарно, выход белка и жира на 1 корову в год составляет 615,75 кг. Поголовье голштинского скота представлено племенным репродуктором ООО «Агрофирма «Село Ворошилова», где разводится 2566 голов крупного рогатого скота, в том числе 1124 коровы с показателями продуктивности, в среднем: удой 8201 кг молока от коровы в год, жир 3,98 г%, белок 3,38 г%, выход молочного жира на 1 корову в год составляет 326,40 кг, молочного белка – 277,19 кг, суммарно выход молочного жира и белка составляет 603,59 кг, что на 12,16 ниже по сравнению с племзаводом «Казьминский».

Поголовье айрширского скота представлено племенным репродуктором «Кубань» Кочубеевского района, где выращивается 397 голов крупного рогатого скота, в том числе 253 коровы с показателями продуктивности, в среднем: удой 6610 кг молока за год, жир 3,97 %, белок 3,17%; выход молочного жира 1 корову в год составляет 262,42 кг,

молочного белка – 209,54 кг, суммарно выход молочного жира и белка на 1 корову в год составляет 471,96 кг, что на 23,4% ниже по сравнению с чернопестрым скотом племзавода «Казьминский».

Проведен мониторинг наличия широкого спектра генетических аномалий, ассоциированных с нарушением фертильности, в целом по 60 показателям, в том числе, **носительство моногенных заболеваний**: Дефицит лейкоцитарной адгезии (BLAD), Дефицит уридинмонофосфатсинтазы (DUMPS), Комплексный порок позвоночника (CVM), Цитруллинемия (BC), Брахиспина (BY), Дефицит фактора XI (одиннадцать) крови (FXID), Аксонопатия (DS), Субфертильность быков (BMS), Синдром Чедиака-Хигаси (CHS), Врожденная мышечная дистония 1 типа (CMD1), Врожденная мышечная дистония 2 типа (CMD2), Синдром кривого хвоста (CTS), Карликовость типа «бульдог» (BD), Буллезный эпидермолиз (EB), Дефицит фактора VIII (восемь), гемофилия А (FVIII), Идиопатический врожденный мегаэзофагус (ICM), α-маннозидоз (α-MAN), β-маннозидоз (β-MAN), Мукополисахаридоз (MPSIIIB), Болезнь кленового сиропа (валинолейцинурия) (MSU), Синдактилия, мулье копыто (Mulefoot), Нейрональный цероидный липофусциноз (NCL), Остеопетрозис (OS), Синдром раздутого теленка (PCS), Врожденная псевдомиотония (PMT), Врожденная эритропоэтическая протопорфирия (PT), Синдром арахномиелии и артрогрипоза (SAA), Спинальная демиелинизация (SDM), Спинальная мышечная атрофия (SMA), Тромбопатия (TP), Weaver (Синдром Вивера) (Weaver); **гаплотипы, ассоциированные с нарушением фертильности** – по 12 показателям: Голштинский гаплотип 1 (HH1), Голштинский гаплотип 2 (HH2), Голштинский гаплотип 3 (HH3), Голштинский гаплотип 4 (HH4), Голштинский гаплотип 5 (HH5), Голштинский гаплотип, ассоциированный с дефицитом холестерина (HCD), Айрширский гаплотип 1 (AH1), Гаплотип 1 бурой швицкой породы (BH1), Гаплотип 2 бурой швицкой породы (BH2), Джерсейский гаплотип 1 (JH1), Джерсейский гаплотип 2 (JH2), Монбельярдский гаплотип 2 (MH2); **белки молока**: Ген бета-казеина (b-

CAS), Ген каппа-казеина (k-CAS), Ген бета-лактоглобулина (b-LGB); молочные качества: Ген диацилглицерол О-ацилтрансферазы (DGAT1), Ген АТФ-связывающей кассеты подсемейства G субъединицы 2 (ABCG2), Ген гормона роста (анализ полиморфизмов GH_2141, GH_2291) (GH), Ген рецептора гормона роста (GHR_F279Y); **мясные качества:** Ген кальпаина (анализ полиморфизмов CAPN1_316, CAPN1_4751, CAPN1_530) (CAPN1), Ген кальпастатина (анализ полиморфизмов CAST_282, CAST_2870, CAST_2959) (CAST); **комолость:** Celtic-мутация, ассоциированная с комолостью (Celtic-мутация), 80к-дупликация, ассоциированная с комолостью (80к-дупликация); **окрас:** Доминантный ген черного окраса (Ген рецептора меланокортина-1) (BLACK), Доминантный ген красного окраса (Ген белка альфа-субъединицы коатомера) (VARIANT RED), Ген серовато-коричневого окраса (Ген тирозиназависимого белка 1) (DUN), Мутации в гене белка премеланосомы, ассоциированные с кремовым окрасом (PMEL17), Мутация в гене белка тирозина, ассоциированная с альбинизмом (TYR), Мутация в гене сигнального белка агути, ассоциированная с окрасом типа агути (ASIP).

В качестве биологического материала использовались образцы бычьего семени быков-производителей Акционерного общества «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных» (АО «ГЦВ»), быков-производителей, используемых в Ставропольском крае, в том числе, 1 бык-производитель ОАО «Ставропольское» по племенной работе, а также пробы кожи от племенных коров ООО «Агрофирма «Село Ворошилова» Предгорного района и товарного хозяйства по производству молока СПК колхоз «Русь» Советского района Ставропольского края.

В результате выполнения работы методических рекомендаций по формированию генетически благополучной быкопроизводящей группы высокопродуктивного молочного стада крупного рогатого скота.

1. Анализ организации работы при проведении подбора родительских пар в племенных молочных хозяйствах Ставропольского края с определением наиболее эффективных сочетаний линий при подборе

В Ставропольском крае в результате целенаправленной работы ученых-селекционеров и практиков животноводства на базе лучших племенных предприятий были созданы высокопродуктивные генетические ресурсы наиболее технологичных молочных пород (табл. 1).

Анализ представленных данных показывает, что удои молока от представленных популяций специализированного молочного скота находятся на уровне лучших достижений молочных ферм ЕС, США и Канады [2-4].

Среднее число лактаций у высокопродуктивных животных составляет 2,0-3,2, причем наилучшим этот показатель отмечен у племенных коров айрширской и ярославской пород. Наивысшие показатели по надою молока отмечены у коров голштинской, черно-пестрой, ярославской и айрширской пород, красная степная порода также характеризуется высокими показателями (6,5 тыс. кг молока), хотя и уступает указанным породам на 23-58%. Содержание жира в молоке, в среднем, составляет 3,7-3,86 г%, при этом наилучшими были животные айрширской и черно-пестрой пород. Содержание молочного белка варьировало в пределах 3,1-3,2 г%. Соотношение молочного жира и белка находилось в пределах 1,19-1,21, что свидетельствует, в целом, о нормальном и сбалансированном питании в племенных хозяйствах Ставропольского края.

Таким образом, генетический потенциал молочного скота наилучших мировых пород позволяет разрабатывать региональные программы по увеличению производства молока и, тем самым, увеличивать продовольственную безопасность края.

Проведение комплексного анализа уровня молочной продуктивности и качественных показателей молока (жир и белок) за 2016-2017 гг. показало,

что поголовье племенного скота в Ставропольском крае составляет 21,4 тыс. голов, в том числе, 10,2 тыс. коров.

Таблица 1 - Показатели молочной продуктивности породных генетических ресурсов Ставропольского края (российская репродукция)

Порода	Продуктивность коров за 305 дней лактации								Скорость молокоотдачи, кг/мин	Форма вымени
	Наивысшая продуктивность				Последняя законченная лактация					
	Кол-во лактаций	Удой, тыс. кг	Жир%	Белок %	Кол-во лактаций	Удой, тыс. кг	Жир %	Белок %		
Айширская	2,9	8,8	3,85	3,10	3,5	8,5	3,85	3,03	2,12	1
Голштинская черно-пестрая	2,3	10,3	3,78	3,13	3,5	9,2	3,78	3,17	2,72	1
Голштинская красно-пестрая	2,0	8,0	3,70	3,17	1,8	7,7	3,68	3,15	2,51	1
Красная степная	2,2	6,5	3,77	3,17	3,0	6,8	3,85	3,11	1,87	1; 2
Черно-пестрая	2,3	8,9	3,86	3,2	3,0	8,3	3,94	3,2	1,93	1; 2
Ярославская	3,2	8,6	3,81	3,17	3,7	8,3	3,80	3,16	2,05	1; 2

Наибольшее поголовье племенного скота сосредоточено в племенных репродукторах ООО СП «Чапаевское», ООО «АПХ Лесная Дача», ООО Агрофирма «Село Ворошилова» (голштинская порода) и племенном заводе СПК колхозе-племзаводе «Казьминский» (черно-пестрая порода): 2,5-6,0 тыс.

голов, в том числе, 1,1-3,5 тыс. коров). В остальных племенных хозяйствах: ООО "Приволье", Сельскохозяйственный племякколхоз "Россия", ООО "Колхоз-племякзавод имени Чапаева", ООО "Хлебороб", СПК КПЗ "Кубань", ЗАО «Октябрьский», которые занимаются разведением скота голштинской, черно-пестрой, айрширской и ярославской пород, общее поголовье животных составляет 397-1609 гол., в том числе 253-600 коров.

В 2016 году наибольший удой молока на 1 корову был получен в ООО «АПХ Лесная Дача», ООО СП «Чапаевское», ООО Агрофирма «Село Ворошилова» и СПК колхозе-племякзаводе «Казьминский», Сельскохозяйственный племякколхоз "Россия" – 7656 - 8976 кг; наименьший в ЗАО «Октябрьский» - 4212 кг. Показатели содержания жира и белка в молоке несколько превышают стандарты пород и принятую в Ставропольском крае базисную жирность и белковость. В 2017 году с высокой достоверностью, согласно данных за 10 месяцев текущего года, ожидается превышение показателей удоя, содержания жира и белка в молоке.

Селекционная работа проводится в соответствии с действующей нормативно-правовой базой в области племенного молочного скотоводства:

- Федеральный закон от 3 августа 1995 г. №123-ФЗ «О племенном животноводстве»;

- Порядок и условия проведения бонитировки крупного рогатого скота молочного и молочно-мясного направлений продуктивности (Приказ МСХ РФ от 28 октября 2010 г. №379);

- Правила в области племенного животноводства «Виды организаций, осуществляющих деятельность в области племенного животноводства» (Приказ МСХ РФ от 17 ноября 2011 г. №431);

- Правила ведения учета в племенном скотоводстве молочного и молочно-мясного направления продуктивности» (Приказ №25 МСХ РФ от 01.02.2011 г) с учетом внесенных изменений (Приказ №232 МСХ РФ от 10.06.2016 г.)

- Инструкция по искусственному осеменению коров и телок

(Госагропром СССР,1988);

- Инструкция по трансплантации эмбрионов крупного рогатого скота (Госагропром СССР,1987);

- Положение о государственной системе мечения и идентификации племенных животных. Крупный рогатый скот. Молочно-мясные породы (Минсельхоз России, 1996).

Главное внимание в молочном скотоводстве направлено на повышение удоев и содержание жира и белка в молоке, устойчивости животных к заболеваниям и отсутствие скрытых генетических дефектов, сохранение плодовитости и долголетней эксплуатации в условиях промышленной технологии. При совершенствовании племенных и продуктивных качеств молочного скота используют следующие показатели для оценки племенных и продуктивных качеств животных: удои, массовую долю жира и белка в молоке, тип телосложения, выравненность лактационной кривой, пригодность к машинному доению, воспроизводительную способность коров, продолжительность племенного использования и устойчивость к заболеваниям. При этом особое внимание обращается на крепость конституции и экстерьерные показатели животных, так как только хорошо развитые и крепкие животные способны к длительной эксплуатации и могут устойчиво передавать свои качества потомству.

В племенных стадах оценку и отбор молочных коров проводят по собственной продуктивности, конституции, экстерьеру, происхождению и качеству потомства. Оценка коров по удою за первую лактацию в условиях промышленной технологии имеет первостепенное значение, так как у крупного рогатого скота отмечена высокая положительная корреляция между удоем за первую и последующие лактации.

Оценку по содержанию жира и белка в молоке проводят с учетом изменения состава молока по мере раздоя коров, а также по сочетаемости высокой продуктивности с массовой долей жира и массовой долей белка в молоке. Одновременно с оценкой коров по молочной продуктивности

учитывают и их живую массу, которая должна соответствовать оптимальным показателям соответствующей породы.

При оценке экстерьера особое внимание обращается на выраженность молочных признаков, развитие мускулатуры, крепость костяка и копытного рога, что имеет особое значение в условиях промышленной технологии. Животных с экстерьерными дефектами бракуют, так как они не пригодны для племенных целей.

Оценка коров по пригодности к машинному доению включает форму и размер вымени и сосков, равномерность развития четвертей вымени, скорость и полноту выдаивания. Для машинного доения считаются пригодными коровы с большим, хорошо развитым выменем, чашеобразной или ваннообразной формой, равномерно развитыми сосками цилиндрической формы. Индекс вымени должен соответствовать не менее 42-45% при средней скорости молокоотдачи 1,6-1,8 кг/мин.

Оценку воспроизводительной способности коров осуществляют по количеству полученных от них телят за определенный период.

Оценка быков-производителей по качеству потомства проводится выборочно, так как хозяйства закупают спермопродукцию на племянциях по искусственному осеменению и иностранных дилеров уже оцененных быков с племенной категорией в основном «Улучшатель».

Комплексной оценкой племенных и продуктивных качеств молочного скота по породности и происхождению, продуктивности и развитию, конституции и экстерьеру и др. показателям является бонитировка. Бонитировка крупного рогатого скота проводится ежегодно, коров по окончании первой или очередной лактации, ремонтных телок – с 10-месячного возраста. Бонитировка проводится в соответствии с инструкцией «Порядок и условия проведения бонитировки крупного рогатого скота молочных и молочно-мясных пород». На основании комплексной оценки животным присваивают определенный бонитировочный класс: элита-рекорд, элита, I и II класс. Все остальные животные считаются внеклассными и

племенного значения не имеют.

Классность молочных коров определяют по 100-бальной шкале. За молочную продуктивность дается до 60 баллов, экстерьер, конституцию и развитие – до 24, генотип до 16 баллов.

Оценку коров по молочной продуктивности проводят по удою, массовой доле жира (%) или количеству молочного жира (кг) за 305 дней лактации. При этом используют соответствие животных минимальным требованиям по породам. Скорость молокоотдачи определяют по результатам контрольного доения, которое проводят на 2-3 месяце лактации.

Основными признаками подбора в молочном скотоводстве являются показатели молочной продуктивности. Особенно обращают внимание в племенных хозяйствах на подбор животных по содержанию жира и белка в молоке, поскольку эти показатели имеют отрицательную корреляцию с уровнем молочной продуктивности. Для этой цели используют только быков-улучшателей, потомство которых отличается сочетанием высокой молочной продуктивности, жирности и белковости молока. Применяется индивидуальный подбор коров к быкам с учетом продуктивности, основных технологических признаков, принадлежности животных к тем или иным линиям.

Важным звеном в племенной работе в молочном скотоводстве является зоотехнический учет селекционируемых показателей. Учет в племенных хозяйствах ведется в соответствии с «Правилами ведения учета в племенном скотоводстве молочного и молочно-мясного направления продуктивности», утвержденными приказом №25 МСХ от 01.02.2011 г с учетом внесенных изменений (приказ №232 МСХ от 10.06.2016 г.)

Учет данных осуществляется с помощью форм первичного учета (событий) и форм отчетности (сводные данные).

Ведение учета данных осуществляется при обязательной идентификации животных на основе унифицированного принципа кодирования и присвоения идентификационного номера, а также с

использованием ручной и автоматизированной системы учета данных.

Ведение форм первичного учета (событий) на предприятии осуществляется учетчиком по племенному делу следующими методами:

- вручную, путем внесения необходимых сведений о событии в соответствующие формы учета;
- в электронном виде, если применяемое оборудование (электронные весы, молочное оборудование) позволяет передать соответствующие данные в автоматизированную систему учета данных в племенном животноводстве;
- в электронном виде, если запись (регистрация) события происходит непосредственно "на ферме" с помощью специального программного обеспечения (оборудования), совместимого с автоматизированной системой учета данных в племенном животноводстве.

Учет данных осуществляется в течение 1 - 3 дней с момента, когда произошло событие.

Отчетные (сводные) данные формируются с помощью программного обеспечения на основании данных первичного учета.

Учет данных осуществляется по всем имеющимся на предприятии племенным животным с момента рождения (поступления) и до выбытия, учитывая все события, происходящие за период нахождения животного в хозяйстве.

Изготовление бланков форм учета данных на предприятиях производится типографским способом.

Для изготовления бланка формы "Племенное свидетельство коровы (КРС-2)" применяется бумага в оттенках розового цвета, формы "Племенное свидетельство быка (КРС-1)" - фиолетового цвета, формы "Племенное свидетельство молодняка крупного рогатого скота (КРС-3)" - зеленого цвета. Эти бланки утратили свою силу с 14 августа 2016 года согласно приказа Минсельхоза России от 10 июня 2016 года и изъяты из первичной документации. Новые бланки введены в обращение Приказом Минсельхоза РФ №232 от 10.06.2016 г. Документация первичного учета данных

представлена следующими формами:

- "Акт контрольного доения животных"
- "Акт отбора проб молока животных"
- "Акт определения интенсивности молокоотдачи животных"
- "Акт регистрации приплода животных"
- "Акт проведения осеменения животных"
- "Акт определения стельности животных"
- "Акт проведения оценки экстерьера животных"
- "Акт проведения запуска коров"
- "Акт взвешивания животных"
- "Акт перевода животных"
- "Акт выбытия животных"
- "Карточка оценки коровы по типу телосложения"

Отчетность (сводные данные) продуктивности ведется по следующим формам:

- "Карточка племенного быка", форма 1-МОЛ
- "Карточка племенной коровы", форма 2-МОЛ
- "Племенное свидетельство быка (КРС-1)", "Племенное свидетельство коровы (КРС-2)", "Племенное свидетельство молодняка крупного рогатого скота (КРС-3)" - эти формы отчетности утратили свою силу с 14 августа 2016 года согласно приказа Минсельхоза России от 10 июня 2016 года и изъяты из первичной документации.
- "Бонитировочная ведомость о результатах племенной работы с крупным рогатым скотом молочного и молочно-мясного направлений продуктивности
- "Журнал выращивания молодняка крупного рогатого скота молочного и молочно-мясного направлений продуктивности"
- "Журнал оценки быков-производителей молочных и молочно-мясных пород по качеству потомства" не ведется
- "Журнал искусственного осеменения, запуска и отелов коров и осемененных телок"

Все формы учета рассчитаны на обработку материалов в компьютерной программе «СЕЛЕКС». Молочный скот.

Учет событий проводится по следующим правилам:

- при проведении контрольного доения учитываются следующие показатели: дата проведения контрольного доения, являющаяся датой составления соответствующего акта; кличка; идентификационный номер животного; разовый удой за I-е, II-е и III-е доение; удой за сутки; качество молока;
- при определении интенсивности молокоотдачи учитываются следующие показатели: дата определения интенсивности молокоотдачи, являющаяся датой составления соответствующего акта; кличка, идентификационный номер животного; номер текущей лактации; разовый удой за I-е, II-е и III-е доение; удой за сутки; затраты времени на выдаивание аппаратом за I-е, II-е и III-е доение и в целом за сутки; марка аппарата машинного доения;
- при регистрации приплода животных учитываются следующие показатели: дата отела; идентификационный номер коровы, кличка; пол, количество и живая масса полученного приплода; присвоенный идентификационный номер полученного приплода; легкость отела; количество мертворожденных голов и голов с уродствами (при наличии);
- при регистрации осеменения животного учитываются следующие показатели: дата осеменения; идентификационный номер и кличка коровы или телки; идентификационный номер и кличка быка-производителя, семя которого использовалось; метод осеменения; номер по счету осеменения.

Учет уровня продуктивности и качества молока у коров. Учет уровня продуктивности и качества молока за лактацию или определенный период лактации каждой коровы, производится путем обобщения результатов проводимых контрольных доек в установленном порядке, согласно Порядку и условиям проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота молочного и молочно-мясного направлений продуктивности.

Контрольная дойка проводится одновременно у всех животных, содержащихся в одном помещении, за исключением сухостойных коров и

новотельных коров до вечера 6 дня после отела.

Для определения количества надоенного молока от коровы используются технические средства - весы, мерные ведра или молокомеры, а также электронные автоматические приборы. Все технические средства подвергаются в установленном порядке контролю на точность показаний организациями Госстандарта России не реже одного раза в год.

Количество молока определяется с точностью до 0,1 кг. Удой за контрольный период рассчитывается с точностью до 1 кг.

Количество надоенного молока за контрольные сутки определяется путем сложения последовательно полученных дневного, вечернего и утреннего удоев при трехразовом доении и вечернего и утреннего удоев при двукратном доении.

Уровень содержания жира, белка, соматических клеток, а при необходимости и других компонентов в молоке подконтрольных коров, определяется путем исследования специально отобранных проб молока согласно действующим нормативам и методикам в специализированных лабораториях, деятельность которых разрешена в установленном порядке.

Для отбора пробы молока используются градуированные пипетки, дозированные шприцы, мерные стаканчики и стаканчики для транспортировки проб молока, имеющие номера.

Отбор пробы молока и ее консервация проводится в следующем порядке:

- перед началом контрольной дойки в мерные стаканчики (их готовят и номеруют по числу коров) добавляют консервирующее вещество, допущенное к использованию действующими нормативами, плотно закрывают крышками и устанавливают в специальный штатив, который в свою очередь маркируется кодом субъекта племенного животноводства и кодом транспортного ящика;
- после окончания дойки коровы при отсутствии автоматических измерительных приборов, разовый удой измеряется, и часть его при

тщательном перемешивании переливается и специальную емкость;

- проба отбирается пропорционально каждому надюю в течение контрольной дойки с помощью выше указанных технических средств (пипетки, шприца или другого мерного приспособления).

Транспортировка проб молока в лабораторию осуществляется транспортом лаборатории.

Определение доли жира и белка (уровня содержания жира и белка) в молоке осуществляется приборами-анализаторами, разрешенными к использованию в установленном порядке, а так же методами соответствующими действующим государственным стандартам.

Количество молочного жира и молочного белка (кг) за контрольный период рассчитывается путем умножения среднего процента жира (белка) за два смежных определения на количество молока, надоенного за этот период с последующим делением произведения на 100. Количество молочного жира (белка) за лактацию рассчитывается путем сложения результатов определения этих показателей за учтенные соответствующие периоды лактации.

Массовая доля жира и белка (уровень содержания жира и белка в молоке) за контрольные сутки определяется с точностью до 0,001%, за контрольный период - до 0,01%. Количество молочного жира и молочного белка рассчитывается соответственно с точностью до 0,01% и до 0,1% кг

Для обеспечения воспроизводства молочного стада в Ставропольском крае функционирует предприятие ОАО «Ставропольское» по племенной работе, основное назначение которого - обеспечить молочное и мясное скотоводство качественным племенным генетическим материалом – семенем быков-производителей, позволяющим улучшать генетический потенциал разводимого скота.

Предприятие реализует в хозяйства края спермопродукцию 27 быков голштинской породы черно-пестрой масти, 7- красно-пестрой, 2- черно-пестрой породы, 11-черно-пестрой породы с разной долей кровности по

голштинам, 5- айрширской породы.

Все быки оценены по качеству потомства. Большая часть имеет категорию «Улучшатель», но в связи с их дефицитом используется продукция и быков с категорией «Нейтральный».

Все быки имеют линейную принадлежность, среди быков голштинской и черно-пестрой пород используются животные, принадлежащие к линиям Вис Бек Айдиал, Рефлекшн Соверинг, Силинг Трайджун Рокит , Монтвик Чифтейн и Пабс Говернер, среди айрширских – Урхо Еррант и С.Б.Командор. Быки-производители, семя которых хранится в ОАО «Ставропольское», имеют как иностранное происхождение (Великобритания, Канада, Дания, Германия, Венгрия), так и рожденные в России.

Уровень молочной продуктивности и породный состав племенного поголовья молочного скота Ставропольского края позволяет:

- сформировать высокопродуктивную быкопроизводящую группу коров, с тем, чтобы после получения здорового потомства и проведения оценки быков-производителей по качеству потомства использовать их для создания высокопродуктивных популяций молочного скота на Юге России;
- проводить племенную продажу ремонтного молодняка для создания новых товарных и племенных хозяйств по производству молока на Юге России.

На основании анализа данных, вносимых племенными службами в базы данных «Селэкс», нами была изучена генеалогическая структура маточных стад по принадлежности к линиям в СПК колхозах-племзаводах «Казьминский», имени Чапаева, «Россия», в СП ООО «Чапаевское» и СП ООО «Приволье».

Разведение по линиям как прием племенной работы предусматривает комплекс зоотехнических мероприятий направленных на улучшение и дальнейшее совершенствование ценных качеств животных. Разведение молочного скота по линиям направлено на получение животных, сходных по своим качествам с родоначальником. В настоящее время основная задача селекции молочного скота заключается в том, чтобы повышать

продуктивные качества животных из поколения в поколения. Для этого необходимо выявить наиболее и эффективные линии, их сочетаемость с целью получения животных желательного типа. Следовательно, разведение по линиям – это высшая цель селекционно-племенной работы со стадом.

В СПК колхозе-племзаводе «Казьминский» Кочубеевского района разведение голштинского скота идет по пяти линиям: В.Б. Айдиала, М. Чифтейна, Р. Соверинга, С.Т. Рокита и Пабст Говернер. К прочим линиям относится всего 13 стародойных коров. Наиболее многочисленными являются животные принадлежащие к линии М. Чифтейн – 1032 головы или 45,8 %. Маточное поголовье принадлежащие к линиям В.Б. Айдиала и Р. Соверинга составляет 505 и 433 голов или 22,4 и 19,2 %, соответственно. Выводится из воспроизводства коровы принадлежащие к линии С.Т. Рокита (всего 15 стародойных коров). 254 головы (11,3 %) ремонтных телок принадлежат к линии Пабст Говернер. Животные данной линии отличаются высоким содержанием белка в молоке и хорошими воспроизводительными качествами.

В СПК колхозе-племзаводе «Кубань» Кочубеевского района генеалогическая структура молочного скота айрширской породы представлена шестью линиями: Риихивиидан Урхо Еррант, Кинг Ерант, Ханнулан Яюскяри, Юттеро Ромео, С.Б. Командор и О.Р. Лихтинг. Наиболее многочисленная – линия Риихивиидан Урхо Еррант, на долю которой генеалогической структуры стада приходится 53 %. Животные этой линии отличаются высокой молочной продуктивностью в сочетании с хорошими воспроизводительными качествами. Сокращается поголовье принадлежащее к линиям Кинг Ерант и Ханнулан Яюскяри (в стаде нет ремонтных телок). Увеличилось число ремонтных телок принадлежащих к линиям С.Б. Командор (11,7 %) и О.Р. Лихтинг (7,9 %).

В СПК колхозе-племзаводе имени Ворошилова Труновского района разводят голштинский скот черно-пестрой и красно-пестрой масти по пяти линиям: В.Б. Айдиала, Р. Соверинга, М. Чифтейна, Уес Идеала и С.Т. Рокита.

Количество животных в стаде, принадлежащих к прочим линиям незначительное и составляет 182 головы или 9,6 %. Самая многочисленная линия В.Б. Айдиала – 468 голов или 24,6 %. Маточное поголовье данной линии отличается высокой величиной удоя, однако по содержанию жира и белка в молоке уступает животным линии Р. Соверинга (239 голов или 12,6 %) и М. Чифтейна (330 голов или 17,4 %). Животные линии С.Т. Рокит выводятся из воспроизводства, так как уступают другим линиям по величине удоя морфофункциональным свойствам вымени и воспроизводительным качествам.

В СПК колхозе-племзаводе «Россия» Новоалександровского района разведение голштинского скота идет по четырем линиям: В.Б. Айдиала, М. Чифтейна, Р. Соверинга и Пабст Говернер. Наиболее многочисленными являются животные, принадлежащие к линии Р. Соверинга – 573 головы или 45 %, причем около 40 % телок всех возрастов принадлежат к данной линии. Животные принадлежащие к линии М. Чифтейна составляют 313 голов или 24 %, к линии В.Б. Айдиала – 247 голов или 19 %, из которых всего 2 головы (0,8 %) составляют ремонтные телки. Вывод из воспроизводства коров линии В.Б. Айдиала производится в связи с более низкими показателями величины удоя и количества молочного белка. В последние 2 года стадо комплектуется ремонтными телками, принадлежащие к линии Пабст Говернера (дочери быков Эльсинора 1731 и Рон-М2671). Это связано с селекцией на повышение белковомолочности у коров данного стада. Для животных данной линии характерен высокий процент содержания белка в молоке (3,1-3,3 %). Животных принадлежащих к прочим линиям в стаде насчитывается 13 голов или 1,0 %.

Генеалогическая структура стада голштинской породы в СП ООО «Чапаевское» представлена пятью линиями: В.Б. Айдиала, Говернер Оф. Корнейшна, М. Чифтейна, Р. Соверинга и Пабст Говернер. Наиболее многочисленными являются животные, принадлежащие к линии В.Б. Айдиала – 1449 голов или 36,3 %, ремонтные телки данной линии составляют

– 487 голов или 12,2 % и к линии Р. Соверинга – 1337 голов или 33,5 %. Ремонтные телки составляют 239 голов или 6,0 %. Выводятся из воспроизводства маточное поголовье, принадлежащее к линии Пабст Говернера – 34 головы или 0,9 %. Животные, принадлежащие к прочим линиям составляют – 570 голов или 14,3 %.

В СП ООО «Приволье» голштинский скот разводят по трем основным линиям: В.Б. Айдиала, М. Чифтейна и Р. Соверинга. Из всего маточного поголовья (1020 голов) наибольшее число принадлежит к линиям Р. Соверинга – 405 голов или 40 % и В.Б. Айдиала – 333 головы или 32,6 %. Все животные разной линейной принадлежности характеризуются не одинаковыми показателями продуктивности. Наиболее высокие показатели по величине удою и количеству молочного жира имеет маточное поголовье, принадлежащее к линии Р. Соверинга. Животные линии М. Чифтейна в настоящее время оказывает ухудшающий эффект по удою, количеству молочного жира и белка. Количество животных принадлежащих к прочим линиям составляет – 208 голов или 20,4 %.

Таким образом, разведение по линиям является эффективным методом совершенствования молочных пород скота, разводимых в Ставропольском крае, определяют экономику производства молока, обеспечивают количественный и качественный рост стада. Результаты исследований и оценки животных, полученные при выполнении работ специалистами контроль-ассистентской и эксперт-бонитерской служб, лабораториями по анализу качества молока и оценки генетических аномалий, внесены в информационные базы данных «Селэкс» и используются специалистами для определения дальнейшего развития популяций крупного рогатого скота.

Анализ генеалогических структур стад голштинского скота из подконтрольных племенных хозяйств показывает, что большое распространение получили быки: В.Б. Айдиал, М. Чифтейн и Р. Соверинг.

2. Методика проведения исследований по ДНК-диагностике высокопродуктивного поголовья молочного скота

Развитие молочного скотоводства в России идет по пути увеличения доли кровности в генотипе и расширения поголовья чистопородного скота голштинской породы. В условиях крупномасштабной селекции и преимущественного применения искусственного осеменения при разведении животных особую значимость приобретает контроль степени генетической чистоты и отсутствия хромосомных аномалий у быков-производителей, поскольку у большинства из них потенциально могут появиться десятки тысяч коров-дочерей, наследующих как положительные, так и отрицательные признаки от своих быков-отцов [2-6].

Исследования показывают, что из-за использования ограниченного контингента быков-производителей в стадах голштинской породы разных стран стали фиксироваться случаи рождения телят с различными фенотипическими аномалиями, которые часто имели генетическую основу, обусловленную мутациями в хромосомах. При отсутствии генетического контроля и выбраковки носителей мутации в популяциях голштинского скота происходит интродукция мутантных генов, что создает ситуацию наличия скрытого «эффекта производителя». Опасность этого процесса заключается в распространении генетических мутаций в последующих поколениях скота, что приносит огромный экономический ущерб животноводческой отрасли.

По результатам генетического мониторинга установлено, что родословные популяций голштинской породы во всех странах ограничены, в основном, на 20 быках-производителях. В дальнейшем оказалось, что выдающийся производитель Осборндейл Айвенго, оказался гетерозиготным носителем двух рецессивных мутаций с летальным действием в гомозиготном состоянии - BLAD и SVM – синдрома, генотип которого, в том числе при воспроизводстве голштинов в России, неоднократно репродуцировался, особенно широко при использовании потомков быка А.

Белла, который также был скрытым носителем указанных мутантных генов. В результате оказалось, что на крупных племпредприятиях России более 40 % используемых в сети искусственного осеменения быков несут кровь (гены) этого производителя. Выявленная ситуация, в виду высокой степени сходства генотипов и генофондов животных между отдельными племенными хозяйствами, может вызвать генетическую эрозию в породе, а это, в свою очередь, неизбежно приведет к нарастанию гомозиготности, в том числе по данным конкретным летальным генам.

В настоящее время в комплекс признаков, обязательных для проверки генотипа быков, включена молекулярно-генетическая экспертиза (ПЦР — диагностика) на SVM – синдром. Если не осуществлять подобного контроля и не выбраковывать выявленных носителей мутаций, то огромный экономический ущерб животноводческой отрасли неизбежен.

На одном из племпредприятий России из 26 обследованных быков 6 оказались носителями SVM -синдрома. Было установлено, что до момента проверки их использовали в воспроизводстве на стадах 20 хозяйств, часть из которых носит статус племенных. При средней нагрузке на быка равной 1000 маток в год, от шести этих быков 3 тыс. голов годового приплода будут гетерозиготными носителями CV -гена, а за два года эта цифра составит уже 6 тыс. и т.д. Она, соответственно, возрастет, если учесть, что в настоящее время в стране используются 5500 быков по материнской линии — черно-пестрой и по отцовской — голштинской, а также чистопородных быков голштинской породы, в том числе 785 голов на станциях искусственного осеменения, а в племзаводах содержится 115,9 тыс. голов черно-пестрого скота. Анализ показал, что значительная часть этих животных происходит от предков - носителей этой мутации.

Поэтому существует такая вероятность, что произошедшая в популяциях интродукция мутантного гена, из-за отсутствия браковки носителей мутаций, то есть наличие так называемого скрытого «эффекта производителя» распространяется в нижеследующие поколения до сих пор.

При этом, согласно законам Менделя, с одной стороны, будет происходить выщепление гомозигот — рождение телят-уродов или их гибель на более ранних этапах онтогенеза, с другой — их возрастание при инбридинге разных степеней.

Учитывая факт, что в России интенсивно использовали сыновей, внуков, правнуков А. Белла, его отца О. Айвенго и они присутствуют в родословных голштинизированного скота, как с отцовской, так и материнской стороны, вероятность массового стихийного инбридинга на этих гетерозиготных носителей двух летальных рецессивных генов весьма существенна [4-6].

Для предотвращения этой реальной генетической угрозы в отечественном молочном скотоводстве необходимо, прежде всего, провести проверку всех быков на станциях искусственного осеменения, что позволит в ближайшей перспективе очистить породы от данных летальных мутаций.

Поэтому происходящие в последнее время процессы глобализации в молочном скотоводстве, а именно голштинизации черно-пестрого, а также симментальского скота, должна находиться под тщательным генетическим контролем. В России отсутствует организация регулярного контроля генетических дефектов быков-производителей с введением соответствующих рекомендаций и указаний в племенной службе. До сего времени не ясны вопросы юридической ответственности перед хозяйствами за экономический ущерб, наносимый генетическими дефектами в результате продажи-покупки дефектного семени.

Современные методы искусственного осеменения дают возможность получать от каждого быка десятки тысяч потомков, что наряду с возможностью соответствующей скорости ввода ценных генных комплексов создает реальную опасность генетической эрозии — обеднения или сужения генофонда, с одной стороны, в случае, если лидеры породы оказываются носителями вредной мутации, данная мутация может охватить в ближайшей перспективе миллионы голов, и для ее ликвидации потребуются длительное

время и огромные средства. Чтобы этого не допустить, необходим эффективный мониторинг генетического груза в конкретных породах, который должен осуществляться на основе «Закона о племенном животноводстве».

Метод полимеразной цепной реакции с дальнейшим электрофоретическим анализом ампликона

В рамках этой методики полимеразную цепную реакцию проводят в объеме 10 мкл, содержащей 10 нг ДНК, 2 мкл ПЦР-буфера 5X MasCFEaqMIX (Диалат, Москва) и по 0,4 мкл праймера (концентрация 2,5 пмоль/100 мкл). Полимеразную цепную реакцию проводят на приборе C1000™ Thermal Cycler (BioRad, США).

ПЦР-продукты разделяют в 2% агарозном геле, визуализируются в ультрафиолетовом трансиллюминаторе и детектируются с помощью системы гель-документации. Определение статуса носительства устанавливается на основании идентификации полос в агарозном геле, которые соответствуют фрагментам ДНК определенной длины.

Полимеразная цепная реакция-полиморфизм длин рестриционных фрагментов (ПЦР-ПДРФ)

В рамках этой методики полимеразную цепную реакцию проводят в объеме 10 мкл содержащей 10 нг ДНК, 2 мкл ПЦР-буфера 5X MasCFEaqMIX (Диалат, Москва) и по 0,4 мкл праймера (концентрация 2,5 пмоль/100 мкл).

Полимеразную цепную реакцию проводят на приборе C1000™ Thermal Cycler (BioRad, США). Далее, к 10 мкл полученного ампликона добавляют 10 мкл рестриционной смеси, содержащей 0,7 мкл эндонуклеазы рестрикции, 1,3 мл 10x буфера для выбранной эндонуклеазы рестрикции и 8 мкл воды. Полученную смесь инкубируют в соответствии с протоколом производителя эндонуклеаз рестрикции на приборе C1000™ Thermal Cycler (BioRad, США).

Проинкубированную рестриционную смесь разделяют в 4% агарозном геле, визуализируют в ультрафиолетовом трансиллюминаторе и детектируют

с помощью системы гель-документации. Определение статуса носительства устанавливается на основании идентификации полос в агарозном геле, которые соответствуют фрагментам ДНК определенной длины.

Метод секвенирования целевых участков генома крупного рогатого скота

В рамках этой методики проводят полимеразную цепную реакцию в объеме 10 мкл содержащем 10 нг ДНК, 2 мкл ПЦР-буфера 5X MasCFEaqMIX (Диалат, Москва) и по 0,4 мкл праймера (концентрация 2,5 пмоль/100 мкл). Полученные ампликоны очищают методом спиртового (этанольного) переосаждения. Далее проводят секвенирование очищенного ампликона на капиллярном секвенаторе ABI PRISM 3730 согласно протоколу компании-производителя. Определение статуса носительства устанавливается на основании определения генотипа казуальной мутации, ассоциированной с заболеванием.

Работы по мониторингу генетических заболеваний и ДНК-диагностика продуктивных качеств молочного скота проводилась в Лаборатории «Мой Ген» (МГУ, Москва) по следующим показателям:

носительство моногенных заболеваний: Дефицит лейкоцитарной адгезии (BLAD), Дефицит уридинмонофосфатсинтазы (DUMPS), Комплексный порок позвоночника (CVM), Цитруллинемия (BC), Брахиспина (BY), Дефицит фактора XI (одиннадцать) крови (FXID), Аксонопатия (DS), Субфертильность быков (BMS), Синдром Чедиака-Хигаси (CHS), Врожденная мышечная дистония 1 типа (CMD1), Врожденная мышечная дистония 2 типа (CMD2), Синдром кривого хвоста (CTS), Карликовость типа «бульдог» (BD), Буллезный эпидермолиз (EB), Дефицит фактора VIII (восемь), гемофилия А (FVIII), Идиопатический врожденный мегаэзофагус (ICM), α -маннозидоз (α -MAN), β -маннозидоз (β -MAN), Мукополисахаридоз (MPSIIIb), Болезнь кленового сиропа (валинолейцинурия) (MSU), Синдактилия, мулье копыто (Mulefoot), Нейрональный цероидный липофусциноз (NCL), Остеопетрозис (OS), Синдром раздутого теленка

(PCS), Врожденная псевдомиотония (PMT), Врожденная эритропоэтическая протопорфирия (PT), Синдром арахномиелии и артрогрипоза (SAA), Спинальная демиелинизация (SDM), Спинальная мышечная атрофия (SMA), Тромбопатия (TP), Weaver (Синдром Вивера) (Weaver); **гаплотипы, ассоциированные с нарушением фертильности** – по 12 показателям: Голштинский гаплотип 1 (НН1), Голштинский гаплотип 2 (НН2), Голштинский гаплотип 3 (НН3), Голштинский гаплотип 4 (НН4), Голштинский гаплотип 5 (НН5), Голштинский гаплотип, ассоциированный с дефицитом холестерина (HCD), Айрширский гаплотип 1 (АН1), Гаплотип 1 бурой швицкой породы (ВН1), Гаплотип 2 бурой швицкой породы (ВН2), Джерсейский гаплотип 1 (JH1), Джерсейский гаплотип 2 (JH2), Монбельярдский гаплотип 2 (MH2); **белки молока**: Ген бета-казеина (b-CAS), Ген каппа-казеина (k-CAS), Ген бета-лактоглобулина (b-LGB); **молочные качества**: Ген диацилглицерол О-ацилтрансферазы (DGAT1), Ген АТФ-связывающей кассеты подсемейства G субъединицы 2 (ABCG2), Ген гормона роста (анализ полиморфизмов GH_2141, GH_2291) (GH), Ген рецептора гормона роста (GHR_F279Y); **мясные качества**: Ген кальпаина (анализ полиморфизмов CAPN1_316, CAPN1_4751, CAPN1_530) (CAPN1), Ген кальпастатина (анализ полиморфизмов CAST_282, CAST_2870, CAST_2959) (CAST); **комолость**: Celtic-мутация, ассоциированная с комолостью (Celtic-мутация), 80k-дупликация, ассоциированная с комолостью (80k-дупликация); **окрас**: Доминантный ген черного окраса (Ген рецептора меланокортина-1) (BLACK), Доминантный ген красного окраса (Ген белка альфа-субъединицы коатомера) (VARIANT RED), Ген серовато-коричневого окраса (Ген тирозиназависимого белка 1) (DUN), Мутации в гене белка премеланосомы, ассоциированные с кремовым окрасом (PMEL17), Мутация в гене белка тирозина, ассоциированная с альбинизмом (TYR), Мутация в гене сигнального белка агути, ассоциированная с окрасом типа агути (ASIP).

3. Проведение мониторинга наличия широкого спектра генетических аномалий, ассоциированных с нарушением фертильности и исследования генетических маркеров молочной продуктивности высокопродуктивной популяции молочного скота в подконтрольных стадах

Была выполнена научно-исследовательская работа по определению геномных аномалий у крупного рогатого скота и по получению геномного паспорта КРС (GP). Расшифровка условных обозначений (табл. 2-10) показывает, что ввиду высокой степени инбридинга при выведении высокопродуктивных молочных генотипов наблюдается широкое распространение различных моногенных заболеваний, развитие которые приводит к летальному исходу у приплода.

Таблица 2 - Носительство моногенных заболеваний

<i>Название моногенного заболевания</i>	<i>Сокращенное название</i>	<i>Не носитель</i>	<i>Носитель</i>	<i>Носитель в гомозиготном состоянии</i>
Дефицит лейкоцитарной адгезии	BLAD	TL	BL	-
Дефицит уридинмонофосфатсинтазы	DUMPS	TD	DP	-
Комплексный порок позвоночника	CVM	TV	CV	-
Цитруллинемия	BC	CNF	CNC	-
Брахиспина	BY	TY	BY	-
Дефицит фактора XI (одиннадцать) крови	FXID	XIF	XIC	XIS
Аксонопатия	DS	DSF	DSC	-
Субфертильность быков	BMS	MSC	MSF	MSS
Синдром Чедиака-Хигаси	CHS	CHSF	CHSC	CHSS
Врожденная мышечная дистония 1 типа	CMD1	MD1F	MD1C	MD1S

Врожденная мышечная дистония 2 типа	CMD2	MD2F	MD2C	MD2S
Синдром кривого хвоста	CTS	CTF	CTC	CTS
Карликовость типа «бульдог»	BD	BDF	BDC	-
Буллезный эпидермолиз	EB	EBF	EBC	EBS
Дефицит фактора VIII (восемь), гемофилия А	FVIII D	VIII F	VIII C	VIII S
Идиопатический врожденный мегаэзофагус	ICM	ICMF	ICMC	ICMA
а-маннозидоз	a-MAN	aMANF	aMANC	-
β-маннозидоз	b-MAN	bMANF	bMANC	-
Мукополисахаридоз	MPSIII B	SIII BF	SIII BC	SIII BS
Болезнь кленового сиропа (валинолейцинурия)	MSU	MSDF	MSDC	MSDS
Синдактилия, мулье копыто	Mulefoot	MFF	MFC	MFS
Нейрональный цероидный липофусциноз	NCL	NCLF	NCLC	NCLS
Остеопетрозис	OS	OSF	OSC	-
Синдром раздутого теленка	PCS	PCSF	PCSC	-
Врожденная псевдомиотония	PMT	PMTF	PMTC	PMTS
Врожденная эритропоэтическая протопорфирия	PT	PTF	PTC	PTS
Синдром арахномиелии и артрогрипоза	SAA	SAAF	SAAC	-
Спинальная демиелинизация	SDM	DMF	DMC	-
Спинальная мышечная атрофия	SMA	MAF	MAC	-
Тромбопатия	TP	TPF	TPC	TPS
Weaver (Синдром Вивера)	Weaver	WF	WC	WS

Таблица 3 - Гаплотипы, ассоциированные с нарушением фертильности

<i>Название гаплотипа</i>	<i>Сокращение название</i>	<i>Не носитель</i>	<i>Носитель</i>	<i>Носитель в гомозиготном состоянии</i>
Голштинский гаплотип 1	НН1	НН1F	НН1С	-
Голштинский гаплотип 2	НН2	НН2F	НН2С	-
Голштинский гаплотип 3	НН3	НН3F	НН3С	-
Голштинский гаплотип 4	НН4	НН4F	НН4С	-
Голштинский гаплотип 5	НН5	НН5F	НН5С	-
Голштинский гаплотип, ассоциированный с дефицитом холестерина	НCD	СDF	СDC	СDS
Айрширский гаплотип 1	АН1	АН1F	АН1С	-
Гаплотип 1 бурой швицкой породы	ВН1	ВН1F	ВН1С	-
Гаплотип 2 бурой швицкой породы	ВН2	ВН2F	ВН2С	-
Джерсейский гаплотип 1	ЖН1	ЖН1F	ЖН1С	-
Джерсейский гаплотип 2	ЖН2	ЖН2F	ЖН2С	-
Монбельярдский гаплотип 2	МН2	МН2F	МН2С	-

Изучались также различные аллельные варианты белков молока (табл. 4). Ген бета-казеина: Аллели А3, Е, Н2 и I – подсемейство аллели А2, а аллели В, С, F, Н1 – подсемейство аллели А1.

Таблица 4 – Аллельные варианты белков молока

<i>Название гена</i>	<i>Сокращенное название</i>	<i>Возможные аллельные варианты</i>
Ген бета-казеина	b-CAS	A1, A2, A3, B, C, E, F, H1, H2, I
Ген каппа-казеина	k-CAS	A, A1, B, B2, C, D, E, F1, F2, G1, H, I, J
Ген бета-лактоглобулина	b-LGB	A, B, C, D, H, I, J, W

Это означает, что если животное имеет генотип **A2E** по этому гену, то, если необходимо указать генотип животного с учетом только аллелей A1 и A2, этому животному можно ставить генотип **A2A2**.

Ген каппа-казеина: Аллели B2, C и J – подсемейство аллели B, а аллели A1, D, E, F1, F2, G1, H, I – подсемейство аллели A. Это означает, что если Ваше животное имеет генотип **AE** по этому гену, то, если необходимо указать генотип животного с учетом только аллелей A и B, этому животному можно ставить генотип **AA**.

Таблица 5 – Аллельные варианты мясных качеств

<i>Название гена</i>	<i>Сокращенное название</i>	<i>Название мутации</i>	<i>Нейтральный аллель</i>	<i>Аллель, ассоциированный с более нежным мясом</i>
Ген кальпаина	<i>CAPN1</i>	CAPN1_316	G	C
	<i>CAPN1</i>	CAPN1_4751	A	G
	<i>CAPN1</i>	CAPN1_530	A	G
Ген кальпастина	<i>CAST</i>	CAST_282	G	C
	<i>CAST</i>	CAST_2870	A	G
	<i>CAST</i>	CAST_2959	G	A

Нежность является одним из самых важных потребительских качеств мяса. Нежность мяса является комплексным признаком, на который влияет множество факторов. Постубойные процессы в мясе играют главную роль для этого признака. После убоя, в результате прекращения кровообращения, нарушается поступления кислорода в мышечные волокна. С этого момента в мясе запускаются метаболические процессы при анаэробных условиях, тем самым снижая уровень АТФ в мышечных клетках. Формирование в этих условиях в мышечной ткани поперечных мостиков актомиозина приводит к посмертному окоченению и увеличению плотности мяса. После завершения стадии посмертного окоченения наступает стадия естественной тендеризации мяса и увеличению его нежности.

Эффективность естественной тендеризации зависит от постубойного

протеолиза мышечных волокон. Протеиназа кальпаин первого типа и ее ингибитор кальпаистатин, которые кодируются соответственно генами *CAPN1* и *CAST*, играют ключевую роль в естественной тендеризации мышечных волокон. Было показано, что три мутации в гене *CAPN1* и три мутации в гене *CAST* ассоциируются с более нежным мясом. Гетерозиготные животные по мутациям в гене *CAPN1* характеризуются промежуточными значениями нежности мяса. Гетерозиготные животные по мутациям в гене *CAST* не показали значимых отличий в нежности мяса.

Изменчивость признаков молочной продуктивности зависит от большого количество генов и межгенных участков генома, а также от различных эпигенетических факторов. Хотя в практической селекции для отбора и подбора животных используется комплексная оценка племенной ценности с учетом информации о геноме животного целиком, большой научный интерес представляет изучение молекулярно-генетической архитектуры таких сложных количественных признаков, как удой, процент молочного жира и белка.

Таблица 6 – Аллельные варианты молочных качеств

<i>Ген белка молока</i>	<i>Сокращенное название мутации</i>	<i>Нейтральный аллель</i>	<i>Аллель, ассоциированный с молочными качествами</i>
Ген диацилглицерол О-ацилтрансферазы	DGAT1	G	A
Ген АТФ-связывающей кассеты подсемейства G субъединицы 2	ABCG2	A	C
Ген гормона роста	GH_2141	G	C
	GH_2291	A	C
Ген рецептора гормона роста	GHR_F279Y	A	T

Научные группы многих стран провели большое количество

исследований, направленных на идентификацию локусов количественных признаков или QTL, которые в большей степени влияют на изменчивость тех или иных признаков молочной продуктивности, чем прочие.

В результате, было идентифицировано несколько генов, мутации в которых показали достоверное влияние на изменчивость признаков молочной продуктивности. Одной из первых был идентифицирована мутация в гене *DGAT1*, кодирующим диацилглицерол О-ацилтрансферазу. Этот пептид катализирует финальный этап синтеза триацилглицеролов: превращение 1,2-диацилглицерола в триацилглицерол. Мутация в этом гене приводит к увеличению энзиматической активности этого белка и, как результат, к увеличению процента белка и жира в молоке, но к снижению удою.

Ген *ABCG2*, кодирующий АТФ-связывающую кассету подсемейства G субъединицы 2 постоянно экспрессируется в клетках молочных желез во время лактации и ответственен за секрецию множества белков молока. Мутация в этом гене показала достоверную связь с увеличением процента молочного жира и белка в молоке.

Гены *GHI* и *GHR*, кодирующие гормон роста и его рецептор соответственно, играют важную роль в контроле лактации, развитие молочных желез, процессах роста и фертильности КРС. В гене гормона роста было идентифицировано две мутации, которые достоверно связаны с изменчивостью молочной продуктивности: мутация GH_2141 ассоциирована со снижением выхода молочного жира и белка, а мутация GH_2291 ассоциирована с увеличением выхода молочного жира, а также с увеличением процента молочного жира и белка⁶. В гене рецептора гормона роста была идентифицирована мутация, которая приводит к увеличению молочной продуктивности и увеличению выхода казеинов и лактозы, но снижает общий выход молочного жира и белка.

Таблица 7 – Аллельные варианты комолости

<i>Комолость</i>	<i>Сокращенное название</i>	<i>Некомолое животное</i>	<i>Комолое животное в гетерозиготном состоянии</i>	<i>Комолое животное в гомозиготном состоянии</i>
Celtic-мутация, ассоциированная с комолостью	Celtic-мутация	$p_c p_c$	$P_c p_c$	$P_c P_c$
80k-дупликация, ассоциированная с комолостью	80k-дупликация	$p_f p_f$	$P_f p_f$	$P_f P_f$

Комолость всегда была хозяйственно-полезным признаком, так как генетически комолое стадо не требует экономических затрат на удаление рогов. В 2012 году было идентифицировано два локуса в геноме, ассоциированные с комолостью: «Celtic»-мутация и 80 kb-дупликация. Особенность этих локусов заключается в том, что они являются доминантными по отношению к тем, которые характерны для рогатых животных.

Доминантный ген красного окраса: Аллель DR^+ доминирует над любой аллелью доминантного гена черного окраса BLACK. **Носители такой аллели всегда будут иметь красно-белый окрас**, а если такое животное несет две копии такой аллели ($DR^+ DR^+$ в результатах тестирования), то и его потомство всегда будет иметь красно-белый окрас, независимо от результатов тестирования доминантного гена черного окраса.

Доминантный ген черного окраса: При отсутствии аллели DR^+ , 4 аллели именно этого гена определяют черный или красный окрас животных. По доминированию (знак «>» означает доминирование на аллелью справа от этого знака) друг над другом аллели характеризуются следующим образом: $E_D > E_{BR} > E^+ > e$. Доминантный черный аллель (E_D), как следует из названия, является доминантным для остальных трех аллелей и все животные с одной или двумя копиями этой аллели будут черными.

Таблица 8 – Аллельные варианты окраса

<i>Наименование</i>	<i>Сокращенное название</i>	<i>Аллельные варианты мутации</i>
Доминантный ген черного окраса (Ген рецептора меланокортина-1)	BLACK	E _D , E _{BR} , E ⁺ , e
Доминантный ген красного окраса (Ген белка альфа-субъединицы коамера)	VARIANT RED	DR ⁺ , DR ⁻
Ген серовато-коричневого окраса (Ген тирозиназависимого белка 1)	DUN	A, G
Мутации в гене белка премеланосомы, ассоциированные с кремовым окрасом	PMEL17	I, U
	PMEL17_64G_A	A, G
Мутация в гене белка тирозина, ассоциированная с альбинизмом	TYR	I, D
Мутация в гене сигнального белка агути, ассоциированная с окрасом типа агути	ASIP	D, I

Черно-красный аллель, также известный как тельстар-аллель (E_{BR}), приводит к проявлению красного цвета у телят с дальнейшим изменением цвета на черным с возрастом, обычно к 3-6 месяцам. Красный аллель дикого типа (E⁺) отвечает за красно-белую масть животного, которая может темнеть со возрастом до темно-красного оттенка. Рецессивного красного аллеля (e) приводят к истинному красно-белому окрасу животного. В таблице ниже Вы можете посмотреть, какие потомки могут быть у животных с разными аллельными вариантами по этому гену, при отсутствии аллели DR⁺ у этого животного.

Вышеописанные изменения окраса характерны для голштинской породы КРС. В других породах возможны отклонения от описанного окраса.

Описание других генов, ассоциированные со специфическим окрасом животного. Для всех нижеперечисленных генов, животное **будет иметь специфический окрас, только если у него будут встречаться 2 копии**

аллели, ассоциированной с изменением окраса.

Таблица 9 - Генотип доминантного гена черного окраса

<i>Генотип доминантного гена черного окраса</i>	<i>Окрас животного и возможный окрас его потомков</i>
$E_D E_D$	Окрас черно-белый. Потомки могут быть только черно-белыми.
$E_D E_{BR}$	Окрас черно-белый. Потомки могут быть черно-белыми и красно-белыми с дальнейшим потемнением окраса до черного с возрастом.
$E_D E^+$	Окрас черно-белый. Потомки могут иметь любой вариант окраса, характерный для этого гена.
$E_D e$	Окрас черно-белый. Потомки могут иметь любой вариант окраса, характерный для этого гена.
$E_{BR} E_{BR}$	Окрас красно-белый с дальнейшим потемнением окраса до черного с возрастом. Потомки могут быть черно-белыми и красно-белыми с дальнейшим потемнением окраса до черного с возрастом. Также потомки никогда не будут иметь красно-белый окрас без потемнения с возрастом.
$E_{BR} E^+$	Окрас красно-белый с дальнейшим потемнением окраса до черного с возрастом. Потомки могут иметь любой вариант окраса, характерный для этого гена.
$E_{BR} e$	Окрас красно-белый с дальнейшим потемнением окраса до черного с возрастом. Потомки могут иметь любой вариант окраса, характерный для этого гена.
$E^+ E^+$	Окрас красно-белый, который может темнеть со возрастом до темно-красного оттенка. Потомки могут иметь любой вариант окраса, характерный для этого гена..
$E^+ e$	Окрас красно-белый, который может темнеть со возрастом до темно-красного оттенка. Потомки могут иметь любой вариант окраса, характерный для этого гена.
$e e$	Окрас красно-белый. Потомки могут иметь любой вариант окраса, характерный для этого гена.

Таблица 10 Аллель гена, ассоциированный с изменением окраса

<i>Наименование</i>	<i>Сокращенное название</i>	<i>Аллель, ассоциированный с изменением окраса</i>
Ген серовато-коричневого окраса (Ген тирозиназависимого белка 1)	DUN	A
Мутации в гене белка премеланосомы, ассоциированные с кремовым окрасом	PMEL17	U
	PMEL17_64G_A	A
Мутация в гене белка тирозина, ассоциированная с альбинизмом	TYR	I
Мутация в гене сигнального белка агути, ассоциированная с окрасом типа агути	ASIP	D

У 18 исследованных быков-производителей допущенных к использованию в Ставропольском крае генетические аномалии не обнаружены. Для использования в системе разведения племенного молочного скота необходимо допускать быков-производителей, благополучных по генетическим аномалиям (табл. 11).

Оценка генетических препотентных способностей быков-производителей по улучшению белкового состава молока должна быть в основе перспективного планирования создания высокопродуктивной популяции молочного скота с заданными свойствами по белковомолочности.

Учитывая то, что казеины относятся к семейству фосфопротеинов и составляют примерно 80% белков молока КРС, они формируют в молоке агрегаты известные как «казеиновые мицеллы», в которых молекулы каппа казеина играют роль стабилизации структуры мицелл. Каппа-казеин кодируется геном *CSN3*. В результате многочисленных научных, выполненных отечественными и зарубежными учеными всего было идентифицировано 13 аллелей этого гена, из которых наибольшее практическое применение имеют аллели А и В.

Ген *CSN3* – один из немногих известных генов, однозначно связанных

с признаками белковомолочности и технологическими свойствами молока. В-аллель гена каппа-казеина ассоциирован с более высоким выходом творога и сыра, а также с лучшими коагуляционными свойствами молока.

Таблица 11- Пример результатов ДНК-диагностики быков-производителей различных пород, которые могут быть допущены к использованию в системе разведения племенного крупного рогатого скота

№ п/п	Порода	Результаты исследования
1	Джерсейская	HH1F, HH2F, HH3F, HH4F, HH5F, CDF, AH1F, BH1F, BH2F, JH1F, JH2F, MH2F, TL, TD, TV, CNF, TY, XIF, DSF, MSF, CHSF, MD1F, MD2F, CTF, BDF, EBF, VIIIF, ICMF, aMANF, bMANF, SIIBF, MSDF, MFF, WF, NCLF, OSF, PCSF, PMTF, PTF, SAAF, DMF, MAF, TPF
2	Голштинская	HH1F, HH2F, HH3F, HH4F, HH5F, CDF, AH1F, BH1F, BH2F, JH1F, JH2F, MH2F, TL, TD, TV, CNF, TY, XIF, DSF, MSF, CHSF, MD1F, MD2F, CTF, BDF, EBF, VIIIF, ICMF, aMANF, bMANF, SIIBF, MSDF, MFF, WF, NCLF, OSF, PCSF, PMTF, PTF, SAAF, DMF, MAF, TPF
3	Симментальская	HH1F, HH2F, HH3F, HH4F, HH5F, CDF, AH1F, BH1F, BH2F, JH1F, JH2F, MH2F, TL, TD, TV, CNF, TY, XIF, DSF, MSF, CHSF, MD1F, MD2F, CTF, BDF, EBF, VIIIF, ICMF, aMANF, bMANF, SIIBF, MSDF, MFF, WF, NCLF, OSF, PCSF, PMTF, PTF, SAAF, DMF, MAF, TPF
4	Черно-пестрая	HH1F, HH2F, HH3F, HH4F, HH5F, CDF, AH1F, BH1F, BH2F, JH1F, JH2F, MH2F, TL, TD, TV, CNF, TY, XIF, DSF, MSF, CHSF, MD1F, MD2F, CTF, BDF, EBF, VIIIF, ICMF, aMANF, bMANF, SIIBF, MSDF, MFF, WF, NCLF, OSF, PCSF, PMTF, PTF, SAAF, DMF, MAF, TPF
5	Ярославская	HH1F, HH2F, HH3F, HH4F, HH5F, CDF, AH1F, BH1F, BH2F, JH1F, JH2F, MH2F, TL, TD, TV, CNF, TY, XIF, DSF, MSF, CHSF, MD1F, MD2F, CTF, BDF, EBF, VIIIF, ICMF, aMANF, bMANF, SIIBF, MSDF, MFF, WF, NCLF, OSF, PCSF, PMTF, PTF, SAAF, DMF, MAF, TPF

Практика показывает, что высококачественные твердые сыры могут быть изготовлены только из молока, полученного от коров, имеющих генотип ВВ каппа-казеина. Среди казеинов, бета-казеин - второй по частоте встречаемости в молоке.

Таблица 12 – Результаты исследований образцов бычьего семени по полиморфизму аллелей гена бета- и каппа-казеина

№	Кличка	Инвентарный номер	Порода	Результаты исследования
1.	МОККО-М	50406668	Голштин	АВ, А1А1
2.	А1ТАКАРНИВАЛ-ЕТ	69474074	Голштин	АА, А1А1
3.	МИРОК-М	522667538	Голштин	АА, А1А2
4.	ROSYLANE-LLC	69092890	Голштин	АВ, А1А2
5.	SANDY-UALLEY	66726504	Голштин	АА, А1А2
6.	ХАРЛЕЙ	148	Айршир	АА, А2А2
7.	GLEN MALCOLM VISA	CAN07315090 4 0200AYOO72 9	Голштин	АВ, А1А1
8.	FOEUER SCHOON PAPARAZZO	CAN073 110110	Голштин	АА, А1А2
9.	ABC RUS SNOWREST ARLINGTON	136750305	Голштин	АВ, А1А1
10.	ТУАЗ-М	51333750	Голштин	АВ, А1А2
11.	KINGS-RANSOM R DAMON-ET	15190 014HO06931 CSS	Голштин	АВ, А1А2
12.	DEMOLISHN	5784	Голштин	АА, А2А2
13.	ГАМОР	99081	Шведская красная	АА, А1А2
14.	ПОНЧО-М	11492044	Голштин	АВ, А2А2
15.	ТАКТИК-М	48885036	Голштин	АА, А1А1
16.	GO-GOLD	62336853	Голштин	АА, А2А2
17.	FOGER	62968888	Голштин	АА, А2А2

Ген бета-казеина имеет 12 вариантов, среди которых вариант А1 и А2 наиболее часто встречается. Отличаются варианты А1 и А2 бета-казеина

заменой в гене, благодаря которой A1 содержит аминокислоту гистидин в 67-й позиции, тогда как A2 содержит пролин. Результаты проведения исследования по определению замен в гене каппа-казеина (κ -cas) и бета-казеина (β -cas) в образцах бычьего семени приведены в табл. 12.

Приведенные результаты показывают, что ни в одном из изученных образцов бычьего семени не установлено наличие желательных аллелей по гену каппа-казеина и гену бета-казеина. Из 17 образцов, у 7 быков была обнаружена аллель АВ, что составляет 41,2% от общего поголовья и которая может быть использована в системе разведения для получения животных с желательным генотипом ВВ. По системе бета-казеина, желательная аллель А2А2 была обнаружена у 5 быков, что составляет 29,4% от общего поголовья. Таким образом, углубленное изучение генного состава ДНК у быков-производителей может дать возможность проведения геномной селекции, т.е. создания стад молочного скота с заданными свойствами молока, в том числе и по пригодности к сыроделию, и к изготовлению твердых сыров определенного белкового состава и, соответственно, высокого качества. Проведение мониторинга полиморфизма аллели В среди высокопродуктивных коров племенных хозяйств СПК «Казьминский», ООО «Приволье» и ООО «Чапаевское» показало (табл. 13), что в СПК «Казьминский» среди 72 коров, у 42 голов установлена аллель АА, у 29 голов – аллель АВ и у 1 головы – аллель ВВ. То есть, соотношение аллелей АВ к АА составляет 69%, притом, что у 1 коровы установлен желательный генотип ВВ. В ООО «Приволье» соотношение генотипов АВ к АА составляет $3/19=16\%$, в ООО «Чапаевское» соотношение генотипа АВ к АА составляет $3/16=19\%$. В среднем, по трем хозяйствам из 114 испытуемых коров, присутствие желательной аллели В установлено у 36 голов, что составляет, в среднем, 31,6%, что показывает перспективность проведения селекционно-генетических мероприятий по созданию высокопродуктивной популяции молочного скота с улучшенными параметрами по белковомолочности.

Таблица 13 - Результаты генетических исследований коров СПК
«Казьминский», ООО «Приволье» и ООО «Чапаевское»

№	Кличка/ Номер/ Дата рождения	Порода	Линия	Продуктивность, кг молока			Результаты генетического исследования
				номер лактации – собственная- жир-белок	по матери (средняя)	дочерей отца	
СПК «Казьминский»							
1	Сашка/ 23483/ 03.04.2013	черно- пестрая	3*	1 – 6627- 3,96-3,07	6160	6819	AB
2	Амидия/24330/ 21.05.2013	черно- пестрая	1*	1 – 7347- 3,95-3,09	7020	6136	AB
3	Тында/24348/ 01.07.2013	черно- пестрая	1*	- 6607-4,20- 3,12	7587	6136	AA
4	Тиса/24461/ 11.02.2014	черно- пестрая	2*	1 – 5120- 4,24-2,99	5158	6279	AA
5	Салина/23998/ 04.06.2013	черно- пестрая	3*	1 – 7795- 4,10-3,05	7126	6819	AA
6	Саманта/24352/ 04.07.2013	черно- пестрая	1*	1 – 6884- 3,83-3,10	7218	6136	AA
7	Семечка/24359/ 03.08.2013	черно- пестрая	1*	1 – 8594- 4,38-3,03	5090	6136	AB
8	Слюда/23500/ 14.05.2013	черно- пестрая	3*	2 (100) – 2548-3,87- 2,88	6101	6819	AA
9	Сулико/24288/ 29.03.2013	черно- пестрая	1*	7988-3,57- 2,9	6431	6136	AA
10	Смуглянка/23719/ 10.03.2013	черно- пестрая	3*	1 – 7878- 3,96-3,05	6857	6814	AA
11	Сметана/24295/ 04.04.2013	черно- пестрая	1*	1 – 7755- 3,93-3,14	5233	6136	AB
12	Рулька/24960/ 24.07.2013	черно- пестрая	2*	5473-4,29- 2,93	6765	6279	AA
13	Татарка/24311/ 28.04.2013	черно- пестрая	1*	1 – 8224- 3,69-3,09	6742	6136	AA
14	Луна/24267/ 10.04.2013	черно- пестрая	2*	1 – 8081- 3,84-3,09	7097	6279	AA
15	Лещина/25082/ 17.01.2014	черно- пестрая	2*	1 – 5611- 4,24-3,00	5691	6279	AB
16	Беларуска/24559/ 11.08.2013	черно- пестрая	2*	1 – 7635- 3,99-3,02	9034	7043	AA
17	Умеха/24455/ 03.02.2014	черно- пестрая	1*	1 – 6352- 4,12-2,90	5579	6136	AA
18	Угроза/24475/ 24.02.2014	черно- пестрая	1*	1 – 6008- 4,41-2,89	7504	6136	AB
19	Зара/24399/ 30.10.2013	черно- пестрая	2*	1 – 7596- 3,91-2,9	7873	6279	AA
20	Зенитка/24830/ 25.12.2013	черно- пестрая	3*	1 – 5822-3,9- 2,85	7187	6819	AB

21	Золовка/24807/ 19.11.2013	черно-пестрая	3*	1 – 7404-4,14-3,92	5938	6819	AA
22	Звездочка/25141/ 23.03.2014	черно-пестрая	1*	1 (100) – 2173-4,08-2,79	5473	7821	AA
23	Закира/25100/ 02.02.2014	черно-пестрая	2*	1 – 7609-3,55-2,92	5249	6279	AA
24	Уля/25274/ 18.05.2014	черно-пестрая	1*	1 (100) – 2771-3,64-2,88	7511	6136	AB
25	Укропка/24413/ 14.11.2013	черно-пестрая	1*	6618-3,76-2,86	6817	6136	AB
26	Иртышка/ 21309/15.11.2009	черно-пестрая	1	2-13449-4,02-3,17	6211	7791	AA
27	Угадка/ 22944/ 07.09.2011	черно-пестрая	5	2-7764-3,82-3,15	6460	6814	AA
28	Копилка /22492 /10.06.2011	черно-пестрая	1	2-8188-3,79-3,13	3512	6997	AB
29	Брюква/20854/ 08.04.2009	черно-пестрая	1	4-10310-3,89-3,11	4443	6207	AA
30	Ямайка/22800/ 28.12.2011	черно-пестрая	5	2-9539-3,84-3,02	6911	6819	AA
31	Цитруска/ 22383/ 25.12.2010	черно-пестрая	1	3-6668-3,82-3,14	6053	6997	AB
32	Чекушка /22836/ 02.03.2012	черно-пестрая	5	1-7275-3,96-3,16	5446	6819	AA
33	Чужая /22662/ 25.02.2012	черно-пестрая	5	1-8075-3,92-3,16	6672	6819	AA
34	Соломка /22139/ 25.04.2010	черно-пестрая	1	4-9702-3,85-3,00	4845	7791	AB
35	Ялуна /24084/ 07.07.2012	черно-пестрая	1	1-6589-3,96-3,16	7966	6407	AA
36	Туника /22755/ 02.08.2011	черно-пестрая	5	2-8045-3,97-3,09	6858	6814	AA
37	Свекла /21533/ 24.03.2010	черно-пестрая	1	4-9071-3,82-3,12	6414	7791	AA
38	Пихта /24313/ 21.04.2013	черно-пестрая	6	1-6030-3,90-3,16	5460	6136	AB
39	Кумка /21602/ 28.07.2010	черно-пестрая	1	3-8733-3,92-3,06	5705	6997	AB
40	Владька /21925/ 04.09.2009	черно-пестрая	1	3-7835-4,12-2,91	5710	6207	AB
41	Осина /22597/ 19.11.2011	черно-пестрая	5	2-5991-3,83-3,15	5176	6819	AB
42	Тиберда /21391/ 27.07.2009	черно-пестрая	6	4-9559-4,85-2,74	5482	6506	AA
43	Ожерелье /22939/02.09.2011	черно-пестрая	5	1-14474-4,00-3,17	9321	6814	AA
44	Парижанка/ 24205/10.05.2013	черно-пестрая	1	1-7821-3,88-3,07	6330	7043	AA
45	Окулина /22738/ /10.06.2011	черно-пестрая	6	2-9054-3,84-3,16	5592	6884	AA

	09.07.2011	пестрая		3,14			
46	Вахта /22420/ 01.03.2011	черно-пестрая	1	2-6338-3,83-3,20	6960	6997	AB
47	Фатима /23338/ 01.06.2012	черно-пестрая	5	1-12920-3,85-3,15	7107	6819	AA
48	Червонец /23538/ 01.02.2012	черно-пестрая	6	1-14089-3,95-3,16	8104	6136	AB
49	Неряха/21466/ 08.12.2009	черно-пестрая	5	3-10546-3,83-3,12	6533	6648	AB
50	Золушка/23128/ 09.07.2011	черно-пестрая	1	2-8775-3,77-3,08	5824	6997	AA
51	Чинара/ 25012/ 05.10.2013	черно-пестрая	5	1-8309-3,82-3,08	7423	6819	AA
52	Бабочка / 23408/ 24.09.2012	черно-пестрая	5	2-7512-4,20-3,05	5917	6819	AB
53	Запонка / 23911/ 29.11.2012	черно-пестрая	5	2-7434-4,09-3,08	6618	6819	AB
54	Марка / 23247/ 22.04.2012	черно-пестрая	5	2-8159-3,85-3,00	6339	6814	AA
55	Запара /24261/ 16.03.2013	черно-пестрая	5	1-5959-3,88-3,08	5488	6819	AA
56	Зебра / 24278/ 19.03.2013	черно-пестрая	1	1-8151-3,97-3,09	8240	6279	AA
57	Японка / 23952/ 12.01.2013	черно-пестрая	5	1-7324-3,87-3,06	8850	6814	AA
58	Белянка / 23607/ 30.06.2012	черно-пестрая	6	2-6603-4,01-3,10	5999	6136	AB
59	Якутка / 24237/ 31.10.2012	черно-пестрая	5	1-7973-3,74-3,10	5689	6819	AB
60	Замша / 23965/ 14.02.2013	черно-пестрая	5	1-6430-3,85-3,13	6866	6819	AA
61	Заря / 23932/ 21.12.2012	черно-пестрая	5	1-9679-3,76-3,14	7533	6814	AA
62	Зара / 23702/ 28.01.2013	черно-пестрая	5	1-10501-3,75-3,09	6201	6814	AA
63	Дымка / 23792/ 12.06.2012	черно-пестрая	5	1-15016-3,88-3,15	5693	6819	AB
64	Иркутка / 23972/ 14.03.2013	черно-пестрая	5	1-10126-3,83-3,07	6891	6819	BB
65	Истина / 23984/ 01.05.2013	черно-пестрая	5	1-7441-3,89-3,09	6765	6819	AA
66	Золовка / 23708/ 18.02.2013	черно-пестрая	6	1-9047-3,80-3,07	5151	6136	AA
67	Ягодка / 23680/ 13.12.2012	черно-пестрая	5	1-8878-3,77-3,11	8736	6814	AB
68	Ямщина / 23699/ 13.01.2013	черно-пестрая	5	1-5748-3,78-3,13	5730	6814	AA
69	Ишма / 24272/ 24.04.2013	черно-пестрая	5	1-7277-3,91-3,08	5606	6819	AA
70	Орлица / 23926/ 16.12.2012	черно-пестрая	5	1-8494-3,79-3,11	7561	6819	AB

71	Афиша / 23887/ 27.10.2012	черно-пестрая	5	1-10272-3,87-3,13	6393	6819	AB
72	Вена / 23896/ 11.11.2012	черно-пестрая	5	2-7939-3,86-3,02	5293	6819	AB
ООО «Приволье»							
73	Вилли-94 Т104/ NL420321958/ 15.02.2005	голшт.	2*	7986-3,6-3,27	М-12021	8085	AA
74	Роелофье-73/1492/ 13.10.2010	голшт.	1*	6001-3,7-3,2	7334	9886	AB
75	Т324/11197/ 25.02.2011	голшт.	2*	7036-3,6-3,1	6623	10820	AA
76	1124/ 13.05.2010	голшт.	1*	5720-3,7-3,1	6727	9886	AA
77	1320/Т084/ 17.08.2010	голшт.	1*	6142-3,6-3,1	7074	9886	AA
78	Хабос/1563/Т429/ 02.11.2010	голшт.	1*	6609-3,7-3,2	7273	14636	AA
79	Рутке 241/8862/Т211/ 22.08.2008	голшт.	1*	6791-3,7-3,2	7757	9886	AA
80	Grietje- 299/8775/Т112/ 17.07.2008	голшт.	1*	7068-3,7-3,2	7953	9886	AA
81	Вогелтье 46/1370/ Т3/ 04.09.2010	голшт.	1*	7439-3,6-3,2	7957	9886	AA
82	Класке-65/11280/ 15.08.2011	голшт.	2*	5975-3,6-3,2	7793	10820	AB
83	Динас/8933/Т81/ 08.10.2008	голшт.	1*	-	7226	9886	AA
84	Бруна/2119/Т176/ 05.03.2012	голшт.	2*	6161-3,8-3,2	8212	10820	AA
85	11144/Т1070/ 04.04.2011	голшт.	2*	-	7797	10820	AA
86	2083/10.02.2012	голшт.	2*	-	7366	10820	AA
87	Танго/3487/Т736/ 07.11.2013	голшт.	-	-	6653	-	AA
88	9082/Т321/ 17.05.2009	голшт.	-	6689-3,6-3,2	7614	-	AA
89	8585/Т835/ 26.04.2008	голшт.	-	6319-3,7-3,2	6703	-	AA
90	Вилли 72/3214/ 19.05.2013	голшт.	-	-	5823	11869	AA
91	Микки/1403/ Т428/ 11.09.2010	голшт.	-	6312-3,8-3,2	6319	-	AB
92	Гадау 25/2128/ Т67/ 07.03.2012	голшт.	2*	-	7101	10820	AA
93	Хилдже 58/ Т67/	голшт.	2*	7101-3,6-3,2	7345	10820	AA

	11171/ 28.04.2011						
94	Хилджи 204/ Т160/2182/ 01.04.2012	голшт.	2*	3856-3,78- 3,18	8429	10820	АА
ООО «Чапаевское»							
95	6575/21.10.2012	голшт.	2*	7580-3,6-3	8794	-	АВ
96	9110/15.04.2013	голшт.	1*	7320-3,6-3	-	-	АА
97	7766/12.09.2014	голшт.	1*	-	7508	13582	АА
98	8499/10.01.2013	голшт.	1*	5498-3,6-3	-	-	АА
99	6639/05.07.2013	голшт.	2*	8509-3,6-3	7356	13136	АА
100	8011/28.05.2013	голшт.	1*	6273-3,6-3	-	-	АВ
101	4534/15.02.2010	голшт.	3*	9593-3,6-3	-	-	АА
102	8846/12.03.2013	голшт.	1*	6932-3,6-3	-	-	АА
103	5401/21.10.2011	голшт.	1*	1012-3,6-3	8597	-	АА
104	1822/11.09.2008	голшт.	1*	6856-3,8-3	-	10974	АА
105	3402/09.03.2010	голшт.	-	6990-3,6-3	-	-	АА
106	6359/04.09.2012	голшт.	-	6768-3,7-3	8564	13953	АВ
107	7457/02.02.2014	голшт.	1*	3755-3,65-3	7740	15877	АА
108	1506/21.03.2009	голшт.	1*	6796-3,5-3	-	-	АА
109	5122/29.05.2011	голшт.	2*	5453-3,6-3	7278	-	АА
110	9878/19.06.2013	голшт.	1*	7161-3,7-3	-	-	АА
111	4832/01.10.2010	голшт.	1*	6380-3,6-3	8421	15513	АА
112	7092/12.06.2013	голшт.	2*	9773-3,6-3	7247	-	АА
113	6574/27.09.2012	голшт.	1*	6534-3,6-3	7852	-	АА
114	6475/21.10.2012	голшт.	2*	6637-3,5-3	9105	17900	АА

Примечание:

1* - Рефлекшн-Соверинг 198998; 2* – Вис Бэк Айдиал 1013415; 3* – Монтивик Чифтейн 95679

С целью разработки методики по созданию молочных стад крупного рогатого скота с улучшенными показателями по содержанию белка в молоке на основе ДНК-диагностики аллельных вариантов фракций казеина в результате проведенных исследований на коровах айрширской породы, отобранных по результатам изучения качества молока в Лаборатории селекционного контроля качества молока ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ было установлено, что полиморфизм гена каппа-казеина (CSN3) в исследуемом стаде коровы айрширской породы представлен двумя аллелями А и В, с разной частотой встречаемости (табл.14).

Частота встречаемости аллеля А составила - 0,78; аллеля В - 0,22, что нашло отражение в частоте встречаемости генотипов: 0,64; 0,08 -

гомозиготных АА, ВВ вариантов и 0,28 гетерозиготного АВ. В исследуемой популяции выявлено 64,0 % коров АА генотипа, 28,0 % - АВ и ВВ - 8,0 %.

Таблица 14 - Анализ полиморфизма локуса гена капша-казеина (CSN3) коров айрширской породы, СПК «Кубань» Кочубеевского района (n=25)

№ n/n	Индив. № животного	CSN3		
		генотип		
		АА (А)	АВ	ВВ (В)
1	19201	АА		
2	21177	АА		
3	22030	АА		
4	22055		АВ	
5	22126	АА		
6	23120	АА		
7	23186		АВ	
8	23192	АА		
9	23284	АА		
10	23298			ВВ
11	24056	АА		
12	24066		АВ	
13	12180	АА		
14	21095		АВ	
15	21240	АА		
16	23010			ВВ
17	23058	АА		
18	23068	АА		
19	23116		АВ	
20	24064	АА		
21	24072		АВ	
22	24100	АА		
23	24130		АВ	
24	29020	АА		
25	21180	АА		

Для оценки значимости селекционного различия между генотипами, обусловленного действиями селекции, показательно выявление соответствия фактического распределения частот генотипов теоретически ожидаемому, для чего использовали критерий соответствия К. Пирсона - χ^2 . Наибольшая

разница между числом фактического и теоретического распределения генотипов (большой недостаток гетерозигот) отмечена по гетерозиготному АВ варианту -28,0 %. Показатель χ^2 составил 0,84 и не превышал его табличного значения при $P=0,01$. Это означает, что по локусу CSN3 генное равновесие не нарушено.

Используя генетико-статистические методы анализа, путем определения цифровых значений таких генетических констант как степень гомозиготности (Ca), уровень полиморфности (Na), степени генетической изменчивости (V), оценили селекционную перспективность изучаемого стада по маркерным аллелям. Степень гомозиготности (Ca) в исследуемой популяции крупного рогатого скота айрширской породы составила 66,0 %, что свидетельствует о достаточно высокой степени консолидации стада.

Подтверждением явился анализ таких генетических характеристик, как уровень полиморфности (число эффективно действующих аллелей, Na).

Так, число эффективно действующих аллелей в локусе гена CSN3 коров айрширской породы составило – 1,51, при максимальном значении уровня полиморфности, возможном при двух аллельном локусе и равна 2.

Тест гетерозиготности (ТГ), свидетельствующий об уровне генетического разнообразия популяции, в обследованном стаде был отрицателен и составил – 0,134, что свидетельствует о недостаточной гетерозиготности.

В проведенных исследованиях распределение частот генотипов составило: CSN3^{AA} - 0,64; CSN3^{AB} - 0,28; CSN3^{BB} – 0,08.

Количество животных с желательными генотипами CSN3^{BB} и CSN3^{AB} составило 8,0 и 28,0 %, соответственно. Частота встречаемости аллеля В в исследуемой выборке коров, в среднем, составила -36,0 %

Анализ уровня гетерозиготности, основанного на фактически и теоретически ожидаемом распределении генотипов исследуемой породы по гену каппа - казеина, свидетельствует о разной степени гомо- и гетерозиготности. Так, доля гетерозигот по теоретически ожидаемому

распределению у молочного скота айрширской породы составила: 52,2 %, при величине теста гетерозиготности –13,4 %. Число эффективно действующих аллелей, то есть уровень полиморфности –1,51 в исследованном стаде свидетельствует о его недостаточной гетерозиготности.

Следовательно, полиморфизм гена каппа-казеина у коров айрширской породы представлен двумя аллелями А и В, с частотой встречаемости аллеля А - 0,78, аллеля В - 0,22. Для исследуемой популяции коров характерно присутствие трех генотипов с разной частотой встречаемости: АА - 64,0; ВВ - 8,0 и АВ - 28,0 %. Присутствие аллеля – В с частотой встречаемости, составившей 36,0 %, свидетельствует о селекционной перспективности исследуемого стада коров.

Согласно первому генетическому закону Менделя (единообразия гибридов первого поколения), при скрещивании гетерозигот по гену каппа-казеина (АВ), будут наблюдаться следующее распределение аллелей:

$АВ \times АВ = АА + 2 АВ + ВВ$, т.е. на желательную аллель ВВ приходится только лишь 25% от полученного потомства.

Таблица 15 - Схема распределения аллелей гена каппа-казеина при различных вариантах скрещивания

♀ \ ♂	АА	АВ	ВВ
АА	4 АА 100%	2 АА 50% 2 АВ 50%	4 АВ 100%
АВ	2 АА 50% 2 АВ 50%	АА 25% 2 АВ 50% ВВ 25%	2 АВ 50% 2 ВВ 50%
ВВ	4 АВ 100%	2 АВ 50% 2 ВВ 50%	4 ВВ 100%

При скрещивании родительских особей с сочетанием аллелей АА + АВ,

будет получено потомство $2 AA + 2AB$, т.е. не будет получено ни одной особи с желательным сочетанием аллелей BB по гену каппа-казеина. И только лишь при скрещивании родительских форм с сочетанием аллелей BB будет происходить увеличение желательного генотипа.

Таким образом, на основании схемы распределения желательных аллелей B (табл. 16), для каждого стада необходимо разрабатывать собственную схему подбора родительских пар для достижения желательного гомозиготного сочетания аллелей по гену каппа-казеина среди потомков.

Табл. 16 – Схема разведения для создания популяции молочного скота с желательным генотипом по гену каппа-казеина

Исходные родительские формы	Генотип потомства	Поколение
$AA + BB$	$4 AB$ 100%	I
$AB + BB$	$2 AB$ (50%) + $2 BB$ (50%)	II
$AB + BB$	$2 AB$ (12,5%) + $2 BB$ (87,5%)	III
$AB + BB$	$2 AB$ (6,25%) + $2 BB$ (93,75%)	IV
$AB + BB$	$2 AB$ (3,125%) + $2 BB$ (96,175%)	V

Учитывая то, что в своем большинстве молочный скот Ставрополя представлен гомозиготой AA по гену каппа-казеина, нами разработана Методика создания популяции молочного скота с желательным генотипом по гену каппа-казеина, которая основана на схеме скрещивания: AA (материнская особь) + BB (отцовская особь). В первом поколении, согласно генетической схемы, будут получены 100% особи с гетерозиготным генотипом AB . Во втором поколении должна применяться уже следующая схема скрещивания: $AB + BB = 2 AB$ (50%) + $2 BB$ (50%). Т.е., уже половина потомков будут обладать желательным генотипом BB . Оставшиеся гетерозиготные потомки с генотипом AB также должны идти по схеме скрещивания $AB + BB = 2 AB$ (50%) + $2 BB$ (50%). Уже в III поколении будет наблюдаться значительное

доминирование особей с желательным генотипом ВВ по гену каппа-казеину – 87,5% от общего поголовья. В последующих поколениях удельный вес желательных генотипов будет увеличиваться, поэтому актуальным вопросом для молочного скотоводства Ставрополья остается использование в схемах скрещивания быков-производителей с желательным генотипом ВВ по гену каппа-казеина.

Заключение

В результате наших исследований по ДНК-диагностике установлено, что углубленное изучение генного состава ДНК у быков-производителей и маточного поголовья может дать возможность формировать генетически благополучные быкопроизводящие группы коров для создания популяций высокопродуктивных молочных стада крупного рогатого скота.

Следующим этапом должно стать проведение геномной селекции, т.е. создание стад молочного скота с заданными свойствами белков молока, в том числе и по пригодности к сыроделию, и к изготовлению твердых сыров определенного белкового состава и, соответственно, высокого качества.

Результаты мониторинга полиморфизма гена каппа-казеина среди племенных стад Ставропольского края показали, что желательная аллель В присутствует у 31,6-36,0% племенных высокопродуктивных коров и у 41,2% быков-производителей, используемых в системе разведения племенного скота. Перспективная селекционно-племенная работа должна быть направлена на использование при подборе родительских пар генотипов АА и АВ с материнской стороны, и генотипа ВВ с отцовской стороны, что позволит в течение III-V поколений достичь желательного генотипа у 87,5-96,2% маточного поголовья и значительно улучшить выход молочного белка, технологические свойства молока-сырья, а также повысить экономические показатели молочного скотоводства. Внедрение системного подхода к подбору генетически благополучных родительских пар и оценки качества молока-сырья по основным селекционным параметрам позволит обеспечить высокое качество продукции молочного скотоводства Ставропольского края.

Список литературы

1. Procedure 1 of Section 2 of ICAR Guidelines - Computing 24-hour Yields. Computing 24-hour Yields Version October, 2017// URL:<http://www.icar.org/Guidelines/02-Procedure-1-Computing-24-Hour-Yield.pdf>
2. Трухачев В.И., Олейник С.А., Злыднев Н.З. Модель управления генетикой // Информационный бюллетень Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. 2017. № 2. С. 14-16.
3. Трухачев В.И., Злыднев Н.З., Олейник С.А. Пути повышения эффективности производства молока на Ставрополье // Деловой вестник АПК. Ставропольский край. 2015. № 12. С. 57-60.
4. Трухачев В.И., Олейник С.А., Злыднев Н.З. и др. Организация регионального селекционно-технологического центра по молочному скотоводству с учетом требований Международного комитета регистрации животных (ICAR) / Трухачев В.И., Олейник С.А., Злыднев Н.З., Морозов В.Ю. Ставрополь, Агрус - 2016. 84 с.
5. Моисеев К. А. Молочная продуктивность и продуктивное долголетие коров разных генотипов в стаде РУП «УЧХОЗ БГСХА» / К. А. Моисеев, Т. В. Павлова Н. В. Казаровец // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сборник научных трудов / гл. редактор А. П. Курдеко. – Горки : БГСХА, 2012. – Вып. 15. – В 2 ч. – Ч.2. – С 160–166.
6. Рузиев Т. Б. Использование голштинских быков на маточном поголовье черно-пестрой породы в условиях жаркого климата Таджикистана : автореф. ... д-ра с.-х. наук : 06.02.01 / Т. Б. Рузиев Москва. – 2009. – 42с.