МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

ГАНИЕВ АЛМАЗ САЛЯХУТДИНОВИЧ

ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЕРВОТЕЛОК ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ С РАЗНЫМИ ГЕНОТИПАМИ КАППА-КАЗЕИНА И ДИАЦИЛГЛИЦЕРОЛ О-АЦИЛТРАНСФЕРАЗЫ

06.02.07 – разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор ветеринарных наук, профессор
СИБАГАТУЛЛИН Ф.С.

Казань - 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…….. 4

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ……. 8

1.1 Черно-пестрая порода крупного рогатого скота, характеристика и совершенствование в России и Республике Татарстан…….. 8

1.2 Влияние полиморфизма генов каппа–казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы на хозяйственно-полезные признаки крупного рогатого скота……. 12

1.3 Факторы, влияющие на молочную продуктивность коров…... 25

2 ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ……... 36

2.1 Материалы и методы исследований……. 36

2.2 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ…… 41

2.2.1 Влияние полиморфизма генов CSN3 и DGAT1 на молочную продуктивность коров……. 41

2.2.1.1 Молочная продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1……. 41

2.2.1.2 Характеристика лактационных кривых коров с различными генотипами CSN3 и DGAT1……. 46

2.2.2. Молочная продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1 в зависимости от различных факторов…….. 53

2.2.2.1. Молочная продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1 в зависимости от уровня удоя матерей…….. 53

2.2.2.2 Молочная продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1 в зависимости от живой массы при первом плодотворном осеменении…….. 56

2.2.2.3 Молочная продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1 в зависимости от возраста первого отела…….. 61

2.2.2.4 Молочная продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1 в зависимости от продолжительности сервис-

периода……... 65
2.2.3 Живая масса коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1... 70
2.2.4 Доля влияния различных факторов на молочную продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1…. 72
2.2.5 Воспроизводительная способность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1…… 74
2.2.6 Взаимосвязь показателей воспроизводительной способности коров с уровнем молочной продуктивности……. 78
2.2.7 Изменение величины связи между основными компонентами молока в зависимости от уровня молочной продуктивности коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1…. 82
2.2.7.1 Изменение величины связи между основными показателями молочной продуктивности в зависимости от уровня удоя коров-первотёлок с разными генотипами CSN3 и DGAT1…. 82
2.2.7.2 Изменение величины связи между основными компонентами молока в зависимости от уровня массовой доли жира коров-первотёлок с разными генотипами CSN3 и DGAT1… 86
2.2.7.3 Изменение величины связи между основными показателями молочной продуктивности в зависимости от уровня массовой доли белка коров-первотёлок с разными генотипами CSN3 и DGAT1……. 89
2.2.8 Наследуемость показателей молочной продуктивности коров с разными генотипами CSN3 И DGAT1…….. 92
2.2.9 Экономическая эффективность использования коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1…… 94
3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….. 96
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ……. 103
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ…….. 104
ПРИЛОЖЕНИЯ…….. 136

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Одной из главных задач в области молочного скотоводства является увеличение продуктивности животных и получение молочной продукции высокого качества.

В настоящее время животноводство носит интенсивный характер, и решение проблемы повышения производства молока в большинстве своем зависит от правильной селекционной работы. Притом, что генетический потенциал молочного скота уже находится на высоком уровне, перед селекционерами стоит вопрос его более полного раскрытия [97, 175]. Для этого возможно использование ДНК-маркеров молочной продуктивности. Одними из таких маркеров являются гены каппа-казеин и диацилглицерол О-ацилтрансферазы.

Применение в скотоводстве генетических маркеров, которые отвечают за показатели молочной продуктивности, позволяет улучшить хозяйственно-полезные характеристики крупного рогатого скота [10, 59, 63, 73, 129, 144, 151, 153, 168, 260].

Несмотря на ряд преимуществ по сравнению с другими породами, черно-пестрая порода скота нуждается в дальнейшем повышении молочной продуктивности за счет применения как традиционных методов селекции, так и ДНК-маркеров.

Анализ основных параметров хозяйственно-полезных признаков черно-пестрого скота с разными генотипами маркерных генов в условиях Республики Татарстан является актуальным.

Степень разработанности темы. Многочисленными научными исследованиями выявлено влияние аллельных вариантов генов каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы на молочную продуктивность, технологические свойства молока и воспроизводительные качества молочного скота [4, 7, 9, 10, 11, 24, 57, 60, 74, 145, 168, 170]. Работы в основном направлены на установлении ассоциации полиморфизма маркерных генов с продуктивными качествами животных, но не освещены

вопросы наследуемости показателей молочной продуктивности. Наша работа существенно восполняет эти исследования в плане изучения изменения молочной продуктивности при влиянии различных факторов у коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1.

Цель работы изучение продуктивных качеств и их обусловленность различными факторами у коров-первотелок черно-пестрой породы с разным генотипом каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы.

В связи с этим были поставлены **задачи**:

- изучить молочную продуктивность коров с разными генотипами CSN3, DGAT1 и обусловленность её паратипическими и генетическими факторами;
- оценить силу и долю влияния отдельных факторов на уровень удоя коров;
- установить особенности воспроизводительной способности при разном уровне удоя у коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1;
- изучить изменение характера связи между основными компонентами молока в зависимости от уровня молочной продуктивности;
- определить наследуемость показателей молочной продуктивности коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1;
- рассчитать экономическую эффективность использования коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1.

Научная новизна. Впервые в условиях Республики Татарстан проведено изучение молочной продуктивности в зависимости от различных факторов у коров черно-пестрой породы с аллельными вариантами генов каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы. Установлены оптимальные параметры паратипических и генетических факторов, влияющих на продуктивные качества животных с разными аллельными вариантами генов CSN3 и DGAT1. Получены новые данные по наследуемости показателей молочной продуктивности у коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1 и определена доля влияния на удой паратипических и генетических факторов.

Теоретическая и практическая значимость. Проведенные исследования позволили получить данные о достоверном влиянии ряда факторов на молочную продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1. Проведенные исследования позволили выявить оптимальные параметры продуктивных качеств у коров разными генотипами CSN3 и DGAT1. В процессе исследований установлена целесообразность использования животных, имеющих в своем геноме аллель В каппа-казеина и аллель К диацилглицерол О-ацилтрансферазы, для повышения продуктивных показателей.

Полученные данные будут использованы при составлении программ племенной работы с черно-пестрой породой, а также при разведении черно-пестрого скота путем отбора животных желательных генотипов.

Материалы диссертации используются в образовательном процессе ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет».

Методология и методы исследований. В исследованиях изучены продуктивные качества черно-пестрого скота с использованием общепринятых зоотехнических методов. Для генотипирования животных использованы молекулярно-генетические методы. Биометрическую и статистическую обработку данных проводили с использованием компьютерных программ.

Основные положения, выносимые на защиту:

- молочная продуктивность коров с разным генотипом CSN3 и DGAT1 изменяется в зависимости от паратипических и генетических факторов;

- уровень продуктивности связан с воспроизводительными качествами коров, имеющих разные генотипы CSN3 и DGAT1;

- степень наследуемости показателей молочной продуктивности у коров разных генотипов CSN3 и DGAT1 высокая;

- экономическая эффективность использование коров разная в зависимости от генотипа CSN3 и DGAT1.

Степень достоверности и апробация результатов. При проведении исследований изучено достаточное количество материала, полученные данные статистически обработаны, вычислены критерии достоверности.

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на ежегодных научных конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» (г. Казань, 2012-2016 гг.); всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Инновационные разработки ученых – АПК России» (г. Казань, 2013 г.); международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров, студентов «Вклад молодых ученых в аграрную науку» (г. Самара, 2013 г.); всероссийской конференции молодых ученых «Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии» (г. Москва, 2014, 2018 г.).

Публикация результатов исследований. По материалам исследований опубликовано 9 научных статей, в том числе 4 в изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации, 1 - в изданиях, входящих в базу данных Web of Science.

Структура и объём работы. Диссертационная работа изложена на 139 страницах компьютерного текста, содержит 34 таблицы, 3 рисунка и состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов собственных исследований, заключения, списка использованной литературы и приложения. Список литературы включает 267 источников, в том числе 87 на иностранном языке.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Черно-пестрая порода крупного рогатого скота, характеристика и совершенствование в России и Республике Татарстан

На современном этапе развития животноводства и, особенно, молочного скотоводства Российской Федерации, первостепенной задачей является улучшение имеющихся пород и популяций животных. Решение данной задачи способно обеспечить наиболее высокую эффективность производства продукции животноводства. Главную функцию в этом случае выполняет усовершенствование всей структуры работы с племенными стадами на разных подуровнях управленческой деятельности.

Молочная продуктивность является основным племенным и технологическим показателем, с точки зрения различных технологий молочного производства в промышленных масштабах. Другие показатели селекции либо связаны с ней, либо связаны с уменьшением затрат на производство молока, и в течении долгого времени, позволяют определить здоровье, плодовитость и устойчивость к нежелательным факторам внешней среды [19].

Важное место в прогрессе молочного скотоводства занимают разнообразные молочные породы. В России, помимо отечественных пород, пользуются популярностью также иностранные, полученные в результате селекционной работы лучших заводчиков мира. Черно – пестрая порода по праву считается одной из самых распространенных среди крупного рогатого скота молочного направления в России. Высокая молочная продуктивность главным образом отличает эту породу [76, 120].

Черно-пестрая порода крупного рогатого скота Нидерландов – распространена по всему миру, известна также под названием голлано – фризская. Получена черно-пестрая порода в Голландии (Нидерланды). Широко распространилась в Германии, Англии, США, Канаде, Швеции, Польше, Дании, Японии, Израиле. В Соединенных Штатах на ее основе было

создано большое количество голштинизированного черного-пестрого скота, именуемого голштино-фризским, созданный скот во многом отличался по некоторым признакам, от выведенного в Голландии. Голштино-фризский скот возможно отнести к отдельной породе, полученной за счет чистого разведения голландских черно-пестрых животных в определенных условиях США. К семнадцатому столетию в породе были известны три потомства: фрисландское (черно-пестрое), гронингенское (белоголовое) и маас-рейнизельское (красно-пестрое). Позже, когда отличия между потомством были обособлены, они были переименованы в три отдельные породы, из них, как наиболее продуктивная, большое распространение получила именно черно-пестрая порода. К началу 20-го века было три потомства в породе: фрисландское, северо - голландское и дренте-оверэйское (от первых двух). Скот черно-пестрой породы широко распространился в различные страны потому, как он имеет (в отличие от двух других) наилучшие селекционные и продуктивные характеристики. Методы племенной работы при селекции в Нидерландах менялись несколько раз. В этом случае мы можем отличить три периода.

Первый период до 1880-х годов, охарактеризовался односторонним улучшением коров по жирности молока. По экстерьерным показателям животные имели плоское тело, отличались узкоспециализированным молочным типом с плохим развитием мускулатуры.

Второй период длился до 1960 года. Заводчики направили селекционную работу на формирование широкотелых особей компактного типа, вместе с этим повышая молочную и мясную продуктивность [68]. Таким образом, в 1950-х годов наблюдалось увеличение широтных промеров, в свою очередь промеры высоты в холке и в крестце были уменьшены, в период с 1880 по 1930 гг. эти промеры практически не изменялись. Нужно заметить, что с 1915 по 1920 гг. голландский черно-пестрый скот был усовершенствован кроме молочных и экстерьерных качеств, так и по массовой доле жира в молоке.

Третий период взял свое начало в 1960 году. Тогда спросом начали пользоваться рослый и крупный скот, который был больше склонен к раздою, сопровождаемому хорошим содержанием жира в молоке.

Животные черно-пестрой породы имели очень ограниченное распределение в России до 1917 года, после принятия в 1925 году этой породы за плановую начинается ее расширение на территории СССР. В 1930-1932 годах в СССР завезли большое количество черно-пестрых животных из Германии, Нидерландов и голландских животных из стран Балтии. Они были размещены на племенных фермах в центральных и северо-западных регионах Урала, Сибири и других регионах. Этих животных разводили в чистоте, и также они были использованы для скрещивания с коровами других пород, которые разводились в отдельных районах [47].

Шведский черно-пестрый скот был воссоздан в процессе разведения импортного черно-пестрого скота Голландии и поглотительного скрещивания местных животных с этими особями. Первая партия животных из Нидерланд и частично из Восточной Фризской провинции Германии поступила в Швецию в 1820 году. В последующем большое количества скота импортировали до 1918 года, затем завозили, главным образом, быков лучших линий голландского завода. В результате здесь возникла большая популяция скота, которая распространилась по стране под названием низменного шведского черно-пестрого. Ареал их распространения - южная, западная и частично центральная часть Швеции.

Английский черно-пестрый скот знаменит под именем британо-фризов. Он был создан с использованием черно-пестрых коров, импортированных в основном из Нидерландов и отчасти из Канады. В селекции британо – фризов в основном используются быки голландских и американских импортных обильномолочных и производных линий, характеризующихся тенденцией к раздою и повышенному содержанию жира в молоке. По конституции британо-фризы находятся рядом с голлано-фризами, но экстерьерные линии более плавные, более элегантные, чем голлано-фризов.

В итоге продолжительной селекционной работы в Советском Союзе, под воздействием кормления, содержания и наследственности первоначальных пород, с которыми проводили скрещение на довольно большой площади СССР, образовалась гетерогенная группа черно-пестрых животных, которая в 1959 году была принята в качестве черной – пестрой породы [85].

Животные черно-пестрой породы быстро адаптируются в различных климатических условиях и отличаются хорошим здоровьем. В общем, черно-пестрый крупный рогатый скот имеет среднее содержание жира в молоке 3,5-3,8% и белковость 3,0-3,2%. Немного более жирномолочными и белковомолочными считается черно-пестрый скот Урала и Сибири [33].

Необходимо заметить, что с увеличением доли кровности по голштинской породе особенности экстерьера и уровень продуктивности молока стали более похожими в разных зонах России. Весь черно-пестрый скот всех регионов страны имеет хорошо выраженный молочный тип [8].

Черно-пестрая порода уже давно улучшалась селекционерами, которые использовали сперму быков голштинской породы. Сейчас она популярна и в России. Повышенное внимание в черно-пестрой породе уделяют высоким надоям молока, содержанию жира и белка в молоке. Черно-пестрой породе удалось достичь своего уровня продуктивности за счет выборочной племенной работы при соблюдении необходимых условий кормления и содержания особей. При выращивании черно-пестрой породы главной целью были поставлены постоянный рост потенциала продуктивности коров, увеличение массовой доли жира и белка в молоке [126].

В Республике Татарстан за последние 15-20 лет генофонд голштинской породы используют для повышения продуктивных и технологических свойств черно-пестрой породы. Во многих скотоводческих предприятиях путем вводного и воспроизводительного скрещивания удалось получить достаточную большую популяцию помесного крупного рогатого скота [156].

1.2 Влияние полиморфизма генов каппа–казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы на хозяйственно-полезные признаки крупного рогатого скота

Молоко представляет собой биологическую жидкость, образуется оно в молочных железах млекопитающих, и направлено на то, чтобы вскармливать детей и защищать их от инфекций в течение начального периода жизни. Оно является чувствительной система, включающей многие сбалансированные компоненты, выполняет питательную, иммунологическую и бактерицидную функции и способна изменять свое состояние под влиянием разнообразных факторов [11].

Белки, содержащиеся в молоке, представляют собой очень сложные органические соединения, имеющие ценные биологические компоненты, с содержанием углерода, водорода, кислорода, азота, серы и в отдельных случаях фосфора. Из этих элементов образуются структурные частицы белка - аминокислоты, связанные друг с другом специальной белковой пептидной связью. Молекулы белка содержат от сотни до тысячи аминокислот в пептидных цепях [51].

Молоко содержит белки, имеющие вид мицелл, которые намного больше, чем их макромолекулы. Таким образом, казеин содержится в молоке в виде полидисперсного казеин-кальций-фосфатного комплекса [39].

Белки, найденные в молоке, определяются полиморфными генетическими вариантам, которые отличаются лишь аминокислотами (генетический полиморфизм) [183, 203]. Термин «генетический полиморфизм» говорит о том, что один белок молока существует в двух или нескольких формах, и эта его характеристика вызвана аутосомными аллелями. Генетический полиморфизм белков достаточно исследован [203, 205]. Полиморфные варианты впервые найдены у бета-лактоглобулина. Генетический полиморфизм уже выявлен для главных белков молока.

Генетические вариации молочных белков обуславливают технологические характеристики молока. Это делает исследования полиморфизма белков актуальными и становится возможно изменять качественные показатели молока путем селекции [13, 186, 224].

Биохимический полиморфизм молочных белков есть часть генетической вариации популяции (породы). Молочные белки отражают изменения в генетическом метаболизме, так как являются одной из частей генофонда крупного рогатого скота, и могут быть использованы для проверки этих изменений. Естественно, что аллеи, определяющие их синтез, передаются кодоминантно, стабильны в течении остеогенеза и имеют четкую диагностику [51, 106].

Каппа-казеин является растворимой фракцией в растворе хлорида кальция, который стабилизирует мицеллы казеина по отношению к ионам Са. Приблизительно 12% казеинового комплекса представляет собой каппа-казеин. CSN3 выполняет роль коллоидной защиты комплекса казеинов и способствует растворимости комплекса с формированием коллоидного раствора. Так, k - казеина стабилизирует мицеллы казеина в молоке. Помимо этого, лишь на CSN3 оказывает воздействие сычужный фермент, эту особенность используют при производстве сыра и творога. Масса и вид k - казеина в молоке имеют сильную зависимость от личных характеристик особи. Цепь k - казеина включает около 169 аминокислот, локус k - казеина принадлежит к синогенной группе U15 и найден в хромосоме 6 [262].

В 1988 году ряд ученых выделили ген k - казеина крупного рогатого скота и определили их полную последовательность [181]. Ген каппа-казеина имеет размер 13000 пар оснований (п.о.) и состоит из 5 экзонов общей длиной 850 п.о. и 4 интронов.

Большая часть последовательностей, которые кодируют белки, находятся в большом экзоне 4. Примерно 65% CSN3 секвенировали с 5'- и 3'-концевыми (фланкирующими) последовательностями. Информация о

регулируемой 5'-нетранслируемой регуляторной последовательности содержится в первом экзоне.

Второй и третий экзоны кодируют соответственно лидерные пептиды и 11 N-концевых белковых кодонов. 5'-нетранслируемая область включает в себя некоторые функциональные последовательности: ТАТА-бокс, СААТ-бокс, последовательность, аналогичную коэффициенту трансляции АР-1, пурин - богатая последовательность, схожая с теми, что содержатся в других белках молока. Иные регуляторные последовательности встречаются в интроне, перед экзоном IV, например, последовательности АС (АТ)10 (АС)6 (АТ)2 (АС)3 ТС(АТ)4, что облегчает образование z-соответствия ДНК [181].

Теория о том, что кальций-чувствительные казеины имеют независимое происхождение, находит подтверждение в строении гена k - казеина. Это подтверждается также тем фактом, что лидерный пептид k - казеина, наиболее постоянная составляющая белка – длиннее, чем у казеинов, чувствительных к кальцию: 21 и 15 аминокислотных остатков, соответственно.

Каппа-казеин существует в разных вариациях, идентифицируемых электрофоретическим фракционированием казеина в полиакриламидном геле. Источниками полиморфизма белков являются однократные замены аминокислот, приводящие к изменению электрофоретического движения.

Сейчас известны 13 аллелей k - казеина крупного рогатого скота: А, В [203], С [194], D [223], Е [198], F [138, 209], G [241], Н [12], Х [204], и А1 [241], Az [205], I [241], J [218].

Чаще всего у крупного рогатого скота можно встретить аллельные варианты А и В k - казеина, которые отличаются двумя аминокислотными заменами в положениях 136 и 148 полипептидной цепи. Вариант В каппа-казеина имеет отличие от варианта А в замене аминокислот (Асп на Ала), вызванных соответствующей точечной мутацией в положении 5345 (А → С).

Инновационные способы генотипирования разновидностей полиморфных молочных белков открыли возможность использования информации о генотипе в практической племенной работе.

Раньше варианты CSN3 были идентифицированы электрофоретическим разделением фракции казеина в крахмальном и полиакриламидном гелях [205].

Гель-электрофорез является признанным методом дифференциации органических молекул и широко применяется в течение многих лет в молекулярно-биологическом изучении белков и нуклеиновых кислот.

При электрофорезе в геле, белковые молекулы движутся под воздействием непрерывного электрического поля сквозь гель, особенности геля указывают на распределение молекул по размеру.

Электрофоретический анализ полиморфизма молочного белка несложный и удобный, дает возможность за короткий промежуток времени выполнить тестирование большого количество проб, подходит для осуществления в каждой лаборатории биохимического анализа.

Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) для амплификации мутационных гена [249] в совокупности с анализом полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ) дал возможность значительно увеличить развитие чувствительных и точных методов диагностики ДНК для генотипирования стада крупного рогатого скота разного пола и возрастной группы с использованием небольшого количества биологических материалов - кровь, ткань или сперма [75].

Для проведения анализа полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ) нужны рестриктазы, которые способны перерезать ДНК в определенных сайтах узнавания - рестрикционные эндонуклеазы типа II. Аллели каппа-казеина А и В варьирует в присутствии или отсутствии сайтов узнавания для рестрикционных ферментов. Они были обнаружены с использованием анализа ПДРФ при помощи двух ограничивающих эндонуклиаз Hind III и Tag I [218]. В протокол внесли небольшие изменения

D. Denicourt et al. (1990) [193], K. Chikuni et al. (1991) [189], R.E. Velmala et al. (1993) [265], S. Kaminski, I. Figiel (1993) [212], Г.Е. Сулимова и др. (1991) [137].

Развитие полимеразной цепной реакции (ПЦР) оказало большое влияние на процесс генотипирования селекционируемых животных и в особенности быков – производителей.

Полимеразная цепная реакция - это метод ферментативной амплификации специфических областей ДНК in vitro. Способ ПЦР разработал Saiki et al. (1985) [249], после чего, процесс удалось упростить и автоматизировать благодаря использованию термостабильной Taq-полимеразы [250]. Каждая стадия реакции включает в себя: ДНК-денатурацию теплом (разделение двухцепочной ДНК на отдельные цепочки), отжиг с применением праймера (связывание праймера с комплементарными последовательностями) и наращивание цепи, то есть завершение постройки одноцепочных нуклеотидных последовательностей между праймерами, до двухцепочных при помощи ДНК-полимеразы (стадия элонгации). Изменение стадий осуществляется простой сменой температурных режимов.

Для осуществления реакции используются два праймера, изготавливаемых из синтетических олигонуклеотидов (чаще всего одноцепочные фрагменты ДНК размером 18-22 нуклеотидов), которые дополняют две разные цепи конкретного фрагмента ДНК. Праймеры ориентированы так, чтобы после отжига к матрице располагались 3′-концами противоположно друг к другу. Праймеры при полимеразной цепной реакции выступают отправными точками (затравки) для синтеза ДНК термостабильной Taq-полимеразой, и она вместе с ионами Mg^{2+} катализирует образование новых цепей ДНК из дезоксирибонуклеотидных трифосфатов в 5'-3 'направлениях [62, 249]. Потому как праймеры гибридизуются с двумя цепочками ДНК, то исходные последовательности, так и синтезированные продукты ПЦР могут служить матрицами в последующих циклах удвоения. Поэтому последовательности, которые присутствовали в образце в малых

количествах и которые не могут быть различимы какими-либо другими способами, легко обнаруживаются при помощи ПЦР.

При денатурировании ДНК, которая протекает обычно при температуре 94-95 °С, происходит разрыв двухцепочной ДНК на одиночные цепочки. Затем температура снижается до 40-65 °С, для отжига, так чтобы праймеры гибридизовались с подходящими матричными областями. После отжига праймеров, при увеличении температурного режима до 72 °С заново начинается синтез цепочки ДНК.

Когда добавляют ДНК-полимеразу и дезоксирибонуклеотидные трифосфаты выполняется реакция полимеризации, осуществляемая на праймерах (в первом цикле). Реакция прекращается, и ДНК вновь разделяется нагреванием. Во время охлаждения праймеры, которые находятся в избытке, снова гибридизуются эффективно, как с исходными цепочками ДНК, также и с синтезированными цепями. Введение ДНК-полимеразы инициирует 2-ой цикл ПЦР.

ДНК-полимеразу выделяют из Thermus aquaticus. В этом ферменте частота ошибок считывания доходит до 1/10000 нуклеотидов. Эта точность достаточна для обеспечения непрерывности повторяющихся последовательностей. Неоднократное повторение реакции дает возможность проводить 30 или больше циклов ферментативного удлинения праймеров. В ходе ПЦР успешной амплификации подвергаются лишь те последовательности ДНК, которые заданы праймерами.

Для анализа ПЦР используются только аллелоспецифичные праймеры, которые способны амплифицировать только ДНК определенного аллеля [137, 192, 193, 218, 238, 239, 243, 246].

Конечным продуктом полимеразной цепной реакции являются определенные фрагменты ДНК, на концах которого 5’-концы праймеров [26]. Число скопированных областей исследуемой ДНК в процессе полимеразной цепной реакции возрастает до 10^8 раз, именно это позволяет визуализировать ее.

Чаще всего для обнаружения полиморфизма структурных генов на уровне ДНК применяют ПЦР-анализ с дальнейшим гидролизом рестрикции полученных фрагментов (ПЦР-ПДРФ). Данный метод основан на амплификации специфической части ДНК, которая содержит изучаемую точечную мутацию, с дальнейшим ее разрезанием подходящей рестриктазой. В зависимости от длины участков (ПДРФ) делается заключение о том, что отсутствует или присутствует этот аллель у особи.

Этот метод широко используется из-за его простоты и надежности. Его обычно применяют для диагностирования аллельного полиморфизма маркерных генов, отвечающих за хозяйственно – полезные признаки [180].

Сведения об аллельных генотипах белков молока у селекционируемого скота выступает важным фактором, и его необходимо учитывать при племенной работе с породой, в особенности при отборе быков-производителей. А при использовании метода ПЦР-ПДРФ удается выявлять генотипы CSN3 для молодняка и быков-производителей. При использовании быков-производителей, принимая во внимание их генотип по CSN3, становится возможным увеличение концентрации желательных аллелей в племенном скотоводстве и получать более высококачественное молоко [145].

Выход качественных молочных продуктов во многом обуславливается качественным составом белков молока. Внимание ученых к исследованию генетического полиморфизма молочных белков объясняется главным образом тем, что разные аллельные вариации белков влияют на определенные хозяйственно-полезные признаки и появляется возможность использования их в маркерной селекции. Практика развитых стран показывает важность отбора скота по содержанию белка в молоке, поскольку он в значительной степени оказывает влияние на технологические черты молока, его питательную ценность. Так как полиморфные белки являются важной частью молочного белка, некоторые авторы занялись изучением их воздействия на содержание белка в молоке в целом, им удалось выявить разницу между коровами, которые имеют разные генетические типы белков.

В связи с этим была выдвинута теория о зависимости массовой доли белка в молоке от генотипа коровы и возможность использовать генетические типы молочных белков при разведении крупного рогатого скота [52, 95, 154, 191, 226].

Исследования нескольких авторов показали, что содержание белка зависит от полиморфизма гена CSN3. Сегодня можно твердо сказать, что использование качественного молока при производстве сыра в большинстве зависят от аллельных вариантов гена k - казеина [146, 177, 251, 252]. Отношения между генотипическими вариантами k - казеина и технологическими молочными показателями обнаружены для всех изученных породах крупного рогатого скота.

Каппа-казеин является единственным компонентом казеина, на который воздействует сычужный фермент. Эту особенность k - казеина используют для производства сыра и творога. Распад пептидной связи Phe (105) - Met (106) в молекуле k - казеина, которая имеет более высокую чувствительность к действию протеиназ, приводит к разрушению мицеллярной структуры комплекса казеина и створаживанию казеина.

Из изученных на сегодняшний день вариантов k - казеина А и В генетические варианты наиболее распространены. Исследования ассоциации аллельных вариантов гена k - казеина и качественных молочных свойств, указали, что молоко, содержащее вариант аллеля В k - казеина, связаны с повышенным содержанием белка в молоке, следовательно, и имеющим высокий выход творога и сыра, и лучшие коагуляционные свойства молока [177, 251].

Кроме того, G.E.Vagerud с соавторами (1992) [263] доказали, что молоко коров, несущих генотип k - казеина АВ или ВВ имеет лучший вкус, смогло хранится на пять дней больше, короче время свертывания и плотнее сгусток, чем молоко коров, имеющих генотип АА.

K. Pabst (1992) [235] в исследовании пяти тысяч особей голштинской и англерской породы, обнаружил, что содержание белка в переработанном

молоке было ниже у коров с генотипом ВВ (3,71% против 3,90% для генотипа АА), но массовая доля белка в зрелом сыре была на одном уровне. Употребление белка в изготовлении сыра на 2,8% выше, чем у коровьего молока с генотипом ВВ.

Тогда же I.L.L. Mao, с соавторами (1992) [222], проводя исследования на популяции коров из одиннадцати тысяч особей голштинской породы показал, что аллель k - казеина В был благоприятнее для повышения удоев и выхода молочного белка, и был связан с увеличением процента белка в молоке.

A. Van Eenennaam, J.F. Medrano (1991) [264], С.В. Тюлькин (2016) [147] обнаружили, что аллель k - казеина В присутствует в больших количествах в молоке коров, обладающих генотипом АВ. Фактор, влияющий на количественную экспрессию аллельных вариантов не полностью понятен и может быть определен разницей в последовательностях некоторых факторов транскрипции с разным уровнем сходства. Внутри этих последовательностей были обнаружены точечные мутации [213, 253]. A.L. Van Eennaam, J.F. Medrano (1991) [264] показали, что доля каппа-казеина в общем молочном казеине уменьшается на ВВ> АВ> АА.

Влияние аллели В локуса каппа-казеина на продуктивность и технологические свойства молока коров разных пород встречаются в многочисленных работах зарубежных и отечественных ученых [4, 7, 36, 57, 58, 72, 74, 184, 230, 246, 258].

J.J. Law (1993) [217], Р.Р. Шайдуллин (2015) [166] также доказали, что относительное количество k - казеина в общем количестве казеина имеет зависимость от генотипа и обозначается порядком ВВ>АВ>АА. В среднем, коровье молоко с генотипом ВВ содержало на 25% больше k - казеина, чем молоко коров с генотипом АА.

Количество казеина представляет собой важный фактор для производства сыра. Многие исследователи в своих работах заметили

уменьшение числа казеинов в соотношении ВВ> АВ> АА [168, 204, 210, 223, 233].

При изготовлении сыра выгоднее сокращать время денатурации, и получать плотнее сгусток с меньшими порами и низкими потерями белка. Наличие аллеля k - казеина В в генотипе значительно уменьшает время денатурации, сгусток имеет мицеллы тоньше и мягкую консистенцию, а содержание ионов, особенно кальция, также увеличивается. Высококачественные твердые сыры могут быть приготовлены только из молока с генотипом k - казеина ВВ [149, 186].

Казеины выполняют заметную роль в коагуляции молока. Важным местом для казеинов является процесс связывания и последующего переноса ионов кальция [200]. Время образования сгустка сокращается за счет присутствия В аллеля k - казеина в молоке. Ориентация на улучшение состава сыра при использовании молока с вариантом k - казеина В возрастает со временем созревания сыра [149, 166, 251].

В разных отчетах различие по времени коагуляции между генотипами ВВ и АА составляла от 10 до 40%, в среднем, разница между двумя генотипами составляла около 20%. Видимо, аллели k - казеина Е, С и G отрицательно влияют на время свертывания, как и аллель А [197, 234].

Н. И. Стрекозов и соавторы (1997) [133] обнаружили высокую корреляцию между полиморфизмом в локусе гена k - казеина и уровнем использования сухих веществ молока в производстве творожной массы. Рубежи по этому свойству между аллелями АА и ВВ для швицкой и черно-пестрой пород составили 8,87 и 5,10, соответственно. Возможно, эта разница вызвала увеличение выхода творожного продукта, в котором обнаружился аллель В k - казеина.

Потому как присутствие аллеля В повышает качество молока, используемого в сыроделии, в практическом отборе использовался метод тестирования крупного рогатого скота по локусу гена k - казеина. Европейская организация фермеров и некоторые крупные коммерческие

племенные компании предположили, что генотип k - казеина - ВВ считается экономически важным критерием отбора для пород крупного рогатого скота, специализирующихся на производстве молока [129].

S. Walawski и его соавторы (1994) [266] показали в опыте на 125 особях черно-пестрой породы, что генотипы АА и АВ ассоциируются с повышением удоя, а АВ и ВВ генотипы с более высокой массовой долей белка. Повышенное фосфора отмечалось в молоке коров ВВ генотипа.

Учитывая текущие тенденции в выборе качества сырья, с точки зрения диетических и технологических свойств, сведения о генотипах аллелей белков молока представляются важным фактором в селекции животных, который необходимо учитывать в отборе быков для разведения стада.

Таким образом, аллель В локуса каппа-казеина необходимо использовать в программах селекционной работы со стадом коров молочных поро для получения экономического эффекта их разведения.

Диацилглицерол О-ацилтрансфераза 1 (DGAT1) катализирует ацетилкофермент А-зависимое апеллирование 1,2-диацилглицерина для синтеза триацилглицерина (TAG). Функция DGATI в обмене липидов заключается в участии этого фермента в процессах превращения углеводов в жиры и их хранении в жировых отложениях.

Ген DGAT1 картирован на хромосоме 14 крупного рогатого скота b аллели этих генов имеют сцепленный характер наследования [260]. Определенные аллели представляют собой нуклеотидное замещение (AA / GC) в начале экзона VIII (позиция 6829 пар оснований) [202]. Эта мутация приводит к неконсервативной замене лизина (К) аланином (А) [216, 51].

Проводились работы по исследованию воздействия генотипов гена DGAT1 на продуктивность молочных коров. Например, Winter et al. (2002) [267] обнаружили, что животные, несущие ген К гена DGAT1, имели более высокий уровень жира в молоке, как в целом, так и в процентах по сравнению с животными, гомозиготными по аллелю А (разница между аллелями КК и АА достигала 51%).

Есть сведения о положительной корреляции между активностью DGAT1 и содержанием внутримышечного жира в длиннейшей и полусухожильной мышцах у голштинско-фризской породы: для животных с желаемым генотипом КК активность DGAT1 наблюдалась в пять раз больше, чем у животных, несущих генотипы АК и АА [60, 257].

Thaller et al. (2003) [261] сообщили о значительном влиянии полиморфизма DGAT1 на содержание IMF. По материалам, полученным в ходе их исследования, которые проводились на группах черно-пестрых коров и голштинских, ими была выявлена частоту появления К-аллеля, соответственно, 0,073 и 0,547. Различие в молочной продуктивности между исследованными группами с генотипами КК и АА гена DGAT1 для черно-пестрых коров и голштинских: содержание жира составляло + 0,34 и + 0,29%, белка + 0,11 и + 0,07%, продуктивности + 63 кг и - 61 кг.

Для гена DGAT1 доказана рецессивная природа наследования. Это говорит о том, что положительное действие выражается, когда животное гомозиготно по желаемому аллелю. Так в популяциях пестрых пород и в большинстве европейских мясных пород мяса желаемые аллели гена DGAT1 достаточно редки [261].

Опыты, проводимые на крысах, доказали, что ген DGAT1 выполняет немаловажную функцию в лактационных процессах. Недостаток фермента у самок приводил к уменьшению или прекращению молочного синтеза, во многих случаях это связано с нарушением синтеза триглицеридов в молочной железе [256].

Для крупного рогатого скота DGAT1 - ген-кандидат массовой доли жира в молоке. Как упоминалось выше, этот ген отображается на хромосоме 14 в геноме крупного рогатого скота, также данный локус количественных признаков (QTL), оказывает влияние на состав молока, а также и на продуктивность [146, 190, 199, 208, 244].

Есть теория о том, что точечная мутация K232A в гене DGAT1, в которой лизин замещается аланином, также ведет к снижению

продуктивности молока и выходу белка, но увеличивает выход жира [259, 260, 261]. Но плохо изучено взаимовлияние полиморфизма K232A (т.е. наличие или отсутствие мутации K232A) и признаками молочной продуктивности.

Сведения, полученные о гене DGAT1 свидетельствуют, о том, что он на самом деле выполняет роль надежного индикатора изменений в молочной продуктивности и качестве молока. Однако различные генотипы DGAT1 имеют разную корреляционную связь с продуктивностью и качественным составом молока. Имеются достоверные данные о том, что вариант K связан с высоким выходом молочного жира. Но полученная информация по идентификации мутаций K232A не вносит ясность на общий эффект QTL на показатели молока [255].

Работы K. Jolanta et al. (2004) [211] на джерсейской породе показали следующие результаты: частота распределения аллелей A - 0,17 и K - 0,83; частота встречаемости генотипа AA составляет 0,07, AK - 0,12, а нужного KK генотипа - 0,81.

В.Р. Харзинова (2010) [157] в исследовании черно-пестрого скота для гена DGAT1 установила распределение: аллельные частоты A - 0,62 и K - 0,38; частота генотипа AA составляет 0,08, генотип AK - 0,6, а желаемого генотипа KK - 0,32.

Т.Х. Фаизов и соавторы (2015) [152] обнаружили влияние генов каппа-казеина и диацетилглицерин О-ацетил трансферазы на воспроизводительные качества крупного рогатого скота, так при раннем осеменении и отеле первотелки имели меньшую живую массу при первом отеле. У животных по локусу гена CSN3AB и BB, гена DGAT1 AK и KK отмечены удлиненные показатели продолжительности сервис-периода и межотельного периодов (106 и 394 дня, 105 и 400 дня) и меньшие значения коэффициента воспроизводительной способности и индекса Дохи (0,93 и 46,2, 0,91 и 45,8), что показывает небольшое снижение репродуктивной способности.

Резюмируя сказанное выше, можно сказать, что ген DGAT1 связан не только с выходом молочного жира, но и с выходом белка и этот локус следует изучать независимо и в сочетании с другими локусами, ответственными за синтез белка, например, с геном каппа-казеина, также его можно использовать в племенной работе с целью повышения качественного состава молока.

1.3 Факторы, влияющие на молочную продуктивность коров

Молочный состав определяет его биологическую и питательную ценность, он играет важную роль при переработке на молочные продукты, от него зависит качество производимой продукции. В связи с чем крайне важно изучение влияния разнообразных факторов на химический состав молока и обращать на него внимание при переработке [150].

Состав молока довольно сложен в химическом отношении. Он включает в себя около 250 компонентов. В среднем, коровье молоко содержит 87,5% воды, 12,5% сухого вещества, 3,6% жира, 3,2% белка, 0,7% минеральных веществ [6, 103].

Одним из факторов, которые влияют на продуктивность молока, считается сезон года. По словам Е.Б. Петрова (2007) [117], А.В. Коровина и других (2013) [84], проблема взаимосвязи между организмом животного и окружающей средой всегда актуальна. Она становится еще более острой из-за концентрации и специализации скотоводства, то есть его передачи на промышленную базу и интенсификации технологий.

Е.Н. Мартынова (2011, 2013, 2014) [102, 103, 104] отметила, что качественный состав молока и его пригодность для дальнейшей переработки зависят как от характеристик самой особи, т.е. его породы, родословной, лактационного периода, возраста, состояния здоровья, но еще и от факторов внешней среды, такие как сезон года, к примеру.

Е.Н. Климова (2000) [81] отметила воздействие сезонов на качество молока. Таким образом, при анализе 212 коров черно-пестрой породы с долей голштинской крови 87,7 - 90,3% и продуктивностью в стаде 5431-5895 кг молока и массовой долей жира в молоке 3,97-4,08%. Было обнаружено, что сезон года не оказал значительного влияния на количество сухого молока в молоке, но повлиял на количество СОМО, лактозы, кальция, фосфора с высокой степенью достоверности. Вследствие этого Е.Н. Климова пришла к выводу, что сезонные климатические изменения, условия кормления и поддержание микроклимата оказывают и положительное, и отрицательное влияние на физико-химический состав и технологические свойства молока. При смене сезонов года значительно изменяется массовая доля жира (Р <0,999) и массовая доля белка (Р<0,95) в молоке. Сезон отела также оказывает влияние на надои (Р <0,999) и массовую долю в молоке (Р <0,95).

Общепризнанно, что молочная продуктивность коров на 59% определяется кормлением, на 35% - генетикой и на 6% технологией содержания молочного скота [108, 155].

Одним из главных генетических факторов, которые влияют на производительность молока и его качество, является доля крови улучшающей породы.

Многие авторы отметили, что в последние десятилетия более обильномолочны коровы черно-пестрой голштинизированной породы, чем животные других молочных пород.

Голштинизация черно-пестрого крупного рогатого скота широко используется в различных частях нашей страны для улучшения молочного скота местных популяций [29, 176].

На молочных фермах эффективность кормления сельскохозяйственных животных в соответствии со стандартами и нормами имеет тесную связь с изменчивостью живого веса, продуктивностью и физиологическим статусом коров на ферме. технологической группы. Во время раздоя потребности высокопродуктивных животных в питательных веществах обеспечивается за

счет кормления и запасов организма, которые компенсируют отрицательный энергетический баланс. Молочные компоненты (белки, липиды, лактоза) вырабатываются в молочной железе, а минералы, микроэлементы, витамины, мочевина проходят из крови в неизмененном виде, показывая состояние здоровья в целом [69, 130, 131, 136, 185].

Существуют разные мнения о продолжительности использования коров. Некоторые эксперты считают, что укороченный период позволяет быстрее вести племенную работу, но, по мнению других, ранняя выбраковка особей экономически неэффективна, поскольку не оправдывает средств для их выращивания.

В своих работах Д.А. Абылкасимов, Н.П. Сударев и А.А. Вахонева (2011) [2] обнаружили, что на продуктивную жизнь коров (в лактациях) влияют такие показатели, как тип телосложения (29,5%) и живая масса при первом отеле (27,6%). Пожизненный удой коровы зависит от типа телосложения - 31,6%, и быка-производителя - 17,0%.

Линейная принадлежность выполняет не менее важную роль, т.к. влияет на показатели продуктивности молока и качество молока.

Некоторые учёные исследовали линейную принадлежность коров, в плане генетических факторов, которые влияют на продуктивность молока и его качественный состав. Это становится актуальным в рамках крупномасштабной селекции. При этом спермой одного быка осеменены сотни или даже тысячами коров, поэтому влияние быков на результаты отбора очень велико [21, 54].

По словам И.С. Бежаняна и Г.В. Хабаровой (2012) [17] линейность особей во многом определяет продуктивную долговечность и продуктивность животных на протяжении всей жизни.

В середине 1970-х годов в СССР было решено значительно улучшить отечественные породы молочного скота путем их скрещивания с зарубежными породами.

Голштинская порода получила наибольшее распространение среди пород, улучшающих молочную продуктивность. Многолетний опыт использования этой породы для интенсификации разведения молочных коров показал большую эффективность в улучшении генетического потенциала улучшенных пород.

Д.А. Абылкасымов (2011) [2] заметил, что лактация - это побочный продукт размножения, из-за этого экономическая эффективность молочного скота обусловлена способностью коров к размножению. Реализация генетического потенциала продуктивности и ускорение процесса отбора может основываться только на увеличении плодовитости племенного скота и сохранении молодых животных.

Исследователи утверждают, что из генотипических факторов, определяющих уровень продуктивности, чрезвычайно важны наследуемые характеристики животных, которые сформировались за счет селекционной работы.

Осведомленность о продуктивных качествах и племенной ценности предков - важный факторов, который обеспечивает успех селекции на улучшение продуктивных качеств молочного скота [30, 114]

Н.И. Иванова (2013) [64] считает, что значительный эффект в разведении молочного скота не может быть достигнут без целенаправленной племенной работы, в которой базой генетического прогресса является интенсивность отбора особей с высокими репродуктивными характеристиками; эффект генотипов отца и матери.

В современных условиях для определения вектора племенной ситуации в стадах и популяциях появилась необходимость контроля генеалогической структуры с учетом линейной принадлежности и определения перспектив их развития.

Понижение уровня рождаемости у коров молочного направления является одной из главных проблем [220]. Сообщалось, что темпы уменьшения уровня рождаемости в Соединенных Штатах составляли 0,5% и

на 1% в 2000 году в Соединенном Королевстве Великобритании в год [256]. Похожее уменьшение воспроизводительной способности молочного скота наблюдается в Ирландии [245], Австралии [221], Испании [229] и Южной Африке [232]. Генетическая корреляция между удоем и воспроизводительной функцией неблагоприятна. Из чего можно сделать вывод, что выбор в пользу высокого удоя может привести к падению рождаемости. Уменьшение воспроизводительной способности у высокопродуктивных молочных коров может происходить из-за дисбаланса питательных веществ, когда высокая генетическая ценность и рацион несовместимы с продуктивностью [242].

Интенсивная выбраковка может обеспечить высокую продуктивность, но, если большинство особей устраняются по ветеринарным причинам (в результате болезни или травмы), это уже не норма. Обычно корову содержат до тех пор, пока она не принесет потомство и не даст молока по меньшей мере на 80% от уровня средней коровы, то есть не станет выгодна для владельца и находится в надпороговой области отбора по выбраковочным признакам. Процесс генетического улучшения во многом связан с условиями эксплуатации и возрастом выбытия животных. С увеличением генетических возможностей и, в целом, небольшим изменением условий эксплуатации, группа животных, которые в конечном итоге выйдут из стада, со временем станет моложе. Это связано с повышенным износом высокопродуктивных животных по сравнению с животными, имеющими среднюю продуктивность, в условиях, которые соответствуют возможностям среднепродуктивной части стада [89, 115, 195].

Исследованию влияния генетических и паратипических факторов на жизнедеятельность крупного рогатого скота в разных популяциях молочного скота, посвящено множество работ [5, 20, 41, 48, 50, 80, 111, 112, 122, 142].

Показатели, характеризующие технологические свойства молока, довольно сильно зависят от генетических факторов [100].

Среди внутренних причин, определяющих уровень молочной продуктивности, - наследственные характеристики животных, которые

образовались путем селекционной работы с каждой породой и стадом [94, 123, 165].

Знание генеалогической ценности и продуктивности предков обеспечивает успех селекции на улучшение продуктивных качеств молочного скота с использованием быков голштинской породы.

Л.К. Соломенко и другие исследователи (2013) [132] утверждают, что на данный момент исследование связи между уровнем продуктивности матери и отца и молочной продуктивности их дочерей разных генотипов имеет некоторое значение.

Как считают некоторые исследователи, для улучшения молочной продуктивности домашнего скота и улучшения качества продукции необходимо принимать во внимание адаптацию особей к условиям окружающей среды, в которой они будут содержаться, а также грамотную селекционную работу. До практического отбора необходимо выводить животных, которые сочетали бы высокие надои молока с наилучшими показателями качества молока. В настоящее время для оценки качества молока в дополнение к массовой доле жира и белка определяют число соматических клеток [27].

В России возрастает спрос на высококачественные молочные продукты, и вследствие этого назрела необходимость увеличения объемов производства молока. Молоко должно отвечать потребительским требованиям не только по питательной ценности, но и по безопасности. В результате значительно повысились критерии оценки качества получаемого молока. Наличие повышенного числа соматических клеток в молоке приводит к значительному падению показателей качества: полной потери биологической ценности, снижаются технологические свойства при дальнейшей переработке [91].

Одним из основных показателей, которые характеризуют санитарные, гигиенические и технологические свойства молока, является количество соматических клеток, приходящихся на 1 мл молока. В странах с развитым

молочным скотоводством проводят строгий контроль количества соматических клеток в 1 мл молока. При содержании соматических клеток сверх нормы меняется химический состав молока, его физические и биологические свойства, а также технологические процессы переработки молока нарушаются вплоть до того, что молоко может оказаться непригодным для переработки на молочные продукты, к примеру сырной массы. По мере увеличения уровня соматических клеток в молоке, увеличивается и заболеваемость маститом у животных [18, 139].

Соматическими клетками являются клетки разнообразных тканей и органов. Внутри вымени клетки эпителиальной ткани постоянно обновляются. Старые клетки умирают и отвергаются. При продуцировании молока в альвеолах вымени и его секреции через молочные протоки соматические клетки поступают в молоко. К ним присоединяются клетки, которые отвечают за защитные механизмы в организме (лейкоциты). В результате соматические клетки всегда находятся в молоке. Известно, что соматические клетки в выдоенном молоке не размножаются (в отличии от бактерий). Это зависит от индивидуальных характеристик коровы (например, генетики) и её физиологического состояния (в начале и в конце лактационного периода число соматических клеток немного повышено, чем в другие стадии), и от состояния здоровья вымени. Высокая концентрация соматических клеток – это признак нарушения секреции молока или болезни [83].

Число соматических клеток в молоке важный показатель его качества. В 1 см^3 нормального свежего молока содержится от 100 до 300 тысяч соматических клеток, а в сборном молоке со смесью молозива, маститного и стародойного молока их количество составляет до 10 миллионов в см^3. В молоке с такой примесью выявлены изменения свойств и содержания белка, что приводит к ухудшению свойств сычужных и кислотных сгустков и, как следствие, к снижению качества и выхода молочных продуктов, в частности, творога [38, 44, 45]. В Соединенных Штатах используется универсальная

система подсчета соматических клеток, называемая калифорнийским маститным тестом [227].

Наличие большого числа соматических клеток считается косвенным показателем высокой вероятности наличия золотистого стафилококка в молоке (Staphylococcus aureus) [125, 206, 247].

Непосредственное определение клинической заболеваемости маститом дорогостоящее и в будущем затрудняет реализацию молока. Оценка соматических клеток используется для отбора по устойчивости к маститу в программах разведения почти во всех молочных фермах [61, 182, 207]. По сведениям иностранных исследователей, при оценке соматических клеток большое внимание следует уделять наследованию снижения мастита, то есть генетической корреляции между оценками соматических клеток и распространенностью мастита [182, 188, 207, 231].

Принято считать, что в молоке, получаемом от здоровых животных, как правило, до 300 тыс. соматических клеток на 1 мл. Когда вымя заражено, количество патогенных клеток в молоке возрастает, и процент клеток меняется. В молоке инфицированных коров число эпителиальных клеток остается на уровне их содержания в нормальном молоке. Количество лимфоцитов в молоке снижается и напрямую зависит от болезни коров маститом, как с выраженными клиническими признаками, так и с субклиническим (скрытым) маститом [23, 125].

По словам R.N. Miller (1987) [232], когда содержание соматических клеток в молоке превышает 1 млн. на 1 см^3, потери молочной продуктивности могут быть 14% или 0,39 кг на доение четверти вымени, согласно другим данным - 548,1 кг на весь период лактации.

Согласно рекомендациям, наших исследователей, когда молоко содержит более 900 тыс. соматических клеток на мл, при продуктивности 4000 кг, потеря молока составляет 600 кг и при удое 6000 кг - 900 кг [107].

При содержании в промышленных комплексах, довольно много коров, подвергают выбраковке по причине заболеваний вымени, часто это молодые

особи после первой, второй и третьей лактаций. Такое короткое использование коров значительно понижает уровень продуктивности молока стада и существенно увеличивает себестоимость молока [32, 37, 67, 116].

От продолжительности сервис-периода зависит экономически важный показатель – выход телят на 100 коров. Большая часть работы по исследованию репродуктивной способности в скотоводстве свидетельствует о ее низкой наследуемости [178].

Продолжительность межотельного периода у коров может быть генетически обусловлена до 4%, индекс осеменения - до 41%, интервал от первого осеменения до успешного оплодотворения - 7% и сервис-период - до 20% [15, 66].

Многие ученые сообщают о репродуктивной проблеме в молочном скотоводстве, что не только напрямую влияет на экономику производства молока, но и во многом сужает селекционные ресурсы и улучшение пород крупного рогатого скота [93, 108, 134, 160, 161, 196].

В.П. Кононов, В.Я. Черных (2009) [82] считают, что в нынешнем разведении молочного скота, идет изменение приоритетов в его развитии. Повышение продуктивности молока сменяется проблемой продуктивной жизни коров и разведения стада.

В условиях интенсивной технологии производства молока одним из важных показателей оценки способности коров к использованию в крупных механизированных комплексах считается их пригодность к машинному доению [128].

Как известно, коровы с наиболее желательным выменем (ванноподобной и чашеподобной формы) имеют более высокую продуктивность. В работах А.Я. Маньковского (1980) [99]; А. Кульбина (1985) [90]; Ф.Ф. Лягина (2005) [98], говорится, что надой коров с чашеобразным выменем на 20-25%, и округлой на 8-10% выше, чем у коров с козьей формой вымени.

При отборе коров молочного типа важной характеристикой является желаемое вымя, представляющее собой набор морфологических признаков. Оно должен иметь большой объем, пропорциональную сформированную форму, ваннообразным или чашеобразным, хорошо развито по ширине и длине, с распределением частей вперед по животу и позади линии бедра, Дно расположено на достаточном расстоянии от земли, передняя часть плотно прикреплена к животу, а задняя часть высоко и крепко прикреплена с выраженной глубокой канавкой, поддерживающей связки. Соски находятся в середине вымени на оптимальном расстоянии, цилиндрической формы, желаемой длины и толщины, направлены вертикально вниз [158].

Было установлено, что коровы с малопригодным к доению выменем хуже выдаиваются и чаще у них регистрируется мастит. Коровы с низким выменем имеют высокую вероятность повреждения и инфекции.

Изучения учёных, таких как В.Г. Сарапкин и др. (2004) [127], Ф.Ф. Лягин и др. (2005) [98] доказали, что наиболее желательными формами являются ваннообразная и чашеобразные формы вымени. Эти животные дают максимальное количество молочных продуктов, и также более подходят для машинного доения. Форма вымени значительно варьируется в зависимости от возраста коров, стадии лактации, техники и частоты доения.

Коэффициент молочности является важным показателем продуктивности молока, показывающий количество молока, полученного на 100 кг живой массы животного, и указывает направление метаболических процессов в организме животного [42]. Для коров молочного типа коэффициент молочности должен быть 670 кг или более [56].

Продуктивность коровы зависима от наследственности и формируются под воздействием внешней среды, в которой особь выращивалась и продуцировалась. Оба фактора важны, потому что генотип и окружающая среда могут как ограничить продуктивность животного [22, 78].

В наше время во многих перерабатывающих предприятиях при установлении цены молока учитывается набор критериев, касающихся

состава и качества молока. И для роста конкурентоспособности своих молочных продуктов необходимо вести племенную работу с животными по массовой доле белка и жира в молоке, а также некоторых других компонентов. Чтобы решить проблему улучшения качества молока, необходимо обратить внимание на многие факторы, которые способствуют повышению общего количества сухого вещества, включая жиры и белки. Известно, что белковость молока зависит на 50% от генетических факторов и на 40% от паратипических [89].

В настоящее время основной задачей в молочном скотоводстве страны является повышение продуктивности животноводства и получение высококачественного молока. Отбор молочного скота сосредоточен на выборе животных с улучшенными характеристиками качества молока. При закупке молока особое внимание уделяется качеству молока, молочная промышленность предъявляет все более высокие требования к нему. Производство высококачественного молока является предпосылкой для эффективной работы и гарантии жизнеспособности хозяйства. Поэтому наиболее важной задачей является выявление лучших животных с учетом не только количественных, но и качественных показателей молока [110].

Наши исследования являются продолжением комплексного изучения проблемы повышения молочной продуктивности коров разных генотипов черно-пестрого скота в Республике Татарстан в условиях современных технологий производства молока.

2 ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

2.1 Материалы и методы исследований

Работа по теме диссертации выполнена на кафедре биотехнологии, животноводства и химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет».

Исследования проводились в период 2009 – 2017 годы в условиях племенного репродуктора ООО «Дусым» Атнинского района Республики Татарстан. Научно-хозяйственный опыт поставлен согласно схеме исследований (рис. 1).

Объектом исследования служили коровы-первотелки черно-пестрой породы с разным генотипом по генам каппа-казиина (CSN3) и диацетилглицерин О-ацетилтрансферазы (DGAT1).

Из числа исследованных первотелок были сформированы опытные группы в соответствии с установленными генотипами CSN3 и DGAT1, возраста, месяца лактации и проведены исследования хозяйственно-полезных признаков животных.

Основным фоном, на котором изучались хозяйственно-полезные признаки у подопытных групп животных, служило одинаковое кормление и содержание. Рацион животных составлялся из кормов, находящихся в хозяйстве, с учетом продуктивности, живой массы и физиологического состояния [69].

Для исследований были взяты пробы венозной крови у 142 опытных первотелок черно-пестрой породы. Изучение однонуклеотидного полиморфизма генов каппа-казиина и диацетилглицерин О-ацетилтрансферазы проводилось в лаборатории биохимии и молекулярно-генетического анализа ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности». ДНК из венозной крови выделяли стандартным методом с помощью набора «Магносорб»

(Интерлабсервис, Москва). Ген CSN3 крупного рогатого скота исследовали с применением метода ПЦР-ПДРФ с использованием прямого праймера 5'-ATAGCCAAATATATCCCAATTCAGT -3' и обратного праймера 5'-TTTATTAATAAGTCCATGAATCTTG -3 [70]; ген DGAT1 с использованием прямого праймера 5'-GCTGCTCCTGAGGGCCCTTCG-3' и обратного праймера 5'-GCGGCGGCACTTCATGACCCT-3' [254]. ПЦР проводили на амплификаторе ДТ-96. Полученные ампликоны подвергали рестрикции при помощи ферментов-рестриктаз *Hinf I* (ген CSN3) и *Eae I* (ген DGAT1) (СибЭнзим, Россия) согласно рекомендациям производителя. Продукт ПЦР оценивали горизонтальным электрофорезом в 2,5-% агарозном геле, окрашенном бромистым этидием.

По результатам ДНК-тестирования коровы-первотелки были распределены по группам в зависимости от генотипа CSN3 и DGAT1. По гену каппа-казеина на $CSN3^{AA}$, $CSN3^{AB}$, $CSN3^{BB}$ и по гену диацилглицерол О-ацилтрансферазы на $DGAT1^{AA}$, $DGAT1^{AK}$, $DGAT1^{KK}$.

Молочную продуктивность коров изучали индивидуально по результатам ежемесячных контрольных доек согласно «Правилам оценки молочной продуктивности коров за лактацию» (И.М. Дунин и др., 2000).

Качественные показатели молока, как массовая доля жира, массовая доля белка, сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО), плотность молока определены на анализаторе «Лактан 1-4» (исполнение 220). Массовая доля сухого вещества расчетным – расчетным методом.

Типы лактационных кривых изучены по методике А.С. Емельянова (1953) [51], показатель равномерности удоя – по методике Ю.С. Изилова (1979) [65]. Коэффициент постоянства лактации (КПЛ) по Б.В. Веселовскому в модификации А.Н. Шапошникова:

$$КПЛ = A : (B \times 10) \times 100,$$

где А – удой 305 дней лактации, кг;

В – высший месячный удой, кг.

Продуктивность первотелок черно-пестрой породы с разными генотипами каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы

↓

Коровы-первотелки черно-пестрой породы

↓ ↓

Генотип каппа-казеина			Генотип диацилглицерол О-ацилтрансферазы		
CSN3 AA	CSN3 AB	CSN3 BB	DGAT1 AA	DGAT1 AK	DGAT1 KK

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

Факторы, обуславливающие молочную продуктивность

↓

Удой матери
Живая масса при первом плодотворном осеменении
Возраст первого отела
Продолжительность сервис-периода

↓

Изучаемые признаки

↓ ↓

Молочная продуктивность:	**Воспроизводительные качества:**
удой за 305 дней лактации, высший суточный удой, среднесуточный удой, МДЖ, МДБ, СОМО, сухое вещество, индекс молочности	живая масса при первом осеменении, возраст первого отела, сервис-период, МОП, КВС, индекс Дохи

↓ ↓

Селекционно-генетические параметры:
корреляция, наследуемость, доля влияния

↓

Экономическая эффективность использования коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1

Рисунок 1 Общая схема исследований

Коэффициент равномерности удоя (КРУ) рассчитывали по формуле:

$$КРУ = В : С$$

где В – высший месячный удой, кг;

С – средне месячный удой, кг.

Биологическую эффективность коровы (БЭК) проводили по формуле В.Н. Лазаренко (1990) [92]:

$$БЭК = У \times С/Ж,$$

Коэффициент биологической полноценности (КБП) рассчитывали по формуле О.В. Горелика (2002) [40]:

$$КБП = У \times СОМО/Ж$$

Где У – удой за 305 дней лактации, кг;

С – массовая доля сухого вещества, %;

СОМО – массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка, %;

Ж – живая масса, кг.

Коэффициент молочности рассчитывали по методике ВИЖа, путем деления удоя за лактацию на живую массу.

Продуктивные качества первотелок изучали на основании данных зоотехнических документов (карточка племенной коровы – форма 2 мол).

Коэффициент воспроизводительной способности (КВС) рассчитывали по формуле Н.М. Крамаренко (1974) [86]:

$$КВС=365 / МОП;$$

где 365 – календарный год;

МОП – межотельный период.

Индекс плодовитости рассчитывали по формуле Я. Дохи (1961):

$$Т= 100 – (К + 2 \times i);$$

где Т – индекс плодовитости, %;

К – возраст коровы при первом отеле, месяцев;

i – интервал между отелами, месяцев.

При определении селекционно-генетических параметров были рассчитаны: коэффициент корреляции (r), коэффициент наследуемости

(h^2)находили через удвоенный коэффициент корреляции между продуктивностью дочерей и матерей, долю влияния (η^2) различных факторов на удой определяли однофакторным дисперсионным анализом [119].

Экономическая эффективность использования коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1 определялась согласно «Методическим рекомендациям по определению экономической эффективности от внедрения результатов научно-исследовательских работ в животноводстве» [174 с учетом ГОСТа на молоко (2003 г.) по базисной общероссийской норме массовой доли белка и жира

Полученные результаты научных исследований были обработаны методом вариационной статистики [105, 119] на персональном компьютере с использованием программы Microsoft Excel – 2007. Достоверность полученных результатов оценивали с использованием критерия Стьюдента.

2.2 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.2.1 Влияния полиморфизма генов CSN3 и DGAT1 на молочную продуктивность коров

2.2.1.1 Молочная продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1

Общеизвестно, что показатели молочной продуктивности коров в значительной степени зависят от аллельных вариантов маркерных генов, кодирующим синтез основных компонентов молока.

Нами проведено изучение молочной продуктивности, коэффициента биологической эффективности коров с разными генотипами CSN3, DGAT1 и биологической полноценности молока.

Коэффициент биологической эффективности коровы (БЭК) и биологической полноценности молока (КБП) показывают, сколько особь производит сухого вещества и сухого обезжиренного молочного остатка в процентах на единицу живой массы.

При проведении ДНК-тестирования стада ООО «Дусым» и анализа полиморфизма генов CSN3 и DGAT1 выявлено, что у опытных первотелок наибольшая встречаемость генотипа $CSN3^{AA}$ – 63% и $DGAT1^{AK}$ – 60%, а желательных гомозиготных генотипов $CSN3^{BB}$ и $DGAT1^{KK}$ лишь по 5%. Частота встречаемости желательного аллеля В локуса гена каппа-казеина составила 0,21, а аллеля К диацилглицерол О-ацилтрансферазы – 0,35.

Исследованиями установлено, что наибольший удой за 305 дней лактации, высший суточный и среднесуточный удой был выше у первотелок с генотипом по гену каппа-казеина ВВ по сравнению с животными с генотипом $CSN3^{AA}$ на 298 кг, 1,7 кг и 1,1 кг и генотипом $CSN3^{AB}$ на 88 кг, 0,2 кг и 0,3 кг соответственно (табл. 1). При этом разность статистически

достоверна между группами $CSN3^{AB}$ и $CSN3^{AA}$ по высшему суточному удою в пользу первых (1,5 кг; P<0,01).

Таблица 1 - Молочная продуктивность, коэффициент биологической эффективности коров с разными генотипами CSN3 и биологической полноценности молока

Показатель	Генотипы по CSN3		
	AA	AB	BB
n	89	46	7
Частота генотипов, %	63	32	5
Удой за 305 дней лактации, кг	4435 ± 46	4645 ± 121	4733 ± 195
Высший суточный удой, кг	20,9 ± 0,19	22,4 ± 0,50	22,6 ± 1,11
Среднесуточный удой, кг	15,1 ± 0,15	15,9 ± 0,40	16,2 ± 0,64
Сухое вещество, %	12,08 ± 0,02	12,18 ± 0,04	12,37 ± 0,10
СОМО, %	8,61 ± 0,01	8,69 ± 0,03	8,87 ± 0,07
БЭК, %	111,4 ± 1,12	115,7 ± 2,39	119,1 ± 3,43
КБП, %	79,4 ± 0,80	82,4 ± 1,70	85,5 ± 2,52

По массовой доли компонентов молока преимущество также имеют гомозиготные животные по аллелю В каппа-казеина, при достоверной разности по сравнению в остальными опытными группами по массовой доли СОМО на 0,18-0,26% (P<0,05-0,001), а по массовой доли сухого вещества только по сравнению с первотелками с генотипом $CSN3^{AA}$ - 0,29% (P<0,01).

Коровы с генотипом $CSN3^{BB}$ отличались наибольшей эффективностью и полноценностью. Так на 1 кг живой массы они произвели 119,1% сухого вещества и 85,5% СОМО, при этом разность достоверна только по сравнению с гомозиготными животными по аллелю А каппа-казеина на 7,7% (P<0,05) и 6,1% (P<0,05) соответственно.

Таким образом, животные, имеющие аллель В гена каппа-казеина эффективны, с лучшей молочной продуктивностью и отличаются большей биологической ценностью молока.

Из данных таблицы 2 видно, что первотелки с генотипом $DGAT1^{AK}$ имеют достоверное преимущество по удою за 305 дней лактации и среднесуточному удою над животными с генотипом $DGAT1^{AA}$ на 276 кг (P<0,01) и 0,9 кг (P<0,05), $DGAT1^{KK}$ - на 429 кг (P<0,001) и 1,2 кг (P<0,01).

Таблица 2 - Молочная продуктивность, коэффициент биологической эффективности коров с разными генотипами DGAT1 и биологической полноценности молока

Показатель	Генотипы по DGAT1		
	АА	АК	КК
n	50	85	7
Частота генотипов, %	35	60	5
Удой за 305 дней лактации, кг	4360 ± 84	4636 ± 64	4207 ± 62
Высший суточный удой, кг	21,2 ± 0,39	21,7 ± 0,27	21,1 ± 0,68
Среднесуточный удой, кг	14,9 ± 0,28	15,8 ± 0,21	14,6 ± 0,28
Сухое вещество, %	12,06 ± 0,03	12,14 ± 0,02	12,42 ± 0,09
СОМО, %	8,60 ± 0,02	8,66 ± 0,02	8,79 ± 0,06
БЭК, %	108,8 ± 1,73	116,2 ± 1,37	108,2 ± 3,09
КБП, %	77,6 ± 1,25	82,9 ± 0,98	76,6 ± 2,11

По массовой доли сухого вещества и СОМО гомозиготная группа по аллелю К гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы превосходит коров с генотипом $DGAT1^{AA}$ на 0,36% (P<0,001) и 0,19% (P<0,01), $DGAT1^{AK}$ – на 0,28% (P<0,01) и 0,13% (P<0,05). Разница также достоверна по вышеназванным показателям между животными с генотипом $DGAT1^{AA}$ и $DGAT1^{AK}$ на 0,08% и 0,06% (P<0,05) в пользу последних.

Наибольший коэффициент биологической эффективности и биологической полноценности отмечен у гетерозиготных первотелок с

достоверной разницей по сравнению с другими опытными группами по БЭК на 7,4-8,0% (P<0,05-0,01), по КБП на 5,3-6,3% (P<0,01).

Таким образом, первотелки с генотипом DGAT1^{AK} характеризуются наибольшей молочной продуктивностью, лучшей биологической эффективностью и полноценностью молока.

Нами так же изучено влияние генотипов по генам каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы на основные показатели молочной продуктивности и проведена оценка в группах матерей и дочерей с различными аллельными вариантами генов CSN3, DGAT1.

При сравнительном изучении признаков молочной продуктивности дочерей и матерей в группах генотипов по гену каппа-казеину отмечено, что в группе с генотипом АА дочери высоко достоверно (P<0,001) превосходят матерей по удою, выходу молочного жира и белка на 241 кг, 9 кг и 7 кг, в группе с генотипом АВ соответственно – на 557 кг, 23 кг и 18 кг (табл. 3).

Таблица 3 – Молочная продуктивность коров-первотелок с разными генотипами гена CSN3 в сравнении с матерями

Ге-нотип	Дочери-матери	n	Удой, кг	МДЖ, %	Молоч-ный жир, кг	МДБ, %	Молоч-ный белок, кг
АА	Дочери	89	4435 ± 46	3,64 ± 0,009	161 ± 2,40	3,12 ± 0,005	138 ± 1,35
	Матери	89	4194 ± 37	3,63 ± 0,034	152 ± 1,72	3,14 ± 0,006	131 ± 1,14
	d		241***	0,01	9***	0,02	7***
АВ	Дочери	46	4645 ± 121	3,67 ± 0,014	170 ± 4,40	3,15 ± 0,008	146 ± 3,82
	Матери	46	4088 ± 45	3,61 ± 0,007	147 ± 1,64	3,13 ± 0,008	128 ± 1,46
	d		557***	0,06***	23***	0,02	18***
ВВ	Дочери	7	4733 ± 195	3,66 ± 0,035	173 ± 6,47	3,26 ± 0,019	154 ± 6,15
	Матери	7	4359 ± 89	3,62 ± 0,009	158 ± 3,53	3,16 ± 0,023	138 ± 2,99
	d		374	0,04	15	0,1*	16

Примечание: здесь и далее * - P<0,05; ** - P<0,01; *** - P<0,001

По массовой доли жира и белка в молоке разность достоверна лишь между белковомолочностью дочерей и матерей в группе с генотипом ВВ – 0,1% (P<0,05).

Таким образом, дочери всех анализируемых генотипов по локусу каппа-казеина характеризуются более высокой молочной продуктивностью.

Из данных таблицы 4 видно, что при сопоставлении по удою, по массовой доли жира, по количеству молочного жира и белка дочерей с генотипом АА гена DGAT1 с матерями выявлено достоверное превосходство первых на 253 кг (P<0,05), 0,03 % (P<0,05), 11 кг (P<0,01) и 8 кг (P<0,05). В группе с генотипом АК DGAT1 отмечено аналогичное преимущество потомства на 431 кг (P<0,001), 16 кг (P<0,001) и 14 кг (P<0,001).

Таблица 4 – Молочная продуктивность коров-первотелок с разными генотипами гена DGAT1 в сравнении с матерями

Ге-нотип	Дочери-матери	n	Удой, кг	МДЖ, %	Молоч-ный жир, кг	МДБ, %	Молоч-ный белок, кг
АА	Дочери	50	4360 ± 84	3,62 ± 0,010	158 ± 2,99	3,13 ± 0,008	136 ± 2,68
	Матери	50	4107 ± 45	3,59 ± 0,006	147 ± 1,61	3,12 ± 0,007	128 ± 1,44
	d		253*	0,03*	11**	0,01	8*
АК	Дочери	85	4636 ± 64	3,65 ± 0,009	169 ± 2,32	3,14 ± 0,007	146 ± 1,99
	Матери	85	4205 ± 38	3,64 ± 0,036	153 ± 1,78	3,14 ± 0,006	132 ± 1,19
	d		431***	0,01	16***	0	14***
КК	Дочери	7	4207 ± 62	3,80 ± 0,037	160 ± 3,08	3,19 ± 0,011	134 ± 2,20
	Матери	7	4155 ± 74	3,67 ± 0,007	152 ± 2,79	3,09 ± 0,008	128 ± 2,38
	d		52	0,13*	8	0,1	6

Сравнение показателей молочной продуктивности у животных с гомозиготным генотипом КК с матерями показало, что дочери имели

большую продуктивность, но достоверность выявлена только по массовой доли жира в молоке 0,13 % (P<0,05).

Сравнительное изучение молочной продуктивности дочерей с различным генотипом и их матерей выявило, что во всех группах первотелки превосходили по продуктивности матерей.

2.2.1.2 Характеристика лактационных кривых коров с различными генотипами CSN3 и DGAT1

Интенсивность образования молока колеблется в течение лактации, при этом изменяется и уровень суточных удоев. В большинстве случаев, суточные удои после отела постепенно увеличиваются и к 40-60 дню достигают своего пика, некоторое время сохраняются на этом уровне и затем постепенно снижаются к концу лактационной деятельности. Изменение среднесуточных удоев в течении лактации образует лактационную кривую, которая может иметь значительные индивидуальные различия. Тип лактационной кривой определяется как наследственными особенностями, так и влиянием внешних факторов, периодом стельности и возрастом животных.

Для изучения влияния генотипа коров на характер лактации были исследованы особенности лактационных кривых коров с различными аллельными вариантами каппа-казеина и диацетилглицерол О-ацетилтрансферазы.

Были построены лактационные кривые для каждого отдельно взятого генотипа гена каппа-казеина и диацетилглицерол О-ацетилтрансферазы (рис. 2 и 3). Выявлено, что первотелки с разным генотипом каппа-казеина имеют высокую устойчивую лактацию.

Лактационные кривые по различным генотипам диацетилглицерол О-ацетилтрансферазы не имеют существенных различий, и указывает на то, что у опытных коров высокая устойчивая лактация.

Таким образом, исследуемые графики показывают, что первотелки

имеют одинаковый характер лактационных кривых и их можно отнести к 1 типу по классификации Емельянова А.С.

В лактационной деятельности молочного скота можно выделить два периода. Первый период отличается тем, что в начале лактации возрастает образование молока, при этом среднемесячный удой достигает своего максимума.

У коров с генотипом $CSN3^{AA}$ пик наивысшей продуктивности приходится на 4-й месяц лактации и достигает 590 кг молока, а у первотелок с генотипом $CSN3^{AB}$ и $CSN3^{BB}$ на 3-й месяц и составляет 632 кг и 655 кг соответственно.

У животных, имеющих генотип диацетилглицерол О-ацетилтрансферазы АК, пик наивысшей продуктивности отмечен уже на 4-м месяце лактации и составил 611 кг молока. У коров с генотипом DGAT1 АА и АК среднемесячный удой за лактацию достиг максимума уже на 3 месяце и был 603 и 590 кг молока.

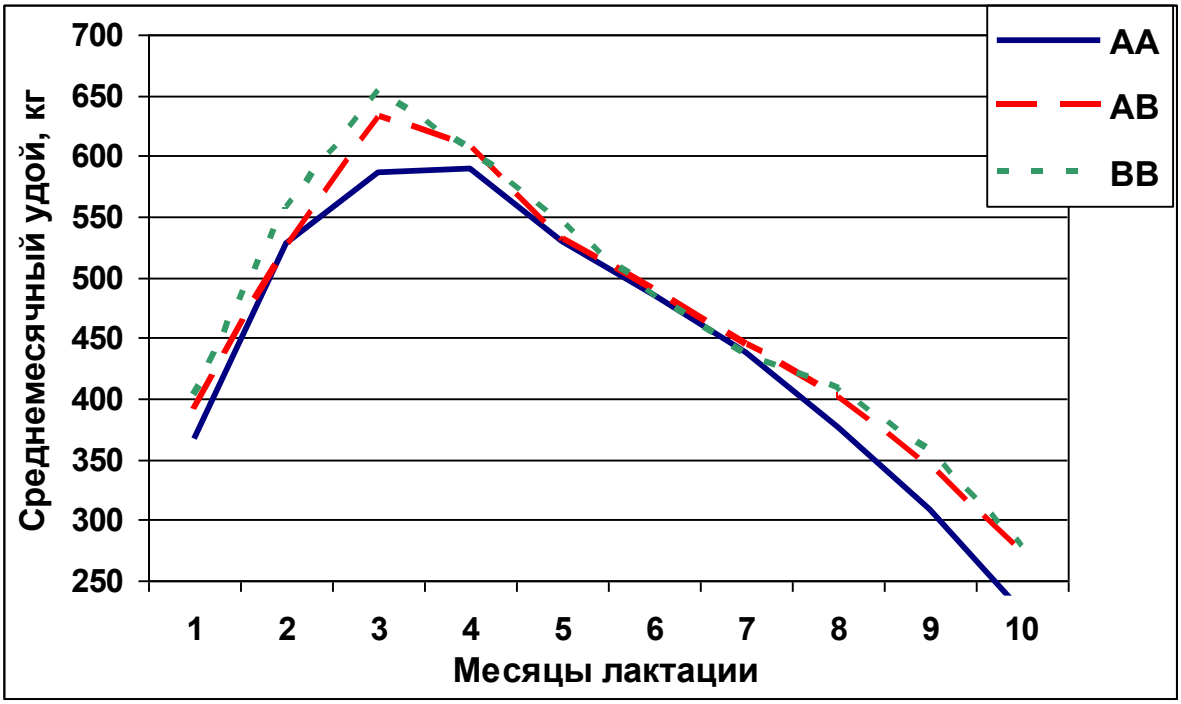

Рисунок 2 Характер лактации коров с различными генотипами CSN3

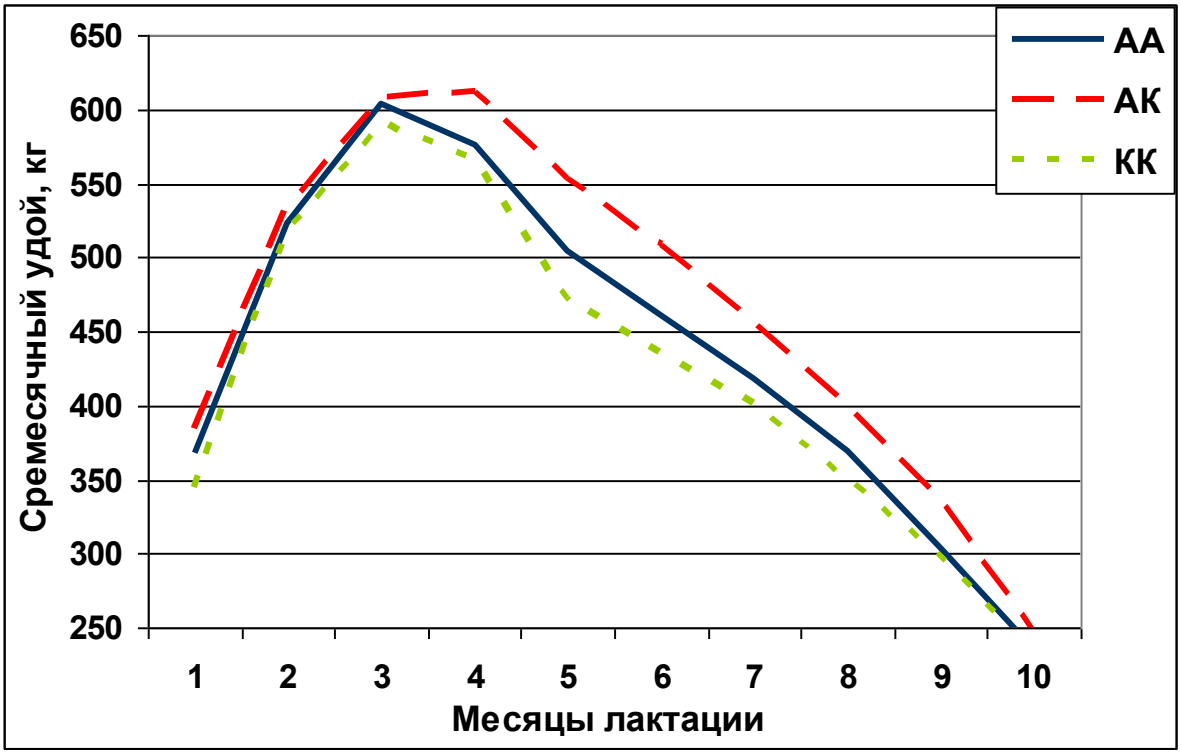

Рисунок 3 Характер лактации коров с различными генотипами DGAT1

Характеризуя отдельные периоды лактации с использованием лактационной кривой, можно выделить, что во второй фазе лактации у одних первотелок более равномерно, а у других - более резко происходит снижение образования молока.

Наиболее точно степень изменения удоев показывает средний процент их ежемесячного падения (табл. 5).

У первотелок с генотипом $CSN3^{AA}$ на 8 и 9 месяце лактации происходит наибольшее падение удоев (13,7% и 18,3%) среди всех опытных групп животных (табл. 5). Также у вышеназванной группы отмечено самое высокое падение удоев в среднем за месяц – 13,0%, а самое низкое у гетерозиготных первотелок – 10,9%.

Среди всех анализируемых животных наибольше падение удоев в 4 (8,7%), 6 (11,0%), 7 (10,5%), 10 (20,2%) месяц лактации выявлено в группе коров с генотипом $CSN3^{BB}$, а в 5 месяц у гетерозиготных животных – 13,3%.

В таблице 6 показано интенсивность изменения удоев по месяцам лактации у первотелок с разным генотипом DGAT1. Установлено, что

наибольшее падение удоев в 4 (4,6%), 5 (16,5%), 8 (12,7%) месяце отмечено в группе первотелок с генотипом DGAT1^{KK}, в 6 (8,3%), 9 (17,9%) месяц у DGAT1^{AA}, а в 7 (10,1%) и в среднем за месяц (12,5%) максимальное снижение удоев характерно для гетерозиготных коров.

Таблица 5 – Интенсивность изменения удоев по месяцам лактации у первотелок с разным генотипом CSN3

Месяц лактации	Генотипы по CSN3								
	AA			AB			BB		
	Среднесуточный удой, кг	Последующий к предыдущему, %	Падение удоев, %	Среднесуточный удой, кг	Последующий к предыдущему, %	Падение удоев, %	Среднесуточный удой, кг	Последующий к предыдущему, %	Падение удоев, %
1	14,3 ±0,35	-	-	15,3 ±0,46	-	-	16,8 ±1,20	-	-
2	17,9 ±0,31	125,1	-	19,0 ±0,56	124,2	-	20,0 ±1,30	119,0	-
3	19,6 ±0,26	109,5	-	21,0 ±0,57	110,5	-	21,8 ±1,20	109,0	-
4	19,7 ±0,22	100,5	-	20,3 ±0,56	96,7	-3,3	19,9 ±0,72	91,3	-8,7
5	17,7 ±0,25	89,8	-10,2	17,6 ±0,51	86,7	-13,3	18,2 ±0,73	91,4	-8,6
6	16,1 ±0,23	91,0	-9,0	16,4 ±0,44	93,2	-6,8	16,2 ±0,83	89,0	-11,0
7	14,6 ±0,24	90,7	-9,3	14,8 ±0,42	90,2	-9,8	14,5 ±0,74	89,5	-10,5
8	12,6 ±0,24	86,3	-13,7	13,4 ±0,41	90,5	-9,5	13,6 ±0,67	93,8	-6,2
9	10,3 ±0,27	81,7	-18,3	11,5 ±0,45	85,8	-14,2	11,9 ±0,53	87,5	-12,5
10	8,5 ±0,22	82,5	-17,5	9,2 ±0,44	80,0	-20,0	9,5 ±0,91	79,8	-20,2
M			-13,0			-10,9			-11,1

Таблица 6 – Интенсивность изменения удоев по месяцам лактации у первотелок с разным генотипом DGAT1

Месяц лактации	Генотипы по DGAT1								
	АА			АК			КК		
	Среднесуточный удой, кг	Последующий к предыдущему, %	Падение удоев, %	Среднесуточный удой, кг	Последующий к предыдущему, %	Падение удоев, %	Среднесуточный удой, кг	Последующий к предыдущему, %	Падение удоев, %
1	14,4 ±0,47	-	-	14,9 ±0,36	-	-	15,1 ±0,99	-	-
2	18,4 ±0,50	127,8	-	18,2 ±0,35	122,1	-	19,1 ±0,89	126,5	-
3	20,1 ±0,42	109,2	-	20,2 ±0,34	110,9	-	19,7 ±1,19	103,1	-
4	19,2 ±0,38	95,5	-4,5	20,4 ±0,29	101,0	-	18,8 ±1,05	95,4	-4,6
5	16,8 ±0,36	87,5	-12,5	18,4 ±0,29	90,2	-9,8	15,7 ±0,40	83,5	-16,5
6	15,4 ±0,30	91,7	-8,3	16,9 ±0,28	91,8	-8,2	14,5 ±0,41	92,3	-7,7
7	13,9 ±0,31	90,2	-9,8	15,2 ±0,27	89,9	-10,1	13,4 ±0,29	92,4	-7,6
8	12,3 ±0,31	88,5	-11,5	13,3 ±0,28	87,5	-12,5	11,7 ±0,47	87,3	-12,7
9	10,1 ±0,37	82,1	-17,9	11,2 ±0,31	84,2	-15,8	9,9 ±0,49	84,6	-15,4
10	8,2 ±0,34	81,2	-18,8	9,1 ±0,26	81,2	-18,8	8,4 ±0,54	84,8	-15,2
М			-11,9			-12,5			-11,4

Удой за лактацию коров зависит не только от степени их раздоя, но и от постоянства лактации – особенность поддерживать в течение продолжительного периода времени удои на достаточно высоком уровне. В связи с этим важным технологическими признаком коров является высокая степень постоянства течения лактации.

В зависимости от характера лактационных кривых у исследуемых групп первотелок с разными генотипами CSN3 и DGAT1 были рассчитаны коэффициенты постоянства лактации.

Установлено, что коэффициент постоянства лактации был выше в группе первотелок с генотипом BB CSN3 и составил 72,7. В группе с AB генотипом коэффициент постоянства лактации был 70,4, что ниже на 2,3, чем у коров с BB генотипом и несколько ниже на 0,5, чем у животных с AA генотипом каппа-казеина (табл. 7).

Таблица 7 – Характеристика лактационных кривых первотелок в зависимости от генотипа CSN3

Показатели	Генотипы по CSN3		
	AA	AB	BB
n	89	46	7
Коэффициент постоянства лактации	70,9 ± 0,53	70,4 ± 0,80	72,7 ± 1,71
Коэффициент равномерности удоя	1,38 ± 0,01	1,42 ± 0,02	1,39 ± 0,02
Спадаемость лактационной кривой с 2 по 5 месяц, %	1,01 ± 0,02	1,00 ± 0,02	1,03 ± 0,06

Наиболее равномерными удоями в течении лактации отличались гомозиготные коровы (1,38 и 1,39).

Одним из показателей, характеризующих лактационные кривые, является спадаемость лактационной кривой. Первотелки имеющие в своем геноме аллельный вариант А гена каппа-казеина имеют наиболее низкие показатели спадаемости лактации с 2-го по 5-ый месяц лактации – 1,01 и 1,00%.

Таким образом, лучшие коэффициенты, характеризующие лактационную деятельность имеют гомозиготные первотелки и они отличаются более равномерной и плавной лактацией.

Наиболее высокий коэффициент постоянства лактации отмечен у коров с генотипом АК гена DGAT1 – 71,5, что больше по сравнению с животными с генотипом АА на 1,7 и генотипом КК – на 3,5 (табл. 8).

Таблица 8 – Характеристика лактационных кривых первотелок в зависимости от генотипа DGAT1

Показатели	Генотипы по DGAT1		
	АА	АК	КК
n	50	85	7
Коэффициент постоянства лактации	69,8 ± 0,75	71,5 ± 0,53	68,0 ± 2,16
Коэффициент равномерности удоя	1,43 ± 0,01	1,38 ± 0,01	1,44 ± 0,03
Спадаемость лактационной кривой с 2 по 5 месяц, %	1,05 ± 0,02	0,98 ± 0,02	1,10 ± 0,08

Также гетерозиготные животные имели меньший коэффициент равномерности удоя (1,38) и спадаемость лактационной кривой с 2 по 5 месяц (0,98) и достоверно уступали по этим показателям коровам с генотипом $DGAT1^{AA}$ на 0,03% (P<0,001) и 0,07% (P<0,05), $DGAT1^{KK}$ – на 0,06% (P<0,05).

Следовательно, коровы с генотипом $DGAT1^{AK}$ характеризуются лучшими показателями лактационной деятельности.

Таким образом, из вышеизложенного можно сделать вывод, что наибольший удой по месяцам лактации выявлен у первотелок с генотипом по каппа-казеину ВВ и по гену жирномолочности АК. Лактационные кривые опытных животных относятся к 1 типу по классификации Емельянова А.С. (1953), характеризующиеся высокой устойчивой лактацией. Так же им присуща лучшая лактационная деятельность.

2.2.2 Молочная продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1 в зависимости от различных факторов

2.2.2.1 Молочная продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1 в зависимости от уровня удоя матерей

Для изучения зависимости молочной продуктивности первотелок разных генотипов по CSN3 и DGAT1 от уровня удоя матерей было проведено распределение их на 3 группы в зависимости от величины признака. В I группу вошли коровы, у которых матери имели удой менее 4000 кг, во II – 4001-4500 кг, в III – более 4501 кг.

Исследованиями установлено, что с повышением уровня удоя матерей, увеличивается продуктивность дочерей (табл. 9). Так, преимущество первотелок III группы (более 4501 кг) над животными I группы у генотипа $CSN3^{AA}$ по удоя составило – 585 кг (P<0,001), по выходу молочного жира – 19,3 кг, по выходу молочного белка – 17,3 кг (P<0,001), по живой массе – 5 кг, по индексу молочности – 110 кг (P<0,001), у $CSN3^{AB}$ – 1428 кг (P<0,001), 51,1 кг (P<0,001), 43,7 кг (P<0,001), 26 кг (P<0,01), 232 (P<0,001), у $CSN3^{BB}$ – 532 кг, 20,9 кг, 17,8 кг, 9 кг, 91 соответственно.

Наибольшая жирномолочность и белковомолочность была характерна для коров II группы у генотипа $CSN3^{AA}$ и $CSN3^{AB}$.

При сравнении продуктивности животных разных генотипов в пределах одинаковой группы, по I и III группе превосходство имеют животные с генотипом $CSN3^{AB}$, но разность достоверность только по группе с удоем матерей более 4501 кг по удою на 1060 кг (P<0,01), по выходу молочного жира – на 41 кг (P<0,05), по выходу молочного белка – на 34,1 кг (P<0,01), по живой массе – на 24 кг (P<0,05), по индексу молочности – на 161.

По II группе преимущество по молочной продуктивности имеют первотелки с генотипом $CSN3^{BB}$.

Таблица 9 - Молочная продуктивность первотелок с разными генотипами CSN3 в зависимости от уровня удоя матерей

Гено-тип по CSN3	Показатели	Удой матерей по 1-й лактации, кг		
		I, менее 4000	II, 4001-4500	III, более 4501
AA	n	27	45	17
	Удой, кг	4290±85	4356±52	4875±91
	МДЖ, %	3,63±0,016	3,66±0,014	3,59±0,012
	Молочный жир, кг	155,7±2,87	159,4±1,87	175,0±10,81
	МДБ, %	3,12±0,011	3,14±0,008	3,10±0,006
	Молочный белок, кг	133,8±2,38	136,8±1,59	151,1±2,79
	Живая масса, кг	483±4,59	478±3,50	488±5,43
	Индекс молочности	888±17,2	911±11,4	998±20,9
AB	n	17	23	6
	Удой, кг	4507±142	4411±144	5935±313
	МДЖ, %	3,66±0,020	3,68±0,023	3,64±0,028
	Молочный жир, кг	164,9±5,36	162,3±5,29	216,0±11,27
	МДБ, %	3,14±0,015	3,15±0,010	3,12±0,028
	Молочный белок, кг	141,5±4,45	138,9±4,68	185,2±9,93
	Живая масса, кг	486±4,19	481±3,81	512±7,62
	Индекс молочности	927±24,9	917±23,5	1159±45,3
BB	n	-	5	2
	Удой, кг	-	4581±223	5113±307
	МДЖ, %	-	3,65±0,046	3,68±0,060
	Молочный жир, кг	-	167,2±7,04	188,1±8,21
	МДБ, %	-	3,25±0,025	3,26±0,030
	Молочный белок, кг	-	148,9±7,12	166,7±8,46
	Живая масса, кг	-	488±8,12	497±8,00
	Индекс молочности	-	938±32,0	1029±45,1

Из таблицы 10 видно, что с увеличением удоя матерей у дочерей повышается удой, выход молочного жира, выход молочного белка, индекс молочности. При этом разница достоверна по всем вышеназванным показателям у первотелок с генотипом $DGAT1^{AK}$ соответственно, 798 кг (P<0,001), 26,6 кг (P<0,001), 24,0 кг (P<0,001), 166 (P<0,001), а у животных с генотипом $DGAT1^{AA}$ только по удою (437 кг; P<0,05) и количеству молочного белка (13,2 кг; P<0,05).

Таблица 10 - Молочная продуктивность первотелок с разными генотипами DGAT1 в зависимости от уровня удоя матерей

Гено-тип по DGAT1	Показатели	Удой матерей по 1-й лактации, кг		
		I, до 4000	II, 4001-4500	III, более 4501
АА	n	20	24	6
	Удой, кг	4234±122	4387±135	4671±163
	МДЖ, %	3,61±0,015	3,64±0,017	3,60±0,028
	Молочный жир, кг	152,8±4,37	159,7±4,71	168,1±6,45
	МДБ, %	3,12±0,012	3,14±0,012	3,11±0,021
	Молочный белок, кг	132,1±3,62	137,8±4,45	145,3±5,09
	Живая масса, кг	481±4,39	482±5,38	489±8,70
	Индекс молочности	880±27,0	910±25,3	955±45,4
АК	n	23	43	19
	Удой, кг	4501±95	4416±60	5299±151
	МДЖ, %	3,66±0,019	3,66±0,014	3,61±0,014
	Молочный жир, кг	164,7±3,38	161,6±2,31	191,3±5,65
	МДБ, %	3,14±0,012	3,15±0,010	3,12±0,014
	Молочный белок, кг	141,3±2,82	139,1±1,91	165,3±4,82
	Живая масса, кг	486±5,09	482±3,38	485±4,80
	Индекс молочности	926±18,5	916±13,9	1092±31,3
КК	n	1	6	-
	Удой, кг	4245	4200±73	-
	МДЖ, %	3,71	3,81±0,041	-
	Молочный жир, кг	157	160,0±3,62	-
	МДБ, %	3,17	3,19±0,012	-
	Молочный белок, кг	135	134,0±2,61	-
	Живая масса, кг	480	485±8,44	-
	Индекс молочности	884	866±25,0	-

По массовой доле жира и белка в молоке наблюдается снижение по мере уменьшения уровня удоя матерей у генотипа $DGAT1^{AA}$ на 0,01% и 0,01%, у $DGAT1^{AK}$ – на 0,05% и 0,02%.

Среди опытных первотелок с разным генотипом DGAT1 гетерозиготные первотелки показали высокую молочную продуктивность во всех трех группах. Так, коровы с генотипом $DGAT1^{AK}$ имели достоверное превосходство над животными с генотипом $DGAT1^{AA}$ в III группе по удою на 628 кг ($P<0,01$), по выходу молочного жира – на 23,3 кг ($P<0,05$), по выходу

молочного белка – на 20,0 кг (P<0,01), по индексу молочности – на 137 (P<0,05), в I группе только по количеству молочного жира и белка, соответственно – на 11,9 кг (P<0,05) и 9,2 кг (P<0,001).

По II группе разность достоверна между животными с генотипом $DGAT1^{AK}$ и $DGAT1^{KK}$ только по удою (216 кг; P<0,05) в пользу гетерозигот.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод, что с увеличением уровня удоя матерей повышается молочная продуктивность у их дочерей, причем сильнее прибавка продуктивности проявляется у первотелок с генотипом $CSN3^{AB}$ и $DGAT1^{AK}$.

2.2.2.2 Молочная продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1 в зависимости от живой массы при первом плодотворном осеменении

Для изучения зависимости молочной продуктивности первотелок разных генотипов по CSN3 и DGAT1 от живой массы при первом плодотворном осеменении было проведено распределение их на 3 группы в зависимости от величины признака. В I группу вошли коровы, имеющие живую массу при первом плодотворном осеменении менее 380 кг, во II – 381-400 кг, в III – более 401 кг.

Изучение взаимосвязи живой массы при первом осеменении с молочной продуктивностью показало, что при повышении живой массы осемененных телок увеличиваются показатели продуктивности коров (табл. 11).

Так, у животных III группы, с генотипом по каппа-казеину AB, по сравнению с первотелками 1 группы достоверно выше удой на 787 кг (P<0,05), количество молочного жира - на 26,4 кг (P<0,05), количество молочного белка - на 25,3 кг (P<0,05), живая масса - на 26 кг (P<0,001). Аналогичная зависимость обнаружена у коров с генотипом $CSN3^{BB}$,

соответственно, 1028 кг (P<0,05), 33,2 кг (P<0,05), 33,1 кг (P<0,01), 34 кг (P<0,05).

Таблица 11 - Молочная продуктивность первотелок с разными генотипами CSN3 в зависимости от живой массы при первом плодотворном осеменении

Гено-тип по CSN3	Показатели	Группы коров по живой массе при 1-м осеменении, кг		
		I, менее 380	II, 381-400	III, более 401
АА	n	38	44	7
	Удой, кг	4460±76	4397±58	4541±223
	МДЖ, %	3,63±0,011	3,64±0,015	3,67±0,045
	Молочный жир, кг	161,9±2,60	160,1±2,02	166,7±7,94
	МДБ, %	3,12±0,008	3,12±0,009	3,14±0,022
	Молочный белок, кг	139,1±2,20	137,2±1,73	142,6±6,68
	Живая масса, кг	475±3,14	487±3,48	477±14,41
	Индекс молочности	938±13,3	903±12,9	952±54,1
АВ	n	21	12	13
	Удой, кг	4298±109	4778±194	5085±313
	МДЖ, %	3,68±0,020	3,68±0,037	3,63±0,015
	Молочный жир, кг	158,2±4,25	175,8±7,24	184,6±11,20
	МДБ, %	3,14±0,010	3,15±0,020	3,15±0,018
	Молочный белок, кг	134,9±3,39	150,5±6,17	160,2±9,83
	Живая масса, кг	475±3,43	492±4,62	501±5,78
	Индекс молочности	904±19,5	969±32,6	1008±51,1
ВВ	n	3	2	2
	Удой, кг	4346±213	4674±133	5374±46
	МДЖ, %	3,70±0,058	3,64±0,100	3,61±0,010
	Молочный жир, кг	160,8±6,04	170,1±9,53	194,0±2,20
	МДБ, %	3,27±0,038	3,24±0,045	3,26±0,025
	Молочный белок, кг	142,1±5,62	151,4±6,44	175,2±0,15
	Живая масса, кг	476±4,70	492±3,00	510±5,00
	Индекс молочности	912±38,1	950±32,9	1053±19,3

Следует отметить, что с повышением живой массы первого осеменения у первотелок, имеющих в своем генотипе аллель В гена каппа-казеина снижается массовая доля жира в молоке, а несущие аллель А увеличивается массовая доля белка в молоке.

При сравнении животных разных генотипов между собой в пределах одной группы по живой массы при первом плодотворном осеменении установлено, что в группе с наименьшей массой при первом осеменении телок (менее 380 кг) наиболее высокий удой (4460 кг), количество молочного жира (161,9 кг) и индекс молочности (938) имеют первотелки с генотипом $CSN3^{AA}$, а наибольшая массовая доля жира (3,70%), белка (3,27%), выход молочного жира (142,1 кг) и живая масса (476 кг) характерна для генотипа $CSN3^{BB}$, при этом разность достоверна по сравнению с другими генотипами только по содержанию белка в молоке на 0,13-0,15% (P<0,01-0,001).

По II группе первотелки с генотипом $CSN3^{AB}$, имеют более высокие показатели удоя (4778 кг), массовой доли жира в молоке (3,68%), индекса молочности (969), но достоверно превосходят (P<0,05) животных с генотипом $CSN3^{AA}$ по выходу молочного жира и белка на 15,7 кг и 13,3 кг.

Животные с наибольшей живой массой при первом осеменении (III группа), имеющие генотип $CSN3^{BB}$ характеризуются наибольшей продуктивностью, а наименьшие показатели отмечены у первотелок с генотипом $CSN3^{AA}$, разница между данными опытными группами животных достоверна по удою на 833 кг (P<0,01), количеству молочного жира – на 27,3 кг (P<0,05), массовой доли белка – на 0,12% (P<0,01), количеству молочного белка – на 32,6 кг (P<0,01), живой массе – на 33 кг (P<0,01).

Таким образом, установлено, что с увеличением живой массы при первом плодотворном осеменении повышается в дальнейшем уровень молочной продуктивности и развитие, особенно у коров с генотипов $CSN3^{AB}$ и $CSN3^{BB}$, также для данных опытных групп характерна максимальная продуктивность по сравнению с первотелками с генотипов $CSN3^{AA}$.

В таблице 12 показана молочная продуктивность первотелок с разными генотипами DGAT1 в зависимости от живой массы при первом плодотворном осеменении.

Нами было установлено, что с увеличением живой массы при первом плодотворном осеменении повышаются продуктивные качества у животных.

Так, разница по удою, выходу молочного жира, выходу молочного белка, живой массе и индексу молочности у первотелок с генотипом DGAT1^{AA} составила 381 кг, 14,7 кг, 13,3 кг, 15 кг и 50; у DGAT1^{AK} – 994 кг (P<0,01), 34,2 кг (P<0,01), 31,7 кг (P<0,01), 27 кг (P<0,01) и 144 (P<0,01); у DGAT1^{KK} – 264 кг, 12,1 кг, 8,8 кг, 13 кг и 36, соответственно.

Таблица 12 - Молочная продуктивность первотелок с разными генотипами DGAT1 в зависимости от живой массы при первом плодотворном осеменении

Генотип по DGAT1	Показатели	Группы коров по живой массе при 1-м осеменении, кг		
		I, до 380	II, 381-400	III, более 401
АА	n	19	20	11
	Удой, кг	4180±107	4420±112	4561±263
	МДЖ, %	3,61±0,015	3,62±0,021	3,63±0,018
	Молочный жир, кг	150,9±3,70	160,0±4,07	165,6±9,22
	МДБ, %	3,12±0,012	3,11±0,011	3,15±0,021
	Молочный белок, кг	130,4±3,19	137,5±3,46	143,7±8,68
	Живая масса, кг	474±3,91	487±4,84	489±9,27
	Индекс молочности	881±18,6	906±20,5	931±44,8
АК	n	40	36	9
	Удой, кг	4524±72	4541±78	5518±295
	МДЖ, %	3,66±0,013	3,64±0,017	3,62±0,02
	Молочный жир, кг	165,6±4,81	165,3±2,90	199,8±10,8
	МДБ, %	3,13±0,010	3,14±0,010	3,14±0,02
	Молочный белок, кг	141,6±4,09	142,6±2,45	173,3±9,1
	Живая масса, кг	476±2,94	489±3,66	503±7,9
	Индекс молочности	950±12,5	929±16,0	1094±48,1
КК	n	3	2	2
	Удой, кг	4134±65	4124±4	4398±130
	МДЖ, %	3,74±0,017	3,89±0,05	3,79±0,110
	Молочный жир, кг	154,6±1,71	160,4±2,22	166,7±9,76
	МДБ, %	3,18±0,007	3,21±0,01	3,19±0,045
	Молочный белок, кг	131,5±1,84	132,4±0,54	140,3±6,13
	Живая масса, кг	481±3,78	484±3,00	494±26,50
	Индекс молочности	859±12,4	852±6,1	895±74,4

По массовой доли жира и белка в молоке в группах опытных первотелок имеется некоторая тенденция к повышению с увеличением живой массы при первом плодотворном осеменении, особенно у гомозиготных особей.

Среди всех анализируемых опытных групп первотелки с генотипом $DGAT1^{AK}$ показывали высокую молочную продуктивность во всех группах живой массы при первом осеменении. Так, гетерозиготные животные достоверно превышали удой, количество молочного жира и белка, индекс молочности по I-й группе, соответственно на 344-390 кг (P<0,05-0,001), 11,0-14,7 кг (P<0,05) и 10,1-11,2 кг (P<0,05), 69-91 (P<0,01-0,001); по II-й – на 121-417 кг, 4,9-5,3 кг и 5,1-10,2 кг, 23-77, но разность статистически достоверна только по сравнению с генотипом $DGAT1^{KK}$ (P<0,001); по III-й – на 957-1120 кг (P<0,05-0,01), 33,1-34,2 кг (P<0,05) и 29,6-33,0 кг (P<0,05), 163-199 (P<0,05).

При сравнении жирномолочности и белковомолочности первотелок с генотипом $DGAT1^{KK}$ и $DGAT1^{AA}$, $DGAT1^{AK}$ с одинаковой живой массы при первом плодотворном осеменении, преимущество первых по массовой доле жира в молоке составило в I-й группе на 0,08-0,13% (P<0,001), во II-й группе - на 0,25-0,27% (P<0,001), в III-й группе - на 0,16-0,17%; по массовой доли белка соответственно – на 0,05-0,06% (P<0,001), 0,07-0,10% (P<0,001), 0,04-0,05%.

Таким образом, с повышением живой массы при первом плодотворном осеменении увеличивается удой, выход молочного жира и белка, живая масса, индекс молочности, при этом наибольшая разница между группами и высокие показатели продуктивности характерны для первотелок с генотипом $DGAT1^{AK}$.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что у животных, имеющих аллель В гена каппа-казеина и аллель К гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы, повышение живой массы при первом плодотворном

осеменении увеличивает в дальнейшем их уровень молочной продуктивности и развитие.

2.2.2.3 Молочная продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1 в зависимости от возраста первого отела

Возраст первого отела, как и живая масса при первом плодотворном осеменении существенно влияет на молочную продуктивность коров. Общеизвестна экономическая и селекционная преимущество раннего покрытия хорошо развитых телок, при этом уменьшается интервал смены поколений, повышается интенсивность селекции и способствует более высокой пожизненной продуктивности.

Для изучения зависимости молочной продуктивности первотелок разных генотипов по CSN3 и DGAT1 от возраста первого отела было проведено распределение их на 3 группы в зависимости от величины признака. В I группу вошли коровы, имеющие возраст первого отела менее 26,0 месяцев, во II – 26,1 – 28,0 мес., в III – более 28,1 мес.

В результате исследований установлено, что с увеличением возраста первого отела повышались удой, выход молочного жира и белка у опытных первотелок (табл. 13). Так, разница по удою у коров с генотипом $CSN3^{AB}$ составила 575 кг (P<0,05); у $CSN3^{BB}$ – 792 кг (P<0,01); по выходу молочного жира и белка соответственно, у $CSN3^{AB}$ – 18,5 кг (P<0,05) и 17,2 кг (P<0,05), у $CSN3^{BB}$ – 25,9 кг (P<0,01) и 26,3 кг (P<0,01).

Аналогичная картина преимущества III группы над I группой прослеживается по живой массе и индексу молочности у первотелок с генотипом $CSN3^{AB}$ на 19 кг (P<0,01) и 82, у $CSN3^{BB}$ – 23 кг (P<0,05) и 113 (P<0,05).

У коров с генотипом $CSN3^{AA}$ наблюдается обратная тенденция – превосходство животных с более ранним возраста первого отела, при этом III группа уступает остальным группам по удою на 140-159 кг молока, по

количеству молочного жира на 5,9-7,1 кг, по количеству молочного белка на 4,4-5,5 кг, по индексу молочности 50-75, но разность статистически достоверна только по коэффициенту молочности (P<0,05-0,01).

Таблица 13 - Молочная продуктивность первотелок с разными генотипами CSN3 в зависимости от возраста первого отела

Гено-тип по CSN3	Показатели	Группы коров по возрасту 1-го отела, мес.		
		I, менее 26,0	II, 26,1 – 28,0	III, более 28,1
AA	n	23	43	23
	Удой, кг	4462± 103	4481± 64	4322± 85
	МДЖ, %	3,63± 0,012	3,65±0,015	3,62± 0,019
	Молочный жир, кг	162,4± 3,49	163,6±2,13	156,5± 3,18
	МДБ, %	3,12± 0,011	3,13± 0,008	3,12± 0,011
	Молочный белок, кг	139,2± 3,05	140,3± 1,81	134,8± 2,63
	Живая масса, кг	468± 4,57	483± 2,69	492± 6,03
	Индекс молочности	953± 16,9	928± 12,6	878± 21,4
AB	n	10	15	21
	Удой, кг	4244±188	4669± 208	4819± 195
	МДЖ, %	3,71±0,027	3,68± 0,030	3,65± 0,017
	Молочный жир, кг	157,4±7,21	171,8± 8,11	175,9± 6,78
	МДБ, %	3,16±0,013	3,14± 0,014	3,14± 0,013
	Молочный белок, кг	134,1±5,93	146,6± 6,83	151,3± 6,01
	Живая масса, кг	473±4,49	489± 5,01	492± 4,59
	Индекс молочности	896±36,3	953± 33,2	978± 31,3
BB	n	1	4	2
	Удой, кг	4057	4582± 134	5374±46
	МДЖ, %	3,71	3,67± 0,060	3,61±0,010
	Молочный жир, кг	151	168,1± 4,67	194,0±2,20
	МДБ, %	3,28	3,25± 0,033	3,26±0,025
	Молочный белок, кг	133	148,9± 3,88	175,2±0,15
	Живая масса, кг	467	487± 3,43	510±5,00
	Индекс молочности	869	941± 26,4	1054±19,3

Жирномолочность и белковомолочность имеет тенденцию снижения с увеличением возраста первого отела у первотелок с генотипом $CSN3^{AB}$ на 0,06% и 0,02%, у $CSN3^{BB}$ - на 0,02%, у $CSN3^{AA}$ – на 0,01%.

При сравнении продуктивности животных разных генотипов превосходство по I группе имеют первотелки $CSN3^{AA}$, по II группе - $CSN3^{AB}$, по III группе - $CSN3^{BB}$, но разность достоверна только по группе животных с поздним возрастом первого отела в пользу гомозиготных генотипов с аллелем В каппа-казеина, при этом превышают остальных сверстниц по удою на 555-1052 кг (P<0,05-0,001), по количеству молочного жира на 18,1-37,5 кг (P<0,05-0,001), по массовой доли белка в молоке на 0,12-0,14% (P<0,001), по количеству молочного белка на 23,9-40,4 кг (P<0,001), по живой массе на 18 кг (P<0,05), по индексу молочности на 76-176 (P<0,05-0,001).

Таким образом, выявлено повышение уровня молочной продуктивности с увеличением возраста первого отела у коров с генотипом $CSN3^{AB}$, $CSN3^{BB}$ и наибольший удой количество молочного жира и белка, индекс молочности характерны для первотелок, отелившихся в более позднем возрасте (более 28,1 мес.).

В таблице 14 показана молочная продуктивность первотелок с разными генотипами DGAT1 в зависимости от возраста первого отела.

Было также установлено, что с увеличением возраста первого отела повышается продуктивность у первотелок с разным генотипом DGAT1. Так разница между животными с поздним и ранним первым отелом составила у генотипа $DGAT1^{AA}$ по удою 414 кг молока, по количеству молочного жира 14,3 кг, по количеству молочного белка 13,4 кг, по живой массе 20 кг (P<0,05), по индексу молочности 49; у $DGAT1^{AK}$ – 266 кг, 7,8 кг, 7,9 кг, 29 кг (P<0,001); у $DGAT1^{KK}$ – 319 кг, 13,7 кг, 10,2 кг, 8 кг, 51 соответственно.

Следует отметить, коровы, имеющие генотип $DGAT1^{AA}$, с возрастом первого отела 26,1-28,0 мес. достоверно (P<0,05) превосходили первотелок с более ранним отелом по удою на 490 кг молока, количеству молочного жира - на 16,1 кг, количеству молочного белка - на 14,5 кг и индексу молочности - на 76.

Анализ жирномолочности и белковомолочности опытных первотелок показал, что с повышением возраста первого отела массовая доля жира в

молоке имеет тенденцию к снижению, а массовая доля белка в молоке к увеличению.

Таблица 14 - Молочная продуктивность первотелок с разными генотипами DGAT1 в зависимости от возраста первого отела

Гено-тип по DGAT1	Показатели	Группы коров по возрасту 1-го отела, мес.		
		I, до 26,0	II, 26,1 – 28,0	III, более 28,1
АА	n	8	20	22
	Удой, кг	3982± 147	4472± 108	4396± 150
	МДЖ, %	3,65± 0,023	3,61± 0,014	3,63± 0,019
	Молочный жир, кг	145,3± 4,83	161,4± 4,06	159,6± 5,26
	МДБ, %	3,13± 0,021	3,11± 0,010	3,14± 0,014
	Молочный белок, кг	124,6± 4,32	139,1± 3,38	138,0± 4,86
	Живая масса, кг	468± 4,83	482± 4,74	488± 5,42
	Индекс молочности	851± 28,8	927± 17,5	900± 46,8
АК	n	24	39	22
	Удой, кг	4546± 101	4593± 90	4812±156
	МДЖ, %	3,66± 0,015	3,67± 0,017	3,62±0,012
	Молочный жир, кг	166,4± 3,55	168,6±5,40	174,2±5,63
	МДБ, %	3,14± 0,012	3,15± 0,011	3,13± 0,013
	Молочный белок, кг	142,7± 3,01	144,7± 4,62	150,6±4,83
	Живая масса, кг	469± 4,44	486± 2,63	498± 4,96
	Индекс молочности	968± 16,3	945± 16,3	966± 50,8
КК	n	2	3	2
	Удой, кг	4079±59	4164± 40	4398±130
	МДЖ, %	3,75±0,015	3,83± 0,067	3,79±0,110
	Молочный жир, кг	153,0±1,60	159,5± 1,61	166,7±9,76
	МДБ, %	3,19±0,005	3,20± 0,014	3,19±0,045
	Молочный белок, кг	130,1±1,68	133,2± 0,79	140,3±6,13
	Живая масса, кг	481±6,50	483± 2,19	489±31,50
	Индекс молочности	848±0,8	863± 11,3	899±85,0

Среди животных с разным генотипом DGAT1 гетерозиготные первотелки показали высокую молочную продуктивность во всех группах первого отела. Так, коровы с генотипом $DGAT1^{AK}$ превышали удой сверстниц с $DGAT1^{AA}$ по I-й группе на 564 кг (P<0,01), по II-й – на 121 кг, по III-й – на 416 кг молока; выход молочного жира – на 21,1 кг (P<0,01), 7,2 кг,

14,6 кг; выход молочного белка – на 18,1 кг (P<0,01), 5,6 кг, 12,6 кг; индекс молочности – на 117 (P<0,01), 18, 66. А по сравнению с коровами DGAT1^{КК}, превосходили по вышеназванным показателям, соответственно на – 467 кг (P<0,001), 429 кг (P<0,001), 414 кг; на – 13,4 кг (P<0,01), 9,1 кг, 7,5 кг; на – 12,6 кг (P<0,01), 11,5 кг (P<0,05), 10,3 кг; на – 120 (P<0,001), 82 (P<0,001), 67.

Первотелки с генотипом DGAT1^{КК} имели наибольшую жирномолочность и белковомолочность среди всех представленных генотипов и достоверно превышали сверстниц DGAT1^{АА} по массовой доли белка в молоке по I-й группе на 0,06% (P<0,05), по II-й – на 0,09% (P<0,001); DGAT1^{АК} по I-й – на 0,05% (P<0,001), по II-й – на 0,05% (P<0,01); по массовой доли жира в молоке превосходство только по II-й группе, соответственно DGAT1^{АА} - на 0,22% (P<0,01), DGAT1^{АК} на – 0,16% (P<0,05).

Таким образом, с увеличением возраста первого отела повышается молочная продуктивность у первотелок, а коровы DGAT1^{АК} характеризуются высокими показателями уровня продуктивности во всех группах первого отела.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что у животных, имеющих аллель В гена каппа-казеина и аллель К гена диацетил глицерин *О*-ацетил трансферазы, повышение возраста первого отела увеличивает их уровень молочной продуктивности.

2.2.2.4 Молочная продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1 в зависимости от продолжительности сервис-периода

Для изучения зависимости молочной продуктивности первотелок разных генотипов по CSN3 и DGAT1 от продолжительности сервис-периода было проведено распределение их на 3 группы в зависимости от величины признака. В I группу вошли коровы, имеющие продолжительность сервис-периода менее 90 дней, во II – 91-110 дней, в III – более 111 дней.

Исследованиями установлено, что с увеличением длительности сервис-периода повышается продуктивные качества первотелок разных генотипов. Преимущество коров с более продолжительным сервис-периодом (III-я группа) по сравнению с меньшим сервис-периодом составило в опытной группе животных с генотипом $CSN3^{AA}$ по удою на 715 кг молока (P<0,001), по количеству молочного жира на 25,7 кг (P<0,001), по количеству молочного белка на 21,5 кг (P<0,001), по индексу молочности на 129 (P<0,001); в группе $CSN3^{AB}$ – на 1515 кг (P<0,001), 52,8 кг (P<0,001), 47,1 кг (P<0,001), 241 (P<0,001); в группе $CSN3^{BB}$ – на 839 кг (P<0,05), 28,4 кг (P<0,05), 26,9 кг (P<0,05) соответственно (табл. 15).

Наибольшая массовая доля жира и белка в молоке выявлено в I группе и составила у первотелок с генотипом $CSN3^{AA}$ 3,66% и 3,14%, $CSN3^{BB}$ – 3,70% и 3,27%, а у животных с генотипом $CSN3^{AB}$ только по жирномолочности – 3,70%.

Среди опытных животных I-й группе наибольшая продуктивность характерна для коров с генотипом $CSN3^{BB}$, но разность достоверна по сравнению с первотелками $CSN3^{AB}$ по выходу молочного жира и белка и белковомолочности, соответственно на 15,9 кг, 19,2 кг, 0,13% (P<0,05).

В II -й группе высокий удой и индекс молочности отмечен у животных с генотипом $CSN3^{AA}$ и составляет 4399 кг и 911.

При сравнении молочной продуктивности первотелок с генотипом $CSN3^{AB}$ с $CSN3^{AA}$ с длительностью сервис-периода более 111 дней, достоверное превосходство (P<0,05) первых составило по удою на 589 кг, по количеству молочного жира на 21, кг, по количеству молочного белка на 18,9 кг, а также по живой массе на 17 кг.

Также преимущество отмечено и коров с генотипом $CSN3^{BB}$ по отношению к остальным опытным животным по массовой доли белка в молоке на 0,13-0,14% (P<0,001).

Таким образом, у первотелок с разным генотипом гена каппа-казеина с увеличением продолжительности сервис-периода повышается уровень молочной продуктивности.

Таблица 15 - Молочная продуктивность первотелок с разными генотипами CSN3 в зависимости от продолжительности сервис-периода

Гено-тип по CSN3	Показатели	Группы коров по продолжительности сервис-периода, дней		
		I, до 90	II, 91-110	III, более 111
АА	n	24	43	22
	Средняя длительность: - сервис-периода, дней	84 ±1,06	101±0,79	120±1,75
	- МОП, дней	365±1,52	389±1,96	417±2,48
	Удой за 305 дней, кг	4127±57	4399±52	4842±94
	Удой на 1 день МОП, кг	11,30±0,13	11,31±0,14	11,61±0,22
	МДЖ, %	3,66±0,016	3,62±0,012	3,65±0,023
	Молочный жир, кг	151,0±1,96	159,2±1,77	176,7±3,08
	МДБ, %	3,14±0,012	3,11±0,007	3,12±0,013
	Молочный белок, кг	129,6±1,62	136,8±1,58	151,1±2,59
	Живая масса, кг	475±5,43	483±3,45	485±4,54
	Индекс молочности	869±16,5	911±10,7	998±18,7
АВ	n	5	27	14
	Средняя длительность: - сервис-периода, дней	86±1,22	101±0,76	121±2,40
	- МОП, дней	351±2,19	389±2,14	411±3,33
	Удой за 305 дней, кг	3916±66	4373±92	5431±248
	Удой на 1 день МОП, кг	11,16±0,19	11,24±0,24	13,21±0,59
	МДЖ, %	3,70±0,048	3,68±0,019	3,64±0,022
	Молочный жир, кг	144,9±1,83	160,9±3,67	197,7±8,86
	МДБ, %	3,14±0,019	3,15±0,010	3,13±0,018
	Молочный белок, кг	122,9±1,51	137,7±2,98	170,0±7,85
	Живая масса, кг	466±6,95	483±2,59	502±6,26
	Индекс молочности	840±13,4	905±16,1	1081±38,6
ВВ	n	3	1	3
	Средняя длительность: - сервис-периода, дней	85±2,03	98	127±3,02
	- МОП, дней	371±3,51	380	421±10,97
	Удой за 305 дней, кг	4346±213	4540	5185±191
	Удой на 1 день МОП, кг	11,71±0,54	11,95	12,32±0,53
	МДЖ, %	3,70±0,058	3,54	3,65±0,044
	Молочный жир, кг	160,8±6,04	161	189,2±4,91
	МДБ, %	3,27±0,038	3,20	3,26±0,019
	Молочный белок, кг	142,1±5,62	145	169,0±5,59
	Живая масса, кг	476±4,70	495	503±7,57
	Индекс молочности	913±38,1	917	1030±26,1

В таблице 16 показана молочная продуктивность первотелок с разными генотипами DGAT1 в зависимости от продолжительности сервис-периода. Нами также выявлено, что с увеличением продолжительности сервис-периода повышается молочная продуктивность у коров с разными аллельными вариантами гена диацетилглицерол О-ацетилтрансферазы. Так, достоверно установлено, что независимо от генотипа коров происходит повышение удоя, количества молочного жира и белка, индекса молочности с увеличением срока сервис-периода (P<0,01-0,001), соответственно у $DGAT1^{AA}$ – на 1146 кг (P<0,01), 39,4 кг (P<0,01) и 35,5 кг (P<0,01), 174; у $DGAT1^{AK}$ – на 889 кг (P<0,001), 31,6 кг (P<0,001) и 27,1 кг (P<0,001), 162 (P<0,001).

По содержанию жира и белка в молоке в группах опытных первотелок в связи с повышением продолжительности сервис-периода отмечена тенденция с снижению.

Наивысшая молочная продуктивность первотелок с генотипом $DGAT1^{AK}$ проявлялась в I-й и II-й группе и имела преимущество над остальными животными по удою на 145 кг и 202-344 кг, по выходу молочного жира – на 5,8 кг и 6,7-8,7 кг, по выходу молочного белка – на 5,4 кг и 6,7-8,6 кг, по индексу молочности – на 3 и 57-88. Однако разность статистически достоверна (P<0,001) в группе с сервис-периодом 91-110 дней по удою и индексу молочности.

Животные с генотипом $DGAT1^{AA}$ в группе с сервис-периодом более 111 дней по сравнению с другими коровами характеризуются более высоким показателем удоя (5183 кг), количеством молочного жира (187,1 кг), количеством молочного белка (162,2 кг), живой массы (498 кг), коэффициентом молочности (1040).

Наибольшая жирномолочность (3,78%) и белковомолочность (3,18%) отмечена у животных с генотипом $DGAT1^{KK}$ в II-й группе и достоверно превышали остальные генотипы на 0,14-0,17% (P<0,01) и 0,05-0,06% (P<0,001).

Таблица 16 - Молочная продуктивность первотелок с разными генотипами DGAT1 в зависимости от продолжительности сервис-периода

Гено-тип по DGAT1	Показатели	Группы коров по продолжительности сервис-периода, дней		
		I, до 90	II, 91-110	III, более 111
АА	n	15	27	8
	Средняя длительность: - сервис-периода, дней	85±1,49	100±0,97	121±2,34
	- МОП, дней	359±2,40	387±2,29	408±3,55
	Удой за 305 дней, кг	4037±71	4295±79	5183±297
	Удой на 1 день МОП, кг	11,25±0,16	11,10±0,22	12,70±0,74
	МДЖ, %	3,66±0,024	3,61±0,013	3,61±0,015
	Молочный жир, кг	147,7±2,33	155,0±2,81	187,1±10,85
	МДБ, %	3,14±0,012	3,12±0,010	3,13±0,031
	Молочный белок, кг	126,7±2,19	134,0±2,40	162,2±9,97
	Живая масса, кг	466±5,57	487±3,50	498±8,64
	Индекс молочности	866±19,4	882±14,4	1040±45,7
АК	n	17	38	30
	Средняя длительность: - сервис-периода, дней	84±0,92	102±0,70	121±1,62
	- МОП, дней	367±1,68	389±1,96	416±2,35
	Удой за 305 дней, кг	4182±68	4497±63	5071±123
	Удой на 1 день МОП, кг	11,40±0,17	11,56±0,16	12,19±0,29
	МДЖ, %	3,67±0,020	3,64±0,014	3,65±0,017
	Молочный жир, кг	153,5±2,30	163,7±4,90	185,1±4,29
	МДБ, %	3,16±0,019	3,13±0,007	3,14±0,012
	Молочный белок, кг	132,1±2,01	140,7±4,19	159,2±3,74
	Живая масса, кг	481±5,90	479±3,30	492±4,05
	Индекс молочности	869±18,5	939±11,0	1031±20,6
КК	n	-	6	1
	Средняя длительность: - сервис-периода, дней	-	101±2,35	120
	- МОП, дней	-	396±4,99	428
	Удой за 305 дней, кг	-	4153±37	4528
	Удой на 1 день МОП, кг	-	10,49±0,11	10,58
	МДЖ, %	-	3,78±0,039	3,90
	Молочный жир, кг	-	157,0±1,51	177
	МДБ, %	-	3,18±0,010	3,24
	Молочный белок, кг	-	132,1±0,95	147
	Живая масса, кг	-	488±6,60	467
	Индекс молочности	-	851±8,4	969

Таким образом, установлено, что независимо от генотипа первотелок происходит повышение удоя, количества молочного жира и белка, индекса молочности с увеличением срока сервис-периода.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что удлинение сервис-периода приводит к повышению удоя, выхода молочного жира, молочного белка и индекса молочности у коров с разным генотипом CSN3 и DGAT1. В то же время возрастание продолжительности сервис-периода экономически себя не оправдывает.

2.2.3 Живая масса коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1

Известно, что чем выше коэффициент молочности, тем меньше корма требуется на поддержание жизни корове. Так же молочная продуктивность молочного скота во многом зависит от их живой массы, которая свидетельствует об общем развитии животного.

Для установления оптимальной величины живой массы была сделана выборка коров-первотелок с разными генотипами молочных генов на три группы с интервалом по живой массе 30 кг.

Исследованиями установлено, что наивысшие удои получают от коров с живой массой менее 470 кг имеющие генотип по гену каппа-казеина АА, а наименьшие с генотипом АВ, разница между группами составила по удою 360 кг (P<0,05), по индексу молочности 94 (P<0,01) (табл. 17). У животных с высокой живой массой (более 501 кг) наоборот преимущество имеет генотип АВ, соответственно на 1078 кг и 203 (P<0,001). При средней живой массе (471-500 кг) лучшие показатели отмечены в генотипе ВВ.

Данные таблицы 18 показывают, что коровы с аллельным вариантом АК гена DGAT имеют высокий уровень удоя и коэффициента молочности по всем трем группам живой массы. Так, они достоверно превосходят гомозиготные генотипы при массе менее 470 кг генотип АА на 433 кг и 88 (P<0,01), при массе 471-500 кг генотип КК на 384 кг и 77 (P<0,001).

Таблица 17 - Величина индекса молочности и удоя в зависимости от живой массы коров-первотелок коров с разными генотипами каппа-казеина

Живая масса, кг	Генотипы по CSN3					
	АА		АВ		ВВ	
	удой, кг	индекс молоч-ности	удой, кг	индекс молоч-ности	удой, кг	индекс молоч-ности
Менее 470	4341 ± 77	957 ± 16	3981 ± 136	863 ± 28	-	-
471-500	4391 ± 57	904 ± 11	4466 ± 85	919 ± 16	4582 ± 134	942 ± 26
Более 501	4697 ± 131	913 ± 28	5775 ± 261	1116 ± 45	-	-

Таблица 18 - Величина индекса молочности и удоя в зависимости от живой массы коров-первотелок коров с разными генотипами гена жирномолочности

Живая масса, кг	Генотипы по DGAT1					
	АА		АК		КК	
	удой, кг	индекс молоч-ности	удой, кг	индекс молоч-ности	удой, кг	индекс молоч-ности
Менее 470	3981 ± 82	877 ± 22	4414 ± 87	965 ± 18	-	-
471-500	4328 ± 77	889 ± 15	4514 ± 60	933 ± 12	4130 ± 36	856 ± 7
Более 501	5084 ± 271	987 ± 53	5173 ± 189	1004 ± 36	-	-

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что коровы имеющие в своём геноме аллельный вариант В гена каппа-казеина и К гена жирномолочности при оптимальной живой массе проявляют высокую молочную продуктивность.

2.2.4 Доля влияния различных факторов на молочную продуктивность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1

Для изучения степени и достоверности влияния различных факторов на удой за лактацию коров с различным генотипом генов CSN3 и DGAT1 была определена доля каждого из них методом однофакторного дисперсионного анализа.

Установлено, что наиболее сильное и достоверное влияние на удой первотелок оказала продолжительность сервис-периода, доля влияния которого колебалась от η^2= 32,6% (F= 21; P<0,001) до 37,3% (F= 12,8; P<0,001), за исключением гомозиготных животных по аллелю В каппа-казеина у которых доля была недостоверная (табл. 19).

Таблица 19 – Доля и достоверность влияния различных факторов на удой за лактацию коров с разными генотипами гена CSN3

№ п/п	Фактор	Генотип по CSN3					
		АА		АВ		ВВ	
		η^2,%	$F_{факт.}$	η^2,%	$F_{факт.}$	η^2,%	$F_{факт.}$
1	Удой матерей	24,0	13,5***	24,9	7,2**	40,6	1,4
2	Живая масса при первом плодотворном осеменении	0,4	0,2	9,0	2,1	54,8	2,4
3	Возраст первого отела	2,9	1,3	3,7	0,8	57,0	2,6
4	Продолжительность сервис-периода	32,6	21,0***	37,3	12,8***	58,5	2,8
5	Живая масса	6,1	2,8	46,1	18,2***	68,9	4,5

Достаточно сильно влияет на уровень продуктивности коров удой матерей, при этом влияние женских предков составило у $CSN3^{AA}$ η^2 = 24,0% (F= 13,5; P<0,001), у $CSN3^{AB}$ - η^2 = 24,9% (F= 7,2; P<0,01).

Достоверная степень влияния живой массы на удой установлена только у гетерозиготных животных – η^2= 46,1% (F=18,2; P<0,001).

На показатели продуктивности первотелок не оказали влияние живая масса при первом плодотворном осеменении и возраст первого отела.

Таким образом, у животных с генотипом $CSN3^{AB}$ выявлено наиболее сильное и достоверное влияние на удой различных факторов.

Из таблицы 20 видно, что живая масса оказала значимое влияние на удой коров со всеми представленными генотипами по гену DGAT1, с наибольшим значением η^2= 85,1% (F=11,5; P<0,05) у $DGAT1^{KK}$, в остальных группах доля влияния колебалась от 11,7% (F=5,5; P<0,01) у $DGAT1^{AK}$, до 38,1% (F=14,5; P<0,001) у $DGAT1^{AA}$.

Таблица 20 – Доля и достоверность влияния различных факторов на удой за лактацию коров с разными генотипами гена DGAT1

№ п/п	Фактор	Генотип по DGAT1					
		АА		АК		КК	
		η^2,%	$F_{факт.}$	η^2,%	$F_{факт.}$	η^2,%	$F_{факт.}$
1	Удой матерей	11,0	2,9	29,1	17,0***	7,5	0,2
2	Живая масса при первом плодотворном осеменении	2,8	0,7	8,4	3,8*	59,2	2,9
3	Возраст первого отела	7,0	1,8	1,3	0,6	53,7	2,4
4	Продолжительность сервис-периода	36,7	13,6***	32,4	19,9***	62,9	3,4
5	Живая масса	38,1	14,5***	11,7	5,5**	85,1	11,5*

Продолжительность сервис-периода имел достаточную силу и достоверность влияния на уровень удоя у коров с генотипом $DGAT1^{AA}$ η^2= 36,7% (F= 13,6; P<0,001) и у $DGAT1^{AK}$ η^2= 32,4% (F= 19,9; P<0,001).

Удой матерей внес достоверный вклад в продуктивность гетерозиготных дочерей на уровне η^2= 29,1% (F= 17,0; P<0,001), у остальных животных доля влияния оказалась незначительной и недостоверной.

Также у коров с генотипом DGAT1^{AK} выявлено достоверное влияние живой массы при первом плодотворном осеменении на их будущую молочную продуктивность с η^2= 8,4% (F= 3,8; P<0,05).

Следует отметить, что у коров с генотипом CSN3^{BB} и DGAT1^{KK} отмечена наибольшая доля влияния, но недостоверная. Это можно объяснить небольшим поголовьем в данных группах.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что на удой более широкое влияние оказывают удой матерей, продолжительность сервис-периода, живая масса, причем достоверная и наибольшая доля влияния отмечены у гетерозиготных животных по генам CSN3 и DGAT1.

2.2.5 Воспроизводительная способность коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1

В развитии молочного скотоводства успех в большей степени определяется интенсивностью воспроизводства стада, которая на прямую связано с уровнем получения молока и более полной реализации генетического потенциала продуктивности. Воспроизводство является главным фактором повышения молочной продуктивности стада и основным биологическим условием, лимитирующим рост поголовья.

Воспроизводительная способность молочного стада зависит от множества факторов: породы, возраста первого осеменения и отела, межотельного периода, длительности сухостойного и сервис-периода, условия содержания и кормления.

Проблема повышения воспроизводительной способности в молочном скотоводстве остаётся одной из самых сложных, особенно в связи с

концентрацией поголовья и внедрением современной интенсивной технологии производства молока.

При низких показателях воспроизводительной способности сдерживается темп воспроизводства стада при этом снижается возможность отбора животных по основным селекционируемым признакам. Поэтому на ряду с повышением молочной продуктивности необходимо улучшать воспроизводительную способность коров.

От каждой коровы при оптимальных условиях можно получать в течение года одного теленка. Для этого необходимо, чтобы коровы в стаде становились стельными в течении 80-85 дней после отела при средней продолжительности стельности 280-285 дней (в зависимости от породы животных). Выход телят на 100 коров является основным экономическим показателем и зависит он от продолжительности сервис – периода, т.е. интервала от отела до плодотворного осеменения. Продолжительный сервис – периода сопряжен со снижением выхода телят на 100 коров, увеличением продолжительности лактации, что в значительной степени, сопровождается снижением среднесуточного удоя за лактацию [135].

По утверждению многих авторов с увеличением уровня молочной продуктивности воспроизводительные качества коров ухудшаются [43].

В связи с вышеизложенным, представляет интерес изучение репродуктивных качеств первотелок разных генотипов CSN3 и DGAT1 в зависимости от уровня удоя.

У первотелок с разным генотипом каппа-казеина по мере увеличения уровня удоя повышается продолжительность сервис-периода и межотельного периода, при этом у коров с генотипом $CSN3^{AA}$ на 24,2 дня (P<0,001) и 30 дней (P<0,001), у $CSN3^{AB}$ – на 22,3 дня (P<0,001) и 25 дней (P<0,001), у $CSN3^{BB}$ – на 45 дней (P<0,01) и 52 дня (табл. 21).

По остальным признакам воспроизводительной способности прослеживается обратная закономерность. С увеличением уровня надоя снижается коэффициент воспроизводительной способности и индекс Дохи,

при этом у первотелок с генотипом $CSN3^{AA}$ на 0,07 (P<0,001) и 2,2 (P<0,001), у $CSN3^{AB}$ – на 0,06 (P<0,001) и 2,6 (P<0,01), у $CSN3^{BB}$ – на 0,12 и 7,4.

Таблица 21 - Воспроизводительные качества коров разных генотипов CSN3 в зависимости от уровня удоя

Генотип по CSN3	Репродуктивные показатели	Удой, кг		
		до 4500	4501-5000	свыше 5001
AA	n	51	23	15
	Возраст первого отела, мес.	27,5±0,22	27,6±0,26	27,7±0,41
	Сервис – период, дней	95,7±1,59	102,3±2,46	119,9±2,96
	МОП, дней	382±2,72	392±4,12	412±4,93
	КВС	0,96±0,007	0,93±0,010	0,89±0,011
	Индекс Дохи	47,4±0,28	46,6±0,42	45,2±0,54
AB	n	24	11	11
	Возраст первого отела, мес.	27,7±0,31	28,3±0,52	28,5±0,49
	Сервис – период, дней	98,3±1,65	106,6±2,01	120,6±3,65
	МОП, дней	383±4,19	395±4,05	408±4,90
	КВС	0,96±0,010	0,93±0,010	0,90±0,011
	Индекс Дохи	47,2±0,37	45,7±0,63	44,6±0,73
BB	n	2	3	2
	Возраст первого отела, мес.	26,5±0,50	27,0±0,03	30,5±0,50
	Сервис – период, дней	83,5±1,50	103,3±10,17	128,5±1,50
	МОП, дней	369±5,00	392±14,90	421±19,00
	КВС	0,99±0,010	0,93±0,035	0,87±0,040
	Индекс Дохи	49,2±0,17	47,2±0,98	41,8±1,75

В целом, повышение уровня молочной продуктивности снижает уровень воспроизводства коров.

При сравнении показателей воспроизводства между коровами разных генотипов установлено, что при уровне удоя до 4500 кг и 4501-5000 кг молока наиболее короткий сервис-период (83,5 дней и 103,3 дня), межотельный период (369 дней и 392 дня) и наибольший коэффициент воспроизводительной способности (0,99 и 0,93), индекс Дохи (49,2 и 47,2)

имеют первотелки с генотипом $CSN3^{BB}$, а при более высоком надои наблюдается у животных с генотипом $CSN3^{AA}$ и $CSN3^{AB}$.

Таким образом, имеется некоторое ухудшение показателей воспроизводительной способности у животных, имеющих в генотипе аллель В гена каппа-казеина.

В таблице 22 показаны воспроизводительные качества коров – первотелок разных генотипов DGAT1 в зависимости от уровня удоя. У исследуемых животных с увеличением уровня удоя отмечено высоко достоверное (P<0,001) повышение длительности сервис- и межотельного периода в группе $DGAT1^{AA}$ на 21,7 дней и 22 дня, в группе $DGAT1^{AK}$ – на 25,1 дней и 31 дней. Также отмечено у опытных животных тенденция к увеличению возраста первого отела с повышением уровня молочности.

Преимущество коров с меньшим удоем (до 4500 кг) по сравнению с большим надоем (свыше 5001 кг) составило по КВС и индексу Дохи в опытной группе первотелок с генотипом $DGAT1^{AA}$ 0,05 (P<0,001) и 2,4 (P<0,001), у $DGAT1^{AK}$ – 0,08 (P<0,001) и 3 (P<0,001).

Коровы с генотипом $DGAT1^{AA}$ характеризуются хорошими репродуктивными показателями среди всех опытных генотипов. При этом имеют достоверную разницу по сравнению с первотелками $DGAT1^{KK}$ в группе с удоем менее 4500 кг по МОП на 18 дней (P<0,01) и по КВС – на 0,05 (P<0,01); по сравнению с сверстницами $DGAT1^{AK}$ в группе с удоем 4501-5000 кг – на 16 дней (P<0,01) и 0,04 (P<0,01), в группе свыше 5001 кг – на 14 дней (P<0,05) и 0,04 (P<0,01) соответственно.

Из проведенных исследований можно сделать вывод, что с увеличением уровня удоя повышается продолжительность сервис- и межотельного периодов и снижаются значения коэффициента воспроизводительной способности и индекса Дохи не зависимо от генотипа коров, при незначительном снижении воспроизводительной способности у животных, имеющих аллель В гена каппа-казеина и аллель К гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы.

Таблица 22 - Воспроизводительные качества коров – первотелок разных генотипов DGAT1 в зависимости от уровня удоя

Генотип по DGAT1	Репродуктивные показатели	Удой, кг		
		до 4500	4501-5000	свыше 5001
АА	n	33	9	8
	Возраст первого отела, мес.	27,8±0,27	28,0±0,24	28,7±0,49
	Сервис – период, дней	94,8±1,86	97,9±3,14	116,5±4,03
	МОП, дней	378±3,66	380±4,75	400±3,85
	КВС	0,97±0,009	0,96±0,012	0,92±0,009
	Индекс Дохи	47,3±0,31	47,0±0,40	44,9±0,52
АК	n	38	27	20
	Возраст первого отела, месс.	27,3±0,23	27,4±0,26	28,2±0,43
	Сервис – период, дней	96,6±1,77	105,6±2,07	121,7±2,69
	МОП, дней	383±2,96	396±3,32	414±4,30
	КВС	0,96±0,007	0,92±0,008	0,88±0,009
	Индекс Дохи	47,5±0,32	46,5±0,38	44,5±0,58
КК	n	6	1	-
	Возраст первого отела, мес.	27,5±0,76	30	-
	Сервис – период, дней	101,0±2,35	120	-
	МОП, дней	396±4,99	428	-
	КВС	0,92±0,011	0,85	-
	Индекс Дохи	46,5±1,06	41,9	-

2.2.6 Взаимосвязь показателей воспроизводительной способности коров с уровнем молочной продуктивности

Большое значение для характеристики генотипов имеет изучение взаимосвязи признаков воспроизводительной способности с удоем путем вычисления коэффициента корреляции у коров-первотелок разных генотипов по маркерным генам.

Исследованиями выявлено наличие достоверных и положительных коэффициентов корреляции между возрастом при первом плодотворном осеменении, живой массой при первом осеменении, возрастом первого отела

и удоем у коров имеющих аллель В каппа-казеина, причем наиболее тесная связь была у $CSN3^{BB}$ (r= 0,93, 0,89, 0,90; P < 0,001) (табл. 23).

Таблица 23 - Взаимосвязь признаков воспроизводительной способности и удоя первотелок с разным генотипом CSN3

Показатели воспроизводительной способности	Генотип по CSN3		
	AA	AB	BB
n	89	46	7
Возраст при первом плодотворном осеменении – удой	- 0,02 ± 0,107	0,35 ± 0,141*	0,93 ± 0,164**
Живая масса при первом осеменении – удой	- 0,02 ± 0,107	0,41 ± 0,137**	0,89 ± 0,204**
Возраст 1 отела – удой	- 0,02 ± 0,107	0,30 ± 0,143*	0,90 ± 0,195**
Сервис-период – удой	0,65 ± 0,081***	0,76 ± 0,098***	0,89 ± 0,204**
МОП – удой	0,58 ± 0,087***	0,53 ± 0,128***	0,79 ± 0,274*
КВС – удой	- 0,57 ± 0,088***	-0,53 ± 0,128***	- 0,80 ± 0,268*
Индекс Дохи – удой	- 0,39 ± 0,098***	- 0,53 ± 0,128***	- 0,91 ± 0,185**

Между продолжительностью сервис-периода и удоем выявлена высоко достоверная положительная связь у первотелок с генотипом $CSN3^{AA}$ r= 0,65 (P<0,001), у $CSN3^{AB}$ - r= 0,76 (P<0,001), $CSN3^{BB}$ - r= 0,89 (P<0,01).

Характер связи продолжительности межотельного периода и удоем был аналогичен связи «сервис-период – удой», с коэффициентом корреляции у $CSN3^{AA}$ r= 0,58 (P<0,001), у $CSN3^{AB}$ - r= 0,53 (P<0,001), $CSN3^{BB}$ - r= 0,79 (P<0,05).

Связь между коэффициентом воспроизводительной способности и удоем у животных всех генотипов отрицательная и достоверная (P<0,05-0,001), с колебаниями от r= -0,53 ($CSN3^{AA}$) до r= -0,80 ($CSN3^{BB}$).

Между индексом Дохи и удоем наблюдается отрицательная зависимость различного характера. Наиболее высокая связь выявлена у

первотелок с генотипом $CSN3^{BB}$ r= -0,91 (P<0,01), средняя у $CSN3^{AB}$ - r= -0,53 (P<0,001) и слабая у $CSN3^{AA}$ - r= -0,39 (P<0,001).

Таким образом, наибольший положительный коэффициент корреляции между основными показателями воспроизводительной способности и уровнем удоя характерен для коров с генотипом $CSN3^{BB}$.

Нами также была изучена взаимосвязь признаков воспроизводительной способности с уровнем удоя у первотелок с разным генотипом по диацилглицерол О-ацилтрансферазы.

Достоверная и положительная корреляция была установлена между возрастом при первом плодотворном осеменении и удоем у первотелок с генотипом $DGAT1^{AK}$ r= 0,30 (P<0,001), у $DGAT1^{KK}$ r= 0,76 (P<0,05) (табл. 24).

Таблица 24 - Взаимосвязь признаков воспроизводительной способности и удоя первотелок с разным генотипом DGAT1

Показатели воспроизводительной способности	Генотип по DGAT1		
	АА	АК	КК
n	50	85	7
Возраст при первом плодотворном осеменении – удой	0,11 ± 0,143	0,30 ± 0,104**	0,76 ± 0,290*
Живая масса при первом осеменении – удой	0,27 ± 0,138	0,33 ± 0,103**	0,55 ± 0,373
Возраст 1 отела – удой	- 0,16 ± 0,142	- 0,18 ± 0,108	0,49 ± 0,390
Сервис-период – удой	0,68 ± 0,105***	0,65 ± 0,083***	0,74 ± 0,301
МОП – удой	0,48 ± 0,126***	0,55 ± 0,092***	0,81 ± 0,262*
КВС – удой	- 0,47 ± 0,127***	- 0,56 ± 0,091***	- 0,80 ± 0,268*
Индекс Дохи – удой	- 0,48 ± 0,126***	- 0,50 ± 0,095***	- 0,82 ± 0,256*

Связь между живой массой при первом осеменении и удоем у всех опытных животных положительная, однако, достоверной она была лишь у коров с генотипом $DGAT1^{AK}$ r= 0,33 (P<0,01).

Между возрастом первого отела и удоем отмечена недостоверная корреляционная связь, различная по направлению и величине. Так, корреляция колебалась от слабо отрицательной у коров с генотипом $DGAT1^{AA}$ r= -0,16, до средней положительной у $DGAT1^{KK}$ – r= 0,49.

У коров имеющих в своем генотипе аллель А каппа-казеина положительная и высоко достоверная (P<0,001) корреляция была установлена между продолжительностью сервис-периода и удоем г= 0,68 ($DGAT1^{AA}$), г= 0,65 ($DGAT1^{AK}$).

Между продолжительностью межотельного периода и удоем выявлена аналогичная корреляция как при «сервис-период – удой», но при этом достоверность обнаружена и у животных с генотипом $DGAT1^{KK}$ г= 0,81 (P<0,05).

Взаимосвязь «воспроизводительная способность – удой», как и «индекс Дохи – удой» были по практически одинаковыми как по величине, направлению, так и по уровню достоверности у исследуемых групп животных. Высокие коэффициенты корреляции отмечены у коров с генотипом $DGAT1^{KK}$ г= -0,80 и г= -0,82 (P<0,05), средние у $DGAT1^{AK}$ - г= -0,56 и г= -0,50 (P<0,001), ниже средние у $DGAT1^{AA}$ - г= -0,47 и г= -0,48 (P<0,001).

Таким образом, наибольший положительный коэффициент корреляции между основными показателями воспроизводительной способности и уровнем удоя характерен для коров с генотипом $DGAT1^{KK}$.

Из вышеизложенного следует, что высокая корреляция между показателями воспроизводительной способностью и удоем присуща коровам, имеющим в своём геноме аллельный вариант В гена каппа-казеина и аллель К гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы, при этом с увеличением уровня молочной продуктивности воспроизводительные качества ухудшаются у первотелок с генотипом $CSN3^{BB}$ и $DGAT1^{KK}$.

2.2.7 Изменение величины связи между основными компонентами молока в зависимости от уровня молочной продуктивности коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1

2.2.7.1 Изменение величины связи между основными показателями молочной продуктивности в зависимости от уровня удоя коров-первотёлок с разными генотипами CSN3 и DGAT1

Нами изучено изменение величины связи между основными показателями молочной продуктивности у первотелок разных генотипов по генам CSN3 и DGAT1, в зависимости от уровня удоя. Для этого стадо было распределено на три группы по уровню удоя. В I группу вошли коровы, имеющие удой менее 4500 кг молока, в II группу – 4501-5000 кг, в III группу – более 5001 кг.

Полученные материалы показывают, что в группе коров с меньшим уровнем удоя (менее 4500 кг) наибольшая молочная продуктивность выявлена у первотелок с генотипом $CSN3^{BB}$ (4139 кг, 3,75%, 3,30%), но разность достоверна по сравнению с другими генотипами только по белковомолочности (P<0,001) (табл. 25).

В группе со средним (4501-5000 кг) и наибольшим удоем (более 5001 кг) коровы с генотипом $CSN3^{AB}$ имеют преимущество по удою на 69-117 кг и 442-646 кг, по массовой доли жира в молоке на 0,04%, но разность статистически достоверна только по сравнению с сверстницами с генотипом $CSN3^{AA}$ (P<0,05-0,01).

По белковомолочности установлено преимущество животных с генотипом $CSN3^{BB}$ по сравнению с другими генотипами в I группе на – 0,15-0,16% (P<0,001), в II группе на – 0,08-0,12% (P<0,05-0,001), в III группе на – 0,12-0,16% P<0,01-0,001).

Таблица 25 - Изменение связи между признаками молочной продуктивности первотёлок с разными генотипами CSN3 в зависимости от уровня удоя

Группа коров по уровню удоя, кг	n	Средняя продуктивность по группе, M±m			Коэффициент корреляции, r±mr				
		Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Удой – МДЖ	Удой – МДБ	МДЖ – МДБ	Удой – МЖ	Удой – МБ
AA									
Менее 4500	51	4120 ± 23	3,66 ±0,012	3,14 ±0,007	- 0,11 ±0,142	- 0,20 ±0,139	0,62*** ±0,112	0,83*** ±0,079	0,90*** ±0,062
4501-5000	23	4655 ± 31	3,60 ±0,019	3,11 ±0,010	- 0,13 ±0,216	- 0,16 ±0,215	0,82*** ±0,125	0,75*** ±0,144	0,87*** ±0,107
Более 5001	15	5170 ± 58	3,61 ±0,013	3,09 ±0,008	0,003 ±0,277	- 0,05 ±0,277	0,48 ±0,243	0,95*** ±0,086	0,97*** ±0,067
AB									
Менее 4500	24	4051 ± 54	3,67 ±0,018	3,15 ±0,009	- 0,27 ±0,205	-0,12 ±0,211	0,71*** ±0,150	0,93*** ±0,078	0,97*** ±0,051
4501-5000	11	4772 ± 48	3,70 ±0,036	3,15 ±0,018	0,18 ±0,327	0,25 ±0,322	0,72* ±0,231	0,78** ±0,208	0,90*** ±0,145
Более 5001	11	5816 ± 211	3,65 ±0,027	3,13 ±0,022	- 0,27 ±0,320	0,15 ±0,331	0,69* ±0,241	0,98*** ±0,066	0,98*** ±0,066
BB									
Менее 4500	2	4139 ± 82	3,75 ±0,045	3,30 ±0,025	-	-	-	-	-
4501-5000	3	4703 ± 83	3,63 ±0,059	3,23 ±0,030	0,83 ±0,557	0,63 ± 0,776	0,96 ± 0,280	0,95 ±0,097	0,95 ±0,097
Более 5001	2	5374 ± 46	3,61 ±0,010	3,25 ±0,025	-	-	-	-	-

При изменении связи между признаками установлено, что взаимосвязь между удоем и массовой доли жира и белка в молоке по группам коров с незначительная и недостоверная. Так, коэффициент корреляции между удоем и МДЖ колебался у первотелок с генотипом $CSN3^{AA}$ от r= 0,003 до -0,13, между удоем и МДБ от -0,05 до -0,20; у $CSN3^{AB}$ от 0,18 до -0,27 и от 0,25 до -0,12; у $CSN3^{BB}$ r= 0,83 и 0,63.

Выявлена положительная связь, различная по величине и уровню достоверности между массовой доли жира и белка в молоке у всех анализируемых групп коров. Причем наиболее тесная и достоверная связь между жирномолочностью и белковомолочностью отмечена в группе коров с

уровнем удоя 4500-5000 кг у $CSN3^{AA}$ r= 0,82 (P<0,001), у $CSN3^{AB}$ – r= 0,72 (P<0,05), соответственно.

У всех групп и генотипов животных между удоем и количеством молочного жира, а также удоем и количеством молочного белка обнаружена положительная и достоверная связь, за исключением коров с генотипом $CSN3^{BB}$, у которых корреляция недостоверная. Причем наибольший коэффициент корреляции отмечен в группах с минимальным и максимальным удоем.

Таким образом, с понижением и повышением уровня удоя происходит усиление взаимосвязи «удой – молочный жир» и «удой – молочный белок», но уменьшение корреляции «массовая доля жира – массовая доля белка». Наибольшие величины коэффициента корреляции отмечены у животных с генотипом $CSN3^{AB}$.

В таблице 26 показано изменение связи между признаками молочной продуктивности коров-первотёлок с разными генотипами DGAT1.

Таблица 26 - Изменение связи между признаками молочной продуктивности первотёлок с разными генотипами DGAT1 в зависимости от уровня удоя

Группа коров по уровню удоя, кг	n	Средняя продуктивность по группе			Коэффициент корреляции, r±mr				
		Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Удой – МДЖ	Удой – МДБ	МДЖ – МДБ	Удой – МЖ	Удой – МБ
АА									
Менее 4500	33	4044 ± 43	3,64 ±0,014	3,13 ±0,009	- 0,38* ±0,166	- 0,39* ±0,165	0,64*** ±0,138	0,93*** ±0,066	0,96*** ±0,050
4501-5000	9	4584 ± 46	3,57 ±0,017	3,11 ±0,016	- 0,33 ±0,356	0,10 ±0,376	0,22 ±0,368	0,88** ±0,179	0,89** ±0,172
Более 5001	8	5410 ± 223	3,63 ±0,018	3,13 ±0,031	- 0,27 ±0,393	0,31 ±0,388	0,17 ±0,402	0,99*** ±0,057	0,98*** ±0,081
АК									
Менее 4500	38	4138 ± 25	3,67 ±0,013	3,15 ±0,010	- 0,12 ±0,165	- 0,03 ±0,166	0,58*** ±0,135	0,85*** ±0,087	0,88*** ±0,079
4501-5000	27	4735 ± 27	3,64 ±0,020	3,14 ±0,011	0,16 ±0,197	0,12 ±0,198	0,74*** ±0,134	0,77*** ±0,127	0,86*** ±0,102
Более 5001	20	5450 ± 120	3,63 ±0,017	3,11 ±0,014	0,002 ±0,235	0,12 ±0,233	0,71*** ±0,165	0,97*** ±0,057	0,98*** ±0,047
КК									
Менее 4500	6	4153 ± 37	3,78 ±0,039	3,19 ±0,010	- 0,50 ±0,433	- 0,68 ±0,366	0,93** ±0,183	0,38 ±0,462	0,94** ±0,170

Животные с генотипов $DGAT1^{АК}$ по группе с удоем 4501-5000 кг характеризуются наибольшей молочной продуктивностью, при достоверном превосходстве коров с генотипом $DGAT1^{АА}$ по удою на 151 кг (P<0,01), по массовой доли жира на 0,07% (P<0,05).

По группе удоем менее 4500 кг преимущество имеют животные с генотипом $DGAT1^{КК}$ по массовой доли жира на 0,11-0,14% (P<0,01), по массовой доли белка на 0,04-0,06% (P<0,01-0,001).

У коров с генотипом $DGAT1^{АА}$ и $DGAT1^{КК}$ в группе с удоем менее 4500 кг выявлена между удоем и массовой доли жира, белка отрицательная и наибольшая корреляция среди всех групп, а у гомозиготных по аллелю А еще и достоверная (r= -0,38 и -0,39; P<0,01).

У животных с генотипом $DGAT1^{АК}$ обнаружена низкая и недостоверная взаимосвязь удоя и МДЖ, МДБ различная по направлению и величине. Так, корреляция колебалась от слабо отрицательной r= -0,12 и r= -0,03 (I группа), до слабо положительной r= 0,002 и r=0,12 (III группа).

Высокая и достоверная связь установлена между массовой доли жира и белка во всех группах у первотелок с генотипом $DGAT1^{АК}$ составила r= 0,58-0,74 (P<0,001), у $DGAT1^{КК}$ - r= 0,93 (P<0,01), а у аналогов с генотипом $DGAT1^{АА}$ только в I группе - r= 0,64 (P<0,001).

Выявлена высоко достоверная положительная корреляция между удоем и количеством молочного жира и количеством молочного белка у всех групп животных, величина коэффициента корреляции колебалась у генотипа $DGAT1^{АА}$ от 0,88 до 0,99 и от 0,89 до 0,98 (P<0,01-0,001), у $DGAT1^{АК}$ – от 0,77 до 0,97 и от 0,86 до 0,98 (P<0,001), у $DGAT1^{КК}$ – только по связи удой-МБ с r=0,94 (P<0,01).

Таким образом, с понижением и повышением уровня удоя происходит усиление взаимосвязи «удой – молочный жир» и «удой – молочный белок».

Следовательно, при отборе коров с низким и высоким удоем, происходит повышение выхода молочного жира и белка.

2.2.7.2 Изменение величины связи между основными компонентами молока в зависимости от уровня массовой доли жира коров-первотёлок с разными генотипами CSN3 и DGAT1

Нами изучено изменение величины связи между основными показателями молочной продуктивности у первотелок разных генотипов по генам CSN3 и DGAT1, в зависимости от уровня массовой доли жира в молоке. Для этого стадо было распределено на три группы по уровню жирномолочности. В I группу вошли коровы, имеющие МДЖ менее 3,60%, в II группу – 3,61-3,69%, в III группу – более 3,70%.

В группах с разной жирномолочностью первотелки с генотипом $CSN3^{BB}$ характеризуются высокой молочной продуктивностью, при достоверном преимуществе в I группе (менее 3,60%) по массовой доли жира над сверстницами с генотипом $CSN3^{AA}$ на 0,13%, $CSN3^{AB}$ – на 0,12% (P<0,001), в III группе (более 3,70%), соответственно на 0,12%, 0,11% (P<0,001) (табл. 27).

Установлено, что с увеличением уровня жирномолочности снижается удой у животных всех генотипов, что и подтверждается низкой и недостоверной корреляцией между удоем и МДЖ, причем у первотелок имеющих аллель В каппа-казеина связь положительная (r= 0,02-0,71), а у гомозиготных животных по аллелю А – отрицательная (r= -0,01-0,23).

У коров с генотипом $CSN3^{AA}$ установлена отрицательная корреляция между удоем и массовой доли белка, но достоверная была в II группе r= -0,35 (P<0,05). У первотелок имеющие аллель В каппа-казеина установлена недостоверная взаимосвязь удой – МДБ, различная по направлению и величине. Так, наиболее тесной она была у животных с генотипом $CSN3^{BB}$ r= 0,96 в I группе, а наиболее низкой у $CSN3^{AB}$ r= -0,001 в I группе.

Наибольшая величина коэффициента корреляции между массовой доли жира и белка отмечена в группах с минимальной (менее 3,60%) и максимальной жирномолочностью (более 3,70%) у животных с генотипом

$CSN3^{AA}$ r= 0,47 (P<0,01) и 0,64 (P<0,05), у $CSN3^{AB}$ - r= 0,48 и 0,33, у $CSN3^{BB}$ - r= 0,50 и 0,99 соответственно.

Таблица 27 - Изменение связи между признаками молочной продуктивности первотёлок с разными генотипами CSN3 в зависимости от уровня жирномолочности

Группа коров по МДЖ, %	n	Средняя продуктивность по группе, M±m			Коэффициент корреляции, r±mr				
		Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Удой – МДЖ	Удой – МДБ	МДЖ– МДБ	Удой – МЖ	Удой – МБ
AA									
Менее 3,60	38	4616 ± 71	3,57 ±0,006	3,09 ±0,006	0,06 ±0,166	- 0,22 ±0,162	0,47** ±0,156	0,99*** ±0,023	0,99*** ±0,023
3,61-3,69	35	4318 ± 68	3,65 ±0,004	3,13 ±0,008	- 0,01 ±0,174	- 0,35* ±0,163	0,05 ±0,173	0,99*** ±0,024	0,98*** ±0,034
Более 3,70	16	4261 ± 92	3,77 ±0,023	3,18 ±0,011	- 0,23 ±0,260	-0,07 ±0,266	0,64* ±0,234	0,95*** ±0,083	0,98*** ±0,053
AB									
Менее 3,60	15	4783 ± 253	3,57 ±0,010	3,10 ±0,013	0,13 ±0,274	0,001 ±0,275	0,48 ±0,243	0,99*** ±0,039	0,99*** ±0,039
3,61-3,69	13	4767 ± 171	3,66 ±0,005	3,13 ±0,012	0,19 ±0,296	- 0,03 ±0,301	- 0,15 ±0,298	0,99*** ±0,042	0,99*** ±0,042
Более 3,70	18	4443 ± 192	3,76 ±0,017	3,19 ±0,007	0,03 ±0,250	0,37 ±0,232	0,33 ±0,242	0,99*** ±0,035	0,99*** ±0,035
BB									
Менее 3,60	3	4876 ± 235	3,58 ±0,020	3,22 ±0,027	0,71 ±0,704	0,96 ±0,280	0,50 ±0,866	0,99 ±0,141	0,99 ±0,141
3,61-3,69	1	5420	3,62	3,23	-	-	-	-	-
Более 3,70	3	4361 ± 228	3,75 ±0,026	3,30 ±0,015	0,02 ±0,999	-0,12 ±0,992	0,99 ±0,141	0,99 ±0,141	0,99 ±0,141

Корреляция между удоем и молочным жиром и белком высоко достоверная положительная у коров с генотипом $CSN3^{AA}$ и $CSN3^{AB}$ и была в пределах r= 0,95-0,99 (P<0,001).

Таким образом, у первотелок с генотипом $CSN3^{AA}$ при уменьшении и увеличении уровня массовой доли жира происходит усиление взаимосвязи «массовая доля жира – массовая доля белка».

Следовательно, отбор животных с генотипом $CSN3^{AA}$ с минимальной и максимальной жирномолочностью будет в значительной степени приводить к увеличению массовой доли белка в молоке.

По таблице 28 видно, что животные с генотипом DGAT1^{АК} имеют высокие показатели молочной продуктивности среди всех опытных животных. Так, достоверность установлена по удою по сравнению с первотелками с генотипом DGAT1^{АА} по I группе на 350 кг, по III группе на 538 кг (P<0,05), по белковомолочности только по III группе на 0,04% (P<0,05), а по отношению к DGAT1^{КК} по удою - на 383 кг (P<0,05).

Таблица 28 - Изменение связи между признаками молочной продуктивности первотёлок с разными генотипами DGAT1 в зависимости от уровня жирномолочности

Группа коров по МДЖ, %	n	Средняя продуктивность по группе			Коэффициент корреляции, r±mr				
		Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Удой – МДЖ	Удой – МДБ	МДЖ – МДБ	Удой – МЖ	Удой – МБ
АА									
Менее 3,60	26	4470 ± 122	3,57 ±0,008	3,11 ±0,012	0,15 ±0,201	0,27 ±0,196	0,44* ±0,183	0,99*** ±0,028	0,99*** ±0,028
3,61-3,69	13	4409 ± 141	3,65 ±0,007	3,12 ±0,010	- 0,11 ±0,299	- 0,15 ±0,298	- 0,25 ±0,291	0,99*** ±0,042	0,99*** ±0,042
Более 3,70	11	4042 ± 170	3,73 ±0,015	3,17 ±0,012	- 0,22 ±0,325	-0,28 ±0,320	0,34 ±0,313	0,99*** ±0,047	0,99*** ±0,047
АК									
Менее 3,60	31	4820 ± 106	3,57 ±0,007	3,09 ±0,007	- 0,01 ±0,185	-0,36* ±0,173	0,48** ±0,162	0,48** ±0,162	0,47** ±0,164
3,61-3,69	34	4503 ± 91	3,65 ±0,004	3,14 ±0,008	- 0,01 ±0,176	- 0,10 ±0,175	0,02 ±0,176	0,99*** ±0,024	0,99*** ±0,024
Более 3,70	20	4580 ± 148	3,76 ±0,018	3,21 ±0,012	- 0,15 ±0,233	0,10 ±0,234	0,23 ±0,229	0,98*** ±0,047	0,99*** ±0,033
КК									
3,61-3,69	1	4268	3,68	3,15	-	-	-	-	-
Более 3,70	6	4197 ± 72	3,81 ±0,037	3,20 ±0,010	0,30 ±0,476	0,58 ±0,407	0,89* ±0,227	0,91* ±0,207	0,99*** ±0,070

При изменении связи между признаками молочной продуктивности коров-первотёлок с разными генотипами DGAT1 установлено, что наибольший и положительный коэффициент корреляции между удоем и массовой долей жира и белка в молоке отмечен в III группе коров с генотипом DGAT1^{КК} r= 0,30 и r= 0,58, в I группе у DGAT1^{АА} - r= 0,15 и r= 0,27 (табл. 29). В остальных случаях связь была отрицательной. Достоверная

и отрицательная корреляция между удоем и белковомолочностью выявлена в I группе у $DGAT1^{AK}$ r= -0,36 (P<0,05).

Между массовой долей жира и белка положительная по направлению, и достоверная корреляция выявлена у первотелок с генотипом $DGAT1^{AA}$ (r= 0,44) и $DGAT1^{AK}$ (r= 0,48) в группе с наименьшим уровнем жирномолочности, а у $DGAT1^{KK}$ (r= 0,89) в группе с наибольшим уровнем МДЖ.

Высокая и достоверная положительная взаимосвязь отмечена между удоем и молочным жиром и белком во всех исследуемых группах и генотипов с колебаниями от 0,91 до 0,99. Но у животных с генотипом $DGAT1^{AK}$ в I группе взаимосвязь средняя с r= 0,48 и r= 0,47.

Таким образом, с понижением уровня жирномолочности происходит усиление взаимосвязи «массовая доля жира – массовая доля белка», а у коров с генотипом $DGAT1^{AK}$ еще и снижение корреляции «удой – молочный жир» и «удой – молочный белок».

Следовательно, отбор коров с генотипом $DGAT1^{AA}$ и $DGAT1^{AK}$ с минимальной жирномолочностью и $DGAT1^{KK}$ с максимальной массовой долей жира способствует повышению содержания белка в молоке.

2.2.7.3 Изменение величины связи между основными показателями молочной продуктивности в зависимости от уровня массовой доли белка коров-первотёлок с разными генотипами CSN3 и DGAT1

Нами изучено изменение величины связи между основными показателями молочной продуктивности у первотелок разных генотипов по генам CSN3 и DGAT1, в зависимости от уровня массовой доли белка в молоке. Для этого стадо было распределено на три группы по уровню белковомолочности. В I группу вошли коровы, имеющие МДБ менее 3,10%, в II группу – 3,11-3,19%, в III группу – более 3,20%.

В группах с разной белковомолочностью первотелки с генотипом $CSN3^{AB}$ характеризуются высоким удоем, а животные с генотипом $CSN3^{BB}$ имеют наибольшую массовую долю белка в молоке (3,26%) при достоверном превосходстве над животными с генотипом $CSN3^{AA}$ на 0,04% (P<0,05), $CSN3^{AB}$ на 0,05% (P<0,01) (табл. 29).

Таблица 29 - Изменение связи между признаками молочной продуктивности первотёлок с разными генотипами CSN3 в зависимости от уровня белковомолочности

Группа коров по МДБ, %	n	Средняя продуктивность по группе			Коэффициент корреляции, r±mr				
		Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Удой – МДЖ	Удой – МДБ	МДЖ – МДБ	Удой – МЖ	Удой – МБ
АА									
Менее 3,10	41	4573 ± 69	3,58 ±0,009	3,08 ±0,004	- 0,12 ±0,159	- 0,13 ±0,158	0,28 ±0,153	0,98*** ±0,031	0,99*** ±0,022
3,11-3,19	39	4335 ± 67	3,66 ±0,007	3,14 ±0,004	- 0,27 ±0,158	- 0,50** ±0,142	0,40* ±0,150	0,99*** ±0,023	0,99*** ±0,023
Более 3,20	9	4241 ± 105	3,79 ±0,044	3,22 ±0,007	- 0,11 ±0,375	0,03 ±0,378	0,10 ±0,376	0,89** ±0,172	0,99*** ±0,053
АВ									
Менее 3,10	13	4874 ± 225	3,58 ±0,017	3,07 ±0,007	0,22 ±0,294	- 0,32 ±0,285	0,31 ±0,286	0,99*** ±0,042	0,99*** ±0,042
3,11-3,19	21	4442 ± 181	3,67 ±0,011	3,15 ±0,006	- 0,32 ±0,217	0,17 ±0,226	0,32 ±0,217	0,99*** ±0,032	0,99*** ±0,032
Более 3,20	12	4752 ± 234	3,76 ±0,029	3,21 ±0,003	- 0,15 ±0,312	0,20 ±0,309	0,02 ±0,316	0,98*** ±0,063	0,99*** ±0,044
ВВ									
Более 3,20	7	4733 ± 195	3,66 ± 0,035	3,26 ± 0,019	- 0,49 ± 0,389	- 0,30 ± 0,426	0,87* ±0,220	0,97*** ±0,108	0,99*** ±0,063

Полученные материалы показывают, что взаимосвязь между удоем и массовой долей жира и белка в молоке по группам коров незначительная и недостоверная, за исключением первотелок с генотипом $CSN3^{AA}$, которые в II группе имеют среднею положительную и достоверную корреляцию r= 0,50 (P<0,01).

Связь между массовой долей жира и белка в молоке более выражена у коров с генотипом $CSN3^{AA}$ в II группе (r= 0,40; P<0,05) и $CSN3^{BB}$ в III группе (r= 0,87; P<0,05).

Высоко достоверная положительная связь между удоем и молочным жиром и белком отмечена в всех группах коров по МДБ. Так, коэффициент корреляции «удой – МЖ» варьировал от 0,89 до 0,99 (P<0,001) , «удой – МБ» - 0,99 (P<0,001).

Таким образом, наиболее тесная взаимосвязь между признаками молочной продуктивности у исследуемых животных отмечена при среднем уровне белковомолочности.

Из таблицы 30 видно, что коровы с генотипом DGAT1^{АК} в I группе достоверно превосходят по удою сверстниц с генотипом DGAT1^{АА} на 388 кг (P<0,01), в II группе DGAT1^{КК} на 299 кг (P<0,01). А первотелки с генотипом DGAT1^{КК} по массовой доли белка в молоке имеют достоверное преимущество над остальными генотипами по II группе на 0,09% (P<0,001).

Таблица 30 - Изменение связи между признаками молочной продуктивности первотёлок с разными генотипами DGAT1 в зависимости от уровня белковомолочности

Группа коров по МДБ, %	n	Средняя продуктивность по группе			Коэффициент корреляции, r±mr				
		Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Удой – МДЖ	Удой – МДБ	МДЖ – МДБ	Удой – МЖ	Удой – МБ
АА									
Менее 3,10	23	4422 ± 83	3,58 ±0,013	3,08 ±0,005	0,21 ±0,213	- 0,30 ±0,208	0,20 ±0,214	0,98*** ±0,043	0,99*** ±0,030
3,11-3,19	19	4231 ± 185	3,65 ±0,011	3,15 ±0,007	- 0,41 ±0,221	0,01 ±0,242	0,36 ±0,226	0,99*** ±0,034	0,99*** ±0,034
Более 3,20	8	4486 ± 177	3,67 ±0,037	3,21 ±0,010	- 0,59 ±0,329	0,63 ±0,317	- 0,23 ±0,397	0,97*** ±0,099	0,99*** ±0,058
АК									
Менее 3,10	31	4810 ± 109	3,59 ±0,094	3,08 ±0,004	- 0,13 ±0,184	- 0,24 ±0,180	0,37* ±0,172	0,49** ±0,161	0,49** ±0,161
3,11-3,19	37	4467 ± 77	3,66 ±0,008	3,14 ±0,004	- 0,14 ±0,167	- 0,22 ±0,164	0,25 ±0,163	0,99*** ±0,023	0,99*** ±0,023
Более 3,20	17	4686 ± 179	3,75 ±0,025	3,23 ±0,009	- 0,18 ±0,253	- 0,26 ±0,249	- 0,04 ±0,258	0,98*** ±0,051	0,99*** ±0,036
КК									
3,11-3,19	4	4168 ± 57	3,73 ±0,019	3,17 ±0,010	- 0,96* ±0,198	- 0,85 ±0,372	0,94* ±0,241	0,98* ±0,140	0,98* ±0,140
Более 3,20	3	4259 ± 135	3,89 ±0,029	3,22 ±0,012	0,13 ±0,991	0,87 ±0,493	0,60 ±0,800	0,97 ±0,243	0,99 ±0,141

Установлено, что при увеличении уровня белковомолочности повышается корреляция «удой – МДЖ», особенно тесная выявлена у коров с генотипом DGAT1^{AA} и DGAT1^{KK}, а у последних еще и достоверная в II группе r= 0,96 (P<0,05) (табл. 31).

Между удоем и массовой доли белка молоке выявлена связь, различная по величине и направленности в анализируемых группах коров. Причем наиболее тесная корреляция обнаружена у коров с генотипом DGAT1^{KK}, с колебаниями от r= -0,85 (3,11-3,19%) до r=0,87 (более 3,20%).

Связь между массовой долей жира и белка в молоке у исследуемых животных положительная, однако достоверной была у DGAT1^{AK} в группе с минимальным уровнем белковомолочности r= 0,37, у DGAT1^{KK} в группе с средним уровнем белковомолочности (P<0,05) r= 0,98 (P<0,05).

Высокая и достоверная положительная взаимосвязь установлена между удоем и молочным жиром и белком во всех исследуемых группах (P<0,05-0,001). Но у животных с генотипом DGAT1^{AK} в I группе взаимосвязь средняя с r= 0,49 (P<0,01), а у DGAT1^{KK} в III группе, хотя и высокая, но недостоверная.

Таким образом, с увеличением уровня белковомолочности повышается величина корреляции «удой – МДЖ» и «удой – МДБ». А у животных с генотипом DGAT1^{AK} при повышении уровня белковости молока происходит ослабления взаимосвязи «удой – молочный жир» и «удой – молочный белок».

2.2.8 Наследуемость показателей молочной продуктивности коров с разными генотипами генов CSN3 И DGAT1

Одним из факторов, влияющих на молочную продуктивность коров является наследственность.

Нами определены коэффициенты наследуемости по первой лактации между показателями молочной продуктивности матерей и дочерей с разными генотипами CSN3 И DGAT1.

Установлено, что высокой положительный коэффициент наследуемости отмечен по удою, массовой доли белка, молочному жиру и белку у опытных групп животных (табл. 31). Наибольший коэффициент наследуемости по большинству показателей молочной продуктивности характерен для коров с генотипом $CSN3^{BB}$, а по массовой доли жира для группы $CSN3^{AB}$ – 0,43.

Таблица 31 – Коэффициент наследуемости между показателями матери и дочери с разными генотипами гена CSN3

Показатель	Генотип по CSN3		
	AA	AB	BB
Удой за 305 дней лактации	0,47	0,50	0,68
Массовая доля жира	- 0,02	0,43	0,22
Молочный жир	0,45	0,49	0,69
Массовая доля белка	0,42	0,48	0,63
Молочный белок	0,44	0,50	0,58

У животных с генотипом $DGAT1^{AK}$ высокие коэффициенты наследуемости удоя (h^2 = 0,47), молочного жира (h^2 = 0,38), массовой доли белка (h^2 = 0,49), молочного белка ((h^2 = 0,42), но по жирномолочности имеют отрицательный и низкий коэффициент - h^2 = - 0,05 (табл. 32).

Выше коэффициент наследуемости массовой доли жира у коров с генотипом $DGAT1^{KK}$ и составляет 0,58, однако для данной группы присуща отрицательная наследуемость уровня молочной продуктивности.

Таким, образом, выявлен высокий коэффициент наследуемости показателей молочной продуктивности у коров, имеющих аллель В гена каппа-казеина и аллель А гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы. Следовательно, разведение с учетом генотипов маркерных генов

способствует укреплению наследственности молочной продуктивности животных.

Таблица 32 – Коэффициент наследуемости между показателями матери и дочери с разными генотипами гена DGAT1

Показатель	Генотип по DGAT1		
	АА	АК	КК
Удой за 305 дней лактации	0,32	0,47	- 0,48
Массовая доля жира	0,23	- 0,05	0,58
Молочный жир	0,31	0,38	- 0,24
Массовая доля белка	0,48	0,49	0,23
Молочный белок	0,33	0,42	- 0,41

2.2.9 Экономическая эффективность использования коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1

При расчете экономической эффективности использования коров с разными генотипами по генам CSN3 и DGAT1 была использована цена реализации 1 кг молока за 2016 год, при этом результаты молочной продуктивности коров-первотелок пересчитаны с учетом базисной общероссийской нормы массовой доли жира (3,4%) и белка (3,0%).

Из данных таблицы 33 видно, что наибольшая прибыль и рентабельность получена от первотелок, имеющих генотип $CSN3^{AB}$ и $CSN3^{BB}$, рентабельность по данным группам составила 14,5 и 20,4%, соответственно, тогда как рентабельность при использовании коров с генотипом $CSN3^{AA}$ составляет - 7,4%.

Наибольший уровень рентабельности при производстве молока получена от коров с генотипом $DGAT1^{AK}$ – 13,3% (табл. 34). На втором месте животные с генотипом $DGAT1^{KK}$ – 8,7%.

Таблица 33 – Экономическая эффективность разведения коров-первотелок с разными генотипами гена CSN3

Показатели	Генотипы CSN3		
	АА	АВ	ВВ
n	89	46	7
Получено молока базисной общероссийской нормы массовой доли жира и белка, кг	4938	5264	5536
Затраты на одну корову, руб.	96564	96564	96564
Цена реализации 1 кг молока, руб.	21	21	21
Выручка от реализации продукции, руб.	103698	110544	116256
Прибыль, руб.	7134	13980	19692
Уровень рентабельности, %	7,4	14,5	20,4

Таблица 34 – Экономическая эффективность разведения коров-первотелок с разными генотипами гена DGAT1

Показатели	Генотипы DGAT1		
	АА	АК	КК
n	50	85	7
Получено молока базисной общероссийской нормы массовой доли жира и белка, кг	4843	5209	5000
Затраты на одну корову, руб.	96564	96564	96564
Цена реализации 1 кг молока, руб.	21	21	21
Выручка от реализации продукции, руб.	101703	109389	105000
Прибыль, руб.	5139	12825	8436
Уровень рентабельности, %	5,3	13,3	8,7

Таким образом, расчет экономической эффективности разведения опытных животных показал, что наибольшей окупаемостью расходов на содержание первотелки производством молока обладают животные, имеющие в своем геноме аллель В каппа-казеина и аллель К диацилглицерол О-ацилтрансферазы.

3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время основной задачей в молочном скотоводстве страны является повышение продуктивности животноводства и получение высококачественного молока. Отбор молочного скота сосредоточен на выборе животных с лучшими продуктивными качествами.

Поэтому наиболее важной задачей является выявление лучших животных с учетом не только племенной ценности, но и наличия генетических маркеров продуктивности, которые влияют на количественные и качественные показатели молока.

С помощью молекулярно-генетических технологий возможно прямое генотипирование аллельных вариантов маркерных генов у быков-производителей и молодняка и, следовательно, широкое применение генетического полиморфизма гена каппа–казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы в практической селекции.

Многими исследованиями выявлено положительное влияния аллеля В гена каппа-казеина на уровень удоя коров [9, 10, 14, 25, 57, 72, 96, 173, 215, 229].

Но по данным некоторых исследователей у коров с генотипом АА каппа-казеина происходит увеличение молочной продуктивности более чем на 10% [4, 144, 153, 171]. По белковомолочности большинство исследователей едины во мнении, что происходит прибавка массовой доли белка [25, 55, 70, 74, 77, 100, 153].

В наших исследованиях получены похожие результаты, первотелки черно-пестрой породы с генотипом $CSN3^{BB}$ по показателям молочной продуктивности превосходили коров с генотипом $CSN3^{AA}$ и $CSN3^{AB}$, а по массовой доли сухого вещества и СОМО разность была достоверна ($P<0,05$-$0,001$).

По гену диацилглицерол О-ацилтрансферазы многие исследователи на основе полученных данных утверждают [58, 237, 261], что коровы,

содержащие в своем геноме аллель К DGAT1, имеют более высокую массовую долю жира в молоке по сравнению с гомозиготными животными по аллелю А.

Наши результаты согласуются с данными вышеназванных авторов. Первотелки с генотипом $DGAT1^{AK}$ характеризуются наибольшей молочной продуктивностью, лучшей биологической эффективностью и полноценностью молока. Также при сравнении продуктивности матерей и их дочерей, последние имеющие гомозиготный генотип КК достоверно превосходили своих матерей по массовой доли жира в молоке на 0,13 % ($P<0,05$).

При исследовании лактационных кривых коров с различными генотипами каппа-казеина и диацетилглицерол О-ацетилтрансферазы нами было выявлено, что у коров с генотипом $CSN3^{AB}$ и $CSN3^{BB}$ пик наивысшей продуктивности приходится на 3-й месяц лактации, при этом более равномерной и плавной лактацией характеризуются гомозиготные животные. Полученные нами результаты исследователей по лактационной деятельности коров с разными генотипами каппа-казеина согласуются с результатами других учёных, которые утверждают, что по характеру лактации выгодно отличаются животные, имеющие в своём генотипе В аллель каппа-казеина [7, 10, 124, 147, 179].

Р.Р. Шайдуллин (2006) [164] при изучении влияния уровня продуктивности спариваемых родителей на удой своих дочерей установил, что с увеличением уровня удоя женских предков происходит повышение молочной продуктивности у их потомков не зависимо от генотипа. Аналогичные результаты получены в наших исследованиях, так с увеличением уровня удоя матерей повышается молочная продуктивность у их дочерей.

При изучении зависимости молочной продуктивности коров от возраста первого отела многими исследованиями установлено, что с повышением возраста первого отела молочная продуктивность коров

увеличивается, при том, что удой за лактацию у животных, которые отелились в возрасте от 26 до 30 мес., больше в сравнении с первотелками, отелившиеся в возрасте менее 23 мес. [28, 53, 79, 162, 172].

Наши данные подтверждают вышеназванные вывода, что повышение возраста первого отела увеличивает уровень молочной продуктивности коров, особенно, имеющих аллель В гена каппа-казеина и аллель К гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы.

Как показывают результаты исследований, проведенные Р.Р. Шайдуллиным и Г.С. Шарафутдиновым (2006) [164] из фенотипических факторов достоверное влияние на удой коров разного происхождения оказала длительность сервис-периода η^2=11,7-26,7%, возраст первого отела η^2=4,5-11,7%. Нашими исследованиями подтверждается, что наиболее сильное и достоверное влияние на удой первотелок оказала продолжительность сервис-периода, доля влияния которого колебалась от η^2= 32,6% до 37,3%, но возраст первого отела не оказал существенного влияния на продуктивность с η^2 менее 7%.

У опытных групп животных имеется некоторое ухудшение воспроизводительных качеств в отношении коэффициента воспроизводительной способности и индекса Дохи, особенно у первотелок с генотипом $CSN3^{BB}$ и $DGAT1^{KK}$. Что не согласуются с мнением В.И. Беляева с соавторами (2012) [80], которые отмечают, что лучшей воспроизводительной способностью обладают коровы с генотипом $CSN3^{BB}$.

Также при изучении воспроизводительных качеств молочного скота с различными генотипами маркерных генов многочисленными учеными [10, 14, 179,] получены несколько противоречивые данные и констатируют, что для каждого отдельного поголовья воспроизводительная способность животных может быть различна и нет достаточного отрицательного влияния генотипа по локусам изучаемых генов на репродуктивную способность коров.

В литературе имеется довольно много сообщений о пределах варьирования коэффициента наследуемости показателей молочной продуктивности крупного рогатого скота, где массовая доля жира в молоке находится в пределах 0,17-0,78 [16, 87]. По данным О.Н. Целищевой (2016) [159] достаточно высокий коэффициент наследуемости отмечен по удою за лактацию (0,36-0,52), а по данным М. Текеева (2018) [143] по массовой доли жира (0,50-0,52).

Аналогичные данные получены в наших исследованиях, у коров с генотипом $CSN3^{AB}$ и $CSN3^{BB}$ высокий коэффициент наследуемости удоя (0,50-0,68), молочного жира (0,49-0,69), массовой доли белка (0,48-0,63), молочного белка (0,50-0,58), несколько меньше наследуемость по данным показателям у первотелок $DGAT1^{AA}$ и $DGAT1^{AK}$. Следовательно, можно отметить высокую долю фенотипической изменчивости, обусловленной генотипом по удою и белковомолочностью у у коров имеющие аллели В гена каппа-казеина и А гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы.

По мнению многих ученых высокая экономическая эффективность производства молока достигается при использовании коров имеющие аллель В каппа-казеина в генотипе [10, 140, 141, 144]. Это подтверждается и результатами наших исследований: прибыль и рентабельность от продажи молока была больше у первотелок с генотипом $CSN3^{AB}$ и $CSN3^{BB}$ и составило 13980-19692 рублей и 14,5-20,4%. Более рентабельным оказалось разведение коров с генотипом $DGAT1^{AK}$, у которых уровень рентабельности составил 13,3%, против 5,3-8,7% у остальных групп.

Таким образом, полученные данные характеризуют эффективность разведения животных, имеющие в своем геноме аллель В каппа-казеина и аллель К диацилглицерол О-ацилтрансферазы.

На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. При оценке уровня молочной продуктивности у первотелок с разными генотипами каппа-казеина выявлены лучшие показатели у коров с генотипом $CSN3^{BB}$: по массовой доли СОМО и сухого вещества они

превосходили сверстниц с генотипом $CSN3^{AA}$ на 0,26% и 0,29% (P<0,01), при этом отличались наибольшей биологической эффективностью – 119,1 и полноценностью молока – 85,5. Первотелки с генотипом $DGAT1^{AK}$ имели преимущество над животными с генотипом $DGAT1^{AA}$ по удою за 305 дней лактации на 276 кг (P<0,01), среднесуточному удою - на 0,9 кг (P<0,05), массовой доле сухого вещества - на 0,08%, СОМО - на 0,05%, БЭК и КБП был выше, чем у других опытных групп на 7,4-8,0% (P<0,05-0,01) и 5,3-6,3% (P<0,01).

2. Увеличение живой массы при первом плодотворном осеменении и возраста первого отела повышает удой, выход молочного жира и белка, индекс молочности у опытных животных, причем сильнее прибавка продуктивности проявляется у первотелок с генотипом $CSN3^{AB}$ и $DGAT1^{AK}$ (P<0,01-0,001).

3. Сила влияния удоя матерей (η^2 =24,9%; P<0,01), продолжительности сервис-периода (η^2 =37,3%; P<0,001) и живой массы (η^2=46,1%; P<0,001) на удой была наибольшей и достоверной у первотелок с генотипом $CSN3^{AB}$, ниже эти показатели у коров с генотипом $CSN3^{AA}$ - 24,0% (P<0,001), 32,6% (P<0,001) и 6,1%, соответственно.

Наиболее высокое и достоверное влияние на удой первотелок с генотипом $DGAT1^{AA}$ и $DGAT1^{AK}$ оказали длительность сервис-периода (η^2 =32,4-36,7%; P<0,001) и живая масса (η^2 =11,7-38,1%; P<0,01-0,001), а такой фактор, как живая масса при первом плодотворном осеменении имеет влияние только у гетерозиготных животных (8,4%; P<0,05).

4. С увеличением уровня удоя повышается продолжительность сервис- и межотельного периодов (P<0,01-0,001) и снижаются значения коэффициента воспроизводительной способности и индекса Дохи не зависимо от генотипа опытных первотелок, при более выраженном снижении воспроизводительной способности у животных, имеющих аллель В гена каппа-казеина и аллель К гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы.

Выявлена положительная и достоверная (P<0,05-0,001) корреляция между возрастом при первом плодотворном осеменении, живой массой при первом осеменении, возрастом первого отела, длительностью сервис- и межотельного периодов и удоем у коров, имеющих аллель В каппа-казеина и аллель К диацилглицерол О-ацилтрансферазы, при этом связь КВС и индекса Дохи с уровнем удоя отрицательная и высокая у первотелок с генотипом $CSN3^{BB}$ (r= - 0,80-0,91) и $DGAT1^{KK}$ (r= - 0,80-0,82).

5. Установлена незначительная закономерность корреляционной связи между признаками молочной продуктивности в зависимости от уровня продуктивности у первотелок с разным генотипом CSN3 и DGAT1. При низком (менее 4500 кг) и высоком (более 5001 кг) уровне удоя происходит усиление корреляции «удой – молочный жир» и «удой – молочный белок», но уменьшение корреляции «массовая доля жира – массовая доля белка». С увеличением уровня удоя происходит изменение взаимосвязи «удой-МДЖ» и «удой-МДБ» с отрицательной на положительную, при наибольшей величине коэффициента корреляции у животных с генотипом $CSN3^{AB}$ и $DGAT1^{AK}$. А при низком и высоком уровнях жирномолочности и низком уровне белковомолочности усиливается взаимосвязь «массовая доля жира – массовая доля белка».

6. Коэффициент наследуемости имел высокое значение у первотелок с генотипом $CSN3^{BB}$ по удою (h^2 = 0,68), молочному жиру (h^2 = 0,69), массовой доле белка (h^2 = 0,63), молочному белку (h^2 = 0,58), у $DGAT1^{AK}$ наследуемость по этим показателям колебалась от 0,38 до 0,49, что дает основание для отбора маточного поголовья, имеющих аллель В гена каппа-казеина и аллель А гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы, по этим признакам для совершенствования стада.

7. Экономически целесообразно использовать коров с генотипом $CSN3^{AB}$ и $CSN3^{BB}$, так как от этих групп получено больше прибыли от реализации молока на 6846-12558 руб. и рентабельность составила 14,5% и 20,4%. Рентабельность разведения первотелок с генотипом $DGAT1^{AK}$ была

13,3%, что выше на 8% и 4,6%, чем у коров с генотипом $DGAT1^{AA}$ и $DGAT1^{KK}$.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В целях повышения производства молока в сельскохозяйственных предприятиях по разведению крупного рогатого скота рекомендуем:

1. При формировании высокопродуктивного стада следует отдавать предпочтение животным с генотипом $CSN3^{AB}$ и $DGAT1^{AK}$, имеющим более высокую молочную продуктивность и оптимальные воспроизводительные качества.

2. Шире применять в селекционном процессе быков-производителей - носителей аллели В гена каппа-казеина и аллели К гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы для увеличения частоты их встречаемости в стадах черно-пестрого скота.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абылкасымов, Д.А Влияние генетических и паратипических факторов на молочную продуктивность коров – первотелок. / Д.А. Абылкасымов, Н.В. Ульянова // Материалы Междунар. Науч.-практич. конференции «Ресурсосберегающие приемы и способы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных». - Тверь, 2010.- С. 73-74.

2. Абылкасимов, Д.А. Селекционно–популяционная оценка продуктивного использования стада / Д.А. Абылкасимов, Н.П. Сударев, А.А. Вахонева// Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8 . – С. 56 – 58.

3. Абылкасымов, Д.А. Характеристика коров разных пород по показателям воспроизводительной способности / Д.А. Абылкасымов, Д.В. Бажанов, Н.В. Ульянова // Сборник научных трудов «Организация инновационной деятельности в региональном агропромышленном комплексе». - Тверская ГСХА , 2011. - С. 198 – 201.

4. Алипанах Массуд Хозяйственно-полезные признаки крупного рогатого скота с различными генотипами каппа-казеина и пролактина: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Алипанах Массуд. – Москва, 2006. – 19 с.

5. Анненкова, Н. Продолжительность хозяйственного использования коров в связи с некоторыми паратипическими факторами / Н. Анненкова, Л. Галкина, И. Баранова, Ю. Беляев // Молочное и мясное скотоводство. – 2009. – № 6.– С.12–13.

6. Арсеньев, Д.Д. Динамика физико-химических показателей сборного молока коров ярославской породы по месяцам года / Д.Д Арсеньев, Е.А. Дмитриевская // Вестник АПК Верхневолжья. – 2010 – № 2. – С.38.

7. Артемьев, А.М. Молочная продуктивность и технологические свойства молока коров черно-пестрой породы с различными генотипами каппа-казеина и сезонами отела: автореф. дисс. … канд. с.-х. наук: 06.02.04. / Артемьев Александр Михайлович. – Москва, 2007. – 21 с.

8. Артюхина, И.Н. Эффективность голштинизации черно – пестрого скота // И.Н. Артюхина, О.А. Гриненко // Зоотехния. – 2001. – №5. – С. 4 – 6.

9. Ахметов, Т.М. Молочная продуктивность и воспроизводительная способность голштинизированных коров в зависимости от генотипа каппа-казеина / Т.М. Ахметов, С.В. Тюлькин, Э.Ф. Валиуллина // Ветеринарный врач. - 2007. - № 4. - С. 58-61.

10. Ахметов, Т.М. Использование методов маркер-вспомогательной селекции в молочном скотоводстве Республике Татарстан: автореф. дис. … докт. биол. наук: 06.02.01 / Ахметов Тахир Мунавирович. – Казань, 2009. – 50 с.

11. Ахметов, Т.М. Полиморфизм гена бета-лактоглобулина в стадах крупного рогатого скота / Т.М. Ахметов, С.В. Тюлькин, О.Г. Зарипов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань: КГАВМ, 2015. – Т.51. - Вып.2. ч.2. – С. 36-41.

12. Бадагуева, Ю.Н. Исследование полиморфизма гена каппа-казеина у крупного рогатого скота и родственных видов / Ю.Н. Бадагуева, Г.Е. Сулимова, И.Г. Удина // Тезисный доклад II международной конференции «Молекулярно-генетические маркеры животных». – Киев, 1996. - С. 5-7.

13. Байдильдинова, Г.К. Исследование полиморфизма генов молочной продуктивности чёрно-пёстрой породы крупного рогатого скота Казахстана/ Г.К. Байдильдинова, С.С. Рахманов // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2014. - №1(40). – С. 310-313.

14. Баршинова, А.В Полиморфизм гена каппа-казеина у молодняка красно-пестрой породы в Центрально-Черноземной зоне РФ / А.В. Баршинова, Л.А Калашникова // Сб. науч. тр. «Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных». – Дубровицы, 2003. – С. 83-84.

15. Басовский, Н.З. Селекция скота по воспроизводительной способности / Н.З. Басовский, Б.П. Завертяев. - М.: Изд. «Россельхозиздат», 1975. – С. 57 – 59.

16. Бегучев, А.П. Генетические основы селекции животных / А.П. Бегучев, П.Г. Клабуков, Г.П. Легошин. – М.: Наука, 1969. – 350 с.

17. Бежанян, И.С. Продуктивное долголетие коров различных линий в стаде колхоза "Племзавод "Родина" Вологодской области / И.С. Бежанян, Г.В. Хабарова // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. –№ 1 (5). – С. 5–10.

18. Белкин, Б.Л. Иммунобиологические показатели сыворотки крови и молока коров при заболевании маститом / Б.Л. Белкин, В.М. Юрков, Т.В. Попкова, А.М. Гуськов // Доклады Российской академии с.-х. наук. – 2002. – № 1. – С. 38–40.

19. Белозерцева, С.Л. Морфологические свойства вымени голштинизированных коров черно-пестрой породы в Иркутской области / С.Л. Белозерцева, Л.Л. Петрухина, Д.С. Адушинов // Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых «Научные исследования и разработки к внедрению в АПК». – Иркутск, 2013. - Часть I. – С. 157-161.

20. Бойков, Ю.В. Совершенствование скота айрширской породы / Ю.В. Бойков, Е.Н. Изюмова, О.В. Прошина, Н.Ю. Чекменева // Зоотехния. – 2000. –№8. – С. 14 –16.

21. Болдырева, Е.М. Факторы, влияющие на качество молока / Е.М. Болдырева, В.А. Закопайло // Молоко, корма, менеджмент. – 2009. - №1. – С. 22 – 24.

22. Борисова, В.В. Наследуемость молочной продуктивности симментальского скота разной линейной принадлежности / В.В. Борисова, А.М. Белоусова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. - № 1. – С. 92–94.

23. Буткус, К.С. Сыропригодность молока при различном содержании в нем соматических клеток: автореф. дис. д-ра с.-х. наук 06.02.04 / К.С. Буткус // М. : ТСХА, 1986. – 32 с.

24. Валитов, Ф.Р. Качественный состав молока коров с разными генотипами по гену каппа-казеина / Ф.Р. Валитов, И.Ю. Долматова, И.Н.

Ганиева, И.Р. Кунафин / Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань: КГАВМ, 2014. - Т. 219. - С. 70-73.

25. Валиуллина, Э.Ф. Генотипирование черно-пестрого скота по локусам каппа-казеина, бета-лактоглобулина и BLAD-мутации методами ДНК-технологии: автореф, дис. … канд. биолог. наук: 06.02.07 / Валиуллина Эльвира Фанилевна. – Казань, 2012. – 24 с.

26. Вартапетян, А.Б. Полимеразная цепная реакция /А.Б. Вартапетян // Молекулярная биология. – 1991. - Т. 25. - Вып. 4. - С. 926-936.

27. Васильева, О.К. Влияние генетических и паратипических факторов на качественные признаки молочной продуктивности высокопродуктивных коров черно-пестрой породы: автореф. дисс. … канд. с.-х. наук: 06.02.01 / О.К. Васильева. – Санкт – Петербург, 2006. – 20 с.

28. Величко, И.И. Оценка влияния физиологических факторов на молочную продуктивность коров костромской породы / И.И. Величко, Н.С. Баранова // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. (электронный журнал). URL.www/science. - education.ru/106-7386. 4.

29. Вельматов, А.П. Эффективность разведения черно-пестрого скота в лесостепной зоне Среднего Поволжья / А.П. Вельматов, Т.В. Шишкина, А.А. Вельматов / Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 9. – С. 51 – 52.

30. Вильвер, Д.С. Влияние генотипических факторов на хозяйственно-полезные признаки коров первого отела / Д.С. Вильвер // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – №5. – С. 63–65.

31. Вильвер, Д.С. Молочная продуктивность коров черно-пестрой породы и взаимосвязь хозяйственно полезных признаков / Д.С. Вильвер // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1 (51). – С. 107 – 109.

32. Войтенко, Л.Г. Нетрадиционная терапия коров при мастите / Л.Г Войтенко, А.А. Дробышевская, В.В. Чекрышева, А.С. Картушина // Ветеринарная патология. –2013. –№ 1. –С.8–11.

33. Гайдукова, Е. Молочная продуктивность коров черно – пестрой породы в связи с характером их лактационной деятельности / Е. Гайдукова, А. Тютюнников // Молочное и мясное скотоводство. - 2012. - №6. - С. 13-15.

34. Галлямова, А.Р. Полиморфизм каппа-казеина в связи с продуктивностью крупного рогатого скота бестужевской и черно-пестрой пород: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Галлямова Альбина Рифовна. – Уфа, 2008. – 20 с.

35. Ганиев, А.С. Полиморфизм гена жирномолочности крупного рогатого скота / А.С. Ганиев, Р.Р. Шайдуллин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - 2015. - № 224. - С. 30-35.

36. Гладырь, Е.А. ДНК-диагностика вариантов генов каппа-казеина и бета-лактоглобулина у крупного рогатого скота: автореф. дисс. канд. Биол. наук: 06.02.01 / Е. А. Гладырь. – Дубровицы, 2001. – 19 с.

37. Гончаров, В.П. Профилактика и лечение маститов у животных. / В.П. Гончаров, В.А. Карпов, И.Л. Якумчук. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 208 с.

38. Горбатова, К.К. Химия и физика молока: учебник для вузов / К.К. Горбатова. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 288 с.

39. Горбатова, К.К. Химия и физика молока / К.К. Горбатова. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.

40. Горелик, О.В. Теоретические и практические аспекты повышения эффективности молочного скотоводства в зоне Южного Урала: автореф. дис. … док. с.-х. наук: 06.02.04 / О.В. Горелик. – Оренбург, 2002. – 46 с.

41. Горохов, Н.И. Проблемы сохранения продуктивного долголетия коров в условиях Якутии/ Н.И. Горохов, М.П. Неустроев, В.В. Романова,

Н.П. Тарабукина, С.С. Татаринова, А.В. Чугунов, М.И. Шепелева // Достижения науки и техники АПК. – 2012. –№ 5. – С. 72 – 73.

42. Грен, О.В. Эффективность использования комплексной кормовой добавки на качество молока коров красно-пестрой породы / О.В. Грен // Молодой ученый. – 2013. – №1. – С. 433 – 435.

43. Гриценко, С. Связь воспроизводительной способности с удоем коров / С. Гриценко // Молочно-мясное скотоводство. 2007.- № 3. - С. 20-22

44. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под редакцией С.А. Гудкова. - М.: ДеЛи принт, 2003. –800 с.

45. Гунькова, П.И. Механизм снижения секреции молока при мастите / П.И. Гунькова, К.К. Горбатова // Молочная промышленность. – 2009. – №4. – С. 78.

46. Данкверт, С.А. Производство и мировой рынок молока в начале XXI века / С.А. Данкверт, И.М. Дунин. - Лесные поляны: ВНИИ плем, 2002. – 71 с.

47. Дмитриев, Н.Г. Разведение сельскохозяйственных животных с основами частной зоотехнии и промышленного животноводства / Н.Г. Дмитриев, А.И. Жигачев, Е.Ф. Чемисова и др. – Л. : Агропромиздат, 1989. – С. 118–119.

48. Дмитриева, В.И. Продуктивное долголетие коров и влияние на него ряда факторов / В.И. Дмитриева, Д.Н. Кольцов, М.Е. Гонтов, В.К. Чернушенко // Зоотехния. – 2009. – № 7. – С. 18 – 20.

49. Дунин, И.М. Основные направления селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве России / И.М. Дунин // Сб. докл. сиб. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2006. - С. 3-8.

50. Дунин, И.М. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве и хозяйствах Российской Федерации (2010 г.) / И.М. Дунин, В.В. Шапочкин, Х.А. Амерханов и др. – Лесные Поляны: ВНИИплем, 2011. – С. 281–282.

51. Емельянов, А.С. Лактационная деятельность коров и управление ею / А.С. Емельянов. – Вологда, 1953. – 97 с.

52. Жебровский, Л.С. Селекционно-генетические основы белкового состава молока коров / Л.С. Жебровский. - М.: Колос, 1977. - 248 с.

53. Жукова, С.Н. Влияние возраста первого отела на продуктивные и репродуктивные качества коров разного генотипа: автореф. дисс. … канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Светлана Николаевна Жукова. – Нальчик, 2006. – 23 с.

54. Закопайло, В.А. Взаимосвязь между генеалогической принадлежностью коров и содержанием соматических клеток в их молоке / В.А. Закопайло // Материалы II международной научно – практической конференции аграрного факультета РУДН «Инновационные процессы в АПК». – М., 2010. – С. 285 – 286.

55. Зарипов, О.Г. Генотипирование крупного рогатого скота по генам бета-лактоглобулина и каппа-казеина методами ДНК-технологии: автореф. дис. … канд. биол. наук: 06.02.07 / Зарипов Олег Гаязович. – Казань, 2010. – 24 с.

56. Зеленков, П.И. Скотоводство / П.И. Зеленков, А.И. Барабанщиков, А.П. Зеленков. - Ростов на Дону, 2005. – 572 с.

57. Зиннатова, Ф.Ф. Генотипирование первотёлок по локусу гена жирномолочности (DGAT) и их молочная продуктивность / Ф.Ф. Зиннатова, Ш.К. Шакиров, А.М. Алимов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э.Баумана. – Казань: КГАВМ, 2010. – Т. 200. – С. 45-50.

58. Зиннатова, Ф.Ф. Влияние породы и генотипа по генам CSN3, DGAT1, PRL, LGB на молочную продуктивность крупного рогатого скота [Текст] / Ф.Ф. Зиннатова, Ш.К. Шакиров, Ю.Р. Юльметьева // Вестник РАСХН. – 2012. - № 6. – С. 65 – 67.

59. Зиннатова, Ф.Ф. Тестирование племенного крупного рогатого скота по ДНК-маркерам молочной продуктивности: дис. … канд. биол. наук: 06.02.07, 03.01.04 / Зиннатова Фарида Фатиховна. – Казань, 2013. – 170 с.

60. Зиннатова, Ф.Ф. Роль генов липидного обмена (DGAT1, TG5) в улучшении хозяйственно-полезных признаков крупного рогатого скота / Ф.Ф. Зиннатова, Ф.Ф. Зиннатов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – Казань: КГАВМ, 2014. – Т. 219. – С. 164-168.

61. Зиннатова, Ф.Ф. Генетически обусловленная устойчивость коров к маститам / Ф.Ф. Зиннатова, Л.В. Шамсиева, Г.Р. Юсупова, Ю.Р. Юльметьева, Ш.К. Шакиров // Ветеринарный врач. - 2016. - № 5. - С. 39-43.

62. Зиновьева, Н.А. Применение полимеразной цепной реакции для тестирования животных на трансгенность / Н.А. Зиновьева // Вопросы интенсификации животноводства. – Дубровицы: ВИЖ, 2001. - Вып. 110. - С. 19-21.

63. Зиновьева, Н.А. Роль ДНК-маркеров признаков продуктивности сельскохозяйственных животных / Н.А. Зиновьева, О.В. Костюнина, Е.А. Гладырь, А.Д. Банникова, В.Р. Харзинова, П.В. Ларионова, К.М. Шавырина, Л.К. Эрнст // Зоотехния. – 2010. – № 1. – С. 8-10.

64. Иванова, Н.И. Особенности воспроизводства крупного рогатого скота холмогорской породы при круглогодовом стойлово-выгульном содержании / Н.И. Иванова, Р.Р. Гайсин, А.В. Фетисова, Б.В. Сбытов, В.Н. Кутровский, О.А. Корчагина // Зоотехния. – 2013. – № 3. – С. 27 – 29.

65. Изилов, Ю.С. Практикум по скотоводству. - М. : Колос, 1979. – 176 с.

66. Иоганссон, И. Генетика и разведение домашних животных / И. Иоганссон, Я. Рендель, О. Граверт. - М.: Изд. «Колос», 1970. – 352 с.

67. Ионова, Л.В. Влияния интенсивности роста телок на воспроизводительную способность и молочную продуктивность коров: дисс. … канд. биол. наук: 06.02.07 / Ионова Любовь Васильевна. – Сахарово, 2015. – 126 с.

68. Кагермазов, Ц.Б. Состояние и пути развития скотоводства в зоне Северного Кавказа: автореф. дис. … докт. с.-х. наук: 06.02.01 / Кагермазов Царай Бесланович. – Лесные Поляны, 2000. – 42 с.

69. Калашников, А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / А.П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеглов [и др.]. – М., 2003. – 456 с.

70. Калашникова, Л.А. ДНК-технологии оценки сельскохозяйственных животных / Л.А. Калашникова, И.М. Дунин, В.И. Глазко, Н.В. Рыжова, Е.П. Голубина. – Лесные Поляны: ВНИИплем, 1999. – 148 с.

71. Калашникова, Л.А. Селекция XXI века: Использование ДНК-технологий / Л.А. Калашникова, И.М. Дунин, В.И. Глазко. – М.: ВНИИплем. – 2001. – 34 с.

72. Калашникова, Л.А. Влияние генотипа каппа-казеина на молочную продуктивность и технологические свойства молока коров холмогорской породы / Л.А. Калашникова, В.Г. Труфанов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2006.- №4.-С.43-44.

73. Калашникова, Л.А. Использование ДНК-диагностики для улучшения качества молока коров черно-пестрой породы / Л.А. Калашникова, А.Ш. Тинаев, Е.А. Денисенко, Н.Е. Калашникова, И.Ю. Павлова / Методические рекомендации. – М., 2008. – 24 с.

74. Калашникова, Л.А. Влияние полиморфизма генов молочных белков и гормонов на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы / Л.А. Калашникова, Я.А. Хабибрахманова, А.Ш. Тинаев // Доклады РАСХН. – 2009. - №3. – С. 49-52.

75. Калашникова, Л.А. Использование ДНК-анализа для тестирования крупного рогатого скота по генам молочных белков и гормонов / Л.А. Калашникова, С.В. Тюлькин, Э.Ф. Валиуллина, Т.М. Ахметов, Г.Ф. Кабиров, А.В. Муратова, Р.Р. Вафин, А.А. Нуруллин / Методические указания. - Москва, 2013. – 22 с.

76. Калашникова, Л.А. Исследование полиморфизма генов молочных белков у крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы самарского типа / Л.А. Калашникова, В.А. Грашин, А.А. Грашин // Проблемы биологии продуктивных животных. - 2015. - № 4. - С. 18-28.

77. Капельницкая, Е. Молочная продуктивность и технологические свойства молока коров с различными генотипами каппа-казеина / Е. Капельницкая, А. Шилова // Главный зоотехник. – 2015. – № 4. – С. 34-39.

78. Карнаухов, Ю.А. Влияние генотипа коров на молочную продуктивность/ Ю.А. Карнаухов // Зоотехния. – 2011. – № 11. – С. 32–33.

79. Кахикало, В.Г. Влияние возраста первого отела коров черно-пестрой породы на показатели молочной продуктивности / В.Г. Кахикало, О.В. Назарченко, Л.А. Шабунин, Н.А. Шабунина // Главный зоотехник. – 2015. - № 5-6. – С. 11-15

80. Кибкало, Л. Первый отел и долголетие / Л. Кибкало, Н. Анненкова, Ю. Беляев // Животноводство России. – 2007. – № 9. – С. 45.

81. Климова, Е.Н. Состав и технологические свойства молока коров черно-пестрой породы в Московской области: автореф. дис. … канд. с.-х. наук / Е.Н. Климова. - Дубровицы, 2000. – 22 с.

82. Кононов, В.П. Биотехника репродукции в молочном скотоводстве: монография / В.П. Кононов, В.Я. Черных. - М., 2009. – 365 с.

83. Коренник, И. Соматические клетки в молоке / И. Коренник // Ветеринария Кубани. – 2010. – №5. – С. 29 – 30.

84. Коровин, А.В. Влияние сезона года на естественную резистентность коров молочных пород / А.В. Коровин, А.С. Карамаева, А.М. Белоусов// Известия Оренбургского Государственного Аграрного Университета.– 2013. – №1(39). – С. 99 – 102.

85. Костомахин, Н.М. Скотоводство / Н.М. Костомахин. – СПб.: Лань, 2007. – 431 с.

86. Крамаренко, М.Н. Организация воспроизводства стада и племенной работы в условиях промышленной технологии производства молока. – М. Колос, 1974. – 209 с.

87. Красота, Е.Ф. Разведение сельскохозяйственных животных / Е.Ф. Красота, В.Г. Любанов, Т.Г. Джапаридзе. – М.: Колос, 1983. – 413 с.

88. Кузнецов, А. Содержание жира и белка в молоке /А. Кузнецов, С. Кузнецов // Комбикорма. – № 7. – 2010. – С. 61 – 64.

89. Кузнецов, А.В. Особенности представления сведений о молочной продуктивности коров в системе СЕЛЭКС и их интерпретация/ А.В. Кузнецов, С.В. Щепкин // Научный журнал КубГАУ. – № (06) 90. – 2013 – С. 21.

90. Кульбин, А. Промеры и функциональные свойства вымени коров нового типа черно-пестрой эстонской породы / А.Кульбин. - Талин, 1985. – С.49 – 52.

91. Курак, А. Коварные соматические клетки. Как держать их «в узде»? / А. Курак // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – №1 (129). – С.73–76.

92. Лазаренко, В.Н. Состояние и пути совершенствования молочного скотоводства в зоне Южного Урала: дис. … док. с.-х. наук в форме научного доклада. – М., 1990. – 60 с.

93. Левина, Г.Н. Оптимизация методов селекции молочного скота в условиях Центра России / Г. Н. Левина // Дис. д-ра с.-х. наук 06.02.01. – ВНИИЖ. Дубровицы. – 2005. – 280 с.

94. Логинов, Ж.Г. Использование различных методов подбора при скрещивании симментальских коров с черно-пестрыми и голштино-фризскими быками / Ж.Г. Логинов, А.М. Марченко // Сб. научн. тр. «Инбридинг и гетерозис в животноводстве». – Л., 1984. – С. 63.

95. Лоретц, О.Г. Влияние гена каппа – казеина на технологические свойства молока /О. Г. Лоретц, Е. В. Матушкина // Аграрный вестник Урала. – 2014. - № 3 (121). – С. 23-26.

96. Львина, О.А. Молочная продуктивность коров симментальской породы с различными генотипами по генам каппа-казеина, альфа-лактальбумина, бета-казеина и гормона роста / О.А. Львина, Е.А. Коновалова, В.И. Сельцов // Материалы международной школы-конференции. – Дубровицы, 2005. - С.- 117-120.

97. Любимов, А.И. Результаты использования родственного подбора в селекции молочного скота в племенных заводов Удмуртской Республики и Свердловской области / А.И. Любимов, В.М. Юдин, К.П. Никитин // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2015. - № 4. – С. 22-29.

98. Лягин, Ф. Морфофункциональные свойства вымени коров разной кровности / Ф. Лягин, Г. Бадин, Н. Ряузова // Молочное и мясное скотоводство. – 2005. – № 1. – С.18 – 20.

99. Маньковский, А.Я. Особенности селекционных признаков вымени при скрещивании черно-пестрого скота с голландскими и голштино-фризами / А.Я. Маньковский // Научн. тр. УСХА. – 1980. – Вып. 250. – С.157– 158.

100. Марзанов, Н.С. Генетические особенности гибридов зебу х крупный рогатый скот по полиморфным системам белков крови и молока / Н.С. Марзанов, К.С. Родригез, Б.С. Иолчиев, М.Х. Тохов, Ю.Н. Саморуков, Н.М. Скок, Л.К. Марзанова, Х.А. Амерханов // Доклады РАСХН. – 2010. – № 4. – С. 38–43.

101. Марзанов, Н.С. Характеристика пород крупного рогатого скота, разводимых в предгорной зоне Северного Кавказа, по различным типам генетических маркеров / Н.С. Марзанов, М.Х. Тохов, З.Л. Дохова [и др.] // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2014. – № 2. – С. 79-94.

102. Мартынова, Е.Н. Влияние сезона года на молочную продуктивность и содержание соматических клеток в молоке коров черно-пестрой породы / Е.Н. Мартынова, И.Ф. Абашева, Е.В. Ачкасова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 2 (35). –С.10–11.

103. Мартынова, Е.Н. Влияние сезона года на молочную продуктивность, химический состав и технологические свойства молока коров черно-пестрой породы / Е.Н. Мартынова, Е.В. Ачкасова, И.Ф. Дултаева // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – Казань: КГАВМ, 2014. – № 3. – С. 215–219.

104. Мартынова, Е.Н. Влияние сезона отела на технологические свойства молока коров-первотелок черно-пестрой породы / Е.Н Мартынова, В.А Бычкова, Е.В. Ачкасова // Зоотехния. – 2011. – №2. –С.20–22.

105. Меркурьева Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1970. – 424 с.

106. Меркурьева, Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве / Е.К. Меркурьева. - М.: Колос, 1977. - 231 с.

107. Методические рекомендации по контролю числа соматических клеток в молоке при селекции на устойчивость к маститу и качеству молока / ВНИИ разведения и генетики с.-х. животных. – Ленинград, 1990. – №32. – С.25–26.

108. Мищенко, В.А. Проблема сохранности высокопродуктивных коров / В.А. Мищенко, Н.А. Ярёменко, Д.К. Павлов, А.В. Мищенко // Ветеринарная патология. – 2005. – № 3. – С.95 – 99.

109. Мороз, М.Т. Кормление крупного рогатого скота / М.Т. Мороз. - СПб, 2010. – 184 с.

110. Морозова, Н.И. Молочная продуктивность и качество молока голштинских коров при круглогодовом стойловом содержании / Н.И. Морозова, П.А. Костычева, С.Р. Подоль, М.А. Улькина // Зоотехния. – 2012. – № 2. – С. 18 – 19.

111. Некрасов, Д. Особенности наследственного влияния матерей на племенную ценность быков по пожизненному удою / Д. Некрасов, О. Горева, А. Колганов, О. Зеленовский, Э. Зубенко // Молочное и мясное скотоводство. – 2010. – № 8. – С. 6 – 9.

112. Овчинникова, Л.Ю. Влияние сервис-периода на продуктивность и воспроизводительные функции коров / Л.Ю. Овчинникова // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 4. – С. 19–20.

113. Овчинникова, Л.Ю. Влияние отдельных факторов на продуктивное долголетие коров / Л.Ю. Овчинникова // Зоотехния. – 2007. – № 6 – С. 18 – 21.

114. Овчинникова, Л.Ю. Влияние линейной принадлежности коров на их продуктивное долголетие / Л.Ю. Овчинникова // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 1. – С. 7 – 8.

115. Ожерельева, А. Всегда убыточна для хозяйства выбраковка коров / А. Ожерельева // АгроТехника. – 2008. – № 5 /(Электронный журнал) www.agro-technika.ru/news/581 (дата обращения 20.09.2015).

116. Перепелюк, А. Лечение мастита может приносить прибыль. Лечим мастит без антибиотиков/ А. Перепелюк, Ю. Сопова. // АПК Эксперт. – 2012. – №4. – С.42 – 44.

117. Петров, Е.Б. Основные технологические параметры современной технологии производства молока на животноводческих комплексах / Е.Б. Петров. - М.: Росинформагротех, 2007. – 176 с.

118. Пешко, В.В. Эффективность селекции черно-пестрого скота по белковомолочности / Пешко В.В., Танана Л.А., Епишко Т.И. // Материалы 9-междунар. науч. конфнеренции судентов и магистрантов. - Горки: БелГСХА, 2008. - С. 170-171.

119. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехника / Н.А. Плохинский. – М.: Колос, 1969. – 25 с.

120. Попов, Н.А. Аллелофонд пород крупного рогатого скота по ЕАВ-локусу / Н.А. Попов, Г.В. Ескин // Справочный каталог. – Москва, 2000. – 300 с.

121. Правила оценки молочной продуктивности коров молочных и молочно- мясных пород (СНПплем Р 23-97): сб. правовых и нормативных

актов к федеральному закону «О племенном животноводстве» / И.М. Дунин [и др.]. - М.: ВНИИплем, 2000. - Вып. 1. - 285 с.

122. Прохоренко, П. Влияние различных факторов на продуктивное долголетие коров/ П. Прохоренко, С. Тяпугин // Молочное и мясное скотоводство. – 2005. –№ 7. – С. 13–16.

123. Прудов, А. И. Голштино-фризский скот и его использование / А. И. Прудов // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1979. – № 12. – С. 100–107.

124. Рачкова, Е.Н. Ассоциации генов, связанных с молочной продуктивностью и резистентностью к маститу крупного рогатого скота: автореф. дис. … канд. биол. наук: 06.02.01 / Рачкова Екатерина Николаевна. – Казань, 2017. – 20 с.

125. Савельев, А.А. Факторы, влияющие на качество и безопасность сыров / А.А. Савельев М.Ю. Сорокин, Л.К. Шнейдер, А.Т. Крышин, С.А. Савельев, В.П. Дмитриева // Сыроделие и маслоделие. – 2003. – № 1. – С.11.

126. Сакса, Е.А. Высокопродуктивный молочный тип – ленинградский / Е.А.Сакса // Главный зоотехник. - 2004. - №5. - С.6-7.

127. Сарапкин, В.Г. Особенности экстерьера черно – пестрых коров средневолжского типа /В.Г. Сарапкин, Т.А. Бялькина // Зоотехния. – 2005. - №10. – С. 5.

128. Сафиуллин, Н.А. Эффективность доения - как путь повышения продуктивного использования коров / Н.А. Сафиуллин, Г.С. Шарафутдинов, Р.Р. Шайдуллин // Труды международной научно-практической конференции «Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы». – Казань, 2015. - С. 195-199.

129. 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. - Т. 5. - № 1 (15). - С. 130-132.

130. Сивкин, Н.В. Методика оценки упитанности коров молочно-мясных пород/ Н.В. Сивкин, А.Н. Лавелин, Н.И. Стрекозов, С.Ф. Погодаев, В.Н. Виноградов, В.И. Сельцов. – Дубровицы: ВИЖ, 2006. – 16 С.

131. Сивкин, Н.В. Состав молока в оценке полноценности кормления новотельных черно – пестрых коров / Н.В. Сивкин, А.П. Карпов, Е.А. Гладырь, И.В. Гусев // Достижения науки и техники АПК. – №3. – 2013. – С. 20 – 22.

132. Соломенко, Л.К. Биометрия: Пособие к практикуму для студентов-заочников зоотехнического факультета / Л.К. Соломенко. – М.: ВСХИЗО.– 1971. – 63 с.

133. Стрекозов, Н.И. Интенсификация молочного скотоводства России / Н.И. Стрекозов, В.К. Чернушенко, В.И. Цысь. - Смоленск, 1997. - С. 50-53.

134. Стрекозов, Н.И. Молоко и говядина: новые технологии необходимы / Н.И. Стрекозов, Г.П. Легошин // Животноводство России. – 2002. – №9. – С.6 – 8.

135. Стрекозов, Н.И. Прогрессивные технологии в скотоводстве /Н.И. Стрекозов, С.Ф. Погодаев, В.А. Иванов, А.М. Чомаев // Зоотехния. – 2002. – №2. – С. 2 – 8.

136. Стрекозов, Н.И. Связь интенсивности роста с молочной продуктивностью голштинской и айрширской пород / Н.И. Стрекозов, Н.В. Сивкин, Д.С. Рябов// Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №8. – С. – 35 – 38.

137. Сулимова, Г.Е. Генотипирование локуса каппа-казеина у крупного рогатого скота с помощью полимеразной цепной реакции / Г.Е. Сулимова, Г.О. Шайхаев, Э.М. Берберов // Генетика. - 1991. - №12. - С. 2053-2062.

138. Сулимова, Г.Е. Анализ полиморфизма ДНК кластерных генов у крупного рогатого скота: гены казеинов и гены главного комплекса

гистосовместимости (BOLA) / Г.Е Сулимова, С.С. Соколова, О.П. Семикозова [и др.] // Цитология и генетика. - 1992. - Т. 26. 5. - С. 18-26.

139. Сычева, О.В. Научно-практическое обоснование основных факторов, формирующих качество молока – сырья в современном производстве: автореф. дис. … доктора с.-х. наук / О.В. Сычева. – Ставрополь, 2008. – 47 с.

140. Тамарова, Р.В. Эффективность повышения белковомолочности коров разных генотипов с использованием метода маркерной селекции / Р.В. Тамарова, Н.Г. Ярлыков, Ю.А. Корчагина // Вестник АПК Верхневолжья. – 2014. – № 2 (26). – С. 56-62.

141. Танана, Л.А. Использование ДНК-тестирования по гену CSN3 в селекции молочного крупного рогатого скота: монография / Л.А. Танана [и др.] – Гродно: ГГАУ, 2014. – 193 с.

142. Тарчокова, Т.М. Продуктивное долголетие коров в зависимости от уровня продуктивности за первую лактацию / Т.М. Тарчокова, В.М. Гукежев// Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2009. – № 3. – С. 139 – 140.

143. Текеев, М. Совершенствование молочных пород Северного Кавказа с использованием генофонда гоштинского скота: дис. … докт. с.-х. наук: 06.02.10 / Текеев Магомет-Али Эльмурзаевич. – Черкесск, 2015. – 32 с.

144. Тельнов, Н.О. Генотипирование красно-пестрого скота по генам каппа-казеина и бета-лактоглобулина методами ДНК –анализа: автореф. дисс. … канд. с.-х. наук: 06.02.07 / Тельнов Никита Олегович. – Саранск, 2017. – 21 с.

145. Тюлькин, С.В. Разработка способа проведения аллель-специфичной ПЦР для генотипирования крупного рогатого скота по аллелям А и В гена каппа-казеина / С.В. Тюлькин, А.В. Муратова, И.И. Хатыпов, Т.М. Ахметов, Р.Х. Равилов, Р.Р. Вафин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – Казань: КГАВМ, 2015. - № 222 (2). - С. 221-224.

146. Тюлькин, С.В. Разработка способа проведения ПЦР-ПДРФ на примере DGAT1-гена крупного рогатого скота / С.В. Тюлькин, Р.Р. Вафин, А.В. Муратова, И.И. Хатыпов, Л.Р. Загидуллин, Е.Н. Рачкова, Т.М. Ахметов, Р.Х. Равилов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2 (17) – С. 3773-3775.

147. Тюлькин, С.В. Полиморфизм гена каппа-казеина в стадах крупного рогатого скота Республики Татарстан / С.В. Тюлькин, Т.М. Ахметов, Л.Р. Загидуллин, Е.Н. Рачкова, С.Ф. Шайдуллин, Х.Х. Гильманов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - Казань: КГАВМ, 2016. - Т. 225. № 1. - С. 148-151.

148. Тюлькин, С.В. Типы лактационных кривых и коэффициент постоянства лактации у коров с разными генотипами каппа-казеина / С.В. Тюлькин, Л.Р. Загидуллин, Е.Н. Рачкова, Т.М. Ахметов, Г.Ф. Кабиров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань: КГАВМ, 2016. – Т. 226. – С. 213-217.

149. Тюлькин, С.В. Сравнительный анализ термоустойчивости молока у коров с разными генотипами генов каппа-казеина и бета-лактоглобулина / С.В. Тюлькин, Л.Р. Загидуллин, Э.Ф. Валиуллина, Е.Н. Рачкова, Т.М. Ахметов, Р.Р. Вафин // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященная памяти В.М. Горбатова. - 2017. - № 1. - С. 332-334.

150. Уткина, О.С. Влияние сезона года на качество молока, а также на выход и качество обезжиренного творога / О.С. Уткина, А.А. Усманова // Материалы Международной науч.-практ. конференции «Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы», посвященной 70-летию ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск: ИГСХА, 2013. – Т. 1. – 194 с.

151. Фаизов, Т.Х. Биотехнология создания благополучного и высокопродуктивного стада с использованием ДНК-маркеров / Т.Х. Фаизов, Г.С. Шарафутдинов, Ф.С. Сибагатуллин // Материалы Всероссийской

научно-практической конференции «Инновационное развитие агропромышленного комплекса». – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2011. – Т. 78. – Ч. 2. – С. 134-137.

152. Фаизов, Т.Х. Воспроизводительная способность коров с разными генотипами молочных генов / Т.Х. Фаизов, А.С. Ганиев, Р.Р. Шайдуллин, Ф.С. Сибагатуллин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2015. - Т. 10. № 2. - С. 101-104.

153. Хабибрахманова, Я.А. Полиморфизм генов молочных белков и гормонов крупного рогатого скота: автореф. дисс. … канд. биол. наук: 06.02.01 / Хабибрахманова Язиля Аминовна. – Лесные Поляны, 2009. – 19 с.

154. Хаертдинов, Р.А. Содержание белков в молоке коров бестужевской породы с различными генотипами по альфа-S1, бета-, каппа-казеинам и бета-лактоглобулину / Р.А. Хаертдинов // Сельскохозяйственная биология. - 1988. - №5. - С. 71-75.

155. Хазиахметов, Ф.С. Основы современного производства молока: практическое руководство/ Ф.С. Хазиахметов. - Уфа: Издательство Башкирского ГАУ, 2014. - 70 с.

156. Ханифатуллин, А.С. Повышение продуктивного долголетия черно-пестро х голштинских коров разной кровности в условиях Республики Татарстан: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Ханифатуллин Азат Сафинович. – Ульяновск, 2005. – 24 с.

157. Харзинова, В.Р. Изучение полиморфизма гена DGAT1 у коров черно-пестрой породы и его связи с признаками молочной продуктивности / В.Р. Харзинова, Н.А. Зиновьева // Сборник материалов научной конференции «Достижения в генетике, селекции и воспроизводстве сельскохозяйственных животных». – М., 2010. - С. 19-22.

158. Хмельничий, Л.Н. Оценка экстерьера животных в системе селекции молочного скота. Монография / Л.Н. Хмельничий //Сумы: ВВП «Мечта-1» ООО. – 2008. – 260 с.

159. Целищева, О.Н.Факторы повышения молочной продуктивности и качества молока коров черно-пестрой породы: автореф. дисс. … канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Целищева Ольга Николаевна. – Саранск, 2016. – 21 с.

160. Чомаев, А. После отела корова будет здорова / А. Чомаев, Ю.Клинский, В. Артюх // БауВет Информ. – 2007. – № 3. – С. 14 – 15.

161. Чомаев, Л.М. Проблемы снижения плодовитости в молочном скотоводстве / Л.М. Чомаев // Молочное скотоводство России. – М. – 2006. – 286 с.

162. 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.

163. 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.

164. Шайдуллин, Р.Р. Доля влияния различных факторов на удой 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.

165. Шайдуллин, Р.Р. Степень влияния родителей на продуктивность коров дочерей / Р.Р. Шайдуллин, Г.С. Шарафутдинов, Ф.С. Сибагатуллин // Современные научные исследования. – 2013. – № 3. – С. 1 – 5.

166. Шайдуллин, Р.Р. Оценка полиморфизма гена каппа-казеина у животных черно-пестрой породы / Р.Р. Шайдуллин, А.С. Ганиев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2015. - № 3 (31). - С. 104-109.

167. 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. - 2017. - № 1 (37). - С. 156-159.

168. Шайдуллин, Р.Р. Селекционно-генетические аспекты совершенствования молочного скота в Республике Татарстан: автореф. дисс. … докт. с.-х. наук: 06.02.07 / Шайдуллин Радик Рафаилович. – Усть-Кинельский, 2017. – 35 с.

169. Шайдуллин, Р.Р. Воспроизводительные качества коров разных генотипов / Р.Р. Шайдуллин, Ю.Р. Юльметьева, Г.С. Шарафутдинов // Сборник научных трудов «Землеустройство – основа рационального использования земельных ресурсов». – Казань: Изд-во ООО «Компания Астория», 2017. – С. 95-99.

170. Шакиров, Ш.К. Влияние породы и генотипа по генам CSN3, DGAT, PRL, LGB на молочную продуктивность крупного рогатого скота / Ш.К. Шакиров, Ю.Р. Юльметьева, Ф.Ф. Зиннатова // Вестник РАСХН. – 2012. – № 5. – С. 65–67.

171. Шакиров, Ш.К. Нутригеномная зависимость продуктивности и качества молока коров / Ш.К. Шакиров, Е.О. Крупин // Молочное и мясное скотоводство. – № 3. – 2015. – С. 2-4.

172. 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.

173. Шейко, И.П. Связь полиморфизма гена каппа-казеина с молочной продуктивностью коров различных пород / И.П. Шейко, Л.А. Танана, Т.И. Епишко, Д.Е. Мостовой, В.В. Пешко, М.В. Пестис // Доклады национальной академии Беларуси. – 2009. Т. 53. - №5. – С. 113-118.

174. Шмаков, Ю.И. Методические рекомендации по определению экономической эффективности от внедрения результатов научно-исследовательских работ в животноводстве / Б.И. Шмаков, А.В. Черекаев. – М., 1984.

175. Юдин, В.М. Селекция черно-пестрой породы крупного рогатого скота с использованием различных методов племенного подбора / В.М. Юдин, А.И. Любимов, К.П. Никитин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. - № 1. – С. 37-40.

176. Юльметьева, Ю.Р. Воспроизводительные качества холмогор х голштинского скота разных линий и факторы, их обусловливающие: автореф. дис.канд. биол. наук: 06.02.07 / Юльметьева Юлиана Рустэмовна. - Казань, 2011. - 19 с.

177. Юльметьева, Ю.Р. Генотипирование ремонтного молодняка крупного рогатого скота для определения племенной ценности/ Ю.Р. Юльметьева, Ф.Ф. Зиннатова, Ш.К. Шакиров [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – Казань: КГАВМ, 2015. - №223. – С. 243-248.

178. Юльметьева, Ю.Р., Характеристика воспроизводительной функции коров голштинской породы в зависимости от их генетического потенциала / Ю.Р. Юльметьева, Ф.Ф. Зиннатова, Е.Н. Рачкова, Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров // Достижения науки и техники АПК. - 2017. - № 9. - С. 48-51.

179. Юхманова, Н.А. Молочная продуктивность и технологические свойства молока коров красно-пестрой породы с различными генотипами каппа-казеина: автореф. дисс. … канд. биол. наук: 06.02.01 / Юхманова Наталья Александровна. – Лесные поляны, 2004. – 18 с.

180. Alemayehu, K. Review on the role of molecular genetics in animal performance improvement / K. Alemayehu, A. Getu // Global Journal of Animal Breeding and Genetics. – 2015. – V. 3(7). – P. 188-196.

181. Alexander, L.J. Isolation and characterization of the bovine k-kazeine gene / L.J. Alexander, A.F. Stewart, A.G. Mackinlay, T.V. Kapelynskaya, T.M. Tkach, S.I. Gorodetsky // European Journal of biochemistry. - 1988. - V.178. - P. 395-401.

182. Antonia, B. Samoré Genetic parameters for functional longevity, type traits, somatic cell scores, milk flow and production in the Italian Brown Swiss /Antonia B. Samoré, Rita Rizzi, Attilio Rossoni,Alessandro Bagnato //Italian Journal of Animal Science. – 2010. – V.9 (28). – P. 145-152.

183. Aschaffenburg, R. Occurrence of different beta-lactoglobulins in cow's milk / R. Aschaffenburg, J. Drewry // Nature. - 1955. – V.176 – P.218-219.

184. Beata, S. Relations between kappa-casein polymorphism (CSN3) and milk performance traits in heifer cows / S. Beata, N. Wojciech, W. Ewa. // J. Cent. Eur. Agric. – 2008. – V. 9. – P. 641 – 644.

185. Biswajit, R. Evaluation of Milk Urea Concentration as Useful Indicator for Dairy Herd Management: A Review / R. Biswajit, B. Brahma, S. Ghosh // Asian Journal of Animal and Veterinary Advances. – 2011. – V.6 (1). – P. 1-19.

186. Bosze, Z. Improvement of the quality of milk protein by new biotechnological methods / Z. Bosze, J. Dohy // Hungarian Agricultural Research. - 1993. - V. 2. - №. 1. - P. 26-29.

187. Butler, W.R. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle/ W.R. Butler, R.D. Smith // Journal of Dairy Science. – 1989. – V. 72.-P. 767-783.

188. Carlén, E. Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell score, and production in the first three lactations of Swedish Holstein cows / E. Carlén, E. Strandberg, A. Roth // J. Dairy Sci. – 2004. – V. 87. – P. 3062-3070.

189. Chikuni, K. Identification of bovine kappa-casein genotypes using polimerase chain reaction metod / K. Chikuni, S Kageyama, T. Koshkawa, S. Kato // Journal Zootechniae. Sci. - 1991. - № 7. - P. 654-659.

190. Coppieters, W. A QTL with major effect on milk yield and composition maps to bovine Chromosome 14 / W. Coppieters, J. Riquet, J. J. Arranz // Mamm. Genome. - 1998. - Vol.9. - P. 540-544.

191. Cowan, C.M. Chromosome substitution effects associated with k-casein and ß-lactoglobulin in Holstein cattle. Genetics and Breeding / C.M. Cowan, M.R. Dentine, T. Coule // J. Dairy Sci. - 1992. - V. 75. №4. - P. 1097-1104.

192. Damiani, G. Restriction fragment length polymorphism analysis of the kappa-casein locus in cattle / G Damiani, L. Ferretti, G. Rognoni, W. Sgaramella // Journal Animal Genetics. - 1990. - V.21. - 107-114.

193. Denicourt, D. Detection of bovine k-casein genomic variants by the polymerase chain reaction method / D. Denicourt, M.P. Sabour, A.J. McAllister // Journal Animal Genetics. - 1990. - V.21. - P. 215-216.

194. Di Stasio, L. Polimorfismo biochimici del latte nella razza bovina Grigio Alpina / L. Di Stasio, P. Merlin // Rivista di Zootechniae Veterinaria. - 1979. - P. 64-70.

195. Doormaal, B.V. A Closer Look at Longevity / B.V. Doormaal // Canadian Dairy Network, May 2009. – p. 3.

196. Dyer, T.G. Reproductive Management of Commercial Beef Cows / T. G. Dyer// Reproductive Management of Commercial Beef Cows UGA Cooperative Extension Bulletin 864. – 2017. – P. 1-7.

197. Erhardt, G. Detection of new kappa-casein variant in milk of Pizgauer cattle / G Erhardt // Journal Animal Genetics. - 1996. - V 27. - P. 105-107.

198. Erhardt, G. Kappa-casein in bovine milk. Evidence of a futher allele (kappa-casein E) in different breeds / G Erhardt // Journal Animal Breeding and Genetics. – 1989. - № 106. - P. 225 –231.

199. Farnir, F. Simultaneous mining of linkage and linkage disequilibrium to fine map quantitative trait loci in outbred half-sib pedigrees: revisting the location of a quantitative trait locus with major effect on milk production on

bovine chromosome 14 / F. Farnir, J. Riquet, W. Coppieters // Genetics. – 2002. – V. 161. – P. 275-287.

200. Fiat, A.M. Caseins active casein peptide and physiological aspects / A.M. Fiat, P. Jolles // Mol. Cell. Biochem. - 1989. - Vol. 87. - P. 27-30.

201. Gravert, H.O. Genom analyse und Milchqualitat / H.O. Gravert // Schriftenr. D. Agrar-wiss. Fakultat der Univ. Kiel. - 1990. - V. 72. - P. 147-154.

202. Grisart, B. Positional candidate cloning of a QTL in dairy cattle: identification of a missense mutation in the bovine DGATl gene with major effect on milk yield and composition / B. Grisart, W. Coppieters, F. Famir // Genome Research. - 2002. - Vol.12. - P. 222-231.

203. Grosclaude, F. Determinisme genetique des caseines kappa du lait de vache; etroite liaison du locus kappa-casein avec lec loci alfa S1 casein et beta-casein / F. Grosclaude, J. Pujolle, J. Garnier, B. Ribadeau-Dumas // Comptec rendus de I Academic dec Sciences. Paris. - 1965. - P. 5299- 5262.

204. Grosclaude, F. Le polymorphisme génétique des principales lactoproteines bovines / F. Grosclaude // INRA Prod. Anim. - 1988. - V. 1. - P. 5-17.

205. Grosclaude, F. Localisation dec substitutions d acides amines differenciant les variants A et B de la caceine bovine / F. Grosclaude, M. Mahe, J. Mercier, B. Robadean-Dumas // Ann. Genet. Sel. Anim. - 1972. - V.4. - P. 515-521.

206. Heeschen, W. Cell count and milk quality / W. Heeschen // Intern. dairy federation. Annu. sessions in the Hague. – 1986. - S. l.

207. Heringstad, B. Selection for mastitis resistance in dairy cattle: a review with focus on the situation in Nordic countries/ B. Heringstad, G. Klemetsdal, J. Ruane // Livest. Prod. Sci. – 2000. – V.64. – P. 95-106.

208. Heyen, D.W. A genome scan for QTL influencingmilk production in dairy cattle / D.W. Heyen, J.I. Weller, M. Ron // Physiological Genomics. – 1999. – V.1. – P. 165-175.

209. Ikonen, T. Allele frequencies of the major milk proteins in the Finnish Ayrshire and detection of a new kappa-casein variant / T. Ikonen, O. Ruottinen, G. Erhardt, M. Ojala // Journal Animal Genetics. - 1996. - № 27. - P. 179-181.

210. Jakob, E. Technological properties of milk as influenced by genetic polymorphism of milk protein / E. Jakob, Z. Puhan // A review. International Dairy Journal. - 1992. - V. 2. - P. 157-178.

211. Jolanta, K. Institute of Genetics and Animal Breeding, Jastrzębiec, Poland Effects of DGAT1 variants on milk production traits in Jersey cattle Animal Science Papers and Reports / K. Jolanta // Institute of Genetics and Animal Breeding, Jastrzębiec, Poland. – 2010. - vol. 22. – P. 307-313

212. Kaminski S. Kappa-casein genotyping of Polish Black-and-White × Holstein-Friesian bulls by polymerase chain reaction / S. Kaminski, I. Figiel // Genet. Pol. - 1993. - V. 34. - P. 65-72.

213. Kaminski, S. Hph I and Dde I RFLPs at the 5’ region of bovine kappa-casein gene / S. Kaminski // Biotechnologia. - 1995. - V. 4. - № 31. - P. 138-143.

214. Kawamoto, Y. A population genetic study on yaks cattle and their hybrids in Nepal using milk protein variations / Y. Kawamoto, T. Naticava, A. Adachi et al // Animal. Sci Technol. (Jpn.). - 1992. - V. 63. - № 6. - P. 563-575.

215. Kučerova, O.M. The association between candidate gene CSN3 and milk production parameters in Czech Fleckvieh / O.M. Kučerova, A. Matějiček, E. Jandurova, E. Nemcova, M. Stipcova, J. Frelich, J. Bouska // Series for Animal Sciences. - 2005. - V.-2(22). - P. 159-162.

216. Kuhn, C. Evidence for multiple alleles at the DGATl locus better explains a quantitative tip trait locus with major effect on milk fat content in cattle / C. Kuhn, G. Thaller, A. Winter // Genetics. - 2004. -Vol. 167 (4). - P. 1873.

217. Law, A.J.R. Quantitative fractionation of whey proteins by gel permeation FPLC / A.J.R. Law, J. Leaver, J.M. Banks // Milchwis-senschaft. - 1993. - V. 48. - № 12. - P. 663-666.

218. Leveziel, H. Identification of the two common alleles of the bovine k-casein locus by the RFLP technique, us-ing the enzyme HindIII / H. Leveziel, L.

Metrier, M.F. Mahe, J. Choplain // Genetique, Selection, Evolution. - 1988. - V. 20. - P. 247-252.

219. Lopez-Gatius, F. Is fertility declining in dairy cattle? A retrospective study in northeastern Spain / F. Lopez-Gatius // Theriogenology. - 2003. -V. 60. - P.89-99.

220. Lucy, M.C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where it will end? / M.C. Lucy // Journal of Dairy Science. - 2001. –V. 84 -P.1277-1293.

221. Macmillan, K.L. The effects of lactation on the fertility of dairy cows / K.L. Macmillan, I.J. Lean, C.T. Westwood // Australian Veterinary Journal. - 1996. – V.73 - P.141-147.

222. Mao, I.L.L. Effects of polymorphic milk protein genes on milk yield and composition traits in Holstein cattle / I.L.L. Mao, G. Bittazzoni, R. Aleandri // Acta Agriculturae Scandinavica. Section A: Animal Science. - 1992. - V. 42. - P.1-8.

223. Mariani, P. Effects of genetic variants of k-casein and β-laktoglobulin on cheesmaking / P. Mariani, M. Pecorari // Sci. Tecn. Latt.-Cas. - 1991. - V. 42. - P. 255-285.

224. Marziali, A. Effects of milk composition and genetic polymorphism on cheese composition / A. Marziali, K. Ng-Kwai-Hang // J. Dairy Sci. - 1986. - V. 69. - P. 2533-2542.

225. McLean, D.V. Effects of milk protein genetic variants on milk yield and composition / D.V. McLean, E.R.B. Graham E.R.B., R.W. Ponzoni // Journal of Dairy Research. - 1984. - V.51. - P. 531-546.

226. Medrano, J.F., Aguilar-Cordova E. Genotyping of bovine kappa-casein loci followinq DNA sequence amplification / J.F. Medrano, E. Aguilar-Cordova // Biotechnoloqy. - 1990. - V. 8. – P. 45-48.

227. Mellenberger, R. Dept. of Animal Sciences / R. Mellenberger// Michigan State University. – 2001.

228. Miller, R.H. Relationship between milk somatic cell count and milk yield /R.H. Miller, M.J. Paape // Proceedings. Arlington, Va. – 1987. - P. 60-72.

229. Mohammadabadi, M. Kappa-casein polymorphism in Yaroslavl cattle / M. Mohammadabadi, E.R. Rakhmanaliev, G.E. Sulimova // Proceedin of the 4th international Iran and Russian conference. - 2004. - P. 218-220.

230. Morcol, T. Model process for removal of caseins from milk of transgenic an-imals / T. Morcol // Biotechnol. Progr. – 2001. – 17, № 3. – P. 577 – 582.

231. Mrode, R.A. Genetic and statistical properties of somatic cell count and its suitability as an indirect means of reducing the incidence of mastitis in dairy cattle / R.A. Mrode, G.J.T. Swanson // Anim. Breed. Abstr. – 1996. – V.64. P. 847-857.

232. Muller, CJC, du Toit FJ, Singhapol C, Botha JA The effect of milk yield on some reproductive parameters of the Elsenburg Holstein and Jersey herds // C.J.C. Muller, F.J. du Toit, C. Singhapol // South African Journal of Animal Science. - 2000. – V. 30 (Suppl. 1) -P.34-35.

233. Ng-Kwai-Hang, K.F. Genetic polymorphism of milk proteins / K.F. Ng-Kwai-Hang, F. Grosclaude // Advanced dairy chemistry. - 1992. - V.1. - P. 405-455.

234. Oloffs, K. Genetische grundlagen der kasereitau von rohmilch / K. Oloffs. Dissertation. - Christian Albrechts Universitat. Kil, 1991.

235. Pabst, K. Protein transfer into cheese from milk of different k-casein genotypes // Materials of International Seminar on “Milk protein variants, molecular biology, technological properties, animal breeding” Hanko, 2-4 September. - 1992.

236. Pagnacco, G. Effect of caseine and β-laktoglobulin genotypes on renneting properties of milks / G. Pagnacco, F. Caroli // Journal of Dairy Research. - 1987. - V. 54. - P. 479-485.

237. Pannier, L. Association analysis of single nucleotide polymorphisms in DGAT1, TG and FABP4 genes and intramuscular fat in crossbred Bos taurus cattle / L. Pannier, A.M. Mullen, R.M. Hamill, P.C. Stapleton, T. Sweeney // Meat. Sci. – 2010. – V. 85. - № 3. – P. 515-518..

238. Perry, B.N. Restriction fragment length polymorphisms in bovine milk protein genes / B.N.Perry, D.Savva, E. Radley et al.// Journal Animal Production. - 1989. - V.48. - P.661.

239. Pinder, S.J. Analysis of polymorphism in the bovine caseine genes by use of the polymerase chain reaction / S.J. Pinder, B.N. Perry, C.J. Skidmore, D. Savva // Journal Animal Genetics. - 1991. - V. 22. - P. 11-20.

240. Prizinberg, E.-M. Molecular genetic characterization of new bovine kappa-casein alleles CSN3 F and CSN3 G and genotyping by PCR-RFLP / E.-M. Prizinberg, S. Hiendleder, T. Ikonen, G. Erhardt // Journal Animal Genetics. - 1996. - V. 27. - P. 347-349.

241. Prizinberg E.-M. SSCP analysis at the bovine CSN3 locus discriminates six alleles corresponding to known protein variant (A, B, C, E, F, G) and three new DNA polymorphisms (H, I, A1) / E.-M. Prizinberg, I. Krause, G. Erhardt // Journal Animal Biotechnology. - 1999. - V. 10. - №. 1-2. - P. 49-62.

242. Pryce, J.E. The incorporation of fertility indices in genetic improvement programmes / J.E. Pryce, R.F. Veerkamp // BSAS Occasional Publication. - 2001. - V.26 - S.237-250.

243. Rando, A. Identification of bovine k-casein genotypes on the DNA level / A. Rando, P. DiGregorio, P. Masina // Journal Animal Genetics. - 1988. - V.19. - P.51-54.

244. Riquet, J. Identity-by-decent fine-mapping of QTL in outbred populations: Application to milk production in dairy cattle / J. Riquet, W. Coppieters, N. Combisano // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 1999. – V. 96. – P. 9252-9257.

245. Roche, J.F. Reproductive management of postpartum cows/ J.F. Roche, D. Mackey, M.D. Diskin // Animal Reproduction Science. - 2000. – V. 60/61. - P.703-712.

246. Rogne, S. A method for k-casein genotyping of bulls / S. Rogne, S. Lien, G. Vegarud, T. Steine et al // Journal Animal Genetics. - 1989. - V.20. - P.317-321.

247. Ronda, R. Influencia del semental sobre la prevalencia de mastitis en vacas Holstein Friesian / R. Ronda, E. Martinez, O. Perez-Beato, A. Granado // Rev. Salud anim. – 1985. - T. 7. – N. 3. - P. 339-346.

248. Royal, M.D. Lamming GE Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters of fertility / M.D. Royal, A.O. Darwash, A.P.F. Flint // Animal Science. - 2000. - V.70 - P. 478-501.

249. Saiki R.K. Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase / R.K Saiki, D.H. Gelfand, S. Stoffel, S.J. Scharf et al // Science. - 1988. - V. 239. - P. 487-491.

250. Saiki, R.K. Enzymatic amplification of B-globin genomic sequences and restriction site anaiysis for diagnosis of sickle cell anemia / R.K Saiki, F. Sharf, F. Faloona et al // Ibid. - 1985.- Vol. 230. - P. 1350-1354.

251. Schaar, J. Effects of k-casein genetic variants and lactation number on the renneting properties of individual milks / J. Schaar // Journal of Dairy Research. - 1984. - V. 51. - P. 397-406.

252. Schaar, J. Effects of genetic variants of k-casein and β-laktoglobulin on cheesmaking / J. Schaar, B. Hansson, H.-E. Pettersson // Journal of Dairy Research. - 1985. - V. 52. - P. 429-437.

253. Schild, T.A. Variants within the 5'-flanking regions of bovine milk protein genes: I. k-casein-encoding gene / T.A. Schild, V.Wagner, H. Geldermann // Theor. Appl. Genet. - 1994. - V. 89. - P.116-120.

254. Slepman, R.J. Characterization DGAT1 gene in the Zealand dairy population / R.J. Slepman, C.A. Ford, P. McEihinney, G.C. Gregory, R.G. Shell // Journal of Dairy Science 85. – 2002. – P. 3514-3517.

255. Smaragdov, M.G. Association of the DGAT1 gene polymorphism in bull with cow milk performance / M.G. Smaragdov // Animal Genetics. – 2011. - V. 47. – P. 126–132.

256. Smith, S.J. Obesity resistance and multiple mechanisms of triglyceride synthesis in mice lacking Dgat / S.J. Smith, S. Cases, D.R. Jensen, // Nature Genetics. – 2000. – V. 25. – P. 87-90.

257. Sorensen, B. Acyl-CoAs of Conjugated Linoleic Acid as Substrates for Bovine Mammary Gland Microsomal Diacylglycerol Acyltransferase / B. Sorensen, E. Okine, J. Kennelly // CAOCS in Halifax. - 2005.

258. Strzalkowska, N. Effects of k-casein loci polymorphism, cow`s age, stage of lactation and somatic cell count on daily milk yield and milk composition in Polish Black-and-White cattle / N. Strzalkowska, J. Krzyzewski // Anim. Science Papers and Reports. – 2002. – V. 20. – P. 21 – 35.

259. Spelman, R.J. Characterization of the DGAT1 gene in New Zealand dairy population / R.J. Spelman, C.A. Ford, P. McElhinney // Journal Dairy Science. – 2002. – V. 85. – P. 3514–3517.

260. Thaller, G. DGATl, a new positional and functional candidate gene for intramuscular fat deposition in cattle / G. Thaller, C. Kuhn, A. Winter // Anim Genet. - 2003. - Vol. 34 (5). - P. 354-357.

261. Thaller, G. Effects of DGATl variants on milk production traits in German cattle breeds / G. Thaller, W. Kramer, A. Winter, B. Каирe, G. Erhardt, R. Fries // Journal of animal science. – 2003. – V.8. – P. 1911-1918.

262. Threadgill, D.W. Genomic analysis of the major bovine milk protein genes / D.W. Threadgill, J.E. Womack // Nucleic Acids Research. - 1990. - V.18. - № 23. - P. 6935-6942.

263. Vagerud, G.E. Cow milk protein genotypes and technological properties / G.E. Vagerud, T. Langsrud, P. Alestom // Materials of International Seminar on “milk protein variants, molecular biology, technological properties, animal breeding”. Hanko. 2-4 September. - 1992.

264. Van Eenennaam, A. Differences in allelic protein expression in the milk of heterozygous k-casein cows / A. Van Eenennaam, J.F. Medrano // J. Dairy Sci. - 1991. - V. 74. - P. 1491-1496.

265. Velmala R.E. Molecular geneic polymorphism at the k-casein and B-lactoblobulin loci in Finish diary bulls / R.E. Velmala, E.A .Mantysaari, A.Maki-Tanila // Ari. Sci. Finl. - 1993. - V. 2. - P. 431-435.

266. Walawski, S. Beta-lactoglobulin and kappa-casein polymorphism in relation to production traits and technological properties of milk in the herd of Polish Black-and-White cows / S. Walawski, G. Sowwinski, U. Czrnik // Genet. Pol. - 1994. - V.35. - № 1-2. - P. 93-108.

267. Winter, A. Association of a lysine-232/alanine polymoфhism in a bovine gene encoding acyl-CoA: diacylglycerol acyltransferase (DGATl) with variation at a quantitative trait locus for milk fat content / A. Winter, W. Kramer, F.A.O. Werner // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. - 2002. - Vol. 99 (14). - P. 9300.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

«УТВЕРЖДАЮ»	«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной и международной деятельности ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ»	Директор ООО «Дусым» Атнинского района РТ
_____ Валиев А.Р.	_____ Самигуллин Л.А
«17» января 2018 г.	«17» января 2018 г.

АКТ

От «17» января 2018 г.

Мы нижеподписавшиеся, заведующий лабораторией биохимии и молекулярно-генетического анализа ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», доктор ветеринарный наук, профессор Фаизов Т.Х., профессор кафедры «Биотехнология, животноводство и химия» ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ», доктор ветеринарных наук, профессор Сибагатуллин Ф.С., соискатель кафедры Биотехнология, животноводство и химия» ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» Ганиев А.С. с одной стороны, и представители ООО «Дусым» Атнинского района Республики Татарстан главный ветеринарный врач Бурганов А.А., с другой стороны составили настоящий акт о том, что в 2011-2017 гг. в результате проведения научно-хозяйственных исследований на коровах черно-пестрой породы по изучению хозяйственно-полезных качеств животных с разным генотипом по генам каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы, установлено повышение продуктивности коров и экономическая эффективность их использования. Коровы с генотипом ВВ гена каппа-казеина и АК гена диацилглицерол О-ацилтрансферазы имели наибольшую молочную продуктивность. При этом первотелки с генотипом CSN3 ВВ превосходили аналогов с генотипом АА по удою на 298 кг молока, по массовой доли жира и белка на 0,03%, а животные с генотипом DGAT1 АК превышали сверстниц с генотипом АА соответственно на 429 кг, 0,03% и 0,01%. При расчете экономической эффективности от коров с генотипом CSN3 ВВ получено прибыли на 12558 руб. больше, чем от животных с генотипом CSN3 АА, а от первотелок с генотипом DGAT1 АК выше прибыль на 7686 руб. по сравнению с генотипом DGAT1 АА.

Представители:	Представители:
Зав. лабораторией биохимии и молекулярно-генетического анализа ФГБНУ «ФЦТРБ»	ООО «Дусым» Атнинского района РТ
Фаизов Т.Х.	
Профессор кафедры «Биотехнология, животноводство и химия» ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ»	Главный ветврач
Сибагатуллин Ф.С.	Бурганов А.А.
Соискатель кафедры «Биотехнология, животноводство и химия» ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ»	
Ганиев А.С.	

Приложение Б

УТВЕРЖДАЮ
Директор ООО «Дусым» Атнинского
района Республики Татарстан

_____Самигуллин Л.А.

«29» января 2018 г.

СПРАВКА

о внедрении в селекционно-племенную работу результатов научно-исследовательской работы А.С. Ганиева по изучению продуктивных качеств крупного рогатого скота с разными генотипами каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы

Результаты исследований А.С. Ганиева, полученные при проведении научных исследований по изучению продуктивных качеств крупного рогатого скота с разными генотипами каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы, внедрены в селекционно-племенной процесс в ООО «Дусым» Атнинского района Республики Татарстан с 2017 года.

Профессор кафедры «Биотехнология, животноводство и химия» ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ», доктор вет. наук Сибагатуллин Ф.С.

Главный ветврач ООО «Дусым» Бурганов А.А.

Приложение В

«УТВЕРЖДАЮ»
Ректор ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ»
_____Валиев А.Р.
«23» декабря 2018 г.

СПРАВКА

об использовании в учебном процессе кафедры «Биотехнология, животноводство и химия» ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» результатов научных исследований Ганиева Алмаза Саляхутдиновича

Результаты диссертационной работы Ганиева Алмаза Саляхутдиновича по теме: «Продуктивность первотелок черно-пестрой породы с разными генотипами каппа-казеина и диацилглицерол О-ацилтрансферазы», используются в учебном процессе при чтении лекций и проведении практических занятий по дисциплинам «Биотехнология в животноводстве» на кафедре «Биотехнология, животноводство и химия» ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет».

Проректор по учебно-воспитательной работе, профессор Б.Г. Зиганшин

Заведующий кафедрой «Биотехнология, животноводство и химия», доцент Р.Р. Шайдуллин