

На правах рукописи

**ШАЙДУЛЛИН  
РАДИК РАФАИЛОВИЧ**

**СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОЛОЧНОГО СКОТА  
В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН**

06.02.07 – разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных  
животных

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора сельскохозяйственных наук

Усть-Кинельский – 2017

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ»)

**Научный консультант:** **Шарафутдинов Газимзян Салимович**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Калашникова Любовь Александровна**  
доктор биологических наук, профессор,  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела», заведующая лабораторией ДНК-технологий

**Усова Татьяна Петровна**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет», профессор кафедры разведения животных, технологии производства и переработки продукции животноводства

**Соловьева Ольга Игнатьевна**  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева», профессор кафедры молочного и мясного скотоводства

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина»

Защита диссертации состоится «17» октября 2017 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д 999.182.03 на базе ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия», по адресу: 446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2, тел./факс 8-(846-63)-46-1-31.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия» и на сайте <http://www.ssaa.ru>

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Хакимов Исмагиль Насибуллович

## 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Одним из основных резервов повышения эффективности молочного скотоводства является получение высокопродуктивных коров и их эффективное использование в селекционной работе.

При современной интенсификации отрасли скотоводства селекция имеет большое значение при совершенствовании животных существующих пород, стад, внутривидовых типов, генотипов и требует применения более совершенных ее методов, с помощью которых использовалась бы не только аддитивная наследственность, но и комбинационный эффект генотипов в результате правильного подбора пар.

В настоящее время в молочном скотоводстве стало возможным использование методов ДНК-технологий. Это позволило быстро и точно определять генотип особей и использовать аллели как маркеры в селекции, поэтому приоритетные направления современной селекции молочного скота связаны с совершенствованием существующих и поиском новых генетических методов, с применением маркер-зависимой селекции. Проведение селекции животных по генотипу, наряду с традиционными методами отбора, может значительно повысить эффективность совершенствования как отдельного стада, так и породы в целом.

Наиболее удобными генетическими маркерами, непосредственно или косвенно влияющими на хозяйственно-полезные признаки животных, являются ДНК-маркерные системы, основанные на анализе полиморфизма структурных генов, принимающих участие в формировании и функционировании молочной продуктивности крупного рогатого скота. К одной из групп генов-кандидатов относятся гены белков, входящих в состав молока, таких как лептин (LEP), каппа-казеин (CSN3), бета-лактоглобулин (LGB), пролактин (PRL), к другой – гены, продукты которых вовлечены в регуляторные или обменные процессы – гены гормона роста (GH), диацилглицерол О-ацилтрансферазы (DGAT1), тироглобулина (TG5) (N. Moravčíková, 2010; П.В. Ларионова, 2005; Г.Е. Сулимова, 2006; Л.А. Калашникова, 2009, 2010; Н.А. Зиновьева и др., 2004, 2010; Т.Х. Фаизов, 2010; В.И. Глазко и др., 2012; Р.В. Тамарова и др., 2016). Многочисленными научными исследованиями (Т.М. Ахметов и др., 2007, 2008; Л.А. Калашникова и др., 2008; В.Р. Харзинова и др., 2010; А.В. Перчун и др., 2012; Ф.Ф. Зиннатова и др., 2014; Е.В. Четвертакова и др., 2014 А.А. Некрасов и др., 2015) выявлена связь различных аллельных вариантов указанных маркерных генов с молочной и мясной продуктивностью, технологическими свойствами молока, воспроизводительными качествами коров, а также с ростом и развитием молодняка.

В контексте вышеизложенного, создание высокопродуктивного скота путем отбора и подбора, совершенствование и разработка новых методов биотехнологии размножения и селекции животных должны быть взаимосвязаны и направлены на единую цель – получение высококачественной молочной и племенной продукции, надежное обеспечение продовольственной безопасности страны.

В связи с этим, в условиях современного молочного скотоводства использование эффективных методов совершенствования крупного рогатого скота является актуальной проблемой в России в целом, и, в частности, в Татарстане.

**Степень разработанности проблемы.** Совершенствованию продуктивных качеств молочных пород скота в Республике Татарстан на основе оценки молочной продуктивности в зависимости от генотипа и линейной принадлежности животных, эффективности использования чистопородных и помесных быков-производителей, повышению продуктивного долголетия и качества молока, а так же привлечению маркерной селекции посвящены работы Р.А. Хаертдинова и соавт. (2000, 2016), Г.С. Шарафутдинова и соавт. (2001, 2004), Т.М. Ахметова и соавт. (2007, 2011), Ю.Р. Юльметьевой, Ш.К. Шакирова (2015) и др. Тем не менее, в научной периодической литературе не полностью освещены вопросы повышения эффективности вариантов подбора с учетом генотипов маркерных генов и происхождения. Практически не исследуется вопрос о наследовании аллельных вариантов гена каппа-казеина дочерью от быков-отцов и не изучена роль матерей, их генетическое влияние. Однако в наших исследованиях применен комплексный подход к совершенствованию продуктивных и племенных качеств молочного скота с использованием эффективных методов селекции.

Исследования по теме диссертации выполнены в соответствии с тематическим планом научных исследований кафедры «Биотехнология, животноводство и химия» ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» по теме «Совершенствование холмогорской, голштинской, черно-пестрой, бестужевской, швицкой пород крупного рогатого скота методом чистопородного разведения и скрещивания», № государственной регистрации 01860070298, а также в рамках ведомственной целевой программы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан по теме «Разработка и внедрение в практику молекулярно-генетической технологии селекции племенных животных и птиц», № 9/11 от 01.02.2011 г.

Отдельные этапы экспериментальных исследований выполнены совместно с аспирантами и соискателями Казанского ГАУ (Ганиев А.С., Садыкова А.Р., Тюлькин С.В., Юльметьева Ю.Р.), что нашло отражение в списке научных работ.

**Цель и задачи исследований.** Цель работы является повышение продуктивных и племенных качеств молочного скота с использованием традиционных методов селекции и ДНК-маркеров.

Для достижения данной цели были поставлены задачи:

- изучить хозяйственно-полезные признаки, показатели продуктивного долголетия у коров различного происхождения и определить долю влияния на них генетических и паратипических факторов;
- разработать ПЦР-ПДРФ тест-систем для оценки полиморфизма генов каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы, пригодных для использования в селекционно-племенной работе;

- изучить ассоциации вариантов генов каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы с параметрами роста и развития молодняка, молочной продуктивности, технологическими свойствами молока, воспроизводительными качествами и продуктивным долголетием коров;

- проанализировать племенные ресурсы быков-производителей племенных предприятий Республики Татарстан по генотипам ДНК-маркеров;

- определить эффективность использования селекционно-генетических методов для совершенствования молочных стад на современных животноводческих комплексах;

- рассчитать экономическую эффективность производства молока при использовании коров различного происхождения и различных генотипов по маркерным генам.

**Научная новизна исследований.** Впервые показана возможность использования полиморфизма гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы в качестве дополнительного селекционного критерия оценки молочной продуктивности и технологических свойств молока черно-пестрых коров. Установлено изменение весового роста телок и параметров продуктивного долголетия молочного скота в зависимости от различных генотипов по локусу каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы. Определена степень влияния генотипов CSN3 и DGAT1 на хозяйственно-полезные качества молочного скота.

В условиях современных высокомеханизированных мегаферм Республики Татарстан впервые выявлены лучшие линии животных с желательными генотипами каппа-казеина и научно обоснована селекционная программа, способствующая повышению эффективности производства молока на основе анализа комплекса селекционно-зоотехнических и молекулярно-генетических факторов в популяции черно-пестрого скота.

Получены новые данные по наследованию аллелей гена каппа-казеина потомками при различных вариантах подбора. Доказана возможность получения высокопродуктивного потомства, имеющего аллельный вариант В каппа-казеина в своем геноме, путем подбора матерей и отцов с учетом их генотипов.

**Практическая и теоретическая значимость работы.** Работа является научным обоснованием при разработке мероприятий, направленных на повышение молочной продуктивности крупного рогатого скота молочных пород в условиях Республики Татарстан. Полученные данные о наличии взаимосвязи генотипов CSN3 и DGAT1 с продуктивными качествами животных дают возможность совершенствования молочных пород скота с использованием ДНК-маркеров в направлении повышения молочной продуктивности и качества молока. Разработаны ПЦР-ПДРФ тест-системы для оценки полиморфизма генов каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы как потенциальных маркеров качества молока крупного рогатого скота. Определены лучшие варианты линейного подбора, что позволило повысить молочную продуктивность коров и эффективность производства молока.

Доказана возможность и результативность оценки племенной ценности быков-производителей модифицированным методом сравнения его потомков со сверстницами с использованием коэффициента регрессии генотипа быка на

фенотип дочерей. Оценка генотипа быков-производителей по локусу гена каппа-казеина позволяет эффективно использовать производителей, имеющих в геноме аллель В каппа-казеина. При этом повышается частота встречаемости желательного аллеля у молочного скота, что приводит к более быстрому улучшению качественных и технологических показателей молока.

По результатам исследований разработаны и опубликованы две методические рекомендации по генотипированию крупного рогатого скота по генам каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы (Казань, 2014). Результаты исследований были использованы при разработке 8 планов селекционно-племенной работы по совершенствованию скота холмогорской и черно-пестрой пород в хозяйствах и племенных репродукторах Республики Татарстан. Результаты работы, будучи внедренными в производство, обеспечили увеличение продуктивности молочного скота более, чем на 5%. Материалы исследований используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» при подготовке бакалавров по дисциплинам «Биотехнология в животноводстве» и «Производство продукции животноводства».

**Методология и методы исследований.** В исследованиях изучены хозяйственно-полезные признаки животных молочных пород скота. При выполнении работы использован комплекс специальных методов, включая зоотехнические, физико-химические, молекулярно-генетические, биометрические и экономические. Научно-хозяйственные опыты были проведены на основании общепринятых методик. При организации эксперимента использовался метод групп-аналогов.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- молочная продуктивность и продолжительность использования коров различного происхождения обусловлены генетическими и паратипическими факторами;
- разработанные ПЦР-ПДРФ тест-системы для оценки полиморфизма генов каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы можно использовать в селекционной работе;
- генотипы по каппа-казеину и диацилглицерол О-ацилтрансферазе влияют на хозяйственно-полезные признаки коров;
- ДНК-маркеры продуктивности могут быть использованы для оценки племенных ресурсов быков-производителей;
- применение селекционных и молекулярно-генетических методов эффективно для повышения продуктивности молочных стад на современных животноводческих комплексах;
- экономическая эффективность производства молока зависит от происхождения коров и генотипов по каппа-казеину и диацилглицерол О-ацилтрансферазы.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Исследования проведены на достаточном по численности материале согласно установленному плану исследований. Исследования проводились при строгом соблюдении методик. Основные результаты исследований доложены и представлены в материалах региональных, всероссийских, международных научно-практических

конференций Казанского ГАУ (Казань, 2000-2016 гг.), Казанской ГАВМ (Казань, 2003, 2004, 2005, 2015), Ульяновской ГСХА (Ульяновск, 2005), ВИЖ (Дубровицы, 2005), Ижевской ГСХА (Ижевск, 2005), Марийского ГУ (Йошкар-Ола, 2007), Татарской НИИСХ (Казань, 2010, 2013), Саратовского ГАУ (Саратов, 2012), Иркутской ГСХА (Иркутск, 2013), Самарской ГСХА (Самара, 2013), ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии (Москва, 2014), а также, на конгрессе «Биотехнология: состояние и перспективы развития» (Москва, 2017).

Научные исследования поддержаны грантом ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» № 11/13-НИР от 13.05.2013 г. по теме «Влияние полиморфизма молочных генов на продуктивность коров» (2013-2014 гг.), а также именными премиями Республиканского конкурса «Пятьдесят лучших инновационных идей для Республики Татарстан» за проекты «Полиморфизм молочных генов крупного рогатого скота разного происхождения» (Казань, 2010) и «Высокоэффективный экспресс-метод определения сырьевого состава продуктов питания методом ДНК-технологии» (Казань, 2015).

**Публикация результатов исследований.** По материалам исследований опубликовано 56 печатных научных работ, в том числе, 24 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 2 монографии, 2 научно-методические рекомендации, получен 1 патент РФ на изобретение.

**Объем и структура диссертации.** Работа изложена на 437 страницах компьютерного набора, состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов исследований, заключения, списка литературы и приложений. Содержит 144 таблиц, 11 рисунков, 11 приложений. Библиографический список включает 473 источников, в том числе 90 на иностранном языке.

## 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научно-исследовательская работа проводилась в период с 2000 по 2016 годы на поголовье молочного скота племенных заводов: ЗАО «Бирюли» Высокогорского, СХПК им. Вахитова и ООО «Восток» Кукморского районов; сельскохозяйственных предприятий: ОПХ им. Ленина Тюлячинского, КСХП «Асанбаш» Кукморского, ОПХ «Центральное» Лаишевского и КП «Овощевод» Зеленодольского районов; племенных репродукторов: ООО «Дусым» Атнинского района Республики Татарстан и ОАО «Красный Восток Агро».

Объектом исследований являлись холмогор-голштинские помеси разной кровности и селекции, животные холмогорской, черно-пестрой пород, голштинская порода венгерской селекции и собственной репродукции.

Исследования проводили по общепринятым методикам (А.И. Овсяников, 1976; И.М. Дунин и др., 2000) в соответствии с общей схемой, представленной на рисунке 1.

В научных исследованиях соблюдались принципы оценки однородности групп животных по возрасту, полу, продуктивности, живой массе, генеалогической принадлежности, кровности по голштинской породе, генотипу маркерных генов и другим оцениваемым признакам.

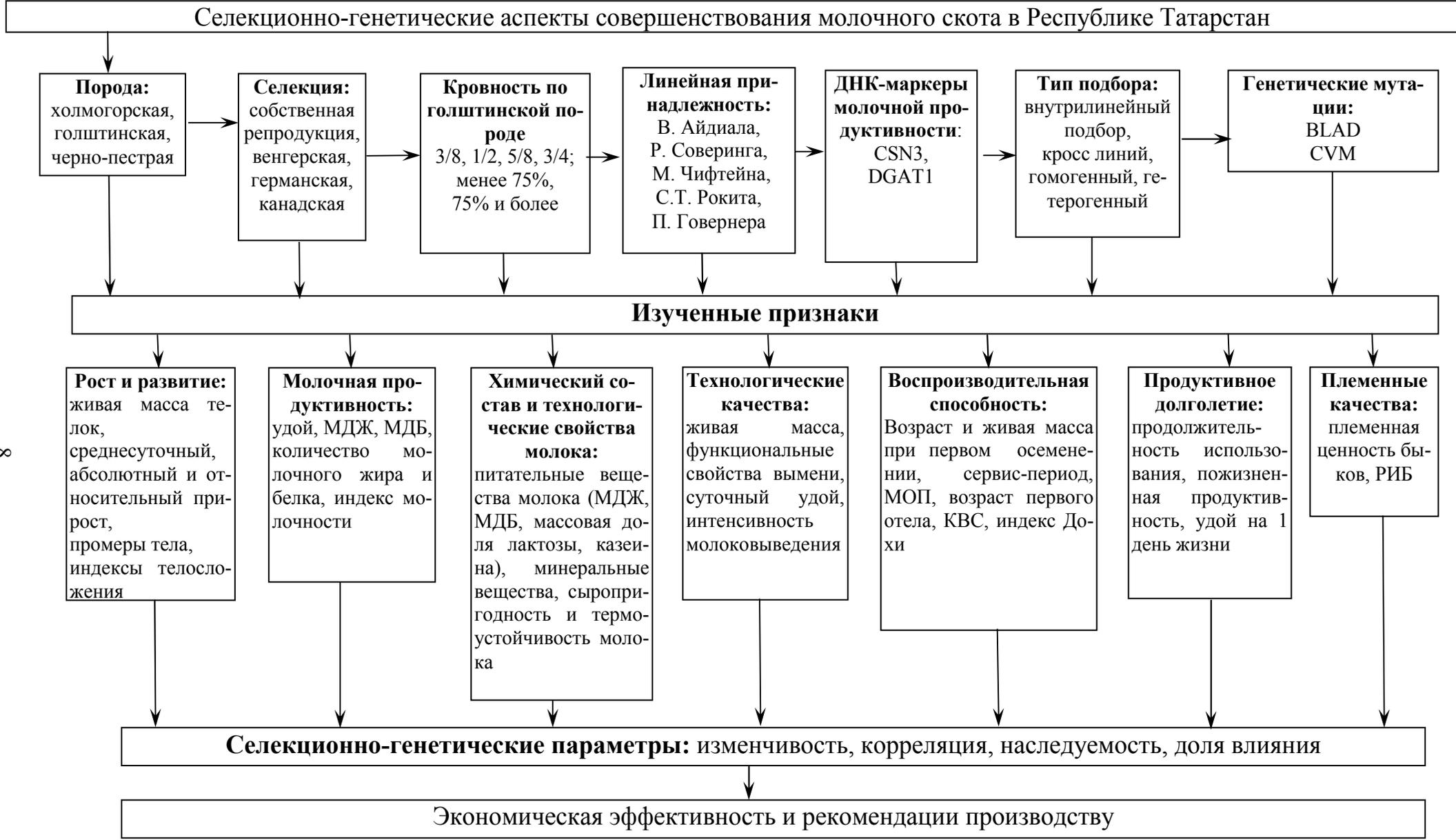


Рис.1. Общая схема исследований

Кормление животных в подконтрольных стадах проводили по принятым в хозяйствах рационам, составленным с учетом детализированных норм (А.П. Калашников и др., 2003). Молочную продуктивность коров определяли путем проведения ежемесячных контрольных доек.

Определение генетического влияния голштинской породы на уровень молочной продуктивности помесных холмогор-голштинских животных проводился в несколько этапов. На первом этапе исследований изучали продуктивность первотелок с кровностью 3/8, 1/2, 5/8, 3/4 по голштинской породе. На втором этапе изучали продуктивность помесных коров с кровностью менее 75% по голштинской породе и с кровностью 75% и более.

Для определения доли влияния различных факторов на продуктивность и долголетие коров проведен однофакторный дисперсионный анализ.

Контроль за ростом молодняка проводилось путем взвешивания в основные возрастные периоды с вычислением абсолютного, среднесуточного и относительного приростов живой массы, измерения статей тела, вычисления индексов телосложения

Изучение полиморфизма по генам каппа-казеина и диацетилглицерол О-ацетилтрансферазы, а также создание ПЦР-ПДРФ тест-систем для ДНК-диагностики по генам CSN3 и DGAT1 были проведены совместно с сотрудниками лаборатории биохимии и молекулярно-генетического анализа ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» (под руководством профессора Фаизова Т.Х.). Исследования по распространенности генетических мутаций BLAD и CVM быков проведено совместно с сотрудниками лаборатории молекулярно-генетической экспертизы ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства им. академика Л.К. Эрнста» (под руководством академика РАН Зиновьевой Н.А.).

Для проведения исследований и оценки по гену каппа-казеина и диацетилглицерол О-ацетилтрансферазы в условиях племенного репродуктора ООО «Дусым» Атнинского района Республики Татарстан было отобрано 122 телки, 142 коровы-первотелки и 208 высокопродуктивных коров с удоем свыше 5000 кг черно-пестрой породы, от которых были взяты пробы крови и выделены образцы ДНК.

Для исследования и оценки молочной продуктивности коров в зависимости от генотипа каппа-казеина в условиях современных высокотехнологичных мегаферм были отобраны коровы племенного ядра черно-пестрой породы на животноводческих комплексах (ЖК) «Азелеево» (264 голов) и «Вахитово» (238 голов), входящих в структуру племенного репродуктора ОАО «Красный Восток Агро».

Для изучения наследуемости генотипов каппа-казеина потомками проведена ПЦР-диагностика дочерей в стаде животноводческих комплексов «Азелеево» (124 голов) и «Вахитово» (108 голов) племенного репродуктора ОАО «Красный Восток Агро» и оценка данных анализа генотипирования их отцов и матерей. По результатам генотипирования были рассчитаны частота встречаемости генотипов AA, AB, BB каппа-казеина и аллельных вариантов A и B у дочерей быков-отцов.

Материалом для молекулярного ДНК-тестирования служила венозная кровь животных. Выделение ДНК проводилось с помощью набора «Магносорб» (Интерлабсервис, Москва) согласно инструкции производителя. Аллельные варианты генов каппа-казеина и диацетилглицерол О-ацетилтрансферазы определены методом ПЦР с последующим анализом по полиморфизму длин рестрикационных фрагментов продуктов амплификации генов. Для амплификации фрагментов генов CSN3 и DGAT1 использовали наборы праймеров (R.J. Slepman et al., 2002; Л.А. Калашникова, И.М. Дунин, В.И. Глазко и др., 1999). Амплификацию с этими праймерами проводили на детектирующем амплификаторе ДТ-96 и «Терцик» («ДНК-технология», Москва).

Частоту встречаемости генотипов определяли по формуле:

$$P = n / N ,$$

где P – частота определенного генотипа;

n – количество особей, имеющих определенный генотип;

N – общее число особей.

Частоту отдельных аллелей определяли по формуле Е.К. Меркурьевой (1977):

$$P_A = (2n_{AA} + n_{AB}) / 2N,$$

$$Q_B = (2n_{BB} + n_{AB}) / 2N,$$

где P<sub>A</sub> – частота аллеля А,

Q<sub>B</sub> – частота аллеля В,

2N – общее число аллелей.

По закону Харди-Вайнберга (В.Л. Петухов, 1985) рассчитывали ожидаемые результаты частот генотипов в исследуемой популяции.

Для проведения научно-производственного опыта по изучению качественных показателей и технологических свойств молока в ООО «Дусым» были сформированы три группы коров черно-пестрой породы, в зависимости от генотипа CSN3 и DGAT1, аналогов по месяцу лактации.

Физико-химические показатели и свойства молока первотелок определяли на 2-3 месяцах лактации в индивидуальных пробах молока подопытных животных каждой группы по общепринятым методикам, сухого обезжиренного молочного остатка, сухих веществ, калорийность молока – расчетным методом.

Сыропригодность молока определяли по методике Н.В. Барабанщикова (1990), при использовании сычужной и сычужно-бродильной пробы (ГОСТ 9225-84), синерезис – по количеству сыворотки (мл), выделившейся за 5, 15, 25 минут свободного фильтрования 100 см<sup>3</sup> молока через бумажный фильтр.

Термоустойчивость молока определяли по тепловой пробе в ультратермостате согласно методике Т.Ф. Владыкина, В.В. Вайткус (1986).

В работе кроме экспериментальных материалов были использованы данные зоотехнического и племенного учета сельскохозяйственных предприятий - карточки племенных коров и быков (формы: 1-МОЛ, 2-МОЛ), а также каталоги и племенные свидетельства быков-производителей. Также анализ происхождения и продуктивности коров был произведен с помощью программного пакета АРМ «СЕЛЭКС 3.3» («Плинор»).

Для проведения анализа племенных ресурсов быков-производителей племенных предприятий Республики Татарстан по ДНК-маркерам продуктивности использовались данные каталогов и племенных свидетельств быков, принадлежащих ОАО «Головное племпредприятие «Элита» (n=74), ОАО «Мензелинское племпредприятие» (n=36) и ОАО «Бугульминское племпредприятие» (n=25). Были проанализированы 135 быков-производителей, в том числе 47 голштинской породы, 15 – черно-пестрой, 73 – татарстанского типа холмогорской породы.

Для прогноза генетического потенциала производителей вычислен родительский индекс быка (РИБ).

Племенную ценность быков рассчитывали методом «дочери-сверстницы» (СС) и модифицированным методом сравнения продуктивности их дочерей со сверстницами, с учетом коэффициента регрессии генотипа быка на средний фенотип дочерей (МСС1) и на фенотип эффективных дочерей (МСС2) (В.М. Кузнецов, 1982; Б.П. Завертяев и др., 2004).

Морфологические признаки и функциональные свойства вымени изучались на первотелках разных линий на 2-3 месяцах лактации согласно «Рекомендациям по оценке вымени и молокоотдачи коров молочных и молочно-мясных пород» (1985).

Воспроизводительные способности животных изучены по ряду показателей, определяющих плодовитость: возраст первого отела коров, продолжительность сервис- и межотельного периодов, коэффициент воспроизводительной способности (КВС), индекс плодовитости (Я. Дохи, 1961).

Генетические параметры продуктивности в группах коров: коэффициент изменчивости ( $C_v$ ), коэффициент корреляции ( $r$ ) и коэффициент наследуемости ( $h^2$ ) определены по общеизвестным формулам.

Экономическая эффективность результатов исследований определялась согласно «Методическим рекомендациям по определению экономической эффективности от внедрения результатов научно-исследовательских работ в животноводстве» (Ю.И. Шмаков, А.В. Черкаев, 1984) с учетом базисной общероссийской нормы массовой доли белка (3,0%) и жира (3,4%).

Полученные материалы статистически обработаны (Е.К. Меркурьева, 1970) с применением ЭВМ и использованием программного приложения Microsoft Excel из программного пакета Microsoft Office 2003.

### **3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

#### **3.1 Продуктивные качества молочного скота разного происхождения**

При изучении генетического влияния голштинской породы на уровень молочной продуктивности холмогор-голштинских животных в пяти стадах с помесным молочным скотом установлено, что использование голштинских быков в ЗАО «Бирюли», КСХП «Асанбаш», ОПХ «Центральное» привело к увеличению удоя у их дочерей с кровностью 75% и более по голштинам по 1 лактации, соответственно, на 91, 39, 81 кг; по 2 – на 100, 240 кг; по 3 лактации – на

61, 114, 127 кг. Аналогичная картина преимуществ высококровных коров в вышеназванных хозяйствах прослеживается и по молочному жиру по 1 лактации на 7, 3, 3 кг; по 2 лактации – на 3, 4 кг; по 3 лактации – на 3, 5, 4 кг, соответственно. Исключение составляют лишь животные ЗАО «Бирюли» по 2 лактации. Достоверность разницы выявлена лишь в ОПХ «Центральное» по удою за вторую лактацию ( $P < 0,05$ ).

По ОПХ им. Ленина и ООО «Восток» выявлено преобладание животных с кровностью менее 75% по улучшающей породе по удою и количеству молочного жира, соответственно, по 1 лактации на 54, 31 кг и 2, 2 кг; по 2 лактации – на 83, 162 кг и 2,5 кг; по 3 лактации – на 162 кг и 7 кг.

Разница достоверна по жирномолочности между опытными группами животных в ЗАО «Бирюли» по 1-й лактации на 0,05% ( $P < 0,001$ ), в ОПХ им. Ленина по 2 лактации – на 0,03% ( $P < 0,05$ ).

Таким образом, из полученных данных видно, имеется тенденция к повышению молочной продуктивности с увеличением доли крови голштинского скота.

Использование голштинского скота в большей степени оказало отрицательное влияние на продолжительность сервис-периода и межотельного периода. Но в целом, изменения воспроизводительных качеств на фоне повышения кровности были не существенными.

### **3.2 Продуктивное долголетие коров**

Проведено изучение влияния скрещивания холмогорского скота с голштинской породой на продуктивное долголетие животных в пяти хозяйствах Татарстана, расположенных в разных зонах республики: ЗАО «Бирюли», СХПК им. Вахитова, ООО «Восток», ОПХ им. Ленина и КП «Овощевод». Установлено, что с повышением кровности по голштинам сокращается продолжительность использования коров с 4,4 лактации у 1/2-кровных до 1,9 лактации у 7/8-кровных ( $P < 0,001$ ), также преимущество полукровных животных прослеживается по удою и молочному жиру за весь период жизни – на 9772 кг и 362,1 кг ( $P < 0,001$ ).

Чистопородные холмогорские коровы характеризуются самым высоким показателем продолжительности использования (6,7 лактаций) и пожизненной продуктивности (25407 кг) среди всех анализируемых генотипов и достоверно ( $P < 0,001$ ) превышают: помесей на 2,8 лактации и 10387 кг молока, голштинских чистопородных из Венгрии на 3,1 лактации и 3595 кг, голштинских собственной репродукции на 4,1 лактации и 11648 кг, соответственно.

Было изучено продуктивное долголетие коров-дочерей в зависимости от происхождения производителей.

Среди анализируемых групп коров наибольшим продуктивным долголетием отличались дочери быков канадской селекции. Так, они достоверно ( $P < 0,05-0,001$ ) превосходят другие группы животных по продолжительности использования на 0,57-1,06 лактаций, пожизненному удою – на 5583-7749 кг и удою на 1 день жизни – на 1,1-2,1 кг молока.

Высокая жирномолочность выявлена у дочерей быков германской селекции – 3,82%, разница достоверна при сравнении с животными венгерской селекции – 0,09% ( $P < 0,05$ ). У первотелок канадского происхождения наибольшая прибавка молочного жира за весь период использования над другими группами животных на 210-300 кг ( $P < 0,01-0,001$ ).

Таким образом, по продолжительности использования и пожизненной продуктивности наилучшими оказались дочери быков-производителей канадской селекции.

### 3.3. Доля влияния различных факторов на продуктивность и долголетие коров

В рамках установления доли и силы влияния генотипических и фенотипических факторов на продуктивность и долголетие коров установлено, что из генотипических факторов наибольшее достоверное влияние на удой помесных коров оказали быки-производители при  $\eta^2=14,8\%$  ( $P < 0,001$ ), скрещивание с голштинской породой -  $\eta^2= 5,7\%$  ( $P < 0,001$ ) (табл. 1).

Таблица 1 – Доля и достоверность влияния различных факторов на удой за лактацию, долголетие и пожизненный удой помесных коров

Факторы	Удой за лактацию		Продолжительность использования		Пожизненный удой	
	$\eta^2, \%$	F <sub>факт.</sub>	$\eta^2, \%$	F <sub>факт.</sub>	$\eta^2, \%$	F <sub>факт.</sub>
Быки-производители	14,8	5,9***	19,1	3,6***	13,3	2,9*
Кровность по голштинской породе	5,7	6,1***	17,2	4,9***	11,1	3,1**
Линейная принадлежность	2,6	2,6*	12,4	6,1***	10,3	5,7***
Продолжительность сервис-периода	11,7	13,7***	14,2	7,8***	15,9	10,7***
Сезон рождения	4,8	5,3**	6,5	3,7**	6,1	3,5*
Возраст первого отела	4,5	4,7**	2,2	1,7	1,7	0,9
Удой матерей	4,0	2,4	-	-	-	-
Удой матерей отцов	2,0	1,0	-	-	-	-
Возраст проявления наивысшего удоя	-	-	65,9	104,8***	72,1	105,7***
Удой за 1-ю лактацию	-	-	8,1	4,7**	1,1	0,7

Примечание: здесь и далее \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$

Из фенотипических факторов высокое достоверное влияние на изменчивость удоя оказала продолжительность сервис-периода  $\eta^2=11,7\%$  ( $P < 0,001$ ), также сезон рождения  $\eta^2= 4,8\%$  ( $P < 0,01$ ) и возраст первого отела  $\eta^2= 4,5\%$  ( $P < 0,01$ ).

Наибольшее влияние на продуктивное долголетие оказали производители и кровность по голштинам, при этом степень влияния по долголетию составило  $\eta^2= 19,1\%$  и  $\eta^2= 17,2\%$  ( $P < 0,001$ ), по пожизненному удою  $\eta^2= 13,3\%$  и  $\eta^2= 11,1\%$  ( $P < 0,05-0,01$ ). Из фенотипических факторов на долголетие и пожизненный удой

оказало наибольшее воздействие возраст проявления наивысшего удоя -  $\eta^2 = 65,9\%$  ( $P < 0,001$ ) и  $72,1\%$  ( $P < 0,001$ ), соответственно.

### 3.4 Полиморфизм ДНК-маркеров и их связь с продуктивностью крупного рогатого скота

#### 3.4.1 Разработка ПЦР-ПДРФ тест-систем для оценки полиморфизма генов каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы у крупного рогатого скота

В результате разработки аналитических систем для определения генотипов потенциальных маркеров жирномолочности и белковомолочности крупного рогатого скота было установлено, что набор реагентов для проведения амплификации ПЦР-ПДРФ тест-системы для генотипирования по гену каппа-казеина функционален, образуется ПЦР-продукт в 378 п.о., а для генотипирования по гену диацилглицерол О-ацилтрансферазы набор так же функционален и образуется ПЦР-продукт в 330 п.о. (табл. 2).

Таблица 2 – Последовательность праймеров для индикации генов CSN3 и DGAT1

Ген	Рестриктаза	Размеры продуктов рестрикции, п.н.	Длина фрагмента п.о.	Последовательность праймера (5' → 3')
CSN3	<i>Hinf I</i>	BB – 378	378	attactaccaacagaaaccagttgcac
		AA – 57, 321 AB – 57, 321, 378		ttgaagtaactggactgtgtgatctc
DGAT1	<i>Eae I</i>	KK – 330	330	acgtcaacctctggtgccga
		AA – 163, 167 AK – 163, 167, 330		cacaggggtggggcgaa

С полученными продуктами ПЦР от всех исследуемых проб нами проведен ПДРФ-анализ по гену каппа-казеина с использованием рестриктазы *Hinf I*, а по гену диацилглицерол О-ацилтрансферазы была использована рестриктаза *Eae I*.

Разработанные нами тест-системы определения полиморфизма генов CSN3, DGAT1 методом ПЦР-анализа способны проводить дискриминацию аллелей по данным генам и могут использоваться для определения генетического потенциала белковомолочности и жирномолочности крупного рогатого скота.

#### 3.4.2 Полиморфизм генов каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы у крупного рогатого скота черно-пестрой породы

В стаде черно-пестрого скота племенного репродуктора ООО «Дусым» встречались чаще генотипы CSN3<sup>AA</sup> и DGAT1<sup>AK</sup> с частотой 55,3-66,4 и 47,5-59,9 и реже CSN3<sup>BB</sup> и DGAT1<sup>KK</sup> – 3,3-4,3 и 4,9-7,4, соответственно. При этом

частота встречаемости желательного аллеля В каппа-казеина составила 0,18-0,25, а аллеля К диацилглицерол О-ацилтрансферазы 0,31-0,32 (рис. 2).

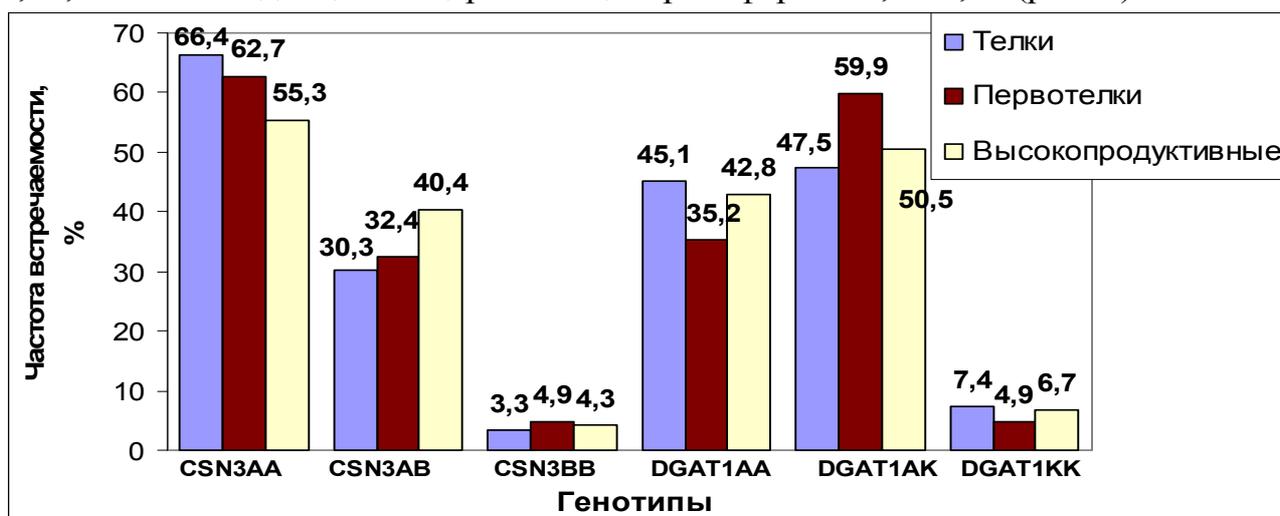


Рис. 2 Частота встречаемости генотипов CSN3 и DGAT1 у черно-пестрого скота

У телок и коров-первотелок всего выявлено 8 комплексных генотипов. Наиболее распространенными у данных групп животных были следующие генотипы: CSN3<sup>AA</sup>/DGAT1<sup>AA</sup> – 31,1 и 16,2 %, CSN3<sup>AA</sup>/DGAT1<sup>AK</sup> – 29,6 и 43,7 %, CSN3<sup>AB</sup>/DGAT1<sup>AA</sup> – 12,3 и 16,9 %, CSN3<sup>AB</sup>/DGAT1<sup>AK</sup> – 15,6 и 13,4 %, соответственно. Остальные 4 генотипа встречались менее чем в 6 % случаев.

В стаде высокопродуктивных коров обнаружено всего 9 комплексных генотипов, но с наибольшей встречаемостью у комбинации генов - CSN3<sup>AA</sup>/DGAT1<sup>AA</sup> (37,0 %), CSN3<sup>AB</sup>/DGAT1<sup>AK</sup> (31,2 %), CSN3<sup>AA</sup>/DGAT1<sup>AK</sup> (15,9 %).

### 3.4.3 Динамика роста живой массы телок с разными генотипами каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы

Основным объективным параметром, характеризующим рост животного, является изменение живой массы в различные возрастные периоды.

Между животными опытных групп с различным генотипом гена каппа-казеина была выявлена незначительная разница по росту за весь опытный период, за исключением возраста 12 и 15 месяцев, при котором телки с генотипом CSN3<sup>AB</sup> имеют достоверное преимущество над животными с генотипом CSN3<sup>AA</sup> на 8,3 кг (P<0,05) и 7,6 кг (P<0,01), соответственно (табл. 3).

В целом телки с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>BB</sup> характеризуются более высокой живой массой во все возрастные периоды.

Телки с генотипом DGAT1<sup>AK</sup> имеют достоверное преимущество над животными с генотипом DGAT1<sup>AA</sup> по живой массе в возрасте 3 месяца на 2,9 кг (P<0,001), в 6 месяцев – на 4,9 кг (P<0,01), в 12 месяцев – на 13,2 кг (P<0,001), в 15 месяцев – на 7,5 кг (P<0,01). У телок с гомозиготным генотипом DGAT1<sup>KK</sup> наиболее высокая живая масса в конце опытного периода (15 мес.) и достоверно превосходят по данному показателю сверстниц DGAT1<sup>AA</sup> на 9,8 кг (P<0,01).

Таблица 3 – Динамика роста живой массы телок с различными генотипами CSN3 и DGAT1, кг

Возраст, мес.	Генотип CSN3			Генотип DGAT1		
	AA (n= 81)	AB (n= 37)	BB (n= 4)	AA (n=55)	AK (n=58)	KK (n=9)
При рождении	30,1±0,4	29,8±0,6	31,5±1,2	30,1±0,4	30,0±0,4	30,1±1,3
3	90,0±0,4	89,9±0,7	91,5±1,2	88,6±0,5	91,5±0,4	88,9±1,7
6	145,2±1,1	146,9±1,3	148,5±2,6	143,6±1,1	148,5±1,2	142,1±2,6
9	220,0±1,4	222,1±2,2	222,5±4,0	219,2±1,7	222,9±1,6	216,1±4,4
12	285,1±2,2	293,4±3,2	289,0±9,8	280,9±2,2	294,1±2,8	289,1±7,6
15	342,3±1,4	349,9±2,4	344,8±8,4	340,4±1,7	347,9±1,9	350,2±2,6

При анализе данных среднесуточных приростов живой массы молодняка в разные возрастные периоды выявили, что телки с генотипом AB по гену кап-па-казеина характеризуются лучшими показателями среднесуточного прироста во все возрастные периоды, но достоверное преимущество выявлено только за весь период - от рождения до 15 месяцев - по сравнению с животными с генотипом CSN3<sup>AA</sup>, оно составило 17,5 г (P<0,01) (табл. 4).

Таблица 4 – Среднесуточный прирост живой массы телок с различными генотипами CSN3 и DGAT1, г

Возрастные периоды, мес.	Генотип CSN3			Генотип DGAT1		
	AA (n= 81)	AB (n= 37)	BB (n= 4)	AA (n=55)	AK (n=58)	KK (n=9)
0-3	665,3±6,0	667,9±9,8	666,7±20,8	649,7±7,6	683,7±6,6	653,1±16,8
3-6	613,6±11,7	633,6±14,9	633,3±16,4	611,1±13,3	633,5±13,7	591,4±19,6
6-9	831,4±11,5	834,2±15,0	822,2±61,4	839,6±14,4	826,3±12,0	822,2±39,1
9-12	723,5±21,8	793,4±30,0	738,9±73,2	685,9±20,5	791,2±27,7	801,1±63,2
12-15	635,4±17,3	627,3±23,8	619,4±42,6	660,8±17,2	598,3±20,4	679,0±68,3
0-15	693,8±3,3	711,3±5,6	696,1±16,8	689,4±4,0	706,6±4,4	711,4±7,2

Достоверная разница по среднесуточному приросту выявлена между группами телок с генотипом DGAT1<sup>AK</sup> и DGAT1<sup>AA</sup> в периоды: от рождения до 3 месяцев – на 34 г (P<0,01), в период 9-12 месяцев – на 105,3 г (P<0,01), за весь исследуемый период – на 17,2 г (P<0,01). В возрастной период от 12 до 15 месяцев преимущество имели уже телки с генотипом DGAT1<sup>AA</sup> по отношению к DGAT1<sup>AK</sup> – на 62,5 г. Наибольшие приросты за весь исследуемый период имеют животные с генотипом DGAT1<sup>KK</sup>, но разница достоверна лишь по сравнению с гомозиготными сверстницами DGAT1<sup>AA</sup> (22,0 г; P<0,01).

Таким образом, телочки с генотипом CSN3<sup>AB</sup>, DGAT1<sup>AK</sup> и DGAT1<sup>KK</sup> характеризуются более интенсивным ростом и развитием.

У телок с комплексными генотипами CSN3/DGAT1 также были определены показатели живой массы. Установлено, что телки с комбинированным генотипом CSN3<sup>AB</sup>/DGAT1<sup>AK</sup> по живой массе в 3 месяца достоверно превышают массу сверстниц с генотипом CSN3<sup>AA</sup>/DGAT1<sup>AA</sup> на 3,1 кг (P<0,01), CSN3<sup>AB</sup>/DGAT1<sup>AA</sup> - на 3,0 кг (P<0,05), а молодняк с генотипом CSN3<sup>AA</sup>/DGAT1<sup>AK</sup> имеет превосходство над животными CSN3<sup>AA</sup>/DGAT1<sup>AA</sup> на

3,0 кг ( $P<0,001$ ),  $CSN3^{AB}/DGAT1^{AA}$  - на 3,1 кг ( $P<0,05$ ). Аналогичное преимущество телок с генотипами  $CSN3^{AB}/DGAT1^{AK}$  над весовыми показателями сверстниц с генотипом  $CSN3^{AA}/DGAT1^{AA}$  выявлено в 6 месяцев на 6,4 кг ( $P<0,001$ ), в 12 месяцев - на 20,8 кг ( $P<0,001$ ), в 15 месяцев - на 15,1 кг ( $P<0,001$ ),  $CSN3^{AA}/DGAT1^{KK}$  в 6 месяцев - на 6,7 кг ( $P<0,05$ ), в 9 месяцев - на 9 кг ( $P<0,05$ ),  $CSN3^{AB}/DGAT1^{KK}$  в 6 месяцев - на 6,4 кг ( $P<0,05$ ), в 15 месяцев - на 9,6 кг ( $P<0,05$ ). Молодняк с генотипом  $CSN3^{AA}/DGAT1^{AK}$  превосходит животных  $CSN3^{AA}/DGAT1^{AA}$  в возрасте 12 и 15 месяцев на 10,2 и 7,4 кг ( $P<0,05$ ).

Таким образом, телки с генотипом  $CSN3^{AB}/DGAT1^{AK}$  и  $CSN3^{AA}/DGAT1^{AK}$  характеризовались более высокой живой массой во все возрастные периоды.

### 3.4.4 Молочная продуктивность коров с разными генотипами каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы

Удой за 305 дней лактации и количество молочного жира был выше у первотелок и высокопродуктивных коров с генотипом по гену каппа-казеина BB (табл. 5). По массовой доли белка в молоке животные с генотипом  $CSN3^{BB}$  превосходили группу  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$  у первотелок на 0,14% и 0,11% ( $P<0,001$ ), у высокопродуктивных коров на 0,12% и 0,08% ( $P<0,05$ ), соответственно. Аналогичное превышение по выходу молочного белка также имели первотелки с генотипом  $CSN3^{BB}$  по сравнению с животными  $CSN3^{AA}$  генотипом ( $P<0,05$ ).

Таблица 5 – Молочная продуктивность первотелок и высокопродуктивных коров с различными генотипами  $CSN3$

Показатель	Первотелки			Высокопродуктивные коровы		
	Генотип $CSN3$					
	AA	AB	BB	AA	AB	BB
n	89	46	7	115	84	9
Удой, кг	4435±46	4645±121	4733±195	6102±66	6010±56	6240±167
МДЖ, %	3,64±0,01	3,67±0,01	3,66±0,04	3,62±0,01	3,71±0,02	3,61±0,03
Молочный жир, кг	161±1,6	170±4,4	173±6,5	221±2,4	223±2,1	225±7,5
МДБ, %	3,12±0,01	3,15±0,01	3,26±0,02	3,10±0,01	3,14±0,01	3,22±0,03
Молочный белок, кг	138±1,4	146±3,8	154±6,2	189±2,1	189±1,9	201±6,1

По массовой доли жира в молоке коров выявлено преимущество животных гетерозиготного генотипа  $CSN3^{AB}$  над гомозиготными генотипами у первотелок  $CSN3^{AA}$  (0,03%;  $P<0,05$ ), у высокопродуктивных  $CSN3^{AA}$  (0,09%;  $P<0,001$ ) и  $CSN3^{BB}$  (0,10%;  $P<0,01$ ).

У коров-первотелок с генотипом  $DGAT1^{AK}$  уровень удоя (4636 кг) был выше, чем у коров с генотипом  $DGAT1^{AA}$  на 276 кг ( $P<0,01$ ) и  $DGAT1^{KK}$  на 429 кг ( $P<0,001$ ) (табл. 6). Выход молочного жира и белка был так же больше от коров с генотипом  $DGAT1^{AK}$  (169 кг и 146 кг), разница по гомозиготным генотипам составила:  $DGAT1^{AA}$  11 кг ( $P<0,01$ ) и 10 кг ( $P<0,05$ ),  $DGAT1^{KK}$  9 кг ( $P<0,01$ ) и 12 кг ( $P<0,001$ ).

Высокопродуктивные коровы с генотипом  $DGAT1^{AA}$  превышает удои коров с генотипами  $DGAT1^{AK}$  на 72 кг,  $DGAT1^{KK}$  на 282 кг ( $P<0,05$ ).

Таблица 6 – Молочная продуктивность первотелок и высокопродуктивных коров с различными генотипами DGAT1

Показатель	Первотелки			Высокопродуктивные коровы		
	Генотип DGAT1					
	AA	AK	KK	AA	AK	KK
n	50	85	7	89	105	14
Удой, кг	4360±84	4636±64	4207±62	6128±73	6056±52	5846±101
МДЖ, %	3,62±0,01	3,65±0,01	3,80±0,04	3,63±0,01	3,63±0,01	3,80±0,05
Молочный жир, кг	158±3,0	169±2,3	160±3,1	222±2,5	220±2,0	222±4,0
МДБ, %	3,13±0,01	3,14±0,01	3,19±0,01	3,11±0,01	3,13±0,01	3,14±0,03
Молочный белок, кг	136±2,7	146±2,0	134±2,2	190±2,3	189±1,8	184±4,2

Первотелки, имеющие генотип DGAT1<sup>KK</sup>, были более жирномолочными (3,80%) и более белковомолочными (3,19 %), чем коровы с генотипами DGAT1<sup>AA</sup> на 0,18% и 0,06%, DGAT1<sup>AK</sup> на 0,15% и 0,05%, соответственно, при высокодостоверной разнице ( $P<0,001$ ). Высокопродуктивная группа с генотипом DGAT1<sup>KK</sup> по массовой доле жира также превышала животных, имеющих в геноме А-аллельный вариант на 0,17% ( $P<0,001$ ).

Таким образом, коровы, имеющие в геноме аллельный вариант В гена CSN3 и А гена DGAT1 обладали более высоким уровнем молочной продуктивности. Высокой жирномолочностью и белковомолочностью отличались животные с генотипом DGAT1<sup>KK</sup>.

У коров с комплексными генотипами CSN3/DGAT1 также были определены показатели молочной продуктивности. Первотелки с сочетанием CSN3<sup>AB</sup>/DGAT1<sup>AK</sup> превосходят животных с генотипами AA/AA, AA/AK, AA/KK, AB/AA, AB/KK по удою на 490-884 кг молока, количеству молочного жира – 20,8-32,2 кг, количеству молочного белка – 16,4-26,8 кг ( $P<0,05-0,001$ ).

Более высокая массовая доля жира в молоке наблюдается у первотелок с комбинацией генотипов CSN3<sup>AA</sup>/DGAT1<sup>KK</sup> (3,81%), а массовая доля белка – у генотипа CSN3<sup>BB</sup>/DGAT1<sup>AK</sup> (3,28%) при этом они превосходили остальные генотипы на 0,17-0,23% и 0,08-0,18%, соответственно ( $P<0,05-0,01$ ).

Высокопродуктивные коровы с комбинацией генотипов CSN3<sup>BB</sup>/DGAT1<sup>AA</sup> и CSN3<sup>BB</sup>/DGAT1<sup>AK</sup> имели преимущество как по удою (6610 и 6205 кг), количеству молочного жира (241,3 и 222,8 кг) и белка (211,5 и 200,4 кг), так и по массовой доле белка в молоке (3,20 и 3,23%). Лучшим комплексным сочетанием генов по жирномолочности (3,87%) был генотип CSN3<sup>AB</sup>/DGAT1<sup>KK</sup>.

### 3.4.5 Технологические свойства молока коров-первотелок с разными генотипами каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы

Исследованиями установлено, что наличие аллеля А гена каппа-казеина в генотипе опытных первотелок ухудшает состояние казеинового сгустка при сычужном свертывании молока. У 33,3% животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup> из молока получился рыхлый и дряблый сычужный сгусток. В то время, как у гетерозиготных первотелок CSN3<sup>AB</sup> доля молока с плотным казеиновым сгустком составила 80%, а у гомозиготных CSN3<sup>BB</sup> – 100%.

При сворачивании сычужным ферментом молока у 86,7% коров с генотипом АК гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы получается плотный казеиновый сгусток и лишь 13,3% – рыхлый. У животных с генотипом DGAT1<sup>AA</sup> выход плотного сгустка составляет 53,4%, а рыхлого и дряблого, соответственно 33,3% и 13,3%.

Наименьшее время свертывания молока ферментным препаратом отмечено у коров с генотипом CSN3<sup>BB</sup> – 16,5 минут, а наибольшее присуще животным с генотипом CSN3<sup>AA</sup> – 29,5 минут при высокодостоверной разнице. Лучшим показателем времени свертывания молока сычужным ферментом характеризуются животные с генотипом DGAT1<sup>AK</sup> (24,0 мин.) и DGAT1<sup>KK</sup> (25,7 мин.).

Термоустойчивость молока повышается в зависимости от наличия аллеля А гена каппа-казеина. Локус гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы животных не оказывает существенного влияния на термоустойчивость молока. Однако, более термостабильное было молоко первотелок с генотипом DGAT1<sup>AK</sup>.

### 3.4.6 Продуктивное долголетие коров с разными генотипами каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы

Коровы с генотипом CSN3<sup>AB</sup> превосходят животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup> по продолжительности использования на 0,39 лактаций ( $P<0,05$ ), пожизненному удою на 2401 кг молока ( $P<0,05$ ), количеству молочного жира на 90 кг ( $P<0,05$ ), массовой доли белка в молоке на 0,04% ( $P<0,01$ ), количеству молочного белка на 83 кг ( $P<0,05$ ) (табл. 7).

Таблица 7 – Продолжительность использования и пожизненная продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1

Показатель	Генотип CSN3			Генотип DGAT1		
	AA	AB	BB	AA	AK	KK
n	106	61	7	70	93	11
Продолжительность использования, лакт.	2,97±0,10	3,36±0,12	3,00±0,22	3,11±0,11	3,08±0,10	3,36±0,28
Пожизненный удои, кг	15103 ±575	17504 ± 852	15578 ± 1507	15926 ± 740	15946 ± 661	16260 ± 1582
МДЖ, %	3,68±0,01	3,69±0,01	3,67±0,04	3,66±0,01	3,69±0,01	3,76±0,02
Молочный жир, кг	556±21,3	646±32,0	571±58,1	581±27,4	588±24,8	611±59,0
МДБ, %	3,12±0,01	3,16±0,01	3,20±0,02	3,11±0,10	3,15±0,10	3,15±0,03
Молочный белок, кг	470±17,9	553±26,7	498±48,8	495±23,1	502±20,7	512±51,1
Удои на 1 день жизни, кг	7,98±0,51	8,26±0,21	8,24±0,55	8,41±0,77	7,83±0,16	8,11±0,49

Животные с генотипом DGAT1<sup>KK</sup> имеют превышение остальных групп по показателям продуктивного долголетия, но разность достоверна только по жирномолочности ( $P<0,01-0,001$ ).

### 3.4.7 Доля влияния генотипов каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы на хозяйственно-полезные качества коров

При изучении степени и достоверности влияния генотипа каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы на 12 хозяйственно-полезных признаков черно-пестрого скота установлено, что генотип каппа-казеина наибольшее достоверное влияние оказал у первотелок и высокопродуктивных коров на массовую долю белка в молоке. Доля его влияния составила  $\eta^2 = 8,9-15,2\%$  ( $F_{\text{факт.}} = 10,59-12,50$ ;  $P < 0,001$ ). Также влияние обнаружено на возраст первого отела  $\eta^2 = 1,8-2,1\%$  ( $F_{\text{факт.}} = 3,19-4,21$ ;  $P < 0,05$ ) и количество молочного белка  $\eta^2 = 4,9\%$  ( $F_{\text{факт.}} = 3,59$ ;  $P < 0,05$ ) только у первотелок. Генотип диацилглицерол О-ацилтрансферазы достоверно ( $P < 0,05-0,001$ ) повлиял на массовую долю жира –  $\eta^2 = 10,0-13,2\%$  ( $F_{\text{факт.}} = 10,61-11,30$ ) и белка в молоке –  $\eta^2 = 3,2-7,3\%$  ( $F_{\text{факт.}} = 3,52-5,44$ ), количество молочного жира –  $\eta^2 = 2,9-7,5\%$  ( $F_{\text{факт.}} = 3,08-5,64$ ) и белка –  $\eta^2 = 8,4\%$  ( $F_{\text{факт.}} = 6,44$ ), удои за лактацию –  $\eta^2 = 7,6-8,1\%$  ( $F_{\text{факт.}} = 6,27-8,74$ ).

### **3.5 Племенные ресурсы быков-производителей племенных предприятий Республики Татарстан по ДНК-маркерам**

При обобщении материалов (И.Р. Закиров, Р.А. Хаертдинов и др., 2011, 2015) по 135 быкам-производителям молочных пород, которые используются в племенной работе Татарстана и оценены сотрудниками ФГБНУ ТатНИИСХ по семи ДНК-маркерам продуктивности, выявлено, что производители татарстанского типа холмогорской породы имеют наибольшую частоту гетерозиготных генотипов по следующим локусам:  $CSN3^{AB}$  (34,2%),  $PRL^{AB}$  (30,4%),  $TG5^{TC}$  (35,9%),  $LEP^{TC}$  (66,7%), так же по гомозиготным генотипам –  $DGAT1^{AA}$  (47,2%),  $LGB^{BB}$  (48,7%),  $PRL^{BB}$  (2,2%),  $GH^{VV}$  (20,0%),  $LEP^{CC}$  (66,7%). Быки чернопестрой породы характеризуются лучшей частотой встречаемости желательных генотипов  $DGAT1^{AK}$  (85,7%),  $GH^{LV}$  (33,3%),  $TG5^{TT}$  (8,3%),  $LEP^{TT}$  (50,0%), а голштинские производители –  $CSN3^{BB}$  (10,6%),  $LGB^{AB}$  (40,7%).

Таким образом, у холмогорских и черно-пестрых быков лучше представлены ценные и желательные аллели генов, связанные с продуктивностью молочного скота, а производители являются носителями и распространителями важных аллелей локусов ДНК-маркеров.

При исследовании связи полиморфизма генов  $CSN3$ ,  $DGAT1$ ,  $LGB$ ,  $PRL$ ,  $GH$ ,  $TG5$ ,  $LEP$  с родительским индексом быка, установлено, что высокий показатель РИБ по удою, МДЖ и МДБ проявлялся преимущественно у производителей с гомозиготными генотипами ДНК-маркеров.

### **3.6 Эффективность использования селекционно-генетических методов при совершенствовании молочного скота на современных животноводческих комплексах**

#### **3.6.1 Анализ подбора в линиях**

При анализе 70 комбинаций линий на семи животноводческих комплексах ОАО «Красный Восток Агро» установлено, что в линии Айдиала лучшая прибавка молочной продуктивности при максимальных количествах положи-

тельных комбинаций получена при подборе к коровам линии Говернера, так увеличение удоя и массовой доли жира составила +115 кг и +0,01% (табл. 8).

Таблица 8 – Анализ сочетаемости линий в популяции черно-пестрого скота

Быки из линий	Коровы из линий	Количество		% положительных комбинаций			Прибавка / убыль		
		потомков	сочетаний	по удою	по МДЖ	по МДБ	по удою, кг	по МДЖ, %	по МДБ, %
Айдиала	Айдиала	2810	7	71	29	43	+41	-0,04	-0,04
	Чифтейна	1616	7	57	29	57	-10	-0,05	-0,02
	Соверинга	1664	6	83	33	83	+57	-0,02	0
	Говернера	104	2	100	50	100	+115	0	+0,01
В целом при подборе к быкам л. Айдиала		6194	22	73	32	64	+203	-0,11	-0,05
Чифтейна	Чифтейна	1206	7	43	100	100	-52	+0,13	+0,05
	Соверинга	1542	5	60	80	100	+44	+0,10	+0,02
	Айдиала	1520	7	29	71	29	-171	+0,08	-0,02
	Говернера	83	2	0	100	100	-179	+0,09	+0,05
В целом при подборе к быкам л. Чифтейна		4351	21	38	86	76	-358	+0,40	+0,10
Соверинга	Соверинга	1290	6	83	33	50	+95	-0,04	-0,02
	Айдиала	2431	7	57	43	57	-39	-0,02	+0,01
	Чифтейна	902	6	100	50	100	+151	0	+0,06
	Говернера	52	1	0	100	100	-196	+0,02	+0,05
В целом при подборе к быкам л. Соверинга		4675	20	75	45	70	+11	-0,04	+0,10
Говернера	Соверинга	53	1	0	100	100	-211	+0,10	+0,03
	Айдиала	180	4	25	75	75	-198	+0,05	+0,01
	Чифтейна	77	2	0	100	100	-618	+0,12	+0,04
В целом при подборе к быкам л. Говернера		310	7	14	86	86	-1027	+0,27	+0,08

В целом при использовании быков линии Айдиала на матках выявлена наибольшая прибавка удоя +203 кг молока.

При использовании производителей линии Чифтейна хорошие результаты получены при сочетании с матками линии Соверинга при большом количестве положительных комбинаций и прибавке удоя +44 кг, массовой доли жира +0,10% и белка +0,02%. При внутрилинейном подборе линии Чифтейна наблюдаются 100% положительные комбинации с прибавкой жирномолочности +0,13% и белкомолочности +0,05%.

В линии Соверинга при сочетании с животными линии Чифтейна имеется увеличение удоя +151 кг и массовой доли белка +0,06%. В подборе линий Соверинга и Говернера, как и при обратном кроссе отмечены 100% положительные комбинации.

При подборе производителей линии Говернера к животным разных линий наблюдаются крайне низкий процент положительных комбинаций по удою. В то время, как по массовой доли жира и белка в молоке получены максимальные комбинации.

Таким образом, получены хорошие результаты сочетаемости с высокой прибавкой молочной продуктивности при использовании в подборе быков линии Айдиала и Соверинга.

### **3.6.2 Характеристика вариантов подбираемых родительских пар в зависимости от генотипа каппа-казеина**

Были изучены различные варианты подбора родительских пар в зависимости от генотипа каппа-казеина. Для этого по итогам генотипирования коров (матерей) племенного ядра в ЖК «Азеево» и ЖК «Вахитово» и подобранных к ним двух быков-производителей (отцов), имеющих в своем генотипе аллель В каппа-казеина, были сформированы родительские пары с учетом генотипов каппа-казеина. Полученное потомство от известных вариантов сочетания родительских пар было генотипировано по каппа-казеину методом ДНК-диагностики, и в дальнейшем от них получена и проанализирована молочная продуктивность за 305 дней первой лактации.

При анализе подбора животных разных генотипов каппа-казеина на ЖК «Азеево» установлено, что потомство от сочетания гомозиготных родителей с генотипом каппа-казеина AA×BB и BB×BB дочери первых с генотипом CSN3<sup>AB</sup> имеют больший удой на 152 кг и количество молочного жира на 4 кг, но уступают сверстницам CSN3<sup>BB</sup> по массовой доли жира на 0,03% и белка на 0,1% (P<0,001) (табл. 9).

При подборе гетерозиготных родителей потомство с генотипом CSN3<sup>AA</sup> имеет лучшую обильномолочность (5982 кг) и выход молочного жира (246 кг) среди всех анализируемых вариантов подбора, а коровы с генотипом CSN3<sup>AB</sup> большую белковомолочность (3,34%), при достоверной разнице по массовой доле белка в молоке на 0,08% (P<0,01).

Гетерозиготные дочери рожденные от подбора AB×BB достоверно превосходят сверстниц с аналогичным генотипом, полученные от сочетания AA×BB по удою на 357 кг молока (P<0,05), количеству молочного жира и белка – на 16 кг и 13 кг (P<0,05), а потомство рожденное от пары AA×AB, по массовой доле белка в молоке – на 0,06% (P<0,05) и выходу молочного белка – на 12 кг (P<0,05).

Наибольшую жирномолочность (3,40%) имеют первотелки с генотипом CSN3<sup>BB</sup>, происходящие от гомозиготных родителей по аллелю В каппа-казеина.

По ЖК «Вахитово» при подборе коров с генотипом CSN3<sup>AA</sup> к быкам с CSN3<sup>AB</sup> полученное потомство с генотипом CSN3<sup>AA</sup> превосходило гомозиготных по аллелю А сверстниц, рожденных от гетерозиготных родителей (AB×AB), по надою на 262 кг (P<0,05) и количеству молочного белка – на 10 кг (P<0,05).

Удачное сочетание выявлено в гетерозиготных парах CSN3<sup>AB</sup> с высокой обильномолочностью и белковомолочностью в потомстве с генотипом CSN3<sup>AB</sup>, при том, что они достоверно (P<0,05-0,01) превышают удой на 440 кг, количество молочного жира – на 18 кг, массовую долю белка в молоке – на 0,09% и количество молочного белка – на 20 кг коров с генотипом CSN3<sup>AA</sup>, а сверстниц

с генотипом CSN3<sup>BB</sup> по удою и количеству молочного жира, соответственно, на 396 кг и 23 кг (P<0,05). Также разность достоверна по аналогичным показателям по сравнению с дочерьми с генотипом CSN3<sup>AB</sup>, рожденные от подбора AA×AB, на 413 кг (P<0,01), 0,07% (P<0,05) и 18 кг (P<0,01), соответственно.

Таблица 9 – Молочная продуктивность коров-первотелок при различном варианте подбора родителей в зависимости от генотипов каппа-казеина

Генотип CSN3			n	Продуктивность дочерей				
матери	отца	дочерей		Удой, кг	МДЖ, %	Молочный жир, кг	МДБ, %	Молочный белок, кг
<b>ЖК «Азелеево»</b>								
AA	AB	AA	25	5493±74	4,10±0,03	225±3,5	3,25±0,01	178±2,5
		AB	17	5585±111	4,07±0,03	227±5,1	3,28±0,02	183±3,6
AB	AB	AA	4	5982±258	4,11±0,07	246±14,8	3,26±0,02	195±7,7
		AB	9	5570±145	4,11±0,06	229±9,1	3,34±0,02	186±4,9
		BB	1	5245	3,98	209	3,30	173
AA	BB	AB	35	5510±68	4,09±0,02	225±2,9	3,30±0,01	182±2,3
AB	BB	AB	16	5847±120	4,13±0,04	241±7,1	3,34±0,02	195±3,5
		BB	12	5445±93	4,07±0,03	222±4,4	3,38±0,02	184±3,6
BB	BB	BB	5	5358±159	4,12±0,04	221±7,2	3,40±0,02	182±5,5
<b>ЖК «Вахитово»</b>								
AA	AB	AA	23	5736±63	4,10±0,03	235±3,2	3,27±0,02	188±2,2
		AB	12	5501±115	4,11±0,03	226±5,6	3,28±0,02	180±4,6
AB	AB	AA	6	5474±97	4,17±0,05	228±4,9	3,26±0,03	178±3,7
		AB	13	5914±110	4,16±0,03	246±5,3	3,35±0,02	198±4,0
		BB	4	5518±149	4,05±0,06	223±8,5	3,37±0,01	186±5,7
AA	BB	AB	28	5729±63	4,13±0,02	237±3,1	3,33±0,01	191±2,1
AB	BB	AB	10	6007±157	4,10±0,04	246±6,9	3,35±0,02	201±4,9
		BB	8	5831±117	4,12±0,02	240±6,2	3,40±0,02	198±3,4
BB	BB	BB	4	5502±121	4,10±0,05	225±5,8	3,43±0,02	189±3,9

Абсолютно удачное сочетание по обильномолочности (6007 кг), выходу молочного жира (246 кг) и белка (201 кг) обнаружено в парах AB×BB у потомства с генотипом CSN3<sup>AB</sup>, при этом разность достоверна по сравнению с гетерозиготными первотелками, рожденные от подбора AA×AB, по удою на 506 кг (P<0,05), количеству молочного жира – на 20 кг (P<0,05) и белка – на 21 кг (P<0,01), массовой доле белка в молоке – на 0,07% (P<0,05).

Наибольшая белкомолочность (3,43%) получена у потомства от гомозиготного подбора по аллелю В каппа-казеина и разность достоверна по сравнению с аналогичными по генотипу сверстницами от гетерозиготного сочетания (AB×AB) на 0,06% (P<0,05).

Таким образом, анализ различных сочетаний генотипов показал, что наибольшая молочная продуктивность получена у потомства, рожденного от подбора быков с генотипом AB и BB каппа-казеина к коровам с генотипом AB.

### 3.6.3 Наследование аллельных вариантов гена каппа-казеина дочерьми быков-отцов

Использование ДНК-тестирования по гену каппа-казеина позволило установить степень наследования генотипов каппа-казеина. В племенных стадах молочного скота ЖК «Азелеево» и «Вахитово» от быков с генотипом CSN3<sup>AB</sup> получены преимущественно дочери с генотипом CSN3<sup>AA</sup> (50,0-51,8%) и CSN3<sup>AB</sup> (43,1-46,4%), причем аллель В встречается в 3 раза реже, чем аллель А и составляет – 0,25-0,29.

От гомозиготных производителей (CSN3<sup>BB</sup>) наследуется только В-аллельный вариант с преобладанием генотипа CSN3<sup>AB</sup> (75-76%). Частота встречаемости аллеля В у потомства составила 0,62-0,63, что почти в 2 раза больше, чем аллеля А.

Таким образом, при применении в подборе быков с генотипом CSN3<sup>BB</sup> вероятность наследования желательного аллеля В у дочерей увеличивается в 2,5 раза по сравнению с использованием производителей с генотипом CSN3<sup>AB</sup>.

### 3.6.4 Оценка племенной ценности быков-производителей

При анализе использования двух модифицированных методов оценки линий между собой выявлено сходство сравниваемых методов оценки (табл. 10). Так, племенная ценность 38 быков, оцененная методом МСС1 была по удою 100 кг молока, методом МСС2 – 89 кг, по массовой доли жира в молоке МСС1 – 0,017%, МСС2 – 0,019% по массовой доли белка в молоке МСС1 – 0,037%, МСС2 – 0,030%.

Таблица 10 – Оценка племенной ценности линий разными методами

Группа быков по линиям	n	Метод оценки племенной ценности быков								
		модифицированный метод с учетом регрессии быка на средний фенотип дочерей (МСС1)			модифицированный метод с учетом регрессии быка на средний фенотип эффективных дочерей (МСС2)			сравнения дочерей со сверстницами (СС)		
		удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %
Айдиала	18	65	- 0,017	0,043	57	- 0,011	0,029	40	- 0,007	0,027
Соверинга	8	286	0,004	0,059	259	0,004	0,053	164	0,005	0,039
Чифтейна	11	3	0,094	0,012	-1	0,091	0,015	- 2	0,052	0,008
Говернера	1	329	- 0,110	0,050	285	- 0,100	0,040	212	- 0,070	0,040
В среднем	38	100	0,017	0,037	89	0,019	0,030	59	0,011	0,024

В разрезе линий высокой племенной ценностью обладали быки, происходящие из линии Соверинга и Говернера. Их превышение составило по удою 286 кг и 329 кг при оценке методом МСС1; 259 кг и 285 кг при оценке методом МСС2, по массовой доли белка в молоке 0,059% и 0,050%; 0,053% и 0,040%, соответственно, что подтверждается высокой достоверностью оценки – по удою REL= 0,80 и 0,67, по белковомолочности REL= 0,81 и 0,69.

Максимальная племенная ценность по жирномолочности выявлена у быков линии Чифтейна при оценке методом МСС1 0,094% и методом МСС2 0,091% (REL= 0,82).

Генетическое преимущество данных производителей, оцененных методом МСС2, составило, соответственно, 89 кг, 0,019% и 0,011%.

Рассчитанная корреляция между средней продуктивностью дочерей и оценками методов МСС1 и МСС2, показала высокий уровень взаимосвязи по всем показателям молочной продуктивности. При этом ошибка при отборе быков линии Айдиала по удою при МСС1 оценки составила 54,8%, при МСС2 оценки 55,3%. При отборе быков линии Соверинга ошибка по показателям молочной продуктивности наименьшая и составляет 18,3-31,6% методом МСС1 и 16,9-22,7%.

Таким образом, использование МСС1 и МСС2 методов оценки линий может увеличить эффективность разведения по линиям, так как вероятность ошибки при этом составляет 27,3-36,0% и 27,1-36,1%.

### **3.7 Экономическая эффективность результатов исследований**

Для практической оценки проведенных научных исследований была рассчитана экономическая эффективность производства молока от коров-первотелок различного происхождения и генотипов по маркерным генам. При расчете были использованы показатели молочной продуктивности животных в среднем по хозяйствам и животноводческим комплексам и средняя цена реализации 1 кг молока-сырья за 2016 год, при этом продуктивность пересчитана с учетом базисной общероссийской нормы массовой доли жира (3,4%) и белка (3,0%).

Экономические показатели производства молока при использовании животных разного происхождения показывает, что от первотелок линий Айдиала, Соверинга и Чифтейна получено молока базисной жирности больше на 3,1-13,0%. При пересчете коровы этих линий дали дополнительной денежной выручки 3559, 7977 и 1902 руб., соответственно.

При расчете экономической эффективности производства молока от коров с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>BB</sup> по сравнению с животными CSN3<sup>AA</sup> произвели больше молока на 6,6-12,1%, при получении дополнительной продукции в расчете на 1 голову в размере 5622 и 10307 руб.

Аналогичная закономерность прослеживается и по гену DGAT1, так преимущество первотелок DGAT1<sup>AK</sup> и DGAT1<sup>KK</sup> над DGAT1<sup>AA</sup> составило 3,2-7,6%, при получении прибыли у них на 2673-6349 руб. больше.

Различные варианты подбора родительских пар с учетом генотипа каппаказеина (AB×AB, AA×BB, AB×BB, BB×BB) по сравнению с парой AA×AB показали преимущество продуктивности дочерей на 1,7-6,5%, от которых получено дополнительной продукции в расчете на 1 голову в пределах 2282-8727 рублей.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основании полученных результатов исследований сделаны следующие выводы:

1. Использование генофонда голштинской породы при совершенствовании популяции животных холмогорской породы в Республике Татарстан оказало положительное влияние на признаки молочности, роста и развития отечественных животных. С увеличением кровности коров по голштинской породе увеличивается уровень молочной продуктивности, живая масса и основные экстерьерные промеры. Наиболее выраженный молочный тип характерен для телок с кровностью 75% и более по улучшающей породе.

Голштинизированные коровы линии Айдиала и Соверинга имели наибольшие показатели молочной продуктивности

2. Наиболее продолжительный период продуктивного использования был у коров холмогорской породы (6,7 лактаций). У помесных коров и животных голштинской породы собственной репродукции продолжительность продуктивного периода была меньше, по сравнению с холмогорской, соответственно, на 2,8 и 4,1 лактации ( $P < 0,001$ ). Самые высокие пожизненные удои отмечены у коров холмогорской породы (25407 кг) и голштинской породы венгерской селекции (21812 кг), которые превосходили помесей на 6792-10387 кг и 8053-11648 кг молока ( $P < 0,001$ ).

Лучшие показатели продолжительности использования и пожизненной продуктивности имели дочери быков-производителей канадской селекции ( $P < 0,05-0,001$ ).

3. При изучении доли и силы влияния различных паратипических и генетических факторов на продуктивность и долголетие коров разного происхождения, установлено, что наиболее сильное и достоверное влияние на удои коров оказали быки-производители – 14,8-29,3% ( $P < 0,001$ ) и продолжительность сервис-периода – 11,7-26,7% ( $P < 0,001$ ). На продолжительность использования и долголетие животных достоверное влияние оказывают: возраст проявления наивысшего удоя – 65,9 и 72,1% ( $P < 0,001$ ), быки-производители – 19,1 и 13,3% ( $P < 0,05-0,001$ ), кровность – 17,2 и 11,1% ( $P < 0,01-0,001$ ), длительность сервис-периода – 14,2 и 15,9% ( $P < 0,001$ ).

4. Разработаны ПЦР-ПДРФ тест-системы определения полиморфизма генов каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы у крупного рогатого скота, позволяющие диагностировать аллели А и В гена каппа-казеина, А и К гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы. Разработанные системы генотипирования способны проводить дискриминацию аллелей по данным генам, могут быть применены для тестирования крупного рогатого скота и широко использованы при селекции молочных пород.

5. Среди животных популяции черно-пестрого скота по каппа-казеину преобладал гомозиготный генотип  $CSN3^{AA}$  – 55,3-66,4%, по диацилглицерол О-ацилтрансферазы – гетерозиготный  $DGAT1^{AK}$  – 47,5-59,9% и следующие комплексные генотипы:  $CSN3^{AA}/DGAT1^{AA}$  – 16,2-37,0%,  $CSN3^{AA}/DGAT1^{AK}$  – 15,9-43,7%,  $CSN3^{AB}/DGAT1^{AK}$  – 13,4-31,2%.

6. Телочки с генотипом АВ гена каппа-казеина и АК гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы характеризуются более интенсивным ростом и развитием.

Преимущество телок с генотипом CSN3<sup>AB</sup> над животными с генотипом CSN3<sup>AA</sup> составило по живой массе в возрасте 12 месяцев 8,3 кг (P<0,05), в 15 месяцев – 7,6 кг (P<0,01); по среднесуточному приросту в период от рождения до 15 месяцев – 17,5 г (P<0,01). Телки с генотипом DGAT1<sup>AK</sup> имеют превышение над животными с генотипом DGAT1<sup>AA</sup> по живой массе в возрасте 3 месяца в размере 2,9 кг (P<0,001), в 6 мес. – 4,9 кг (P<0,01), в 12 мес. – 13,2 кг (P<0,001), 15 мес. – 7,5 кг (P<0,01); по среднесуточному приросту в периоды от рождения до 3 месяцев на 34 г (P<0,01), в период 9-12 месяцев – 105,3 г (P<0,01), за весь период выращивания – 17,2 г (P<0,01).

7. Первотелки и высокопродуктивные коровы с генотипом CSN3<sup>BB</sup> имели наибольший удой (4733 и 6240 кг), количество молочного жира (173 и 225 кг) и молочного белка (154 и 201 кг), преимущество над животными с генотипом CSN3<sup>AA</sup> и CSN3<sup>AB</sup> составило по белковомолочности на 0,11-0,14% (P<0,001) и 0,08-0,12% (P<0,05-0,001). Первотелки с генотипом DGAT1<sup>KK</sup> превышали по жирномолочности (+0,15-0,18%; P<0,001) и белковомолочности (+0,05-0,06%; P<0,001) остальные генотипы, а высокопродуктивные особи – только по массовой доле жира (+0,17%; P<0,01-0,001).

Молоко коров с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>BB</sup> имело наилучший выход плотного казеинового сгустка (80 и 100%), меньшее время свертывания (20,3 и 16,5 мин; P<0,05-0,01) и лучшее отделение сыворотки (P<0,05), по гену диацилглицерол О-ацилтрансферазы преимуществом обладало молоко первотелок с генотипом DGAT1<sup>AK</sup> и DGAT1<sup>KK</sup>, соответственно, 86,7 и 85,7%, 24,0 и 25,7 минут. По термоустойчивости молока, наоборот, животные с генотипом CSN3<sup>AA</sup> и DGAT1<sup>AK</sup> имели преимущество на 4,3-19,3 и 4,2-7,8 минут.

Более высокие показатели продолжительности сервис- и межотельного периодов и меньшее значение коэффициента воспроизводительной способности и индекса Дохи установлены у коров с генотипом каппа-казеина AB и BB и с генотипом AK гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы, что говорит о незначительном снижении их воспроизводительной способности.

8. В группе коров, имеющих в геноме аллель В гена CSN3 и аллель К гена DGAT1, установлены положительные и наибольшие коэффициенты корреляции между жиром-белком (P<0,001). Выявлена тесная корреляционная связь у первотелок, носителей аллели А гена CSN3 и А гена DGAT1, между удоем и количеством молочного жира (r= 0,95-0,99 и r= 0,99-0,99; P<0,001), между удоем и количеством молочного белка (r= 0,99 и r= 0,98-0,99; P<0,001).

9. Установлено, что частота генотипа CSN3<sup>AB</sup> связана с высокой продолжительностью хозяйственного использования (+0,39 лактаций; P<0,05) и пожизненным удоем (+2401 кг; P<0,05). Животные с генотипом DGAT1<sup>KK</sup> обладали хорошим продуктивным долголетием.

10. Быки-производители черно-пестрой и холмогорской породы татарстанского типа выгодно отличаются по частоте встречаемости желательных аллелей маркерных генов, связанных с продуктивностью молочного скота, в отличие от производителей голштинской породы.

При оценке ассоциации генотипов по генам-маркерам CSN3, DGAT1, LGB, PRL, GH, TG5, LEP с родительским индексом быков молочных пород вы-

явили, что более высокий РИБ по удою, МДЖ и МДБ имеют гомозиготные генотипы ДНК- маркеров.

11. При анализе сочетаемости линий в популяции черно-пестрого скота установлено, что при подборе маточного стада к быкам линии Айдиала отмечено 73% положительных комбинаций с прибавкой удою 203 кг. При использовании производителей линии Соверинга в потомстве выявлено 75% и 70% различных сочетаний с другими линиями, дающими прибавку удою 11 кг и массовой доли белка в молоке 0,10%. От подбора быков линии Чифтейна получаются положительные сочетания в 86% случаях по жирномолочности (+0,40%) и 76% случаях по белкомолочности (+0,10).

12. Анализ различных вариантов подбора родительских пар в зависимости от генотипа каппа-казеина показал, что наилучшая молочная продуктивность получена у дочерей, рожденных от подбора быков с генотипом АВ и ВВ каппа-казеина к коровам с генотипом АВ, при наиболее удачном сочетании родительских пар с генотипами АВ (мать) × ВВ (отец). Разница между сочетаниями пар АВ×ВВ и АА×АВ по ЖК «Вахитово» составила по удою 273 кг ( $P<0,05$ ), выходу молочного жира – 12 кг ( $P<0,05$ ) и молочного белка – 16 кг ( $P<0,01$ ) и в целом по анализируемым животноводческим комплексам 187 кг ( $P<0,05$ ), 9 кг ( $P<0,05$ ) и 11 кг ( $P<0,01$ ), соответственно.

13. Использование ДНК-тестирования по гену каппа-казеина позволило установить степень наследования генотипов каппа-казеина. Быки с генотипом АВ каппа-казеина передали свой генотип 43,1-46,4% дочерям, при наибольшем количестве потомков с генотипом АА – 50,0-51,8%. От производителей с гомозиготным генотипом ВВ рождается 24-25% дочерей-носителей ВВ варианта и 75-76% АВ генотипа. Частота встречаемости аллеля В у потомства быков с генотипом ВВ была 0,63, что почти в 2 раза больше, чем аллели А.

14. Наибольшей племенной ценностью обладали быки, происходящие из линии Соверинга и Говернера. Их превышение составило по удою 286 кг и 329 кг при оценке методом МСС1, 259 кг и 285 кг при оценке методом МСС2 ( $REL= 0,80$  и  $0,67$ ), по массовой доле белка в молоке 0,059% и 0,050 %; 0,053% и 0,040%, соответственно ( $REL= 0,81$  и  $0,69$ ). По жирномолочности максимальная племенная ценность выявлена у производителей линии Чифтейна, при оценке методом МСС1 она составила 0,094%, методом МСС2 – 0,091% ( $REL=0,82$ ).

Эффективность метода МСС1 и МСС2 по сравнению со средней продуктивностью дочерей может иметь вероятность по удою 36,0% и 36,1%, массовой доле жира 27,3% и 27,1%, по массовой доле белка в молоке 36,2% и 35,2%, соответственно.

15. Использование животных, имеющих аллель В каппа-казеина и аллель К диацилглицерол О-ацилтрансферазы, в условиях Республики Татарстан оказалось экономически эффективно.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

На основании проведенных исследований рекомендуем специалистам сельскохозяйственных предприятий:

1. Выявлять генотипические и паратипические факторы, влияющие на продуктивность и долголетие животных разного происхождения, и применять их при отборе, подборе и разработке перспективных селекционных программ по совершенствованию молочного скота.

2. Для обеспечения эффективности использования производителей голштинской породы необходимо к коровам линии Пабст Говернера подбирать быков линии Вис Айдиала, к коровам линии Рефлексн Соверинга – быков линии Монтвик Чифтейна, а также реципрокный вариант этого подбора.

3. С целью улучшения качественных показателей молочной продуктивности и технологических свойств молока целесообразно создавать консолидируемые по белковомолочности и жирномолочности группы коров, проводя отбор с использованием ДНК-тестирования для выявления животных, несущих В-аллель каппа-казеина и К-аллель диацилглицерол О-ацилтрансферазы.

4. Для ускорения создания стад крупного рогатого скота с высокой молочной продуктивностью и качеством молока рекомендуется, наряду с традиционными методами селекции, проводить подбор родительских пар с учетом генотипа каппа-казеина у отцов и матерей. При этом шире использовать в селекционном процессе быков-производителей с генотипами АВ и ВВ каппа-казеина для спаривания с маточным поголовьем, имеющим генотип АВ.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение наследования животными аллельных вариантов гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы от быков-отцов с разными генотипами и выявление эффективных вариантов подбора родительских пар по гену DGAT1. А также на изучение влияния генотипов бета-лактоглобулина, пролактина, соматотропина на хозяйственно-полезные признаки животных молочных пород.

Результаты, полученные при выполнении данной работы, целесообразно использовать при составлении рекомендаций и программ селекционно-племенной работы по совершенствованию молочных пород скота.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **В рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:**

1. Шарафутдинов, Г.С. Характеристика быков по продуктивному долголетию дочерей / Г.С. Шарафутдинов, **Р.Р. Шайдуллин**, Р.А. Гиматова // Молочное и мясное скотоводство. – 2003. – № 5. – С. 28-30.

2. Шарафутдинов, Г.С. Эффективность разведения холмогор×голштинских помесей в условиях Татарстана / Г.С. Шарафутдинов, Ф.С. Сибатуллин, **Р.Р. Шайдуллин** // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань: КГАВМ, 2005. – Т. 181. – С.292-298.

3. Шарафутдинов, Г.С. Перспективы разведения холмогорского скота в Татарстане / Г.С. Шарафутдинов, **Р.Р. Шайдуллин**, Р.А. Гиматова // Вестник Казанской государственной сельскохозяйственной академии. – 2006. – № 1. – С. 20-25.
4. **Шайдуллин, Р.Р.** Влияние уровня удоя родителей на продуктивность коров-дочерей / **Р.Р. Шайдуллин** // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань: КГАВМ, 2006. – Т. 182. – С.362-368.
5. **Шайдуллин, Р.Р.** Рост и развитие холмогор×голштинских тёлочек / **Р.Р. Шайдуллин**, И.А. Гарифуллин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань: КГАВМ, 2006. – Т. 182. – С.368-372.
6. Шарафутдинов, Г.С. Качество быков-производителей разной селекции / Г.С. Шарафутдинов, **Р.Р. Шайдуллин**, С.В. Тюлькин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2006. – № 4. – С. 41-44.
7. Шарафутдинов, Г.С. Использование голштинских производителей разной селекции / Г.С. Шарафутдинов, **Р.Р. Шайдуллин**, С.В. Тюлькин // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 6. – С. 21-23.
8. Садыкова, А.Р. Селекционно-генетические параметры молочной продуктивности коров разных линий / А.Р. Садыкова, **Р.Р. Шайдуллин**, Г.С. Шарафутдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2008. – № 3 (9). – С. 102-103.
9. Шарафутдинов, Г.С. Молочная продуктивность первотелок разной селекции в зависимости от возраста первого отела / Г.С. Шарафутдинов, **Р.Р. Шайдуллин** С.В. Тюлькин, И.И. Хатыпов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2008. – № 4 (10). – С. 119-122.
10. Садыкова, А.Р. Влияние линейного происхождения холмогор×голштинских помесей на молочную продуктивность / А.Р.Садыкова, **Р.Р. Шайдуллин**, Г.С. Шарафутдинов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань: КГАВМ. – 2008. – Т. 195. – С. 184-187.
11. Юльметьева, Ю.Р. Влияние возраста первого отела и сервис-периода на плодовитость коров / Ю.Р. Юльметьева, **Р.Р. Шайдуллин**, Г.С. Шарафутдинов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань: КГАВМ. – 2008. – Т. 195. – С. 275-277.
12. Юльметьева, Ю.Р. Связь межотельного периода с возрастом первого отела и молочной продуктивностью коров-первотелок / Ю.Р. Юльметьева, **Р.Р. Шайдуллин**, Г.С. Шарафутдинов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань: КГАВМ. – 2008. – Т. 195. – С. 278-281.
13. Юльметьева, Ю.Р. Воспроизводительные качества и молочная продуктивность коров-первотелок в зависимости от линейной принадлежности / Ю.Р. Юльметьева, **Р.Р. Шайдуллин**, Г.С. Шарафутдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета». – 2009. – № 2 (12). – С. 138-140.

14. Шарафутдинов, Г.С. Продуктивное долголетие коров разных генотипов / Г.С. Шарафутдинов, **Р.Р. Шайдуллин** // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань: КГАВМ, 2010. – Т. 202. – С. 226-230.
15. Сибагатуллин, Ф.С. Использование ДНК технологий в животноводстве / Ф.С. Сибагатуллин, Т.Х. Фаизов, Г.С. Шарафутдинов, Ш.З. Валидов, **Р.Р. Шайдуллин** // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 1 (15). – С. 130-132.
16. Эрнст, Л.К. Характеристика региональных популяций быков-производителей по генам наследственных заболеваний / Л.К. Эрнст, Е.А. Гладырь, П.В. Горелов, Е.А. Демидова, **Р.Р. Шайдуллин**, Т.Х. Фаизов, Г.С. Шарафутдинов, Ф.С. Сибагатуллин, Н.А. Зиновьева // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 10. – С. 28-30.
17. **Шайдуллин, Р.Р.** Характер распространения летальных генов у молочного скота / **Р.Р. Шайдуллин**, Т.Х. Фаизов, А.С. Ганиев // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань: КГАВМ, 2015. – Т. 222 (2). – С. 242-245.
18. Ганиев, А.С. Воспроизводительная способность коров с разными генотипами молочных генов / А.С. Ганиев, **Р.Р. Шайдуллин**, Ф.С. Сибагатуллин, Т.Х. Фаизов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – № 2 (36). – 2015. – С. 101-104.
19. **Шайдуллин, Р.Р.** Оценка полиморфизма гена каппа-казеина у животных черно-пестрой породы / **Р.Р. Шайдуллин**, А.С. Ганиев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – № 3 (31). – 2015. – С. 104-109.
20. **Шайдуллин, Р.Р.** Характеристика удоя коров с разными генотипами молочных генов в течение лактации / **Р.Р. Шайдуллин**, А.С. Ганиев, Ф.С. Сибагатуллин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - № 3 (31). – 2015. – С. 110-115.
21. Ганиев, А.С. Полиморфизм гена жирномолочности крупного рогатого скота / А.С. Ганиев, **Р.Р. Шайдуллин** // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань: КГАВМ, 2015. – Т. 224 (4). – С. 30-35.
22. **Шайдуллин, Р.Р.** Генетические ресурсы быков-производителей по ДНК-маркерам в Республике Татарстан / **Р.Р. Шайдуллин**, Ф.С. Сибагатуллин, Г.С. Шарафутдинов, Ф.Р. Зарипов, Ш.К. Шакиров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. № 4 (42). – 2016. – С. 62-70
23. Сибагатуллин, Ф.С. Сравнительная характеристика быков-производителей с разными ДНК-маркерами по молочной продуктивности женских предков / Ф.С. Сибагатуллин, **Р.Р. Шайдуллин**, Г.С. Шарафутдинов, Т.Х. Фаизов, Ф.Р. Зарипов, Ш.К. Шакиров // Ветеринарный врач. – № 1. – 2017. – С. 52-59.
24. **Шайдуллин, Р.Р.** Комплексное влияние полиморфизма генов CSN3 и DGAT1 на молочную продуктивность черно-пестрого скота / **Р.Р. Шайдуллин**,

А.С. Ганиев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – № 1 (37). – 2017. – С. 156-159.

#### **Монографии:**

25. Шарафутдинов, Г.С. Холмогорский скот Татарстана: эволюция, совершенствование и сохранение генофонда: монография / Г.С. Шарафутдинов, Ф.С. Сибгатуллин, К.К. Аджибеков, Г.Ф. Кабиров, **Р.Р. Шайдуллин**, Г.В. Гиматдинов, Ф.В. Каримуллин, Р.А. Гиматова. – Казань: Изд-во КГУ, 2004. – 292 с.

26. Лебедько, Е.Я. Селекционно-генетическая и эколого-технологическая валентность молочных коров к длительному продуктивному использованию: монография / Е.Я. Лебедько, **Р.Р. Шайдуллин** [и др.] // Коллектив авторов: под общей редакцией проф. Е.Я. Лебедько. – Брянск: Изд-во БГСХА, 2012. – 276 с.

#### **Рекомендации:**

27. Фаизов, Т.Х. Методические рекомендации по типированию гена каппаказеина, отвечающего за белкомолочность крупного рогатого скота / Т.Х. Фаизов, К.В. Усольцев, Н.И. Хаммадов, **Р.Р. Шайдуллин**, Г.С. Шарафутдинов, Ф.С. Сибгатуллин, А.С. Ганиев. – Казань: КазГАУ, 2014. – 16 с.

28. Фаизов, Т.Х. Методические рекомендации по типированию гена фермента DGAT, отвечающего за жирномолочность крупного рогатого скота / Т.Х. Фаизов, **Р.Р. Шайдуллин**, К.В. Усольцев, Н.И. Хаммадов, Г.С. Шарафутдинов, Ф.С. Сибгатуллин, А.С. Ганиев. – Казань: КазГАУ, 2014. – 16 с.

#### **Патент Российской Федерации:**

29. Патент РФ на изобретение № 2441371 Способ воспроизводства высокопродуктивного стада коров / Ф.С. Сибгатуллин, Г.С. Шарафутдинов, **Р.Р. Шайдуллин**. Зарегистрирован в Гос. реестре изобретений РФ 10 февраля 2012 года. Заявитель и патентообладатель Казанский государственный аграрный университет. Опубликовано 10.02.2012 Бюллетень № 4.

#### **В материалах международных конференций:**

30. **Шайдуллин, Р.Р.** Влияние реципрокных кроссов на молочную продуктивность помесных первотелок / **Р.Р. Шайдуллин** // Материалы международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных в изменившихся условиях системы хозяйствования и экологии». – Ульяновск: УГСХА, 2005. – С. 198-201.

31. **Шайдуллин, Р.Р.** Экстерьерные особенности холмогор×голландских животных / **Р.Р. Шайдуллин**, И.А. Гарифуллин, И.Р. Рахматуллин // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию образования зооинженерного факультета. – Казань: КГАВМ, 2005. – С. 121-122.

32. **Шайдуллин, Р.Р.** Сопряжённость воспроизводительной способности коров разных генотипов с их молочной продуктивностью / **Р.Р. Шайдуллин** // Материалы III международной научно-практической конференции «Современные технологические и селекционные аспекты развития животноводства России». – Дубровицы: ВИЖ. – 2005. – Том 1. – С. 113-114.

33. **Шайдуллин, Р.Р.** Корреляционная взаимосвязь показателей молочной продуктивности матерей и их дочерей разных генотипов / **Р.Р. Шайдуллин** // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства». Мосоловские чтения, выпуск IX. – Йошкар-Ола: Изд-во Мар. гос. ун-т, 2007. – Кн. 2. – С. 60-61.

34. **Шайдуллин, Р.Р.** Взаимосвязь воспроизводительных качеств коров разных линий с молочной продуктивностью / **Р.Р. Шайдуллин, Ю.Р. Юльметьева, Г.С. Шарафутдинов** // Материалы VI международной научно-практической конференции «Современное состояние естественных и технических наук». – М.: Изд-во «Спутник+», 2012. – С. 140-142.

35. Москвичева, А.Б. Использование методов молекулярной генетики в селекции крупного рогатого скота в хозяйствах Республики Татарстан / А.Б. Москвичева, **Р.Р. Шайдуллин, С.Г. Дерзаева** // Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых «Научные исследования и разработки к внедрению в АПК». – Иркутск: ИрГСХА, 2013. – С. 227-232.

36. **Шайдуллин, Р.Р.** Взаимосвязь между основными показателями молочной продуктивности у коров с разными генотипами гена каппа-казеина / **Р.Р. Шайдуллин, А.С. Ганиев** // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства продукции сельского хозяйства». – Казань: КазГАУ, 2017. – С.234-236.

37. **Шайдуллин, Р.Р.** Динамика роста телок с разными комбинациями генотипов CSN3 И DGAT1 / **Р.Р. Шайдуллин** // Материалы международного IX конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития». – М.: ООО «РЭД ГРУПП», 2017. – С. 44-45.

38. **Шайдуллин, Р.Р.** Встречаемость комплексных генотипов маркеров продуктивности CSN3 и DGAT1 у черно-пестрый породы скота / **Р.Р. Шайдуллин, Т.Х. Фаизов, Г.С. Шарафутдинов, Ф.С. Сибагатуллин, А.Б. Москвичева** // Материалы международного IX конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития» – М.: ООО «РЭД ГРУПП», 2017. – С. 45-46.

#### **В других изданиях:**

39. **Шайдуллин, Р.Р.** Результаты подбора при совершенствовании холмогорского скота / **Р.Р. Шайдуллин** // Материалы конференции молодых ученых «Актуальные проблемы развития АПК Республики Татарстан на современном этапе». – Казань: КГСХА, 2001. – С. 67-68.

40. **Шайдуллин, Р.Р.** Методы получения высокопродуктивных животных / **Р.Р. Шайдуллин** // Материалы конференции молодых ученых «Актуальные проблемы развития АПК Республики Татарстан на современном этапе». – Казань: КГСХА, 2001. – С. 68-69.

41. Шарафутдинов, Г.С. Продуктивное долголетие коров холмогорской породы и их помесей с голштинской / Г.С. Шарафутдинов, **Радик Р. Шайдуллин, Рустем Р. Шайдуллин, Р.А. Гиматова, Ф.В. Каримуллин, Г.В. Гиматдинов** // Сборник научных трудов ВНИИплем: «Селекция, кормление, содержание сель-

скохозйственных животных и технология производства продуктов животноводства». – Лесные Поляны: ВНИИплем, 2002. – Вып.13. – С.31-40.

42. Хамизуллин, Р.З. Особенности молочной продуктивности холмогор×голштинских помесей разных линий и их сочетаемость / Р.З. Хамизуллин, Ф.С. Сibaгатуллин, **Р.Р. Шайдуллин** // Материалы научных исследований сотрудников агрономического факультета КГСХА «Актуальные вопросы развития» аграрной науки». – Казань: КГСХА, 2003. – С.96-99.

43. **Шайдуллин, Р.Р.** Сравнительная характеристика помесных и голштинских первотелок с их матерями по молочной продуктивности / **Р.Р. Шайдуллин** // Материалы всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Молодые ученые – Агропромышленному комплексу». – Казань: ФЭН, 2004. – С.426-428.

44. **Шайдуллин, Р.Р.** Взаимосвязь признаков молочной продуктивности у помесных и голштинских первотелок / **Р.Р. Шайдуллин**, Г.С. Шарафутдинов // Материалы всероссийской научно-практической конференции по актуальным проблемам Агропромышленного комплекса. – Казань: КГАВМ, 2004. – С.282-283.

45. **Шайдуллин, Р.Р.** Молочная продуктивность коров разных генотипов в зависимости от продолжительности сервис-периода / **Р.Р. Шайдуллин** // Сборник научных трудов ВНИИплем: «Селекция, кормление, содержание сельскохозяйственных животных и технология производства продуктов животноводства». – Лесные Поляны: ВНИИплем. – 2004. – Вып.17. – С.42-44.

46. **Шайдуллин, Р.Р.** Влияние возраста первого отела на молочную продуктивность коров разных генотипов / **Р.Р. Шайдуллин** // Сборник научных трудов ВНИИплем: «Селекция, кормление, содержание сельскохозяйственных животных и технология производства продуктов животноводства». – Лесные Поляны: ВНИИплем, 2005. – Вып.18. – С.13-17.

47. **Шайдуллин, Р.Р.** Изменчивость признаков молочной продуктивности коров разных генотипов / **Р.Р. Шайдуллин** // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы аграрной науки и пути их решения». – Ижевск: ИГСХА, 2005. – Т.1. – С. 339-343.

48. **Шайдуллин, Р.Р.** Молочная продуктивность помесных коров в зависимости от возраста первого отела / **Р.Р. Шайдуллин** // Материалы научных исследований сотрудников агрономического факультета «Современные проблемы аграрного производства». – Казань: КГСХА, 2005. – С.116-118.

49. **Шайдуллин, Р.Р.** Воспроизводительная способность помесных и чистопородных коров / **Р.Р. Шайдуллин** // Материалы научных исследований сотрудников агрономического факультета «Современные проблемы аграрного производства». – Казань: КГСХА, 2005. – С. 118-121.

50. **Шайдуллин, Р.Р.** Изменение величины связи между признаками молочной продуктивности в зависимости от уровня продуктивности / **Р.Р. Шайдуллин** // Сборник научных трудов ВНИИплем: «Селекция, кормление, содержание сельскохозяйственных животных и технология производства продуктов животноводства». – Лесные Поляны: ВНИИплем, 2006. – Вып.19. – С. 33-36.

51. **Шайдуллин, Р.Р.** Доля влияния различных факторов на удои коров разного происхождения / **Р.Р. Шайдуллин**, Г.С. Шарафутдинов // Сборник научных трудов ВНИИплем: «Селекция, кормление, содержание сельскохозяйственных животных и технология производства продуктов животноводства». – Лесные Поляны: ВНИИплем, 2006. – Вып.19. – С. 39-42.
52. Шарафутдинов, Г.С. Сервис-период и молочная продуктивность / Г.С. Шарафутдинов, **Р.Р. Шайдуллин** // Животноводство России. – 2007. – № 3. – С. 51.
53. **Шайдуллин, Р.Р.** Влияние различных факторов на долголетие и продуктивность коров / **Р.Р. Шайдуллин** // Материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти Р.Г. Гараева «Инновационные разработки молодых ученых – АПК России». – Казань: Фолианть, 2010. – С. 469-471.
54. Шарафутдинов, Г.С. Полиморфизм генов белкомолочности и жирномолочности коров / Г.С. Шарафутдинов, Ф.С. Сибагатуллин, **Р.Р. Шайдуллин**, А.Б. Москвичева, А.С. Ганиев // Материалы IV всероссийской научной интернет-конференции с международным участием «Современные проблемы анатомии, гистологии и эмбриологии животных». – Казань Изд-во ИН Синяев Д.Н., 2013. – С.180-183.
55. **Шайдуллин, Р.Р.** Выявление нуклеотидных последовательностей гена каппа-казеина / **Р.Р. Шайдуллин**, А.С. Ганиев // Материалы XIV молодежной научной конференции «Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии». – М.: ВНИИСХБ, 2014. – С. 42-43.
56. **Шайдуллин, Р.Р.** Динамика изменения содержания жира в молоке первотелок по месяцам лактации с разными генотипами гена CSN3 и DGAT1 / **Р.Р. Шайдуллин**, А.С. Ганиев, Г.С. Шарафутдинов // Материалы научно-практической конференции «Устойчивое развитие сельского хозяйства в условиях глобальных рисков». – Казань: КазГАУ, 2016. – С. 110-114.

