

На правах рукописи

ЛАМАРА МОХАММЕД

**ДНК-ТЕСТИРОВАНИЕ АЛЛЕЛЬНОГО ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ
ЛИПИДНОГО ОБМЕНА, АССОЦИИРУЮЩИХСЯ С МОЛОЧНОЙ
ПРОДУКТИВНОСТЬЮ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Казань - 2023

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. При рассмотрении влияния генотипа на продуктивные качества животных обычно учитывают генетическое влияние наследственности отца, влияние линейное принадлежности и кровности родителей, а также генотип особей по различным генам, ассоциированных с продуктивностью, определённый в результате ДНК-тестирования, на формирование продуктивных качеств животных. В этой связи большое значение играет поиск и выявление перспективных генов-маркеров, позволяющих более эффективно вести целенаправленную селекционную работу [Леорова М.А. и др. 2013; Михалюк А.Н., 2022].

В качестве потенциального маркеров молочной и мясной продуктивности, а также качества молока и мяса крупного рогатого скота могут выступать аллели и генотипы генов липидного обмена, а именно рецептора липопротеина низкой плотности (*OLRI*), диацилглицерол-О-ацилтрансферазы (*DGATI*) и лептина (*LEP*).

В предыдущих исследованиях сообщается о значительной ассоциации между полиморфизмом гена рецептора липопротеина низкой плотности (*OLRI* или *LOXI*) с составом молока и показателя здоровья, что подтверждено на различных популяциях крупного рогатого скота. Статистический анализ позволил выявить значимое влияние генотипов по гену *OLRI* на массовую долю белка и количество соматических клеток в молоке среди отдельных популяций крупного рогатого скота [Wang X.A. et al., 2012]. Однако в других аналогичных исследованиях указано на статистически значимую связь между полиморфизмом в гене *OLRI* и массовой долей жира в молоке [Anggraeni A., 2019; Ardicli S. et al., 2018], выходом молочного жира [Kowalewska-Luczak I., Czerniawska-Piatkowska E., 2018], жирнокислотным составом молока [Anggraeni A., 2021]. Похожие исследования продемонстрировали, что между полиморфизмом в гене *OLRI* имеется значимая связь с процентным содержанием белка и жира в молоке, выходом молочного жира [Soltani-Ghombavani M. et al., 2013], с массовой долей жира и количеством молочного жира у голштинских коров [Komisarek J., Dorynek Z., 2009].

Многочисленные исследования указывают на то, что полиморфизм гена *LEP* оказывает влияние на удои [Ярышкин А.А. и др., 2022; Atalay T., Özdemir M., 2021; Canizares-Martinez M.A. et al., 2021; Dar M.R. et al., 2021; Haruna I.L. et al., 2021; Isik R. et al., 2022; Yadav T. et al., 2021], массовую долю жира в молоке [Ярышкин А.А. и др., 2022; Haruna I.L. et al., 2021; Safina N. et al., 2021], жирнокислотный состав молока [Haruna I.L. et al., 2021; Pegolo S. et al., 2016], количество соматических клеток в молоке [Kiyici J.M. et al., 2019; Kulibaba R. et al., 2021; Kulig, H. et al., 2010] у крупного рогатого скота.

Также не меньшее количество исследований полиморфизма гена *DGATI* показало, что аллели и генотипы этого гена крупного рогатого скота ассоциируются с массовой долей жира в молоке [Elzaki S. et al., 2022; Kim S. et al., 2021; Krovvidi S. et al., 2021; Li Y. et al., 2021; Pathak R.K. et al., 2022] и другими характеристиками молочной продуктивности, в частности с удоем [Efimova I.O. et al., 2020; Isik R. et al., 2022; Kim S. et al., 2021; Li Y. et al., 2021; Tumino S. et al., 2021], массовой долей белка [Elzaki S. et al., 2022; Krovvidi S. et al., 2021; Li Y. et al., 2021;] и сахарозы в молоке [Elzaki S. et al., 2022;], жирнокислотным составом молока [Михалюк А.Н., 2022; Tumino S. et al., 2021].

Изучение аллельного полиморфизма генов липидного обмена, ассоциирующихся с показателями молочной продуктивности, в частности с жирномолочностью крупного рогатого скота татарстанского типа, с применением ДНК-диагностики является современным и актуальным направлением в условиях Республики Татарстан.

Степень разработанности темы. Методы современной молекулярной биологии и генетики позволяют изучить структурные особенности генов, которые связаны с количественными и качественными признаками, характерными для крупного рогатого скота в целом и отдельно по породам. Изучением генетической вариабельности по генам липидного обмена (*OLRI*, *DGATI*, *LEP*) у крупного рогатого скота, а также влиянием их генотипов на хозяйственные и продуктивные качества, в частности на молочную продуктивность занимались Ганиев А.С. (2018), Ганиев А.С. и др. (2015, 2018), Михалюк А.Н. (2022), Сафина Н.Ю. (2018), Тюлькин С.В. и др. (2014, 2015), Харзинова В.Р. (2011), Шайдуллин Р.Р. (2018), Ярышкин А.А. (2022), Anggraeni A. et al. (2021), Anggraeni A. (2019), Anton I. et al. (2012), Ardicli S. et al. (2018), Atalay T., Özdemir M. (2021), Ates A. et al. (2014), Banos G. et al. (2008), Bhat S.A. et al. (2017), Elzaki S. et al. (2022), Faraj S.H. et al. (2020), Fonseca S.D.P. et al. (2015), Ghombavani M.S. et al. (2013), Isik R. et al. (2022), Khatib H. et al. (2006, 2007), Komisarek J. et al. (2009), Kowalewska-Luczak I., Czerniawska-Piatkowska E. (2018), Luczak I.K., Piatkowska E.C. (2018), Mir M.A. et al. (2021), Ozden C., Ardicli S. (2022), Pathak R.K. et al. (2022), Shaidullin R. et al. (2021, 2023), Yadav T. et al. (2021). Однако следует отметить, что молекулярные исследования гена *OLRI* в стадах крупного рогатого скота и его влияние на продуктивные качества малочисленны. Аналогичные исследования, касающиеся гена *OLRI* и комплексных генотипов (*OLRI*, *DGATI*, *LEP*) генов липидного обмена по Российской Федерации не встречаются.

Цель и задачи исследования. Целью проведённых исследований было изучение молочной продуктивности и обусловленность её различными факторами у первотёлок татарстанского типа с разными отдельными и комплексными генотипами генов липидного обмена.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить полиморфизм генов липидного обмена (*OLRI*, *DGATI*, *LEP*) и их комплексные генотипы у крупного рогатого скота разных пород, в т.ч. в разрезе линейной принадлежности;
- провести оценку бычков-производителей с отдельными и комплексными генотипами генов липидного обмена по происхождению, в т.ч. в разрезе линейной принадлежности;
- определить молочную продуктивность первотёлок татарстанского типа с разными отдельными и комплексными генотипами генов липидного обмена, в т.ч. с учётом линейной принадлежности к голштинской породе;
- изучить молочную продуктивность коров с разными генотипами генов липидного обмена в зависимости от различных паратипических факторов;
- рассчитать экономическую эффективность использования первотёлок с разными комплексными генотипами генов липидного обмена.

Научная новизна работы. Получены новые данные по частоте аллельных вариантов и генотипов по локусам генов липидного обмена (*OLRI*, *DGATI*, *LEP*), установленные методом ПЦР-анализа у крупного рогатого скота разных пород. Впервые изучено влияние отдельных и комплексных генотипов по генам липидного обмена (*OLRI*, *DGATI*, *LEP*) и таких паратипических факторов, как продолжительность сервис-периода, возраст и живая масса при первом отёле, на проявление молочной продуктивности коров татарстанского типа.

Теоретическая и практическая значимость работы. Пополнена база данных о полиморфизме генов липидного обмена (*OLRI*, *DGATI*, *LEP*) и встречаемости комплексных генотипов у молочных пород крупного рогатого скота. Получены доказательства о

количественном влиянии аллелей и генотипов по генам липидного обмена на молочную продуктивность коров татарстанского типа в условиях Республики Татарстан. Полученные результаты исследований могут использоваться при разработке селекционно-генетических программ направленных на повышение молочной продуктивности коров татарстанского типа.

Методология и методы исследования. При проведении исследований определяли хозяйственно-полезные показатели крупного рогатого скота в соответствии с существующими и общепринятыми зоотехническими методиками. ДНК-тестирование животных выполняли молекулярно-генетическими методами (ПЦР с электрофоретической детекцией, ПЦР-ПДРФ и АС-ПЦР). Обработку количественных показателей / величин проводили вариационно-статистическими методами при использовании универсального программного средства «Microsoft Excel».

Основные положения, выносимые на защиту:

- определены особенности аллельного полиморфизма, встречаемости отдельных и комплексных генотипов по локусам генов липидного обмена (*OLRI*, *DGATI*, *LEP*) у крупного рогатого скота разных пород.
- оценка молочной продуктивности коров с отдельными и комплексными генотипами по генам липидного обмена позволила выявить среди них животных с более высоким продуктивными качествами.
- молочная продуктивность коров с разными генотипами по генам липидного обмена изменяется в зависимости от различных паратипических факторов.
- экономически обоснованно производства молока коров татарстанского типа с комплексными генотипами по генам липидного обмена (*АС/АА/СС*, *АС/АА/СТ* и *АС/АК/СС*).

Степень достоверности и апробация результатов. При исследовании изучено и обработано достаточное количество материала, полученные данные статистически обработаны, проведены расчёты критериев достоверности.

Основные результаты исследований доложены, одобрены и представлены в материалах региональных, всероссийских, международных научно-практических конференций (2020-2023 гг.), а именно в: II международной научно-практической конференции «Сельское хозяйство и продовольственная безопасности: технологии, инновации, рынки, кадры», посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы, 28-30 мая 2020 г. (Казань, 2020); казанском международном конгрессе евразийской интеграции, 10-11 июня 2021 г. (Казань, 2021); международной научно-практической конференции «Современные проблемы и достижения зооветеринарной науки», посвящённая памяти академиков М.П. Тушнова и А.З. Равилова, 26-27 мая 2022 г. (Казань, 2022); казанском международном конгрессе евразийской интеграции, 09-10 июня 2022 г. (Казань, 2022); XV международной научной конференции «INTERAGROMASH 2022», 25-27 мая 2022 г. (Ростов-на-Дону, 2022); всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Инновационные подходы в повышении продуктивности сельскохозяйственных животных в современных условиях индустриального производства», 02 марта 2023 г. (Казань, 2023); международной научно-практической конференции «Современные проблемы и достижения зооветеринарной науки», посвящённой 150-летию ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ им. Н.Э. Баумана, 30-31 мая 2023 г. (Казань, 2023).

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 12 научных статей, в том числе 4 в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ (из них 1, включённая в базы данных Scopus и/или Web of Science).

Объём и структура диссертационной работы. Диссертация изложена на 139 страницах, содержит 32 таблицы, 4 рисунка. Состоит из: введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов собственных исследований, заключения, предложений производству, списка использованной литературы (всего 221 источник, в том числе 141 иностранных), приложение.

2 ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

2.1 Материалы и методы исследований

Научно-исследовательская работа по теме диссертационной работы проводилась в период с 2020 по 2023 гг. на кафедре биологической химии, физики и математики, а также на межкафедральной лаборатории иммунологии и биотехнологии в ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана». Производственные опыты проведены на поголовье крупного рогатого скота АО «Головное племенное предприятие «Элита» Высокогорского района, а также СХПК «Агрофирма Рассвет» Кукморского района Республики Татарстан.

Для проведения исследований по установлению аллельного полиморфизма и генотипов генов липидного обмена крупного рогатого скота были отобраны две половозрастные группы, а именно 79 коров-первотёлок татарстанского типа в СХПК «Агрофирма Рассвет» Кукморского района Республики Татарстан; также отобраны 58 быков-производителей голштинизированной чёрно-пёстрой породы в АО «Головное племенное предприятие «Элита».

В исследовании использовались коровы и быки-производители относящиеся к генеалогическим линиям голштинской породы: Вис Айдиал 933122, Монтвик Чифтейн 95679, Рефлексн Соверинг 198998, С.Т. Рокит 252803.

Определение аллельного полиморфизма и генотипов генов липидного обмена у коров и быков-производителей проводили молекулярно-генетическими методами, а именно АС-ПЦР и ПЦР-ПДРФ. Далее с учётом принципа «аналогов» по Овсянникову А.И. в 1976 г. из поголовья быков-производителей и первотёлок были сформированы группы животных с разными генотипами и комбинациями генотипов генов липидного обмена, в т.ч. с разной линейной принадлежностью по голштинской породе; далее проведена оценка первотёлок по показателям молочной продуктивности.

Дополнительные сведения, такие продуктивность и линейная принадлежность брали из данных племенного и зоотехнического учёта: акты контрольного доения, карточки племенных быков и коров – формы 1 МОЛ и 2 МОЛ, соответственно.

Общая схема научно-хозяйственных исследований представлена на рисунке 1.

Исследуемые животные (быки-производители и первотёлки) во время проведения опытов находились в схожих условия содержания и кормления. Кормление в группах первотёлок с отдельными и комплексными генотипами генов липидного обмена в СХПК «Агрофирма Рассвет» Кукморского района осуществлялось согласно схеме принятой в хозяйстве и с учётом норм и рационов кормления крупного рогатого скота по Калашникову А.П. и др. в 2003 г.

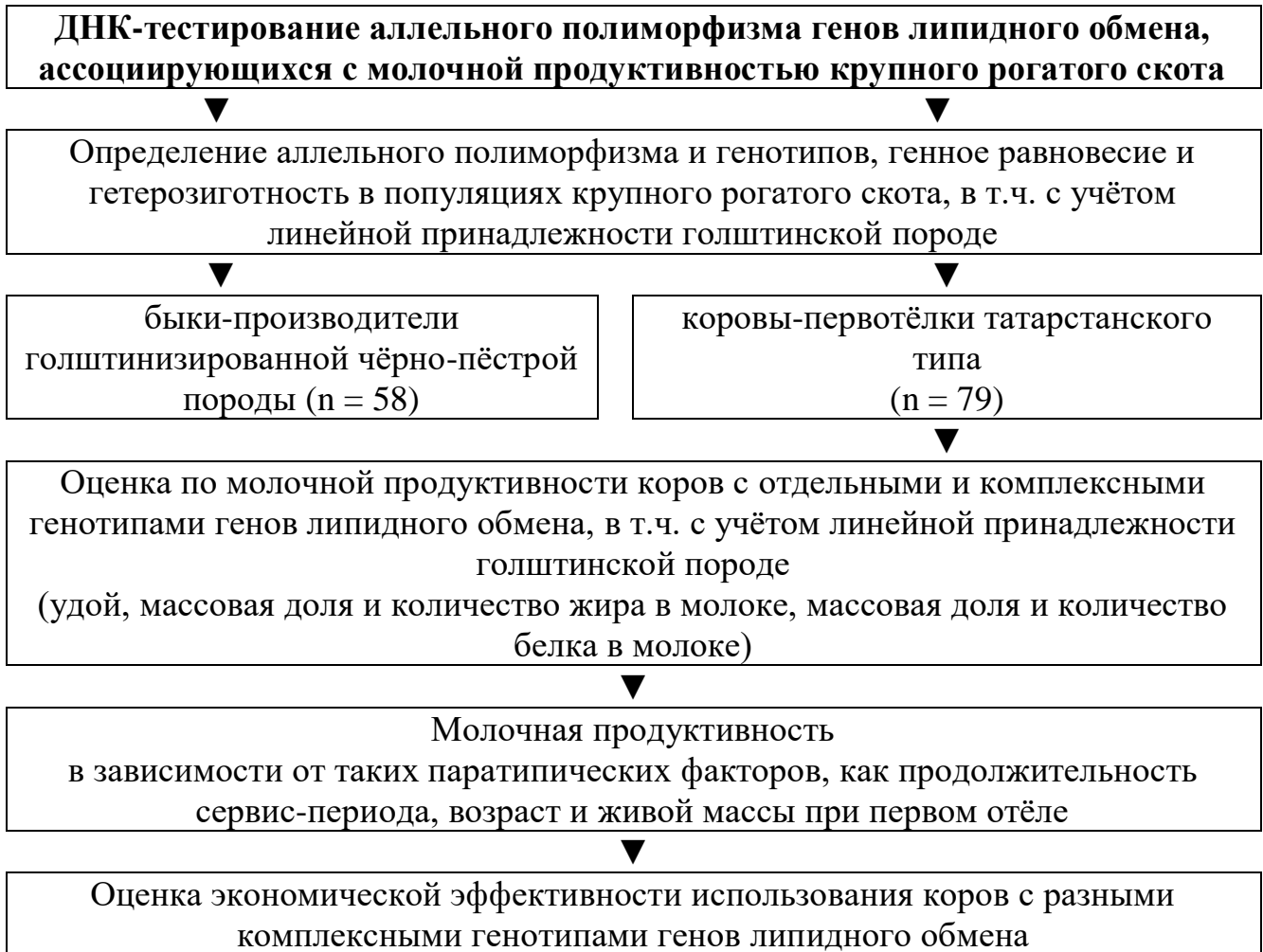


Рисунок 1 – Схема исследования

Источником ДНК для начала молекулярно-генетических исследований выступали индивидуальные пробы цельной крови, взятые из хвостовой вены животных. ДНК из проб цельной крови быков выделяли стандартным методом, включающий лизис, сорбцию и отмывку. Например, можно порекомендовать нами используемый набор «ДНК-сорб В», изготавливаемый ЦНИИ Эпидемиологии, порядок проведения выделения ДНК описан в инструкции производителя.

Генотипирование крупного рогатого скота по локусам генов липидного обмена. Амплификацию проводили на амплификаторах: 4-канальный программируемый термостат для ПЦР «Герцик» (Россия) и ДНК-амплификатор DNA Engine PTC (США). Для амплификации фрагментов генов *OLR1*, *DGAT1* и *LEP* использовали следующие олигонуклеотидные праймеры, которые синтезированы в ООО «Синтол» (Россия):

1. Для проведения ПЦР-ПДРФ по гену *OLR1* крупного рогатого скота [Komisarek J., Dorynek Z., 2009]:

- OLR1-F: 5'-TCC СТААСТТГТТССААГТССТ-3' (22 н.),
- OLR1-R: 5'-СТС ТАС ААТ GCC TAG ААГ ААА GC-3' (23 н.).

2. Для проведения ПЦР-ПДРФ по гену *DGAT1* крупного рогатого скота [Тюлькин С.В. и др., 2014; Тюлькин С.В. и др., 2015]:

- DGAT1-1: 5'-CCGCTTGCTCGTAGCTTTTCGAAGGTAACGC-3' (30 н.),
- DGAT1-2: 5'-CCGCTTGCTCGTAGCTTTGGCAGGTAACAA-3' (30 н.),
- DGAT1-3: 5'-AGGATCCTCACCGCGGTAGGTCAGG-3' (25 н.).

3. Для проведения АС-ПЦР по гену *LEP* крупного рогатого скота [Corva P.M. et al., 2009]:

- LEP-F1: 5'-GACGATGTGCCACGTGTGGTTTCTTCT GT-3' (29 н.),
- LEP-R1: 5'-CGGTTCTACCTCGTCTCCCAGTCCCTCC-3' (28 н.),
- LEP-F2: 5'-TGTCTTACGTGGAGGCTGTGCCAGCT-3' (27 н.),
- LEP-R2: 5'-AGGGTTTTGGTGTTCATCCTGGACSTTT CG-3' (29 н.).

Температурный режим амплификации с данными праймерами был следующий: для гена *OLRI* первый цикл – 5 мин при 94 °С; следующие 30 циклов: денатурация – 30 с при 94 °С, отжиг – 30 с при 62 °С, синтез – 40 с при 72 °С; элонгация – 5 мин при 72 °С; для гена *DGATI* первый цикл – 5 мин при 94 °С; следующие 40 циклов: денатурация – 10 с при 94 °С, отжиг (совмещён с синтезом) – 10 с при 72 °С; элонгация – 5 мин при 72 °С; для гена *LEP* первый цикл – 5 мин при 94 °С; следующие 40 циклов: денатурация – 10 с при 94 °С, отжиг – 10 с при 63 °С, синтез – 10 с при 72 °С; элонгация – 5 мин при 72 °С.

Полученные ампликоны подвергали рестрикции с помощью ферментов-рестриктаз *PstI* (ген *OLRI*) и *TaqI* (ген *DGATI*) (СибЭнзим, Россия) согласно протоколов гидролиза ДНК рекомендуемого производителем.

После амплификации ампликонов (ген *LEP*) и рестрикции ампликонов (ген *OLRI* и *DGATI*) проводили горизонтальный электрофорез в 2,5 % агарозном геле и содержанием этидия бромида 0,5 мкг/мл. Для визуализации и фиксирования фрагментов размером 143 bp (генотип *OLRI AA*), 143/113/30 bp (генотип *OLRI AC*), 113/30 bp (генотип *OLRI CC*), 82/18 bp (генотип *DGATI AA*), 100/82/18 bp (генотип *DGATI AK*), 100 bp (генотип *DGATI KK*) и 239/164 bp (генотип *LEP CC*), 239/164/131 bp (генотип *LEP CT*), 239/131 bp (генотип *LEP TT*) с помощью гель-документирующей системы GelDoc+ (Bio-Rad, США). Молекулярные массы фрагментов устанавливали в сравнении со стандартными ДНК-маркерами 100 bp (10 фрагментов от 100 до 1000 bp), 100 bp + 1,5 Kb (11 фрагментов от 100 до 1500 bp) и 100 bp + 50 bp (11 фрагментов от 50 до 1000 bp), которые разгоняли одновременно с изучаемыми фрагментами ампликонов.

Частоту встречаемости аллелей и генотипов, ожидаемую частоту генотипов, хи-квадрат в популяции рассчитывали по общепринятым формулам, используемым в ветеринарной генетике с основами вариационной статистики [Петухов В.Л. и др., 1996].

Определяли показатели молочной продуктивности коров, такие как удои за 305 дн. лактации (учёт включал ежедекадные контрольные доения) [Дунин И.М. и др., 2000], массовая доля жира и белка в молоке (измерение на анализаторе «ЛАКТАН 1-4»).

Экономическую эффективность использования первотёлок с разными комплексными генотипами генов липидного обмена определялась с учётом ряда нормативных документов: «Методические рекомендации по определению экономической эффективности от внедрения результатов научно-исследовательских работ в животноводстве» [Шмаков Ю.И. и др., 1984], ГОСТ Р 52054-2003 и Приказ министерства сельского хозяйства РФ от 19 мая 2014 г. № 163, опираясь на которые молоко с базисной общероссийской нормой массовой доли жира составляет – 3,4%, аналогичный показатель белка – 3,0%, соответственно.

Статистическую обработку результатов исследований проводили общепринятой методикой вариационной статистики [Меркурьева Е.К., 1970]. Достоверность результатов подтверждалось с учётом стандартных значений критерия Стьюдента.

2.2 Результаты собственных исследований

2.2.1 Аллельный полиморфизм генов липидного обмена у крупного рогатого скота разных пород и линейной принадлежности к голштинской породе

2.2.1.1 Аллельный полиморфизм гена рецептора липопротеина низкой плотности у крупного рогатого скота разных пород и линейной принадлежности к голштинской породе

Исследование племенных быков помесной чёрно-пёстрой породы и коров татарстанского типа показало, что в выборке 49,4-55,2% животных несли генотип *OLRI CC*, тогда как генотипы *OLRI AC* и *OLRI AA* составили 32,7-46,8% и 3,8-12,1%, соответственно. Частота аллелей *OLRI A* и *OLRI C* по стаду составила 0,27-0,28 и 0,72-0,73, соответственно. Дополнительные исследования распространения аллелей и генотипов гена рецептора липопротеина низкой плотности у быков голштинизированной чёрно-пёстрой породы и коров татарстанского типа в зависимости от линейной принадлежности к голштинской породе позволили определить, что среди быков наибольшая встречаемость генотипов *OLRI CC* линий Р. Соверинга, В. Айдиала (55,5-75,0%), *OLRI AC* линии М. Чифтейна (60,0%), *OLRI AC* и *OLRI CC* (по 50,0% каждого). Частота встречаемости аллелей *OLRI A* и *OLRI C* в стаде по линиям голштинской породы (В. Айдиал, Р. Соверинг, М. Чифтейн, С.Т. Рокит) была в пределах 0,12-0,30 и 0,70-0,88, соответственно. В стаде коров татарстанского типа наибольшая встречаемость генотипов *OLRI CC* линии Р. Соверинга (63,0%) и *OLRI AC* линии Айдиала (51,9%).

Среди племенных быков чёрно-пёстрой породы и первотёлок татарстанского типа выражено преимущество по гену рецептора липопротеина низкой плотности аллеля *OLRI C* (0,72-0,73) над аллелем *OLRI A* (0,27-0,28), схожая тенденция была по всем генеалогическим линиям голштинского скота (В. Айдиал, Р. Соверинг, М. Чифтейн, С.Т. Рокит) и при этом она составила 0,68-0,88 и 0,12-0,30.

2.2.1.2 Аллельный полиморфизм гена диацилглицерол-О-ацилтрансферазы у крупного рогатого скота разных пород и линейной принадлежности к голштинской породе

Исследованиями племенного поголовья быков чёрно-пёстрой породы коров татарстанского типа выявлено, что в выборке 50,0-57,0% особей обладало гомозиготным генотипом *DGATI AA*, далее по распространённости были гетерозиготы и гомозиготы генотипов *DGATI AK* и *DGATI KK* – 40,5-43,1% и 2,5-6,9%, соответственно. Наибольшей встречаемостью в популяции племенных быков и коров обладал аллель *DGATI A* (0,72-0,77), который преобладал над аллелем *DGATI K* (0,23-0,28) более чем в 2,5-3,3 раза. Проведёнными исследованиями установлено, что у быков наибольшая встречаемость генотипов *DGATI AA* линий Р. Соверинга (100,0%) и С.Т. Рокита (75,0%), *DGATI AK* линии М. Чифтейна (60,0%), *DGATI AA* и *DGATI AK* (по 46,7% каждого). Частота встречаемости аллелей *DGATI A* и *DGATI K* в популяции по линиям голштинской породы (В. Айдиал, Р. Соверинг, С.Т. Рокит) находилась в пределах 0,70-1,0 и 0-0,30, соответственно. При этом в линии М. Чифтейна распространённость анализируемых аллелей была одинаковой (по 50,0% каждого). В стаде коров татарстанского типа наибольшая встречаемость генотипов *DGATI AA* линии Р. Соверинга (66,7%) и *DGATI AA* линии Айдиала (51,9%).

Среди племенных быков чёрно-пёстрой породы и коров татарстанского типа выражено преимущество по гену диацилглицерол-О-ацилтрансферазы аллеля *DGATI A* (0,72-0,77) над

аллелем *DGATI K* (0,23-0,28), схожая тенденция была почти по всем генеалогическим линиям голштинского скота. При этом в группе быков линии М. Чифтейна частота встречаемости аллелей по гену *DGATI* была равной. У особей, принадлежащих к линиям В. Айдиала, Р. Соверинга, С.Т. Рокита встречаемость доминантных аллелей составила 0,70-1,0.

2.2.1.3 Аллельный полиморфизм гена лептина у крупного рогатого скота разных пород и линейной принадлежности к голштинской породе

Исследование племенных быков помесной чёрно-пёстрой породы и коров татарстанского типа показало, что в выборке 53,4-57,0% животных несли гетерозиготный генотип *LEP CT*, тогда как гомозиготные генотипы *LEP CC* и *LEP TT* составили 30,4-34,5% и 12,1-12,6%, соответственно. Частота аллелей *LEP C* и *LEP T* по стаду составила 0,59-0,61 и 0,39-0,41, соответственно. Дополнительные исследования распространения аллелей и генотипов гена лептина у быков голштинизированной чёрно-пёстрой породы и коров татарстанского типа в зависимости от линейной принадлежности к голштинской породе позволили определить, что наибольшая встречаемость генотипов *LEP CT* линии В. Айдиала (57,8%), *LEP CC* и *LEP CT* (по 50,0% каждого) линий Р. Соверинга и С.Т. Рокита, *LEP CC* и *LEP TT* (по 40,0% каждого) линии М. Чифтейна. Частота встречаемости аллелей *LEP C* и *LEP T* в стаде по линиям голштинской породы (В. Айдиал, Р. Соверинг, С.Т. Рокит) была в пределах 0,60-0,75 и 0,25-0,40, соответственно. Тогда как по линии М. Чифтейна распространённость изучаемых аллелей была равной (по 50,0% каждого). В стаде коров татарстанского типа наибольшая встречаемость генотипов *LEP CT* линии В. Айдиала (57,7%) и линии Р. Соверинга (55,7%).

Среди племенных быков чёрно-пёстрой породы и коров татарстанского типа выражено преимущество по гену лептина аллеля *LEP C* (0,59-0,61) над аллелем *LEP T* (0,39-0,41), схожая тенденция была почти по всем генеалогическим линиям голштинского скота. При этом в группе быков линии М. Чифтейна частота встречаемости аллелей по гену *LEP* была равной. У особей, принадлежащих к линиям В. Айдиала, Р. Соверинга, С.Т. Рокита встречаемость доминантных аллелей составила 0,57-0,75.

2.2.1.4 Изучение аллельного полиморфизма у крупного рогатого скота с разными комплексными генотипами генов липидного обмена

В исследуемой группе быков-производителей голштинизированной чёрно-пёстрой породе выявлено 18 комплексных генотипов *OLR*, *DGATI*, *LEP*, из них 9 комплексных генотипов имели частоту 5,2% и более. Наиболее часто встречались быки с комплексными генотипами генов липидного обмена: *ССААСС* (15,5%), *ССААСТ*, *ССАКСТ* (12,0%), *АСААСТ* (8,6%), *АСАКСС*, *АСАКСТ* (6,9%), *АААКСТ*, *АСААСС*, *ССАКСС* (5,2%). Небольшие выборки быков с комплексными генотипами генов липидного обмена: *ААААСТ*, *ССААТТ*, *ССАКТТ*, *ССККСТ* (3,5%) и *ААААСС*, *АААКТТ*, *АСАКТТ*, *АСККСТ*, *АСККТТ* (1,7%). В исследуемой группе первотёлок татарстанского типа выявлено меньше комплексных генотипов *OLR*, *DGATI*, *LEP*, чем у быков-производителей голштинизированной чёрно-пёстрой породы, а именно – 12, из них 9 комплексных генотипов имели частоту 5 % и более. Наиболее часто встречались комплексные генотипы генов липидного обмена: *АСАКСТ*, *ССААСТ* (15,2%), *АСААСТ* (12,6%), *ССААСС* (11,4%), *АСАКСС* (10,1%), *ССААТТ* (8,9%), *ССАКСТ* (7,6%), *АСААСС* (5,1%). Частота встречаемости других комплексных генотипов была незначительная. Так, частота встречаемости генотипов *ААААСТ*, *АСАКТТ*, *ССАКСС*, *ССККСТ* составила 2,5-3,8%.

Таким образом, исследования показали, что в двух стадах разных пород наибольшей частой встречаемости комплексных генотипов генов липидного обмена (*OLRI*, *DGAT1*, *LEP*) отличались три комплексных генотипа *ССААСС*, *ССААСТ*, *ССАКСТ* (быков-производителей голштиinizированной чёрно-пёстрой породы) и три комплексных генотипа *АСААСТ*, *АСАКСТ*, *ССААСТ* (первотёлки татарстанского типа), их величины были в пределах 12,0-15,5% и 12,6-15,2%, соответственно.

2.2.2 Характеристика племенных быков с разными генотипами генов липидного обмена

2.2.2.1 Характеристика племенных быков с разными генотипами гена рецептора липопротеина низкой плотности по происхождению

Наибольшие показатели по удою и массовой доле жира в молоке имели матери быков с *АА* генотипом *OLRI*-гена по удою 9514 кг и с *АС* генотипом *OLRI*-гена 3,91%, которые были выше, чем у матерей быков с другими генотипами на 353 кг и 1337 кг ($P < 0,01$), на 0,06-0,08%, соответственно. Более высокий удой и массовая доля жира в молоке были характерны для матерей матерей (*ММ*) быков с *АА* и *АС* генотипами (7871 кг, 3,97% и 7802 кг, 3,87%). При этом превосходство матерями матерей быков с *АА* и *АС* генотипами *OLRI*-гена над аналогами с *СС* генотипом по удою составило 1180 кг ($P < 0,05$) и 1111 кг, а по жирномолочности на 0,06-0,16%, соответственно. Более высокими удоями и массовой долей жира в молоке характеризовались матери отцов (*МО*) быков с генотипом *АС* (11915 кг и 4,11%), что выше, чем у сверстниц с другими генотипами *OLRI*-гена на 1946-2530 кг ($P < 0,05$) и 0,15-0,16%, соответственно.

Оценка быков по происхождению показала, что наибольшие данные по удою и массовой доле жира в молоке были у женских предков быков с *АА* и *АС* генотипами гена рецептора липопротеина низкой плотности. Так, родительский индекс быков с *АА* и *АС* генотипами *OLRI*-гена составил по молочности и массовой доле жира – 9071 кг, 3,90% и 9510 кг, 3,95%, что несколько выше, чем у быков с *СС* генотипом на 817 кг и 1256 кг ($P < 0,05$) молока, 0,03-0,08% жира, соответственно.

2.2.2.2 Характеристика племенных быков с разными генотипами гена диацилглицерол-О-ацилтрансферазы по происхождению

Наибольшие показатели по удою имели матери (*М*) быков с *АА* генотипами по *DGAT1*-гену (8940 кг), которые были выше, чем у матерей быков с другими генотипами *DGAT1*-гена на 232-605 кг. При этом, по массовой доле жира в молоке незначительно отличались матери быков с *АА* генотипом по *DGAT1*-гену (3,88%), что выше, чем у матерей быков с *АК* и *КК* генотипами *DGAT1*-гена на 0,02%. Более высокий удой был у матерей матерей (*ММ*) быков с *КК* генотипами по *DGAT1*-гену (8929 кг), тогда как по массовой доле жира в молоке выделялись матери матерей быков с *АА* и *АК* генотипами по *DGAT1*-гену (3,86%). Причём, превосходство по этим показателям над животными с другими генотипами по *DGAT1*-гену составило 1620-2045 кг и 0,06%. Более высокой молочностью обладали матери отцов (*МО*) быков с *КК* генотипами по *DGAT1*-гену (11369 кг), а более высокой массовой долей жира в молоке отличались аналоги с *АА* и *КК* генотипами по *DGAT1*-гену (4,04%). При этом, превосходство по этим показателям над особями с другими генотипами по *DGAT1*-гену составило 726-1077 кг и 0,08%.

Оценка быков по происхождению показала, что наибольшие данные по удою и массовой доле жира в молоке были у женских предков быков с *КК* и *АА* генотипами гена

диацилглицерол-О-ацилтрансферазы, соответственно. Так, родительский индекс быков с *KK* генотипом *DGATI*-гена обладал молочностью – 9429 кг, а у быков с *AA* генотипом *DGATI*-гена показатель по жирности молока (3,91%), что несколько выше, чем у быков с другими генотипами на 577-1204 кг и 0,02-0,18% соответственно.

2.2.2.3 Характеристика племенных быков с разными генотипами гена лептина по происхождению

Наибольшие показатели по удою имели матери (М) быков с *TT* генотипами по *LEP*-гену (9110 кг), которые были выше, чем у матерей быков с другими генотипами *LEP*-гена на 128-551 кг. При этом, по массовой доле жира в молоке выгодно отличались матери быков с *CT* генотипами по *LEP*-гену (3,89%), что выше, чем у матерей быков с другими генотипами *LEP*-гена на 0,03-0,08%. Более высокий удои был у матерей матерей (ММ) быков с *TT* генотипами по *LEP*-гену (7755 кг), тогда как по массовой доле жира в молоке выделялись матери матерей быков с *CT* генотипами по *LEP*-гену (3,88%), что выше, чем в других групп на 543-761 кг и 0,02-0,18%. Более высокой молочностью обладали матери отцов (МО) быков с *CT* генотипами по *LEP*-гену (11017 кг), что выше, чем у аналогов с другими генотипами на 443-1250 кг. Однако по массовой доле жира в молоке животные с разными гомозиготными генотипами *LEP*-гена не отличались, у всех животных этот показатель составил 4,05%, что выше, чем у аналогов с *CT* генотипами на 0,08%.

Оценка быков по происхождению показала, что наибольшие данные по удою и массовой доле жира в молоке были у женских предков быков с *TT* и *CC*, *CT* генотипами гена лептина, соответственно. Так, родительский индекс быков с *TT* генотипом *LEP*-гена обладал молочностью – 9137 кг, а у быков с *CC* и *CT* генотипом *LEP*-гена показатель по жирности молока (3,91%), что выше, чем у предков быков с другими генотипами на 300-603 кг и 0,07% соответственно.

2.2.2.4 Характеристика племенных быков с разными комплексными генотипами генов липидного обмена по происхождению

Наибольший удои и массовую долю жира в молоке имели матери быков с комплексным генотипом *ACAACC* по генам *OLRI*, *DGATI*, *LEP* – 10444 кг и 3,97, это выше по сравнению с матерями быков других генотипов на 770-4302 кг и 0,03-0,30%, соответственно. Причём достоверное ($P < 0,05-0,001$) превосходство по молочности в пользу особей с комплексным генотипом *ACAACC* было над сверстницами генотипов *ACAКСТ*, *ССААСС*, *ССААСТ*, *ССАКСС*, *ССАКСТ*, что по итогу составило 1388-4302 кг молока. Также следует отметить, что самые низкие показатели удои и жирномолочности имели животные с комплексным генотипом *ССАКСС* (6142 кг и 3,67%). Наибольшие показатели по удою и массовой доле жире в молоке имели матери матерей (ММ) с комплексными генотипами *АААКСТ* и *АСАКСС* (8969 кг и 4,16%), что выше, чем у аналогов с другими комплексными генотипами на 566-2763 кг и 0,20-0,66%, соответственно. При этом достоверное ($P < 0,05-0,01$) различие в сторону комплексного генотипа *АААКСТ* было по удою (2293-2763 кг молока) над сверстницами с генотипами *ССААСС*, *ССААСТ*, *ССАКСС*, *ССАКСТ*. Схожее достоверное ($P < 0,05-0,01$) превосходство по жирномолочности животных с комплексным генотипом *АСАКСС* над сверстницами с генотипами *АААКСТ*, *АСААСС*, *АСАКСТ*, *ССААСС*, *ССААСТ*, что по расчётам составило 0,32-0,66% жира в молоке. Следует обозначить, что наименьшая величина удои и массовой доли жира в молоке имела у особей с комплексными генотипами *ССААСТ*, *ССАКСТ* (6206-6256 кг молока) и *АААКСТ*

(3,50%), соответственно. Наибольшие показатели по удою и массовой доле жира в молоке имели матери отцов (МО) с комплексными генотипами *АСААСТ* и *АСААСС* (15017 кг и 4,67%), что выше, чем у аналогов с другими комплексными генотипами на 2264-5942 кг и 0,61-0,85%, соответственно. Причём достоверное ($P<0,05$) превосходство по молочности в пользу особей с комплексным генотипом *АСААСТ* было над сверстницами генотипов *АСАКСС*, *ССААСС*, *ССААСТ*, что по итогу составило 5559-5659 кг молока. Также следует отметить, что самые низкие по 2 показателям, как удою и жирномолочность имели животные с комплексным генотипом *ССАКСС* (9075 кг и 3,82%).

Оценка по происхождению быков с разными комплексными генотипами генов липидного обмена по родительскому индексу (РИБ) показала, что родительский индекс быков с комплексными генотипами *АСААСС*, *АСААСТ* (10511-10564 кг) и *АСААСС* (4,09%) был выше по удою и массовой доле жира в молоке по сравнению с аналогами других комплексных генотипов на 1157-3555 кг и 0,11-0,39%, соответственно. При этом достоверное ($P<0,05-0,01$) различие в сторону комплексного генотипа *АСААСС* было по удою (1996-3502 кг молока) над сверстницами с генотипами *АСАКСС*, *ССААСС*, *ССААСТ*, *ССАКСС*, *ССАКСТ*. По жирномолочности женские предки быков с комплексным генотипом *АСААСС* достоверно ($P<0,05$) превосходили аналогов только с генотипом *ССАКСТ*, разница при этом составила 0,14% жира в молоке. Оптимальные показатели РИБ, то есть достаточно высокие величины удою и массовой доли жира в молоке имели женские предки быков с комплексным генотипом *АСААСС* (10511 кг и 4,09%). Наименьшую оценку РИБ и соответственно наименьшие показатели молочной продуктивности имели женские предки быков с комплексным генотипом *ССАКСС* (7009 кг и 3,70%).

2.2.3 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами генов липидного обмена

2.2.3.1 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами гена рецептора липопротеина низкой плотности

Данные таблицы 1 показывают, что в среднем удою коров за 305 дн. лактации в группах животных с разными генотипами по *OLRI*-гену составил 6889 кг (генотип *OLRI/AA*), 7463 кг (генотип *OLRI/AC*) и 6999 кг (генотип *OLRI/CC*) молока. Первотёлки с генотипом *OLRI/AC* превосходили сверстниц с генотипами *OLRI/AA* и *OLRI/CC* на 574 кг и 464 кг ($P<0,05$) молока, соответственно. Массовая доля жира в молоке была в пределах от 3,64% (генотип *OLRI/AA*) до 3,70% (генотип *OLRI/AC*). По массовой доле жира в молоке коровы с генотипами *OLRI/AC* и *OLRI/CC* превосходили аналогов с генотипом *OLRI/AA* на 0,06% ($P<0,01$) и 0,04%, соответственно.

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров с разными генотипами *OLRI*-гена

Показатель	Генотип		
	<i>OLRI/AA</i>	<i>OLRI/AC</i>	<i>OLRI/CC</i>
n	3	37	39
удой, кг	6889±830,1	7463±117,5	6999±186,2*
жир, %	3,64±0,02**	3,70±0,01	3,68±0,01
молочный жир, кг	250,8±29,81	276,1±3,86	257,6±6,63*
белок, %	3,18±0,01	3,23±0,01***	3,22±0,01**
молочный белок, кг	219,1±25,35	241,1±3,41	225,4±5,76*

* - $P<0,05$, ** - $P<0,01$, *** - $P<0,001$ и дальше по тексту

Более высоким количеством жира в молоке за лактацию характеризовались животные с генотипом *OLRI/AC* (276,1 кг), что больше, чем у коров с генотипами *OLRI/AA* и *OLRI/CC* на 25,3 кг и 18,5 кг ($P<0,05$), соответственно. Массовая доля белка в молоке была в пределах от 3,18% (генотип *OLRI/AA*) до 3,22-3,23% (генотипы *OLRI/AC* и *OLRI/CC*). Первотёлки, имеющие в своём геноме *OLRI/C* аллель, превосходили по массовой доле белка в молоке особей с генотипом *OLRI/AA* на 0,04-0,05% ($P<0,01-0,001$). Наибольшим количеством белка в молоке за лактацию было характерно для животных с генотипом *OLRI/AC* (241,1 кг), это выше, чем у первотёлок с гомозиготными генотипами *OLRI/AA* и *OLRI/CC* на 22,0 кг и 15,7 кг ($P<0,05$), соответственно.

У коров татарстанского типа по первой лактации наибольшие величины по всем показателям молочной продуктивности у коров с генотипами *OLRI/AC* и *OLRI/CC* гена рецептора липопротеина низкой плотности в сравнении со сверстницами генотипа *OLRI/AA*.

2.2.3.2 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами гена диацилглицерол-О-ацилтрансферазы

Данные таблицы 2 показывают, что в среднем удой за 305 дн. лактации коров в группах животных с разными генотипами по *DGATI*-гену составил 7247кг (генотип *DGATI/AA*) и 7185 кг (генотип *DGATI/AK*). Показатели по удою между генотипами минимальные, разница между генотипом *DGATI/AA* и *DGATI/AK* всего лишь 62 кг. Массовая доля жира в молоке была в пределах от 3,66% (генотип *DGATI/AA*) до 3,71% (генотип *DGATI/AK*), межгрупповая разница по данному показателю составила 0,05% ($P<0,001$). Более высоким количеством жира в молоке за лактацию характеризовались животные с генотипом *DGATI/AK* (266,5 кг), что больше, чем у коров с генотипом *DGATI/AA* на 1,3 кг.

Таблица 2 – Молочная продуктивность коров с разными генотипами *DGATI*-гена

Показатель	Генотип		
	<i>DGATI/AA</i>	<i>DGATI/AK</i>	<i>DGATI/KK</i>
n	45	32	2
удой, кг	7247±165,4	7185±154,9	-
жир, %	3,66±0,01	3,71±0,01***	-
молочный жир, кг	265,2±5,86	266,5±5,43	-
белок, %	3,22±0,01	3,22±0,01	-
молочный белок, кг	233,4±5,12	231,4±4,63	-

По массовой доле белка в молоке межгрупповые различия животных с разными генотипами *DGATI*-гена не выявлены, их показатели были равны 3,22%. Наибольшим количеством белка в молоке за лактацию было характерно для животных с генотипом *DGATI/AA* (233,4 кг), это несколько выше, чем у первотёлок с генотипом *DGATI/AK* на 2,0 кг.

У коров татарстанского типа по первой лактации значительная величина массовой доли жира в молоке отмечена у коров с генотипом *DGATI/AA* гена в сравнении со сверстницами генотипа *DGATI/AK*, по другим показателям молочной продуктивности различия были минимальными.

2.2.3.3 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами гена лептина

Данные таблицы 3 показывают, что в среднем удой коров за 305 дн. лактации в группах животных с разными генотипами по *LEP*-гену составил 7407 кг (генотип *LEP/CC*), 7174 кг (генотип *LEP/CT*) и 6919 кг (генотип *LEP/TT*) молока. Коровы, несущие в своём генотипе

LEP/C аллель превосходили сверстниц с генотипом *LEP/TT* по удою на 233–488 кг. Массовая доля жира в молоке была в пределах от 3,67% (генотип *LEP/CC*) до 3,71% (генотип *LEP/TT*). По массовой доле жира в молоке коровы с генотипами *LEP/CT* и *LEP/TT* превосходили аналогов с генотипом *LEP/CC* на 0,02% и 0,04% ($P < 0,01$), соответственно. Более высоким количеством жира в молоке за лактацию характеризовались животные с генотипами *LEP/CC* (271,8 кг) и *LEP/CT* (264,7 кг), что больше, чем у коров с генотипом *LEP/TT* на 15,1 кг и 8 кг, соответственно. Массовая доля белка в молоке была в пределах от 3,20% (генотип *LEP/CC*) до 3,24% (генотип *LEP/TT*). Первотёлки, имеющие в своём геноме *LEP/T* аллель, несколько превосходили по массовой доле белка в молоке особей с генотипом *LEP/CC* на 0,02–0,04%. Наибольшим количеством белка в молоке за лактацию было характерно для животных с генотипами *LEP/CC* (237,0 кг) и *LEP/CT* (231,0 кг), это выше, чем у первотёлок с гомозиготным генотипом *LEP/TT* на 12,8 кг и 6,8 кг, соответственно.

Таблица 3 – Молочная продуктивность коров с разными генотипами *LEP*-гена

Показатель	Генотип		
	<i>LEP/CC</i>	<i>LEP/CT</i>	<i>LEP/TT</i>
n	24	45	10
удой, кг	7407±234,8	7174±138,0	6919±303,6
жир, %	3,67±0,01	3,69±0,01	3,71±0,01**
молочный жир, кг	271,8±8,22	264,7±4,88	256,7±11,2
белок, %	3,20±0,01	3,22±0,01	3,24±0,02
молочный белок, кг	237,0±7,09	231,0±4,25	224,2±9,73

У коров татарстанского типа по первой лактации наибольшие показатели удоя, количество жира и белка в молоке отмечены у животных с генотипами *LEP/CC* и *LEP/CT* гена лептина в сравнении со сверстницами генотипа *LEP/TT*. Однако по массовой доле жира и белка в молоке тенденция была обратная.

2.2.3.4 Оценка молочной продуктивности коров с разными комплексными генотипами генов липидного обмена

Удой за 305 дн. лактации первотёлок татарстанского типа с разными комплексными генотипами *OLRI*, *DGAT1*, *LEP* был в пределах от 6678 кг (генотип *CC/AK/CC*) до 7819 кг (генотип *AC/AA/CC*). Первотёлки с комплексными генотипами по генам липидного обмена *ACAACC*, *ACAACCT*, *ACAACCC* (7572–7819 кг) превосходили по этому показателю сверстниц с другими комплексными генотипами на 251–1141 кг молока. Достоверные различия по молочности выявлено между аналогами с комплексными генотипами *AC/AA/CC* и *ССААСТ*, *ССАКСТ*, что в количественном выражении составило 769–974 кг ($P < 0,05$) молока. Массовая доля жира в молоке была в пределах от 3,63–3,64% (генотипы *ААААСТ*, *AC/AA/CC*, *ССААСС*) до 3,77% (генотип *ССАК/СС*). По массовой доле жира в молоке коровы с комплексными генотипом по генам липидного обмена *ААААСТ*, *AC/AA/CC*, *ССААСС* уступали первотёлкам с другими генотипами на 0,03–0,13%. Причём животных 3-х комплексных генотипов с наименьшей массовой долей жира в молоке уступали аналогам с комплексными генотипами *АСАКСТ*, *ССААТТ* на 0,03–0,08% ($P < 0,05$ –0,001), а комплексный генотип *ССААСС* ещё достоверно ($P < 0,05$ –0,01) уступал сверстницам генотипов *АСАКСС*, *АСАКТТ*, *ССААСТ*, *ССАКСТ* на 0,03–0,10%. Получены также данные, что по количеству молочного жира за лактацию животные с комплексными генотипами *ACAACC*, *ACAACCT*, *ACAACCC* (279,4–283,8 кг) превосходили особей с другими генотипами на 10,6–31,9 кг. При

этом достоверная разница выявлена между первотёлками с комплексными генотипами *АСААСС*, *АСАКСС* и генотипом *ССАКСТ*, что в цифровом выражении составило – 27,5-31,9 кг ($P<0,05$) молочного жира. Массовая доля белка в молоке была в пределах от 3,18% (генотипы *АА/АА/СТ*, *АС/АА/СС*) до 3,24% у коров с генотипами *СС/АА/СТ*, *СС/АА/ТТ*. По массовой доле белка в молоке коровы с комплексными генотипами *СС/АА/СТ*, *СС/АА/ТТ* превосходили аналогам с другими генотипами на 0,01-0,06%. Причём достоверная разница выявлена между аналогами *ССААСТ* и *ААААСТ*, *ССААСС*, *ССАКСТ*, в цифровом выражении составила 0,06% ($P<0,001$), 0,03-0,05% ($P<0,05$), соответственно. Получены также данные, что по количеству молочного белка лактацию животные с комплексными генотипами *АСААСС*, *АСААСТ*, *АСАКСС* (243,3-248,6 кг) превосходили особей с другими генотипами на 9,8-35,6 кг. При этом достоверная разница выявлена между первотёлками с комплексными генотипами *АСААСС*, *АСАКСС* и генотипом *ССАКСТ*, что в цифровом выражении составило 24,9-28,9 кг ($P<0,05$) молочного белка.

Таким образом, можно сделать вывод, что в целом более высокая молочная продуктивность судя по удою, количеству молочного жира и белка характерна для первотёлок татарстанского типа с комплексными генотипами по генам липидного обмена *АСААСС*, *АСААСТ*, *АСАКСС*.

2.2.4 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами генов липидного обмена в зависимости от продолжительности сервис-периода

Для изучения зависимости молочной продуктивности первотёлок разных генотипов по генам *OLR1*, *DGAT1*, *LEP* от продолжительности сервис-периода было проведено распределение их на 3 группы в зависимости от величины признака. Распределение животных в зависимости от продолжительности сервис-периода было следующим: I группа состояла из коров с продолжительностью сервис-периода менее 95 дней, II – 96-109 дней и III – 110 дней и более.

2.2.4.1 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами по гену рецептора липопротеина низкой плотности в зависимости от продолжительности сервис-периода

Исследования позволяют утверждать, что повышение продолжительности сервис-периода приводит к росту показателей молочной продуктивности первотёлок с генотипами *OLR1/АС* и *OLR1/СС*. Преимуществом по величине молочной продуктивности характеризовались коровы с генотипом *OLR1/АС* и со средней продолжительностью сервис-периода (96-109 дн., II группа). Так, первотёлки данной группы с удоем (7710 кг), количеством молочного жира (285,3 кг) и белка (246,7 кг) выгодно отличались от сверстниц I и III групп на 315 кг молока, 12,4 кг жира, 6,4 кг белка (по I группе) и 436 кг молока, 16,2 кг жира, 11 кг белка (по III группе), соответственно. Схожая тенденция была у животных с генотипом *OLR1/СС*. Наибольшая молочная продуктивность была у первотёлок с продолжительностью сервис-периода 96-109 дней (II группа), с показателями удоя – 7436 кг молока, количеством молочного жира – 272,2 кг и количеством молочного белка - 238,7 кг, они превосходили аналогов I и III групп на 740 кг молока, 25,1 кг жира, 23,1 кг белка (по I группе) и 297 кг молока, 10,2 кг жира, 8,1 кг белка (по III группе), соответственно.

Таким образом, у первотёлок татарстанского типа с разными генотипами по гену рецептора липопротеина низкой плотности с увеличением продолжительности сервис-периода до 109 дн. у коров с генотипами *OLR1/АС* и *OLR1/СС* повышаются показатели молочной продуктивности, в частности удой, количество молочного жира и белка.

2.2.4.2 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами по гену диацилглицерол-О-ацилтрансферазы 1 в зависимости от продолжительности сервис-периода

Исследованиями показано, что с увеличением длительности сервис-периода наблюдалось повышение продуктивных молочных качеств первотёлок разных генотипов *DGATI/AA* и *DGATI/AK*. Преимуществом по величине молочной продуктивности характеризовались коровы с генотипом *DGATI/AA* и с наибольшей продолжительностью сервис-периода (110 дней и более, III группа). Так, первотёлки данной группы с удоем (7320 кг), количеством молочного жира (268,6 кг) и белка (235,7 кг) выгодно отличались от сверстниц I и II групп на 184 кг молока, 7,4 кг жира, 5,2 кг белка (по I группе) и 40 кг молока, 1,4 кг жира, 2,0 кг белка (по II группе), соответственно. Первотёлок с генотипом *DGATI/AK*, относящиеся ко II группе (продолжительность сервис-период 96-109 дней), имели выше молочность, количество молочного жира и белка в сравнении с I и III группам, разница составила 1084 кг ($P<0,01$) молока, 37,3 кг ($P<0,01$) жира, 31,2 кг ($P<0,01$) белка (по I группе) и 845 кг ($P<0,01$) молока, 29,8 кг ($P<0,01$) жира, 23,5 кг ($P<0,05$) белка (по III группе), соответственно.

Таким образом, у первотёлок татарстанского типа с разными генотипами по гену диацилглицерол-О-ацилтрансферазы 1 с увеличением продолжительности сервис-периода до 109 дн. и 110 дн. и более у коров *DGATI/AA* и *DGATI/AK* увеличивалась молочность, количество молочного жира и белка.

2.2.4.3 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами по гену лептин в зависимости от продолжительности сервис-периода

Исследованиями показано, что с увеличением длительности сервис-периода выявлялось повышение продуктивных молочных качеств первотёлок разных генотипов *LEP/CC* и *LEP/CT*, тогда как у животных с генотипом *LEP/TT* молочная продуктивность снижалась. Преимуществом по величине молочной продуктивности характеризовались коровы с генотипом *LEP/CC* и со средней продолжительностью сервис-периода (96-109 дн., II группа). Так, первотёлки данной группы с удоем (7790 кг), количеством молочного жира (284,3 кг) и белка (249,3 кг) выгодно отличались от сверстниц I и III групп на 832 кг молока, 28,2 кг жира, 25,9 кг белка (по I группе) и 11 кг молока, -1,2 кг жира, 0,4 кг белка (по III группе), соответственно. Первотёлок с генотипом *LEP/CT*, относящиеся ко II группе (продолжительность сервис-период 96-109 дней), имели выше молочность, количество молочного жира и белка в сравнении с I и III группам, разница составила 557 кг молока, 20,5 кг жира, 16,5 кг белка (по I группе) и 446 кг молока, 16,4 кг жира, 13,6 кг белка (по III группе), соответственно. Противоположная тенденция была у животных с генотипом *LEP/TT*. Наибольшая молочная продуктивность была у первотёлок с наименьшей продолжительностью сервис-периода до 95 дней (I группа), с показателями удоя – 6864 кг молока, количеством молочного жира – 254,7 кг и количеством молочного белка – 222,4 кг, они незначительно превосходили аналогов II группы на 91 кг молока, 3,7 кг жира, 4,3 кг белка, соответственно.

Таким образом, у первотёлок татарстанского типа с разными генотипами по гену лептина с увеличением продолжительности сервис-периода до 109 дн. у коров *LEP/CC* и *LEP/CT* увеличивалась молочность, количество молочного жира и белка. Однако у животных с генотипом *LEP/TT* наибольшая молочная продуктивность была с продолжительностью сервис-периода до 95 дн., то есть удлинение сервис-периода приводит к снижению показателей молочной продуктивности.

2.2.5 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами генов липидного обмена в зависимости от возраста первого отёла

Для изучения зависимости молочной продуктивности первотелок разных генотипов по генам *OLRI*, *DGATI*, *LEP* от возраста первого отёла было проведено распределение их на 3 группы в зависимости от величины признака. В I группу вошли коровы, имеющие возраст первого отёла менее 24,0 месяцев, во II – 24,1 – 26,0 мес., в III – более 26,1 мес.

2.2.5.1 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами по гену рецептора липопротеина низкой плотности в зависимости от возраста первого отёла

В результате исследований установлено, что с увеличением возраста первого отёла повышались продуктивные молочные качества у опытных первотёлок с разными генотипами *OLRI/AC* и *OLRI/CC*. Преимуществом по величине молочной продуктивности характеризовались коровы с генотипом *OLRI/AC* и с наибольшим возрастом первого отёла (26,1 и большее мес., III группа). Так, первотёлки данной группы с удоем (7621 кг), количеством молочного жира (282,7 кг) и белка (245,4 кг) выгодно отличались от сверстниц I и II групп на 200 кг молока, 9,6 кг жира, 5,7 кг белка (по I группе) и 191 кг молока, 7,8 кг жира, 5,4 кг белка (по II группе), соответственно. Схожая тенденция была у животных с генотипом *OLRI/CC*. Первотёлок с генотипом *OLRI/CC*, относящиеся к III группе (возраст первого отёла 26,1 и более мес.), имели выше молочность, количество молочного жира и белка в сравнении с I и II группам, разница составила 1031 кг молока, 34,9 кг жира, 31,6 кг белка (по I группе) и 660 кг молока, 22,7 кг жира, 19,7 кг белка (по II группе), соответственно.

Таким образом, у первотёлок татарстанского типа с разными генотипами *OLRI/AC* и *OLRI/CC* по гену рецептора липопротеина низкой плотности с увеличением возраста первого отёла повышаются показатели молочной продуктивности, в частности удой, количество молочного жира и белка.

2.2.5.2 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами по гену диацилглицерол-О-ацилтрансферазы в зависимости от возраста первого отёла

В результате исследований установлено, что с увеличением возраста первого отёла повышались продуктивные молочные качества у опытных первотёлок с разными генотипами *DGATI/AA* и *DGATI/AK*. Преимуществом по величине молочной продуктивности характеризовались коровы с генотипом *DGATI/AA* и с наибольшим возрастом первого отёла (26,1 и большее мес., III группа). Так, первотёлки данной группы с удоем (8069 кг), количеством молочного жира (294,5 кг) и белка (255,8 кг) выгодно отличались от сверстниц I и II групп на 905 кг молока, 32,3 кг жира, 25,1 кг белка (по I группе) и 869 кг молока, 30,3 кг жира, 23,2 кг белка (по II группе), соответственно. Аналогичная тенденция была у животных с генотипом *DGATI/AK*. Первотёлок с генотипом *DGATI/AK*, относящиеся к III группе (возраст первого отёла 26,1 и более мес.), имели выше молочность, количество молочного жира и белка в сравнении с I и II группам, разница составила 553 кг молока, 19,9 кг жира, 17,8 кг белка (по I группе) и 185 кг молока, 7,6 кг жира, 7,4 кг белка (по II группе), соответственно.

Таким образом, у первотёлок татарстанского типа с разными генотипами *DGATI/AA* и *DGATI/AK* по гену диацилглицерол-О-ацилтрансферазы с увеличением возраста первого отёла повышаются показатели молочной продуктивности, в частности удой, количество молочного жира и белка.

2.2.5.3 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами по гену лептина в зависимости от возраста первого отёла

Исследованиями показано, что с увеличением возраста первого отёла выявлялось повышение продуктивных молочных качеств первотёлок разных генотипов *LEP/CC* и *LEP/CT*, тогда как у животных с генотипом *LEP/TT* молочная продуктивность снижалась. Преимуществом по величине молочной продуктивности характеризовались коровы с генотипом *LEP/CC* и с наибольшим возрастом первого отёла (26,1 и большее мес., III группа). Так, первотёлки данной группы с удоем (7931 кг), количеством молочного жира (291,1 кг) и белка (253,0 кг) выгодно отличались от сверстниц I и II групп на 475 кг молока, 16,0 кг жира, 14,4 кг белка (по I группе) и 798 кг молока, 30,7 кг жира, 24,0 кг белка (по II группе), соответственно. Схожая тенденция была у животных с генотипом *LEP/CT*. Первотёлок с генотипом *LEP/CT*, относящиеся к III группе (возраст первого отёла 26,1 и более мес.), имели выше молочность, количество молочного жира и белка в сравнении с I и II группам, разница составила 691 кг молока, 27,7 кг жира, 23,1 кг белка (по I группе) и -12 кг молока, 1,1 кг жира, 1,9 кг белка (по II группе), соответственно. Противоположная тенденция была у животных с генотипом *LEP/TT*. Наибольшая молочная продуктивность была у первотёлок с наименьшим возрастом первого отёла до 24,0 мес. (I группа), с показателями удоя – 7360 кг молока, количеством молочного жира – 272,3 кг и количеством молочного белка – 236,3 кг, они превосходили аналогов II группы на 736 кг молока, 25,9 кг жира, 20,4 кг белка, соответственно.

Таким образом, у первотёлок татарстанского типа с разными генотипами *LEP/CC* и *LEP/CT* по гену лептина с увеличением возраста первого отёла повышаются показатели молочной продуктивности, в частности удой, количество молочного жира и белка. Однако у животных с генотипом *LEP/TT* наибольшая молочная продуктивность была с возрастном первого отёла до 24 мес., то есть повышение возраста первого отёла приводит к снижению показателей молочной продуктивности.

2.2.6 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами генов липидного обмена в зависимости от живой массы при первом отёле

Для изучения молочной продуктивности первотёлок разных генотипов по генам *OLRI*, *DGATI*, *LEP* в зависимости от живой массы при первом отёле, было проведено распределение их на 3 группы в зависимости от величины признака. В I-ю группу вошли коровы, имеющие живую массу при первом отёле менее 480 кг, во II-ю – 481-520 кг, в III-ю – более 521 кг.

2.2.6.1 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами по гену рецептора липопротеина низкой плотности в зависимости от живой массы при первом отёле

В результате исследований установлено, что с увеличением живой массы первого отёла повышались продуктивные молочные качества у опытных первотёлок с генотипом *OLRI/AC*, тогда у животных с генотипом *OLRI/CC* продуктивность снижалась. Преимуществом по величине молочной продуктивности характеризовались коровы с генотипом *OLRI/AC* и с наибольшей живой массой при первом отёле (521 кг и больше, III группа). Так, первотёлки данной группы с удоем (7486 кг), количеством молочного жира (277,0 кг) и белка (241,8 кг) незначительно отличались от сверстниц I и II групп на 69 кг молока, 4,1 кг жира, 1,5 кг белка (по I группе) и 2 кг молока, 0,1 кг жира, 1,6 кг белка (по II группе), соответственно. Противоположная тенденция была у животных с генотипом

OLRI/CC. Наибольшая молочная продуктивность была у первотёлок с наименьшей живой массе при первом отёле до 480 кг (I группа), с показателями удоя – 7062 кг молока, количеством молочного жира – 260,6 кг и количеством молочного белка – 226,7 кг, они минимально превосходили аналогов II группы на 62 кг молока, 3,7 кг жира, 0,6 кг белка, соответственно.

Таким образом, у первотёлок татарстанского типа с генотипами *OLRI/AC* по гену рецептора липопротеина низкой плотности с увеличением живой массы при первом отёле минимально повышаются показатели молочной продуктивности, в частности удой, количество молочного жира и белка. Однако у животных с генотипом *OLRI/CC* наибольшая молочная продуктивность была с живой массой при первом отёле до 480 кг, то есть повышение возраста первого отёла приводит к незначительному снижению показателей молочной продуктивности.

2.2.6.2 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами по гену диацилглицерол-О-ацилтрансфераза 1 в зависимости от живой массы при первом отёле

В результате исследований установлено, что с увеличением живой массы при первом отёле снижались продуктивные молочные качества у опытных первотёлок с генотипом *DGATI/AA*, тогда как у животных с генотипом *DGATI/AK* молочная продуктивность увеличилась. Преимуществом по величине молочной продуктивности характеризовались коровы с генотипом *DGATI/AA* и с наименьшей живой массой при первом отёле (до 480 кг, I группа). Так, первотёлки данной группы с удоём (7366 кг), количеством молочного жира (269,6 кг) и белка (237,2 кг) выгодно отличались от сверстниц II группы на 201 кг молока, 6,6 кг жира, 5,8 кг белка, соответственно. Противоположная тенденция была у животных с генотипом *DGATI/AK*. Первотёлок с генотипом *DGATI/AK*, относящиеся к III группе (живая масса при первом отёле 521 кг и более), имели выше молочность, количество молочного жира и белка в сравнении с I и II группам, разница составила 536 кг молока, 19,2 кг жира, 18,0 белка (по I группе) и 121 кг молока, 4,5 кг жира, 6,8 кг белка (по II группе), соответственно.

Таким образом, у первотёлок татарстанского типа с генотипом *DGATI/AA* по гену диацилглицерол-О-ацилтрансферазы с увеличением живой массе при первом отёле снижаются показатели молочной продуктивности, в частности удой, количество молочного жира и белка. Однако у животных с генотипом *DGATI/AK* наибольшая молочная продуктивность была с живой массой при первом отёле до 521 кг и более, то есть повышение живой массы при первом отёле приводит к повышению показателей молочной продуктивности.

2.2.6.3 Оценка молочной продуктивности коров с разными генотипами по гену лептина в зависимости от живой массы при первом отёле

Исследованиями показано, что с увеличением живой массы при первом отёле выявлялось повышение продуктивных молочных качеств первотёлок разных генотипов *LEP/CC*, *LEP/CT* и *LEP/TT*. Преимуществом по величине молочной продуктивности характеризовались коровы с генотипом *LEP/CC* и с наибольшей живой массой при первом отёле (521 кг и более, III группа). Так, первотёлки данной группы с удоём (7666 кг), количеством молочного жира (282,9 кг) и белка (246,8 кг) выгодно отличались от сверстниц I и II групп на 51 кг молока, 1,9 кг жира, 4,6 кг белка (по I группе) и 533 кг молока, 23,3 кг жира, 18,5 кг белка (по II группе), соответственно. Схожая тенденция была у животных с

генотипом *LEP/CT*. Первотёлки с генотипом *LEP/CT*, относящиеся ко II группе (живая масса при первом отёле 481-520 кг), имели незначительно выше молочность, количество молочного жира и белка в сравнении с I и III группами, разница составила 28 кг молока, 2,5 кг жира, 0,2 кг белка (по I группе) и 72 кг молока, 0,5 кг жира, 0,2 кг белка (по II группе), соответственно. Аналогичная тенденция была и у животных с генотипом *LEP/TT*. Наибольшая молочная продуктивность была у первотёлок с наибольшей живой массой при первом отёле 481-520 кг (II группа), с показателями удоя – 7444 кг молока, количеством молочного жира – 276,9 кг и количеством молочного белка – 239,7 кг, они превосходили сверстниц I группы на 811 кг молока, 30,8 кг жира, 23,5 кг белка, соответственно.

Таким образом, у первотёлок татарстанского типа с разными генотипами *LEP/CC*, *LEP/CT* и *LEP/TT* по гену лептина с увеличением живой массы при первом отёле повышаются показатели молочной продуктивности, в частности удой, количество молочного жира и белка.

2.2.7 Экономическая эффективность использования коров с разными комплексными генотипами по генам липидного обмена

От первотёлок татарстанского типа с разными комплексными генотипами по генам липидного обмена в среднем получено молока базисной жирности и белковости в количестве от 7818 кг (генотип *AA/AA/CT* базовый вариант, особи имеющие наименьший расчётный показатель) до 8803-8849 кг (генотипы *AC/AA/CC*, *AC/AA/CT* и *AC/AK/CC*, особи имеющие наибольшие расчётные показатели). По результатам расчётов группы коров с разными комплексными генотипами по генам липидного обмена по сравнению с аналогами базового варианта (генотип *AA/AA/CT*) выдали дополнительное количество молока в размере 56-1031 кг, что в процентном отношении составило 0,72-13,19%. Стоимость дополнительной молочной продукции в расчёте на 1 голову по группам животных с разными комплексными генотипами по генам липидного обмена в сравнении с показателем базового варианта составила 1,240-22,834 тыс. руб.

Расчёт экономической эффективности использованию первотёлок татарстанского типа с разными комплексными генотипами по генам липидного обмена показал, что от особей генотипов *AC/AA/CC*, *AC/AA/CT* и *AC/AK/CC* по сравнению с аналогами генотипа *AA/AA/CT* в расчёте на 1 голову возможно получить наибольшую прибыль, что в денежном выражении составило 21,815-22,834 тыс. руб.

3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведённых исследований сделаны следующие **выводы**:

1. В стадах быков-производителей голштинизированной чёрно-пёстрой породы и первотёлок татарстанского типа преобладали аллель *C* (0,72-0,73) и генотип *CC* 49,4-55,2% гена *OLRI*; *A* (0,72-0,77) и генотип *AA* 50,0-57,0% гена *DGATI*; *C* (0,59-0,61) и генотип *CT* 53,4-57,0% гена *LEP*, соответственно. В зависимости от линейной принадлежности животных в целом тенденция частоты встречаемости аллелей сохранилась и составила для аллеля *C* (0,68-0,88) гена *OLRI*; аллеля *A* (0,50-1,0) гена *DGATI*; аллеля *C* (0,50-0,75) гена *LEP*. Среди популяций пород голштинизированной чёрно-пёстрой и татарстанского типа из 27 возможных комплексных генотипов генов липидного обмена (*OLR*, *DGATI*, *LEP*) встречалось 18 и 12 генотипов, соответственно. В этих 2-х выборках наибольшая встречаемость комплексных генотипов генов липидного обмена была *ССААСС*, *ССААСТ*, *ССАКСТ* (12,0-15,5%) и *АСААСТ*, *АСАКСТ*, *ССААСТ* (12,6-15,2%), соответственно.

2. При оценке быков-производителей с разными отдельными и комплексными генотипами генов липидного обмена по происхождению выявлены высокие показатели РИБ (родословный индекс быка) по удою и жиру у быков с генотипом *AC* гена *OLR* (9510 кг и 3,95%), в т.ч. с генотипом *OLR1/AC* линий М. Чифтейна (10105 кг) и В. Айдиала (3,95%); с генотипами *KK* (9429 кг) и *AA* (3,91%) гена *DGAT1*, в т.ч. с генотипами *DGAT1/AK* линии М. Чифтейна (10185 кг) и *DGAT1/AA* линии Р. Соверинга (4,02%); с генотипами *TT* (9137 кг) и *CC*, *CT* (3,91%) гена *LEP*, в т.ч. с генотипами *LEP/CT* (8860 кг) и *LEP/CC* (3,92%) линии В. Айдиала. Наибольшая оценка по удою и массовой доле жира в молоке была у быков с комплексными генотипами *ACAACC*, *ACAACCT* (10511-10564 кг) и *ACAACC* (4,09%).

3. Анализ молочной продуктивности первотёлок татарстанского типа с разными генотипами генов липидного обмена показал, что наибольшие показатели по удою, количеству молочного жира и белка были у коров с генотипами *AC* и *CC* гена *OLR1*, в т.ч. с генотипами *OLR1/AC* линий В. Айдиала и Р. Соверинга; с генотипом *AA* гена *DGAT1*, в т.ч. с генотипом *DGAT1/AA* линии Р. Соверинга; с генотипами *CC* и *CT* гена *LEP*, в т.ч. с генотипом *LEP/CC* линий В. Айдиала и Р. Соверинга. Наибольшие показатели молочной продуктивности (удой, количество молочного жира и белка) выявлены у коров татарстанского типа с комплексными генотипами генов липидного обмена (*OLR1*, *DGAT1*, *LEP*) отличались три комплексных генотипа *AC/AA/CC*, *AC/AA/CT* и *AC/AK/CC*.

4. Установлено, что с увеличением продолжительности сервис-периода повышается удой, количество молочного жира и белка у коров холмогорской породы татарстанского типа с генотипами *OLR1/AC*, *OLR1/CC*, *DGAT1/AA*, *DGAT1/AK*, *LEP/CC*, *LEP/CT*, (96-109 дн., 110 дн. и более), за исключением аналогов с генотипами *LEP/TT*, у которых наибольшая продуктивность была при наименьшей продолжительности сервис-периода (до 95 дн.).

Более высокую молочную продуктивность имели первотёлки с генотипами *OLR1/AC*, *OLR1/CC*, *DGAT1/AA*, *DGAT1/AK*, *LEP/CC*, *LEP/CT*, отелившиеся в более позднем возрасте (24,1-26,0 мес., 26,1 мес. и более), за исключением коров с генотипами *LEP/TT* у которых наибольшая продуктивность была при наименьшем возрасте первого отёла (до 24,0 месяцев).

Наилучшие показатели молочной продуктивности были у коров с генотипами *OLR1/AC*, *DGAT1/AK*, *LEP/CC*, *LEP/CT*, *LEP/TT*, имеющие наибольшую живую массу при первом отёле (481-520 кг, 521 кг и более), за исключением сверстниц с генотипами *OLR1/CC*, *DGAT1/AA* у которых была выше продуктивность при наименьшей живой массе при первом отёле (до 480 кг).

5. Расчёты показали, в условиях Республики Татарстан экономически обосновано получение молока от первотёлок татарстанского типа с комплексными генотипами генов липидного обмена *AC/AA/CC*, *AC/AA/CT* и *AC/AK/CC*, по сравнению со сверстницами генотипа *AA/AA/CT* получено дополнительно за лактацию 985-1031 кг (12,60-13,19%) молока, что в денежном выражении составило 21,815-22,834 тыс. руб.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для повышения молочной продуктивности крупного рогатого скота татарстанского типа следует опираться на коров, несущих в своём геноме аллели *OLR1/C*, *DGAT1/A*, генотип *LEP/CT* и комплексные генотипы *AC/AA/CC*, *AC/AA/CT* и *AC/AK/CC*.

2. Племенным хозяйствам разводящих крупный рогатый скот татарстанского типа следует учитывать полученные нами результаты исследований.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшая работа будет направлена на изучение аллельных вариантов генов *OLR1*, *DGAT1*, *LEP*, включая другие гены липидного обмена у крупного рогатого скота различных пород. Выявление влияния генотипов генов липидного обмена не только на показатели молочной продуктивности крупного рогатого скота, но поиск ассоциации с воспроизводительными качествами и другими хозяйственно-полезными признаками.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ

1. Ламара, М. Молочная продуктивность и качество молока коров с разными генотипами *OLR1* и линейной принадлежности / М. Ламара, Л.Р. Загидуллин, Т.М. Ахметов, Р.Р. Шайдуллин, С.В. Тюлькин // Ученые записки Казанской ГАВМ. – 2023. – Т. 253 (1). – С. 163-167.

2. Ламара, М. Оценка по происхождению быков с разными генотипами по генам липидного обмена и линейной принадлежности / М. Ламара, Л.Р. Загидуллин, Т.М. Ахметов, Р.Р. Шайдуллин, С.В. Тюлькин // Ученые записки Казанской ГАВМ. – 2023. – Т. 253 (1). – С. 168-173.

3. Ламара, М. Влияние генов липидного обмена и живой массы при первом отёле на молочную продуктивность коров татарстанского типа / М. Ламара, Л.Р. Загидуллин, Т.М. Ахметов, Р.Р. Шайдуллин, С.В. Тюлькин, И.О. Ефимова // Ученые записки Казанской ГАВМ. – 2023. – Т. 254 (2). – С. 139-145.

* – в изданиях, включённых в базы данных *Scopus* и/или *Web of Science*

4. Shaidullin, R. Allelic Polymorphism of *CSN3* and *Dgat1* Genes in Herds of Black-and-White and Kholmogorsky Cattle / R. Shaidullin, L. Zagidullin, T. Akhmetov, S. Tyulkin, I. Kamaldinov, Mohammed Lamara, A. Moskvicheva, A. Trubkin // XV International Scientific Conference “INTERAGROMASH 2022”. – 2023. – V. 574. – 3133-3139. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-21432-5_346].*

В других научных изданиях, включая конференции

5. Шайдуллин, Р.Р. Воспроизводительная способность коров с комплексными генотипами каппа-казеина и диацилглицерол-О-ацилтрансферазы / Р.Р. Шайдуллин, Г.С. Шарафутдинов, А.Б. Москвичева, М. Ламара // Материалы II международной научно-практической конференции «Сельское хозяйство и продовольственная безопасности: технологии, инновации, рынки, кадры», посвященной 70-летию Института механизации и технического сервиса и 90-летию Казанской зоотехнической школы. – Казань, 2020. – С. 464-469.

6. Загидуллин, Л.Р. Эффективность производства молока от коров с различным генотипом / Л.Р. Загидуллин, Т.М. Ахметов, Р.Р. Шайдуллин, Ч.А. Харисова, Г.Х. Халилова, М. Ламара // Материалы Казанского международного конгресса евразийской интеграции. – Казань, 2021. – С. 63-71.

7. Shaidullin, R.R. The Power of the Influence of the Genotypes of DNA Markers on the Indicators of Milk Production of Cows / R.R. Shaidullin, L.R. Zagidullin, T.M. Akhmetov, A.B. Moskvicheva, S.V. Tyulkin, T.Kh. Faizov, L. Mohammed // SunText Review of Biotechnology. – 2021. – V. 2 (1). 123 [<https://doi.org/10.51737/2766-5097.2021.023>].

8. Ламара, М. Полиморфизм генов лептина и диацилглицерол-О-ацилтрансферазы у голштиinizированных чёрно-пёстрых быков / М. Ламара, Л.Р. Загидуллин, Т.М. Ахметов,

Р.Р. Шайдуллин, С.В. Тюлькин // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2022. - № 2. – С. 43-48.

9. Ламара, М. Оценка по происхождению быков разных генотипов по генам липидного обмена, связанных с молочной продуктивностью и качеством молока / М. Ламара, Л.Р. Загидуллин, Т.М. Ахметов, Р.Р. Шайдуллин, С.В. Тюлькин, Д.В. Зарубежнова // Материалы Казанского международного конгресса евразийской интеграции. – Казань, 2022. – С. 9-15.

10. Ламара, М. Полиморфизм гена OLR1 в выборке быков-производителей Республики Татарстан / М. Ламара, Г.Х. Халилова, Р.У. Зарипов, Т.М. Ахметов, Р.Р. Шайдуллин, С.В. Тюлькин // Материалы Казанского международного конгресса евразийской интеграции. – Казань, 2022. – С. 15-22.

11. Ламара, М. Влияние генов липидного обмена и длительности сервис-периода на молочную продуктивность коров / М. Ламара, Л.Р. Загидуллин, Т.М. Ахметов, Р.Р. Шайдуллин, С.В. Тюлькин // Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Инновационные подходы в повышении продуктивности сельскохозяйственных животных в современных условиях индустриального производства». – Казань, 2023. – С. 47-54.

12. Ламара, М. Влияние генов липидного обмена и возраста первого отёла на молочную продуктивность коров татарстанского типа / М. Ламара, Л.Р. Загидуллин, Т.М. Ахметов, Р.Р. Шайдуллин, С.В. Тюлькин // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2023. - № 1. – С. 52-57.