

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ярославская государственная сельскохозяйственная академия»**

На правах рукописи

ЕГОРАШИНА ЕКАТЕРИНА ВАЛЕРЬЕВНА

**МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ АЙРШИРСКОЙ,
ГОЛШТИНСКОЙ И ЯРОСЛАВСКОЙ ПОРОД С РАЗНЫМИ
ГЕНОТИПАМИ ПО КАППА-КАЗЕИНУ И
БЕТА-ЛАКТОГЛОБУЛИНУ**

06.02.07 - Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
Тамарова Раиса Васильевна

Ярославль – 2020 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	13
1.1 Краткая характеристика молочных пород: айрширской, голштинской, ярославской.....	13
1.2 Белковомолочность и ее генетическая обусловленность.....	26
1.3 Полиморфизм гена каппа-казеина.....	31
1.4 Пригодность молока для получения сыра и творога в зависимости от генотипов по каппа-казеину.....	37
1.5 Полиморфизм гена бета-лактоглобулина.....	39
1.6 Экономическая эффективность производства продукции из молока коров с разными генотипами каппа-казеина.....	44
2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	48
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	58
3.1 Характеристика коров айрширской, голштинской и ярославской пород по показателям молочной продуктивности.....	58
3.2 Оценка полиморфизма генов молочных белков с помощью ДНК-диагностики в стаде ЗАО «Агрофирма «Пахма»	60
3.2.1 Полиморфизм гена каппа-казеина в разрезе пород.....	60
3.2.2 Полиморфизм гена бета-лактоглобулина у коров разных пород.....	63
3.2.3 Генетическая структура подконтрольных коров по комплексным генотипам каппа-казеина и бета-лактоглобулина.....	65
3.3 Оценка по молочной продуктивности по первой лактации коров айрширской, голштинской и ярославской пород с разными генотипами по каппа-казеину.....	67
3.4 Оценка по молочной продуктивности коров трех пород с разными генотипами по бета-лактоглобулину.....	70
3.5 Взаимосвязь комплексных генотипов каппа-казеина, бета-	

	лактоглобулина и молочной продуктивности.....	75
3.6	Молочная продуктивность коров трех пород по третьей лактации во взаимосвязи с генотипами по каппа-казеину и бета-лактоглобулину.....	80
3.7	Корреляции удоя, содержания жира и белка в молоке коров трех пород.....	86
3.8	Реализация родительских индексов продуктивности подконтрольных коров.....	88
3.9	Продуктивное долголетие подконтрольных коров.....	95
3.10	Выход и качество творога из молока коров разной породной принадлежности в зависимости от генотипа каппа-казеина.....	101
3.11	Рентабельность производства творога из молока подконтрольных коров с разными генотипами каппа-казеина.....	104
	ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	108
	ВЫВОДЫ.....	111
	ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ.....	113
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	114

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Научно-технический прогресс обусловил к концу XX столетия значительную интенсификацию отраслей сельскохозяйственного производства АПК России. Коренные изменения произошли в молочном скотоводстве с переводом животноводства на промышленную основу, строительством крупных механизированных комплексов с привязным и беспривязным содержанием коров, вначале в Центральном и Северо-Западном регионах, Московской и Ленинградской областях, а затем и в других.

Возросли требования к племенной ценности животных, их продуктивности, пригодности к машинному доению, конверсии корма и т.д. в целях повышения рентабельности отрасли, эффективности ведения молочного скотоводства.

Традиционных методов селекционно-племенной работы со стадами и породами для ускоренного их совершенствования оказалось недостаточно. Стали внедрять в производственную практику новые методы популяционной генетики, разработанные в зоотехнической науке, использовать лучший мировой генофонд для улучшения отечественных пород скота, создания внутрипородных типов животных, хорошо приспособленных к условиям интенсивных технологий производства молока.

На современном этапе развития молочного скотоводства РФ увеличение производства и повышение качественных показателей молока и молочных продуктов является насущной необходимостью для обеспечения продовольственной безопасности страны.

В сложившихся социально-экономических условиях с переходом к рыночной экономике, вступлением России в ВТО и Таможенный союз требования к качеству продукции существенно возросли. Предстоит решить задачу устойчивого развития молочной и особенно сыродельной промышленности для удовлетворения потребностей населения страны в

соответствии с физиологическими нормами, рекомендованными институтом питания РАМН и Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), за счет собственного производства молока и молочных продуктов.

В настоящее время импортозависимость в обеспечении сырами находится на уровне 45%, что при санкциях со стороны стран Европы и Америки создает проблемы на продовольственных рынках. Международная молочная федерация YDF принял рекомендации FAO, касающиеся оценки качества пищевого белка в рационе человека. Предложен новый метод «DYASS», показывающий «всю силу молочных белков», их несомненное преимущество перед всеми другими пищевыми белками. Белки молока на 96-98% усваиваются организмом и содержат все заменимые и незаменимые аминокислоты (Горбатова К.К., 2004, Тамарова Р.В. и др., 2014).

По данным бонитировок выявлено, что в последние десятилетия наблюдается устойчивое снижение содержания белка в молоке у коров всех молочных пород в Российской Федерации в целом (на 0,16%), в том числе и в Ярославской области (на 0,06%). Это связано с массовым ввозом маточного поголовья голштинской породы, для которой характерно пониженное содержание белка в молоке при высоких удоях коров.

Пути ее решения с учетом народнохозяйственного значения намечены в Государственной программе «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы», предусматривающей основные направления развития АПК РФ.

Исследованиями ученых установлено, что влияние на содержание белка в молоке оказывают генетические факторы, но для реализации генотипа немалую роль играют и паратипические, поэтому при селекции коров по белковомолочности следует принимать во внимание оба фактора.

Для решения данной проблемы необходимо использовать современные методы зоотехнической науки, а именно внедрять методы ДНК-диагностики. Доказано, что надежными генетическими маркерами белковомолочности

коров являются генотипы по каппа-казеину (CSN3) и бета-лактоглобулину (LGB) (Калашникова Л.А. и др., 2003, 2015).

У гена CSN3 наиболее распространены 2 аллеля – А и В. Исследования многих ученых показывают, что у коров, содержащих в своем геноме аллель В, повышено содержание белка в молоке, уменьшается время его свертывания под действием сычужного фермента, сгусток обладает лучшим качеством, из такого молока выше выход высококачественных белковых продуктов. (Ахметов, Т.М., 2009, Волохов И.М., 2012, Калашникова Л.А. и др., 2009, Михайлова Ю.А., 2016, Некрасов Д.К. и др., 2017, Тамарова Р.В. и др., 2014, Legarová V., 2010, Mohammadi Y. et al, 2013).

Ген LGB имеет также два наиболее распространенных аллеля А и В.

По литературным данным, аналогичные сведения имеются и в отношении сывороточного белка молока LGB. Отмечается, что генетическим маркером высоких удоев коров является А-аллель LGB, для животных, имеющих в геноме В-аллель характерно повышенное содержание жира и белка (Ахметов Т.М., 2009, Калашникова Л.А. и др., 2009, Капельницкая Е.В., 2015, Matějček A. et al, 2008, Mohammadi Y. et al, 2013).

Таким образом, для молочной промышленности, а именно выработки высококачественного творога и сыра, в наибольшей степени желательны именно В аллельные варианты CSN3 и LGB.

В настоящее время, учитывая актуальность проблемы и важность ее решения, ученые изучают комбинации генотипов CSN3 и LGB, их взаимосвязь с молочной продуктивностью, а также с качеством высокобелковых молочных продуктов – сыра и творога (Choi J.W., Ng-Kwai-Hang K.F., 2002, Matějček A. et al, 2007, 2008, Sitkowska B. et al, 2010, Ахметов Т.М. и др., 2011). В этом направлении проведены и наши исследования.

Степень разработанности темы. Возможность эффективного практического применения ДНК-тестирования и маркерной селекции с целью улучшения качественных показателей молока изучались не только

зарубежными учеными (с 1990 года), но и отечественными (Choi J.W., Ng-Kwai-Hang K.F., 2002, Е.И. Кийко и др., 2006, Немцов А.А. и др., 2006, Heravi Moussavi A. et al, 2006, Alipanah M. et al, 2007, Валиуллина Э.Ф., 2007, Глотова Г.Н., 2007, Калашникова Л.А. и др. 2008, 2009, Галлямова А.Р. и др., 2008, Botaro B.G. et al, 2009, Javanmard A. et al, 2010, Ахметов Т.М. и др., 2011, Костюнина О.В. и др., 2011, Glantz M. et al, 2011; Федотова Н.В., 2011; Павлова И.Ю. и др. 2011; В.И. Глазко и др., 2012, 2016; Ярлыков Н.Г., 2012, Зиннатова Ф.Ф., 2012, 2013, Лазебная И.В. и др., 2012, Mohammadi Y. et al., 2013, Trakovická A. et al, 2013, Тамарова Р.В. и др., 2002, 2003, 2006, 2008, 2010, 2014, Валитова Ф.Р. и др., 2014, Валитов Ф.Р. и др., 2014, Погорельский И.А. и др., 2014, Ахметов Т.М. и др., 2015, Lukač D. et al., 2015, Тельнов Н.О. и др., 2016, Соболева Н.В. и др., 2016, Некрасов Д.К. и др., 2017). Накоплен большой объем информации по разным породам, но проблема в целом решена далеко не полностью.

В частности, изучение полиморфизма CSN3 и LGB, частоты встречаемости их аллелей и генотипов, а также комплекса этих генотипов, их роль как маркеров молочной продуктивности, даст возможность разработать новые методы для совершенствования разводимых в Ярославской области айрширской, голштинской и ярославской пород по повышению белкомолочности коров и улучшения технологических свойств молока. На региональном уровне принято решение о создании здесь в ближайшие годы биотехнологического (сырного) кластера. Ведется соответствующий отбор коров в хозяйствах объединения ООО АгриВолга Угличского района и строительство крупного молокозавода с мощностью переработки 150 тонн молока в смену. Таким образом, расширяются перспективы внедрения маркерной селекции в практику.

Цель и задачи исследований. Цель исследований – изучить качественные показатели молока коров разводимых в регионе пород –

айрширской, голштинской, ярославской и выработанного из него белково-молочного продукта – творога в зависимости от генотипа CSN3.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- генотипировать коров этих пород при помощи методов ДНК-диагностики по генам CSN3 и LGB в одном из ведущих племзаводов;
- определить частоту встречаемости аллельных вариантов и генотипов CSN3, LGB и комплексных генотипов у подконтрольных коров;
- оценить взаимосвязь генотипов CSN3, LGB и комплексных генотипов с показателями молочной продуктивности коров;
- исследовать технологические качества молока, выход и качество творога из молока коров трех молочных пород с разными генотипами CSN3.

Научная новизна исследований. Впервые проведена сравнительная комплексная оценка молочной продуктивности коров айрширской, голштинской и ярославской пород в условиях одного стада ведущего племзавода, с использованием ДНК-тестирования, за весь продуктивный период хозяйственного использования, прослежена реализация генетического потенциала. Впервые в Ярославской области проведено ДНК-тестирование коров айрширской породы, а также получены новые данные о полиморфизме генов CSN3 и LGB у коров голштинской и ярославской пород. Впервые изучена взаимосвязь генотипов CSN3, LGB и комплексных генотипов с молочной продуктивностью и технологическими свойствами молока. Исследованы выход и качество творога из молока коров разных пород во взаимосвязи с генотипами CSN3.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты исследований дополняют уже имеющиеся фрагментарные данные о генетическом потенциале айрширской, голштинской и ярославской пород. Выявленные тенденции взаимосвязи CSN3, LGB, комплексных генотипов CSN3/LGB с продуктивными качествами животных позволят совершенствовать крупный рогатый скот молочного направления продуктивности, в ускоренные сроки, используя ДНК-маркеры.

Материалы исследований переданы специалистам хозяйства, которые наряду с традиционными зоотехническими методам отбора и подбора животных будут использованы для селекционно-племенной работы с животными трех разводимых пород в стаде одного из ведущих племенных хозяйств, а также в Ярославской области в целом. Это позволит не только увеличить массовую долю белка в молоке, выход творога, и улучшить его питательные свойства, но и запланировать методический отбор и индивидуальный подбор родительских пар животных для получения потомства с желательными генотипами.

Методология и методы исследования. Наши исследования были проведены в соответствии с планом НИР ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, с применением классических традиционных и современных методик проведения научно-хозяйственных опытов. Отобранных животных генотипировали, используя ДНК-методы и метод ПЦР-ПДРФ анализа генов каппа-казеина и бета-лактоглобулина. Полученные данные обрабатывали методами вариационно-статистического анализа с использованием компьютерной программы «Microsoft Excel».

Степень достоверности и апробация результатов. Исследования проведены на достаточном по численности материале согласно установленному плану исследований, при строгом соблюдении методик.

Материалы диссертационной работы, выносимые на защиту, были доложены и обсуждены на:

- XIX Международной научно-практической конференции «Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых» (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2016);
- II Международной научно-практической конференции «Повышение уровня и качества биогенного потенциала в животноводстве» (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2016);

- XX Международной научно-практической конференции «Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых» (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017);

- Национальной научно-практической конференции к юбилею заслуженного работника сельского хозяйства д.с.-х.н., профессора Р.В.Тамаровой «Современное состояние отечественных пород крупного рогатого скота и перспективы их качественного улучшения» (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017);

- III Международной научно-практической конференции «Повышение уровня и качества биогенного потенциала в животноводстве» (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017);

- IV Международной научно-практической конференции «Повышение уровня и качества биогенного потенциала в животноводстве» (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2018);

- II и III этапах Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, г. Курск, Самара, 2018 г.;

- Международной научно-практической конференции молодых ученых «Молодые ученые – науке и практике АПК», проводимой на базе УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г.Витебск, 2018 г.;

- Ежегодном смотр-конкурсе изобретений и разработок молодых ученых «Изобретено в Ярославской области», г. Ярославль, 2018 г.;

- Национальной научно-практической конференции с международным участием «Научно-прикладные аспекты производства, переработки и ветеринарно-санитарного контроля сельскохозяйственной продукции» (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2019);

- XIX научно-практической конференции молодых ученых «Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии», проводимой ФГБНУ ВНИИСБ на базе РАН, г. Москва, 2019.

- Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященная 50-летию Ярославского НИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» «Интеграция науки и высшего образования, как основа инновационного развития аграрного производства» (Ярославский НИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», 2019);

- Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития продуктивного и непродуктивного животноводства» (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2019);

- Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь Наука. Инновации» (ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2020).

Публикации. По материалам научных исследований опубликовано 12 работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых научных изданиях.

Личный вклад автора. Автор участвовала в формировании подконтрольных групп животных, в отборе и доставке проб крови для ДНК-тестирования в отдел генетики ФГБНУ ВНИИплем (п. Лесные Поляны, Московская область), лично, под руководством специалистов лаборатории ФГБНУ ВНИИплем проводила исследования крови коров, ДНК-тестирование для определения генотипов CSN3 и LGB, освоила методику ДНК-генотипирования животных (получен сертификат). Проводила отбор проб молока подконтрольных коров, при помощи специалистов лаборатории молочного цеха ЗАО «Агрофирма «Пахма» определяла технологические показатели молока и выполнила работы по приготовлению экспериментальных образцов творога из молока подконтрольных коров пород с разными генотипами CSN3. Организовала дегустационную оценку творога от коров с разными генотипами CSN3. Самостоятельно проводила

биометрическую обработку цифрового материала, анализ полученных данных и подготовку научных публикаций.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 137 страницах компьютерного текста, содержит 26 таблиц и 16 рисунков. Состоит из разделов: введение, обзор литературы, материалы и методы исследований, результаты собственных исследований, обсуждение полученных результатов, выводы, предложения производству. Список литературы включает 195 источников, в том числе 26 – на иностранных языках.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Частота встречаемости аллелей и генотипов по генам каппа-казеина, бета-лактоглобулина и комплексным генотипам CSN3/LGB.
2. Взаимосвязь с молочной продуктивностью генотипов молочных белков (CSN3, LGB) и комплексных генотипов CSN3/LGB у коров айрширской, голштинской и ярославской пород.
3. Положительное влияние В-аллельного варианта каппа-казеина на выход и улучшение качественных показателей творога.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Краткая характеристика молочных пород: айрширской, голштинской, ярославской

Айрширская порода

Айрширская порода – одна из лучших узкоспециализированных молочных пород, выведена в конце XVIII столетия в юго-западной Шотландии (графство Эйршир) посредством продолжительной селекции местного скота с усовершенствованием его несколькими породами, а именно, голландской, тисватерской, фламандской и герефордской. Основные породы Англии и Западной Европы, такие как джерсейская, гернзейская и альдернейская также участвовали в формировании айрширской породы. Как самостоятельная порода, она была утверждена в 1826-м году [48].

В 1881-м году небольшая группа айрширов впервые была привезена в Россию из Шотландии, но регулярные закупки и поставки этого крупного рогатого скота стали осуществляться из Финляндии с 1933-го года. Широкое распространение в Российской Федерации, особенно в Северо-Западной зоне, айрширская порода получила благодаря отличной отселекционированности по ряду хозяйственно-полезных и технологических признаков.

Животные айрширской породы – выносливы и успешно приспособляются к любым системам содержания. По экстерьеру они относятся к молочному типу. Это – невысокие животные, с легким костяком и головой. Обладают пропорциональным телосложением, глубоким туловищем, довольно тонкой эластичной и плотной кожей, а также сильными ногами. Вымя объемистое имеет преимущественно чашеобразную форму и правильные пропорции, хорошо приспособлено к машинному доению. Масть – красно-пестрая, может преобладать как белая, так и красная окраска. Красный цвет варьирует в широком диапазоне – от светло-рыжего до темно-каштанового. Рога у коров имеют лирообразную форму, концы которых

загнуты назад. В настоящее время практически всех телят обезроживают непосредственно после рождения. Выведены линии, животные которых – генетически комолые.



Рис.1. Корова айрширской породы

Учеными установлено, что коровы айрширской породы выделяются среди других высокими удоями. Вместе с тем, их молоко богато жирами и белками, отличается хорошими технологическими качествами. Они маститоустойчивы; заболевание конечностей у животных этой породы встречается реже, чем у животных других пород, а отелы проходят легко [104, 145].

Быки-производители в среднем имеют массу 800-900 кг, коровы – 420-550 кг, живая масса телок в возрасте 18 месяцев – 300-380 кг. За 305 дней лактации удои коров варьируют от 4000 до 7000 кг. Важными особенностями коров айрширской породы являются – жирномолочность (МДЖ до 4,8%), пропорционально развитое вымя с индексом 46-48%, высокая скорость молокоотдачи – 1,8-2,0 кг/мин, что немаловажно в условиях промышленной технологии производства молока [67,73].

Телята айрширской породы имеют хорошую жизнеспособность. Телки отличаются скороспелостью, первый раз их осеменяют в возрасте 13-14 месяцев, с живой массой от 350 до 390 кг.

По данным литературных источников, в России в современных условиях интенсификации животноводства конкуренцию голштинской породе может составить только айрширская порода [6, 48, 53, 67, 73, 105].

В Ленинградской, Московской области и Республики Карелия сотрудники селекционно-племенного центра по айрширской породе, специалисты хозяйств и племенных служб создали три типа этой породы. ФГБНУ ВНИИГРЖ получены патенты на следующие типы: «Новоладожский» – продуктивность коров 8516 кг молока с МДЖ – 4,06% и МДБ – 3,50% (патент № 2830, 2005 г.), «Смена» – 7152 кг, 4,24% и 3,50% (патент № 3656, 2007 г.) и «Карельский» – 7730 кг, 4,02% и 3,22% (патент № 6764, 2013 г.). Для создания этих новых типов применяли чистопродное разведение животных финского происхождения. Быки использовались как финской, так и отечественной селекции [3, 18, 19, 20, 145, 146].

По данным Петровой А.В. и Васильева Е.Н. (2016), изучавших животных этих типов, уровень молочной продуктивности типов «Новоладожский», «Смена» и «Карельский» зависит не только от происхождения быков-отцов, но и их племенной ценности и принадлежности к линиям. В работах этих ученых показано, что в настоящее время улучшение «Новоладожского» и «Карельского» типов айрширского скота ведется с прилитием крови быков зарубежной и отечественной селекции, которые относятся к племпредприятиям России, а также быков-производителей из Канады и Финляндии, имеющих племенные категории. Для работы с маточным поголовьем таких типов как «Новоладожский» и «Смена», селекционеры используют производителей основных четырех племпредприятий Российской Федерации, а при работе с «Карельским» типом – в основном региональных [108].

Ученые, работающие с айрширами в России, предлагают улучшать ее, используя только быков нового поколения, которые превосходят по своей племенной ценности быков предыдущих поколений [18].

Обладая высокой продуктивностью, айрширы неплохо адаптируются при смене кормовой базы (менее требовательны к качеству корма, чем голштины), условий содержания и эксплуатации [105].

По данным ВНИИплем, более 160 хозяйств Российской Федерации занимаются разведением айрширов. Численность айрширского скота в 2018 году по стране в целом составила 76,96 тысяч голов, или 2,92% от всего подконтрольного поголовья молочного скота. В Российской Федерации средний удой коров айрширской породы (2018 год) составил 6893 кг молока с жирностью 4,10%, содержание белка – 3,26%.

В Ярославской области разведением айрширского скота занимаются в племзаводе ЗАО «Агрофирма «Пахма», где поголовье айрширского скота, по данным бонитировки 2018 года, насчитывает 677 голов, из них – 440 коров, с живой массой по стаду – 575 кг (коров), телок (18 мес.) – 453 кг. Средний возраст в отелах – 2,70 [155].

Эти животные айрширской породы принадлежат к 8 основным линиям: Ханнулана Яюскяри AAA 23000, Дон Жуана AAA 7960, Кинга Еррант AAA 12656, Тоосилана Брахма 11489; С.Б. Командора 31700, О.Р. Лихтинга 120135, Юттеро Ромео (AAA15710), Дика 768, Риихивиидана Урхо Ерран AAA 13093 [17].

Голштинская порода

Голштинская порода – выведена в Соединенных Штатах Америки. Селекция велась методом разведения «в себе» животных черно-пестрой породы, которые были привезены из Голландии. С 1861 года порода официально стала называться голштино-фризской, а затем голштинской. Начиная с этого времени, их стали вывозить из США в Канаду.

В Россию голштинская порода скота была завезена в середине двадцатого века. Ее используют в качестве улучшающей отечественные породы, а также для чистопородного разведения. Широкое использование животных голштинской породы началось с середины 70-80-х годов двадцатого века [13, 117].

В настоящее время голштинская порода распространена в Центральном федеральном округе, Южном, Северо-Западном, Приволжском, Сибирском, Дальневосточном и Уральском федеральных округах.

По данным бонитировок, голштины являются наиболее широко используемой и высокопродуктивной породой мира. Масть животных – в основном черно-пестрая с различными вариациями размера, формы и расположения пятен. Животные имеют хорошее телосложение, обладают высоким ростом (в среднем высота в холке: у коров 142-145 см, быков 160-165 см), выраженным молочным типом (средний удой – до 8500-9500 кг), крупным весом (живая масса коров 650-700 кг, быков – 1100-1200 кг). Голштинская порода отселекционирована на пригодность к интенсивной промышленной технологии (вымя коров ваннообразной и чашеобразной формы, железистое, объемистое) и является выдающимся генетическим и селекционным достижением [6, 53, 73, 98, 115].

По молочной продуктивности порода обладает высоким генетическим потенциалом, так как ее селекция велась по двум основным признакам: надою и типу телосложения. Проводится интенсивный отбор коров и быков-производителей.

Быков-производителей отбирали по следующим критериям: сохранность, здоровье, продуктивное долголетие и высокие воспроизводительные качества. Отбор коров для разведения велся из высокопродуктивных, которых оценивали не только по удоям, но и по скорости поедания кормов и оплате их продукцией, форме вымени и скорости доения, характеру поведения в стаде [114].



Рис.2. Корова голштинской породы

Кроме того, в создании и совершенствовании голштинской породы селекционеры отводили большую роль в работе с семействами, для их выведения применяли интенсивный инбридинг и использовали выдающихся животных.

В условиях России голштинский скот имеет пониженное продуктивное долголетие – продолжительность хозяйственного использования – 2,2-2,6 лактаций. Есть данные ученых, занимающихся изучением этой проблемы, что она может быть обусловлена плохой адаптацией скота к российским

природно-климатическим условиям. Другие ученые объясняют это неудовлетворительными условиями кормления и содержания [151].

Высокий генетический потенциал животных голштинской породы возможно реализовать только создав подходящие благоприятные, комфортные условия содержания, используя отличную кормовую базу, полноценное кормление молодняка и коров при хорошем уходе.

Одной из главных причин высокой выбраковки (30-40%) голштинов, даже в племенных хозяйствах, являются болезни конечностей, органов воспроизводства и маститы [115].

По данным ВНИИплем, относительная численность голштинского скота в хозяйствах России – 524,67 тыс. голов, или 19,9% от подконтрольного поголовья молочного скота, что по сравнению с 2017 годов выше на 3,63%. Средний удой по РФ (2018 год) – 8905 кг молока, с массовой долей белка – 3,24%, жира – 3,89% [51].

В России имеются племенные ресурсы животных голштинской породы российской, датской, немецкой и голландской селекции, которые относятся к 7 основным генеалогическим линиям.

В настоящее время в Ярославской области основная часть маточного поголовья относится к линиям Рефлекшн Соверинг 198988, Пабст Говернер 882933, Монтвик Чифтейн 95679, Уес Идеал 1013415 и другим.

В Ярославской области голштинская порода разводится в нескольких хозяйствах, среди них – ЗАО «Агрофирма «Пахма», где поголовье голштинского скота за 2018 год насчитывало 671 голову, среди них 440 коров, с живой массой в среднем 627 кг, а телок в возрасте 18 месяцев – 388 кг. Средний период производственного использования – 2,20 лактации [51].

При использовании быков голштинской породы в РФ созданы несколько новых внутрипородных типов, а именно: петровский, московский, уральский, ирменьский, барыбинский, ленинградский, непечинский, михайловский тип ярославского скота и красно-пёстрая порода (при

межпородном скрещивании коров симментальской породы с быками голштинской красно-пестрой).

Исследованиями ученых установлено, что на показатели продуктивного использования черно-пестрых коров достоверно оказывает влияние именно кровность по голштинской породе с долей 8,92% от всех совокупных факторов. Определена оптимальная кровность по голштину для животных, разводимых в Нижегородской области – 38-50%. От коров с такой кровностью получили наивысшую продуктивность и по первой, и по третьей лактации (за 1 день жизни они давали по 8,1 кг, за 1 день лактации в среднем 20,1 кг, при сроке эксплуатации – 3,36 лактаций).

Таким образом, увеличение доли крови голштинов приводит к изменению таких показателей, как жирномолочность и пожизненный надой молока [2, 77, 83, 119, 148].

Данные Фураевой Н.С. с соавторами (2015) показывают, что если идет увеличение доли крови голштинов у животных ярославской породы, то вступает в силу закономерность, характерная для голштинской породы: при высоких удоях первотелок и коров с законченной третьей лактацией, ухудшается качественный состав молока. Кроме того, у таких животных снижен срок продуктивного использования и ухудшена воспроизводительная способность. Массовая доля белка в молоке была выше у коров с кровностью по голштинской породе 75%, при использовании метода разведения «в себе» [151].

В Ярославской области с 1978 года быки голштинской породы используются для повышения обильномолочности и улучшения пригодности к машинному доению коров ярославской породы. В течение 20 лет в ОПХ «Михайловское» ЯНИИЖК велась работа по созданию нового типа, который в 1998 году был апробирован и утвержден с названием «Михайловский» (рисунок 3). В нем удалось сочетать лучшие качества обеих пород – обильномолочность, хорошую пригодность к машинному доению, скороспелость голштинской и адаптированность к местным условиям,

устойчивость к ряду инфекционных заболеваний (лейкоз, бруцеллез, туберкулез) повышенное содержание белка и жира в молоке ярославской [130]. Кроме того, в области разводят большую популяцию помесных животных с различной долей крови голштинов, условно называемых «улучшенные генотипы» [6, 53, 73, 130, 132, 134, 135]. Составлена селекционная программа по работе с голштинизированным ярославским скотом на перспективу – учеными ЯНИИЖК, сотрудниками ОАО «Ярославское» по племенной работе, утвержденная департаментом АПК Ярославской области.



Рис.3. Корова «михайловского» типа

На рисунке 3 представлена корова михайловского типа – Бахрома 711 – по 4 лактации (260 дн.): удой – 5940, МДЖ – 4,99%, МДБ – 3,43%, живая масса – 550 кг, скорость молокоотдачи – 1,51 кг/мин.; получена в племзаводе ОПХ «Михайловское».

Ярославская порода

Ярославская порода молочного скота является гордостью народной селекции (рисунок 4). Она была создана во второй половине девятнадцатого века методом улучшения «в себе» наиболее продуктивного местного скота, так называемого северного великорусского, который разводили в основном в крестьянских хозяйствах. Доказано, что ярославская порода была выведена без использования животных иностранных пород. Свое распространение она получила в XX веке в Ярославской, Ивановской, Московской, Ленинградской, Калининградской, Тверской, Костромской, Вологодской и других областях, так как имела ряд исключительных хозяйственно-полезных качеств. В СССР ее разводили в 43 регионах, использовали как улучшающую для создания нескольких пород (например, костромская, тагильская породы и другие) [78, 79, 128].

На территории России, вследствие целенаправленной селекции, ярославская порода более века разводилась «в чистоте». Начиная с 1925 года в стране стали вести Государственную племенную книгу (ГПК), в которую записывали лучших животных этой породы.

По описанию в энциклопедическом словаре, ярославские коровы имеют угловатый костяк, сухую и легкую голову, широко расставленные ребра и объемное брюхо; типичная масть – черная, белоголовая с белыми отметинами на ногах, кончике хвоста. Высотой животные – 125-127 см, с большим округлым или чашеобразным выменем, постановка передних сосков более широкая, чем задних. Вес взрослой коровы достигает 550 кг и более, удой – 4000-4500 кг, а у выдающихся животных – более 8000 кг молока, с массовой долей жира в молоке – 3,9-4,4%, белка – 3,5-3,8% [166].

Современные животные ярославской породы, особенно в племенных стадах, имеют значительно более высокие показатели продуктивности и промеров статей экстерьера.

Они выносливы, адаптированы к воздействию стрессовых ситуаций и к различным климатическим зонам, пригодны к промышленным технологиям, имеют крепкую конституцию, устойчивы к некоторым инфекционным заболеваниям: бруцеллезу, лейкозу, туберкулезу, лептоспирозу [78, 85].

Ярославская порода обладает хорошим генетическим потенциалом ценных хозяйственно-полезных качеств. Для повышения ее конкурентоспособности необходимо вести целенаправленную селекцию на пригодность к машинному доению и продуктивному долголетию в условиях интенсивных технологий. Темпы совершенствования популяции зависят от качественного состава поголовья, выделенного в племенную часть [76].



Рис. 4. Корова ярославской породы

На рисунке 4 представлена корова ярославской породы – Милька 964. Продуктивность за 305 дней по 5 лактации: удой – 8024 кг, МДЖ – 4,17%; МДБ – 3,26%, живая масса – 584 кг, скорость молокоотдачи – 1,9 кг/мин., дважды экспонировалась на ВВЦ, имеет титул «Чемпион породы», состояла в генофонде для заказных спариваний, получена в стаде племзавода «Горшиха» Ярославской области.

Однако в товарных стадах у коров этой породы появился ряд нежелательных признаков, обусловленных плохим уровнем кормления и содержания в хозяйствах. Кроме того, многие селекционеры практикуют

односторонний отбор по молочной продуктивности, в результате которого, часть животных имеет пороки экстерьера (чаще всего конечностей), а именно: слабый костяк, недостаточную живую массу и обмускуленность [136, 149]. Необходимо качественно совершенствовать ярославскую породу по пригодности к использованию в условиях интенсивных технологий.

По данным Ежегодника по племенной работе с молочным скотом в хозяйствах РФ, издаваемом ВНИИплем (2018), относительная численность подконтрольных животных ярославской породы на 2018 год составила 1,63% (по сравнению с 2010 годом уменьшилась на 0,70%), в том числе коров 1,66% (на 0,63% меньше, чем в 2010 году). Численность породы уменьшается в связи с вытеснением ее другими породами, особенно черно-пестрым скотом [51].

Молочная продуктивность коров: средний удой за 305 дней лактации – 6076 кг (по сравнению с 2010 годом увеличился на 1855 кг), содержание жира 4,21% (увеличилось на 0,11%), содержание белка 3,18% (увеличилось на 0,1%) [51].

Основное поголовье и лучшая часть ярославской породы находится в Ярославской области. Статус племзавода 4 хозяйства – ООО «Племзавод «Горшиха», АО «Племзавод «Ярославка», ООО «Агроцех», ОАО племзавод им. Дзержинского», статус племрепродуктора по ярославской породе в области имеют 14 хозяйств – ООО «Красный Маяк», ЗАО «Агрофирма «Пахма», ОАО «Ярославский бройлер», ООО «Красный октябрь» и другие [51].

По суммарному выходу молочного жира и белка лучшим стадом в РФ является стадо ООО ордена «Знак почета» ПЗ «Горшиха» Ярославской области, средний удой коров здесь составил 7659 кг молока с содержанием жира 4,66%, белка 3,17%. Лучшие коровы породы по наивысшей лактации также принадлежит к этому хозяйству. Удой коровы № 900024 по наивысшей 4 лактации составил 13400 кг, МДЖ – 4,98%, МДБ – 3,04%; коровы № 2340 –

13358 кг, МДЖ – 4,54%, МДБ – 3,02%, коровы № 1599 – 13298 кг, МДЖ – 4,81%, МДБ – 3,07% [51].

По данным бонитировки (на 01.01.2019 года), ярославская порода занимает I место по численности поголовья среди пород, разводимых в Ярославской области (71,9%). В 2017 году продуктивность ярославских коров в племенных стадах составила 6709 кг молока с содержанием жира 4,36%, белка 3,23%. Ученые делают вывод о том, что у животных ярославской породы из года в год увеличивается генетический потенциал продуктивности, но уровень его реализации остается низким [72].

По данным каталога быков-производителей, на оценке по качеству потомства находится 45 быков (ярославские чистопородные, михайловского типа и улучшенных генотипов). В породе имеется 8 перспективных линий чистопородного ярославского скота – Вольного ЯЯ-4370, Марта ЯЯ-2456, Мурата ЯЯ-4388, Жилета ЯЯ-4574, Доброго ЯЯ-4627, Чародея ЯЯ-1544, , Магната ЯЯ-4366, Марса ЯЯ-4319 [68].

В настоящее время животных ярославской породы закупают и разводят также в Ставропольском крае методом внутривидовой селекции, получают от коров удои свыше 6 тысяч кг в год. В ООО «АПК Агростандарт» Ставропольского края от чистопородной ярославской коровы Апрелька 80622 по наивысшей 3 лактации было получено 9039 кг молока, с массовой долей жира 4,02% и белка 3,12% [51, 129, 150].

Большая работа с ярославской породой ведется и в Ивановской области, где имеется 6 племенных заводов и 2 племенных репродуктора по ярославской породе. Здесь разводят 5 пород скота молочного направления, ярославская – занимает ведущее место и по численности, и по продуктивности. По данным Ежегодника по племенной работе, поголовье ярославских коров увеличилось на 599 голов с 2011 года и составило в 2018 году – 9084 головы.

Голштинизацию скота в нашей стране проводят в целях создания популяций животных, пригодных для использования в условиях

интенсивных технологий, повышения уровня производства молока, улучшения продуктивных свойств отечественных пород методом межпородного скрещивания с голштинской породой. В работах Тамаровой Р.В. (2002, 2008), Москаленко Л.П., Фураевой Н.С., Зверевой Е.А. (2011), Некрасова Д.К. и др. (2013) отмечена высокая эффективность воспроизводительного скрещивания ярославских коров с голштинскими быками. Учеными, занимающимися этой проблемой, установлен положительный эффект скрещивания с голштинами, а именно, увеличение удоев на 7-30%, повышение генетического потенциала по удою при увеличении кровности по голштину до 75%, более высокая интенсивность молокоотдачи, отличная пригодность к машинному доению, что особенно важно в условиях промышленных технологий. Исследованиями установлено, что при смене технологии производственного использования у помесного голштино-ярославского скота наблюдалось наименьшее снижение молочной продуктивности по сравнению с чистопородными ярославскими и голштинскими коровами [2, 15, 52].

Наряду с этим, выявлены негативные последствия голштинизации скота. У высококровных по голштинской породе помесей снижается МДЖ, а особенно МБД, отмечается ослабление конституции животных, ухудшение индекса осеменения, уменьшается продолжительность хозяйственного использования, отмечается появление телят, имеющих различные наследственные аномалии, уменьшается сохранность потомства, повышается число мертворождений и аборт [74, 86, 155].

1.2 Белковомолочность и ее генетическая обусловленность

Молоко и выработанные из него молочные продукты считаются основными для полноценного питания, увеличения продолжительности жизни, а также сохранения здоровья населения. Их пищевая ценность

зависит от питательных веществ (жиров, белков и углеводов), витаминов, микроэлементов, минеральных веществ и других компонентов [95].

В настоящее время, для полноценного и здорового питания человеку необходимо в год 360 кг молока и молочных продуктов (информационная справка Института питания РАМН и ВОЗ).

По России этот показатель находится на уровне 233,4 кг (2017 год), что на 35,2% ниже нормы [5, 169].

Белки (от греческого *protos* – первый, первоначальный) – высокомолекулярные аминокислотные полимерные соединения. Молоко коров содержит в среднем 3,2% белков. По данным Ежегодника по племенной работе с молочным скотом в хозяйствах РФ в 2018 году содержание белка в молоке осталось на уровне 3,16% как и в 2015 году [4, 31, 51].

В день человеку необходимо 80-100 граммов белка, в том числе 30 граммов аминокислот, но данная норма не выдерживается [99].

Суточную потребность в незаменимых аминокислотах человек может обеспечить, выпивая пол-литра молока, а при потреблении мягких или твердых сыров, она удовлетворяется на 30-50% [126, 139].

Исследователи установили, что молоко включает три группы протеинов. К первой относят казеин, на который приходится около 80%, он содержит 4 фракции (α_{s1} –, α_{s2} –, β –, k – казеин) и их фрагменты. Вторая группа сывороточных белков (около 19%) – это -лактоглобулин, α -лактальбумин, альбумин и иммуноглобулин, также в эту группу входят лизоцим, лактоферрин и другие. Третья группа – белки, входящие в состав оболочек жировых шариков (примерно 1%) [31].

Казеин (от латинского «caseus» – сыр) – основной белок молока, находится в нем в виде полидисперсного казеин-кальций-фосфатного комплекса, его содержание от 2,1 до 2,9%. На свертывание казеина оказывает действие сычужный фермент. Казеин образуется из казеиногена, который

под действием протеолитических ферментов способен к створаживанию [4, 12, 87, 142].

Казеин связывает воду (около 3,7 г на 1 г белка), что имеет большое значение в практике производства белкомолочных продуктов и зависит от его структуры, концентрации солей, заряда белковой молекулы, других факторов [140]. На увеличение водоудерживающих свойств казеина влияет высокая температура при тепловой обработке молока, в результате которой он взаимодействует с денатурированным бета-лактоглобулином.

От интенсивности такого взаимодействия зависит прочность творога, вырабатываемого разными способами, или сыра, а также легкость отделения сыворотки [158].

Одно из главных свойств казеина, используемое в молочной промышленности, – это способность к коагуляции (осаждению). Коагуляция казеина достигается введением его мицелл в изоэлектрическое состояние и разрушением гидратных оболочек. Если творог вырабатывают кислотным способом, образование сгустка и коагуляция казеина протекает непосредственно при взаимодействии с молочной кислотой и сычужным ферментом (улучшается отделение сыворотки). При выработке творога кислотным способом коагуляцию казеина вызывает молочная кислота, образующаяся в результате молочнокислого брожения лактозы [80,118].

В настоящее время ученые доказывают, что использование молочного белка становится более важным в сравнении с использованием молочного жира. В программах развития скотоводства высоко оцениваются массовая доля белка и его выход, в связи с увеличением важности глубокой переработки молока. Таким образом, химический состав имеет первостепенное значение, от него зависит эффективность производства молока, его себестоимость и цена. Для улучшения технологических свойств молока и его качественных показателей в последние годы, на примере других стран, в России начали применять молекулярно-генетические маркеры. При помощи них, селекционеры получают данные о полиморфизме и вариантах

генов, которые отвечают за желательный признак или комплекс признаков в определенных условиях среды. В настоящее время, большинство ученых подчеркивают значимость геномной оценки, приравнивая ее к значимости искусственного осеменения [21, 58].

Используя молекулярно-генетические методы для раннего прогнозирования уровня и направления продуктивности животного, можно повысить темп селекционного прогресса на 50% и получить существенный экономический эффект [1, 122].

К ДНК-маркерам относят генетические маркеры, рассматриваемые на уровне ДНК [61].

Наибольший интерес в настоящее время представляют QTL (Quantitative Trait Loci), так называемые ДНК-маркеры, которые определяют количественные признаки на уровне их локусов в ДНК. Животных оценивают по тем признакам, которые поздно проявляются в фенотипе или только у одного пола, а также на признаки, уровень проявления которых зависит от внешних факторов. Кроме того, при помощи генотипирования животных оценивают степень консолидации и ситуацию в генетической структуре какой-либо популяции [154].

Наиболее доступным методом, которым можно провести диагностику с целью определения аллельного полиморфизма генов, отвечающих непосредственно за хозяйственно-полезные признаки продуктивных животных, является метод ПЦР-ПДРФ (полимеразная цепная реакция с дальнейшим анализом по полиморфизму длин рестрикционных фрагментов). Данный метод является довольно простым, но небыстрым и подходит для изучения небольшого числа исследуемых образцов [191].

В основе метода ПЦР-ПДРФ – амплификация экзона IV, в котором располагаются аллельные замены, они проверяются с использованием рестрикции продуктов амплификации различными эндонуклеазами. Затем рестриктазы находят сайты узнавания – особые участки ДНК и разрезают участки в двухцепочной ДНК на конкретное число фрагментов

определенного размера. В агарозном геле, во время электрофореза в зависимости от молекулярной массы эти фрагменты разделяются (крупные перемещаются медленнее, чем те, что имеют меньшую массу).

Молекулярная масса фрагмента выражается в количестве пар нуклеотидов и пропорциональна его длине. В зависимости от длинны рестрикционных фрагментов делают вывод об отсутствии или наличии определенного аллеля у животного [58, 172, 192].

В настоящее время аллельные варианты нуклеотидных последовательностей определены для десятков генов сельскохозяйственных животных. Важное значение имеют исследования, посвященные полиморфизму аллельных вариантов, кодирующих синтез молочных белков (таких как каппа-казеин (CSN3), бета-казеин (CSN2), бета-лактоглобулин (BLG) и другие) и гормонов [54, 81, 82]

Современные ученые считают, что необходимо комплексно использовать методы традиционной и маркерной селекции в селекционно-племенной работе.

А в США, Канаде, Нидерландах, Германии, Дании и других странах с развитым молочным скотоводством с 2009 года оценка ремонтных бычков официально ведется с применением генного маркирования [22, 124, 141, 180, 194, 195].

В нашей стране вопрос о принятии геномной оценки в качестве официальной нужно решать на государственном уровне. Это позволит получать животных с прогнозируемыми продуктивными качествами, благодаря чему российские организации смогут иметь конкуренцию с производителями племенного материала и экспортировать собственные племенные ресурсы [1, 109, 122].

1.3 Полиморфизм гена каппа-казеина

Каппа-казеин (CSN3) является главным белком молока коров. На его свертывание влияет сычужный фермент. CSN3 – одна из фракций казеина. Содержание CSN3 в молоке – 0,3 г/100 мл.

Данный ген наиболее изучен отечественными и зарубежными учеными. В настоящее время выделяют 13 его аллельных вариантов: A, B, C, D, E, F, G, Az, H, X, I, A1, J. Наиболее распространены A и B варианты, которые образуют сочетание генотипов – AA, AB, BB. Вариант A отличается тем, что в позиции 136 аминокислота треонин замещается на изолейцин, для B варианта – в позиции 148 происходит замена аланина на аспаргиновую кислоту. Такое замещение происходит за счет точковых мутаций на уровне ДНК в 4 экзоне гена CSN3 в позициях 5309 (C→T) и 5345(A→C) [1, 177, 177].

Данные зарубежных и отечественных ученых свидетельствуют о взаимосвязи B-аллельного варианта CSN3 с увеличением содержания белка в молоке, с меньшим временем свертывания его при производстве белкомолочных продуктов (творога и сыра).

Выявлено, что существует взаимосвязь между B-аллелем CSN3 и увеличенным количеством белка в молоке. Кроме того, отмечено наименьшее время свертывания под воздействием сычужного фермента и лучшее качество сгустка, больший выход молочных продуктов, богатых белком [47, 65, 101, 102, 171].

Аллели A и B CSN3 определены у всех пород скота, однако частота их встречаемости у животных различна. В фенотипе гетерозиготных особей они наследуются по кодоминантному типу [101].

Казеин представляет огромный интерес для молочной промышленности, его довольно большое количество содержится в твороге, сыре, сухом молоке и некоторых других продуктах. Основа производства творога и сыроделия – это казеин, содержащийся в молоке.

В казеине каппа-казеин занимает особенное положение. Он составляет 11% от общего количества казеина. Фракция казеина единственная в молоке, которая разрушается под влиянием сычужного фермента [32, 153].

Исследованиями ученых установлена разная частота встречаемости аллелей гена CSN3. Эти данные свидетельствуют о том, что необходимо генотипировать животных, которые используются для селекционной работы в хозяйствах [120].

Исследователи сообщают о снижении В-аллеля CSN3 у животных айрширской породы. По результатам своих исследований, проведенных в Брянской области, Е.В. Дроздов с соавторами (2009 г.) (n=50) и Чижова Л.Н. (2013 г.) (n=19) опубликовали данные, что у подконтрольных коров В-вариант CSN3 обнаружен не был [49, 50, 156].

Miluchová M. с соавторами (2018) проводили оценку влияния генетического полиморфизма CSN3 на качество молока голштинских коров (n=210), обнаружили три генотипа: AA (69,52%), AB (27,62%) и BB (2,86%). Частота аллеля А составила 83,33%, а аллеля В 16,67%. Крупный рогатый скот голштинской породы в Словацкой Республике характеризуется высоким значением гомозиготности (0,7222). Установлено, что статистически значимое различие между генотипами CSN3 характерно только для процента белка в молоке [186].

Ученые, занимающиеся данной проблемой в Хорватии, публикуют данные о том, что частота аллеля А у животных голштинской породы составляла 0,764, но при этом у аборигенных пород чаще представлен В-аллель CSN3 (48,2-84,1%) [179].

В Иране исследовали методом ПЦР-ПДРФ 139 голштинских коров; по этим данным, частота AA генотипа CSN3 составила 0,72, AB – 0,18 и BB – 0,10 [189].

В Румынии Neamt R.I. с соавторами (2017) проводили исследование на румынском симментальском скоте (n=114). Полученные ими данные свидетельствуют о том, что для локуса CSN3 значительно более высокая

частота ($P \leq 0,001$) наблюдалась для аллеля А (0,785) по сравнению с аллелем В (0,215); для генотипа АА (0,631) по сравнению с генотипами АВ (0,307) и ВВ (0,062), соответственно. Генотип АА был связан с более высокой молочной продуктивностью ($5887,76 \pm 115,7$ кг) по сравнению с удоем, связанным с генотипом ВВ ($5619 \pm 86,34$ кг, $P \leq 0,003$), а также с более высоким процентом жира ($4,19 \pm 0,05\%$ по сравнению с $4,01 \pm 0,02\%$, $P \leq 0,001$). Более высокий процент молочного белка был связан с генотипом ВВ ($3,4 \pm 0,02\%$), в сравнении с генотипами АА ($3,27 \pm 0,03$) и АВ ($3,29 \pm 0,03$) соответственно ($P \leq 0,05$) [188].

По результатам своих исследований ученые Khaizaran Z.A. и Fawzi Al-Razem (2014) обнаружили у помесного и голштинского скота, а также локальной породы частоту аллеля А CSN3 в пределах 0,75-0,84 [180].

Ученые из Сербии проводили исследования на поголовье 192 голштинских коров, они определили, что частота аллеля А CSN3 составила 0,7 [181].

По данным исследований отечественных ученых, у коров голштинской породы аллель А CSN3 встречается с частотой – 0,79-1,0, а В-аллель от 0 до 0,26 [46, 56, 101, 156, 162, 163, 193].

Ученые, занимавшиеся изучением ярославской породы, Селионова М.И., Обиденко Т.П. (2008), Тамарова Р.В. и др. (2003, 2006, 2008, 2010, 2014), Хабибрахманова Я.А., Калашникова Л.А. (2009), Некрасов Д.К. с соавторами (2017) установили, что встречаемость аллельных вариантов CSN3 А и В находятся практически на одном уровне. Аллеля А – 0,46-0,56, аллеля В – 0,44-0,54. Следовательно, частота встречаемости В аллельного варианта у животных ярославской породы выше, чем у других пород крупного рогатого скота [90, 100, 123, 131-136, 152].

В исследованиях Т.П. Ковалевой (2008) частота встречаемости генотипа ВВ выше у животных ярославской породы по сравнению с особями черно-пестрой на 36%, а генотипа АВ на 8% больше, чем у коров черно-пестрой и красной степной пород. По содержанию молочного жира и белка в

процентах животные ярославской породы превосходили животных этих пород: по МДЖ на 0,15% и 0,31% соответственно ($P<0,01$), а по МДБ – на 0,13% ($P<0,05$) [71].

Ярлыков Н.Г. (2010) исследовал по гену CSN3 ярославских коров и установил, что встречаемость генотипа AA находилась на уровне 32,3-38,4%, АВ – 47,1-50%, ВВ – 11,1-20,6%; у коров с кровностью по голштинам 75% преобладал аллель А (частота встречаемости 0,82) [164].

Исследования Т.М. Ахметова (2009), проведенные на первотелках, показывают увеличение удоя за 305 дней лактации у животных с АВ генотипом CSN3 и ВВ генотипом CSN3 генотипами, по сравнению с первотелками, имеющими AA генотип, на 106-387 кг. МДЖ у первотелок с AA генотипом CSN3 оказалась немного ниже (на 0,01-0,03%), в сравнении с животными с АВ и ВВ генотипами, которые по выходу молочного жира превосходят животных с AA генотипом на 4,6-15,7 кг. Показатели МДБ у первотелок с В-аллелем CSN3, оказались на 0,09-0,03% ($P<0,05$ и 0,001) выше, соответственно, у животных с ВВ и АВ генотипами и выход молочного белка оказался выше, чем коров с генотипом AA на 15,0-26,7 кг и 10,08-12,3 кг, соответственно [7, 8].

У голштинов канадской ($n=129$) и венгерской ($n=139$) селекции, завезенных в хозяйства Рязанской области, выше частота встречаемости А-аллеля CSN3, что свойственно данной породе. У коров канадской селекции частота аллеля А – 0,740, у коров венгерской селекции – 0,834. AA генотип CSN3 у голштинов канадской селекции обнаружен у 54% животных, АВ – у 41% и только у 5% животных – генотип ВВ [103].

По сообщению Глазко В.И. с соавторами (2016), у айрширов частота встречаемости А аллеля CSN3 – 0,870, аллеля В – 0,130 [28].

В Республике Татарстан в 2017 году Шамсова А.Р. с соавторами опубликовали данные о проведенных исследованиях на коровах голштинской породы ($n=50$). По CSN3 частота встречаемости генотипов оказалась следующая: AA – 66%, АВ – 32% и ВВ – 2%, А аллеля – 0,82, а аллеля В –

0,18. Они также установили, что по молочной продуктивности коровы с гетерозиготным генотипом АВ имеют наивысшие показатели, по сравнению с коровами с генотипами АА и ВВ, а именно – по удою, МДЖ, МДБ, выходу молочного жира и белка в кг [159].

В Республике Беларусь (2015 г.) на поголовье голштинских коров (n=109) в сравнении с коровами черно-пестрой белорусской породы (n=289) проведена оценка по генотипам каппа-казеина и установлена межпородная разница. Для голштинских коров ВВ генотип CSN3 является предпочтительным по признакам удою и белковомолочности (статистически достоверно), в то время как у коров черно-пестрой белорусской породы чаще встречается генотип АА по удою [14].

В результате проведенных исследований Сафиной Н.Ю. с соавторами (2018 г.) в Республике Татарстан были получены данные о полиморфизме генов каппа-казеина у первотелок голштинской породы (n=261). Для аллеля А частота встречаемости – 0,63, а для аллеля В – 0,37; АА генотип CSN3 встречался у 36% коров, АВ – 53,3%, ВВ – 10,7% [120].

Данные, полученные отечественными и зарубежными исследователями в последние годы, свидетельствуют о преобладании у некоторых особей голштинской породы (60-90%) генотипа АА CSN3, а генотип ВВ CSN3 встречается крайне редко.

По мнению Л.А. Калашниковой с соавторами (2009), А.А. Грашина и др. (2011) и Б. Пархоменко (2011), существует огромная необходимость генотипировать не только коров и быков, но и дочерей быков-производителей. У быков-производителей ген CSN3 может быть использован как дополнительный фактор для методического отбора животных [44, 62-64, 107].

Аналогичные исследования ведутся по животным ярославской породы. Данные, полученные Калашниковой Л.А. и Ганченковой Т.Б. (2007) по быкам ярославской породы (n=155) показывают, что частота встречаемости А аллеля CSN3 составляла 0,65, а аллеля В – 0,35 [60].

Исследования Ю.А. Михайловой (2016), проведенные также у быков ярославской породы ($n=23$) показывают, что частота встречаемости аллеля А 0,70, аллеля В – 0,30 [97].

При генотипировании быков голштинской породы как отечественной, так и зарубежной селекции, Зиннатовой Ф.Ф. с соавторами (2011) получена информация о частоте встречаемости аллеля А каппа-казеина – 0,65-0,80, аллеля В – 0,20-0,35. Калашниковой Л.А. и Ганченковой Т.Б. (2007), Э.Ф. Валиуллиной с соавторами (2007) и Т.М. Ахметовым с соавторами (2009) получены аналогичные данные. Частота встречаемости аллеля А у быков-производителей – 0,79-0,81, аллеля В – 0,19-0,21. При этом, у голштинских быков, частота встречаемости генотипа АА – 62,1 %, АВ – 33,3%, ВВ – 4,60% [7, 23].

Л.А. Калашниковой с соавторами (2008) и Тамаровой Р.В. (2014) опубликованы данные о том, что частота встречаемости аллеля А значительно выше – 0,86-0,87, а аллеля В – 0,13-0,14 [61, 134].

Айрширская порода в этом аспекте наименее изучена. В 2008 году получены данные, что у коров айрширской породы частота встречаемости аллеля А каппа-казеина – 0,85, а аллеля В – 0,15 ($n=29$). Исследования, проведенные в 2014 году Н.С. Марзановым и др. указывают на еще меньшую частоту встречаемости аллеля В – 0,09, а частота встречаемости аллеля А – 0,91 ($n=16$) [70, 91].

В целом, по сообщениям большинства авторов, частота встречаемости аллеля В гена каппа-казеина у всех молочных пород низкая. У голштинских быков-производителей частота встречаемости аллеля В каппа-казеина не превышает 0,35, для ярославской породы отмечается достаточно хорошая встречаемость аллеля В – более 0,41. Быки айрширской породы, по данным исследователей, отличаются наиболее низкой частотой встречаемости аллеля В каппа-казеина. Поэтому ученые, изучавшие проблему, рекомендуют комплектовать племпредприятия быками-производителями с учетом их генотипа по CSN3.

1.4 Пригодность молока для получения сыра и творога в зависимости от генотипов по каппа-казеину

Каппа-казеин – важный ген, влияющий на качественные характеристики молока. В программах селекции его аллельные варианты могут использоваться как маркеры для генетического улучшения молочной продуктивности [169].

По литературным данным в России всего лишь 3% коровьего молока идет на выработку сыра. По мнению некоторых ученых, такое состояние дел может быть связано с низким качеством заготавливаемого молока [5].

Качество молока во многом зависит от наличия в нем соматических клеток. В настоящее время ведутся исследования, которые указывают на взаимосвязь генотипов CSN3 с количеством в молоке соматических клеток, непосредственно они же влияют на его технологические свойства.

Получены данные о том, что в коровьем молоке, животных с АА генотипом CSN3 – содержание соматических клеток увеличено, а с генотипом ВВ – снижено на протяжении всей лактации. Кроме того, определили, что в разные периоды лактации и в зависимости от физиологического состояния организма менялось количество соматических клеток разных морфологических типов [125].

Многими учеными отмечены хорошие технологические свойства молока и высокое качество молочных продуктов у животных с ВВ генотипом CSN3 [62, 121, 134, 155].

Выявлено, что молоко коров, имеющих ВВ генотип CSN3, обладает лучшими органолептическими, санитарно-гигиеническими показателями, имеет хорошую термоустойчивость и сычужную свертываемость [25].

Результаты исследований технологических свойств, проведенных С.В. Карамаевым, Н.В. Соболевой, Р.В. Тамаровой, Н.Г. Ярлыковым, Ю.А. Михайловой показали, что молоко, полученное от коров с ВВ генотипом

CSN3, лучше использовать для выработки высококачественного сыра твердых сортов.

Исследователями установлено, что у 85,7% коров с генотипом ВВ CSN3 под действием сычужного фермента молоко свертывалось за 15-40 мин, в группе коров с АВ генотипом таких коров было 57,1%, с генотипом АА – 14,3%.

Грашин А.А. (2011) проводил выработку йогурта из молока коров черно-пестрой породы. В своих исследованиях он получил йогурт, имеющий плотный и однородный сгусток хорошего качества, без отделения сыворотки, при производстве его из молока коров с ВВ генотипом CSN3 [44].

Ахметов Т.М. (2009) получил данные по молоку коров-первотелок татарстанского типа. Из молока коров с генотипами CSN3AB и ВВ выход творога был выше, чем из молока коров с АА генотипом CSN3 на 5,8-17,6% [7].

По сообщениям Глазко В.И. (2012), сыр из молока животных с ВВ генотипом CSN3 содержит больше белка и меньше жира (24,7% и 33,18% соответственно), чем при генотипе АА (24,22 и 33,71%) [27].

В Чехии исследование молока голштинских коров с ВВ генотипом CSN3 показало, что оно имеет наилучшие технологические свойства, а именно большее содержание жира, более короткое время свертывания, больше сухой остаток и высокий выход при приготовлении сыра [183].

Кроме того, Волоховым И.М. с соавторами (2012) получены данные о том, что сыр, полученный из коровьего молока животных, относящихся к поволжскому типу красно-пестрой породы, с ВВ генотипом обладает наиболее благоприятной композиций, и его выход был на 7,0-16,1% больше, чем из молока животных с другими генотипами [25].

В результате распространения голштинского скота в странах Евросоюза, возникли проблемы с качеством молока-сырья для производства сыров, особенно твердых сортов. Отмечается низкая сыропригодность

молока и в нашей стране у помесных коров черно-пестрой, холмогорской и красной степной пород, с высокой долей кровности по голштину.

Исследованиями ученых выявлено, что при голштинизации отечественных пород скота, происходит снижение в генотипе В аллеля CSN3, являющегося необходимым для производства качественных сыров, в связи с тем, что у голштинских быков-производителей отмечается очень низкая частота встречаемости В аллеля.

В соответствии с вышеизложенным, необходимо контролировать генофонд всех пород молочного скота по гену каппа-казеина – генетического маркера белковомолочности [59].

1.5 Полиморфизм гена бета-лактоглобулина

Бета-лактоглобулин (LGB) – серосодержащий белок, который осаждается сычужным ферментом. LGB – один из главных белков (содержание в молоке – 0,2-0,4 г/100 мл), который находится в сыворотке молока, так как необходим для роста молодняка. В кристаллическом виде был впервые получен в 1934 году из молока коров [190].

В современных исследованиях ученые выделяют 11 генетически обусловленных аллельных вариантов гена β -лактоглобулина (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, W). A и B аллели - наиболее часто встречающиеся, отличие обусловлено двумя заменами аминокислот в позициях 64 (Asp→Gly) и 118 (Val→Ala), выявляется с применением эндонуклеазы HaeIII [189].

Белок, влияющий на технологические свойства молока и продуктивность, кодируется LGB

Важнейшим технологическим свойством является реакция бета-лактоглобулина с казеином. Во время этого взаимодействия происходит изменение термостабильности молока и приостанавливается сычужное свертывание [29, 57].

Если речь идет об улучшении биохимических и технологических свойств молока, то по разным литературным данным, эта роль отводится или А, или В аллелю.

А и В аллели LGB встречаются у многих пород скота, частота их варьирует в широких пределах. Выявляют три варианта генотипов LGB – ВВ, АВ и АА. В популяциях голштинов и черно-пестрой породы частоты встречаемости генотипов АА и ВВ составляют около 20%.

Аллель А гена LGB – определяющий фактор высоких удоев коров, В-аллель LGB обнаружены у коров, дающих молоко, богатое жирами и белками (высокое содержание казеиновых белков), с лучшими параметрами казеинового коагулята, особенно ценными в производстве белка молочных продуктов, в том числе сыра [30].

В Московской области преобладание гетерозигот гена LGB показывают данные некоторых исследователей (частота гетерозиготного генотипа АВ бета-лактоглобулина – 88,5%, а частота аллелей А-0,54, В-0,46) [63, 64].

У голштинизированного скота в Сербии (Lukač D. et al, 2013) для аллеля В частота встречаемости составляет 0,48, также получены данные, что частота аллеля В гена LGB составляет 0,47 (Doosti A. et al, 2011), 0,471 (Heidari M. et al, 2012), 0,43 (Mohammadi Y. et al, 2013) [175, 176, 178, 181, 187].

У румынского симментальского скота по LGB частота аллеля А значительно выше (0,606, $P \leq 0,008$), чем аллеля В (0,394). Генотип АВ наиболее распространен в стаде (0,579) по сравнению с генотипами АА (0,316) и ВВ (0,105). Генотип АВ связан с более высокой молочной продуктивностью ($5906,54 \pm 166,76$ кг) по сравнению с двумя другими генотипами ($P \leq 0,05$). Генотип ВВ также ассоциирован с более высоким процентом содержания жира в молоке ($4,23 \pm 0,06\%$), по сравнению с генотипами АА ($4,17 \pm 0,06$) и АВ ($4,2 \pm 0,08$) ($P \leq 0,01$) [195].

В исследованиях Капельницкой Е.В. (2015) было выявлено у голштинских коров-первотелок ($n=98$) 3 генотипа LGB: AA – у 30 голов, AB – у 46 голов и BB – у 22 голов, частота встречаемости А аллеля LGB составила 0,54, аллеля В – 0,46. При проведении сравнительного анализа параметров молочной продуктивности было установлено превосходство животных с BB генотипом LGB по удою как за полную лактацию, так и за 305 дней лактации. Наиболее высоким содержанием белка отличалось молоко первотелок с генотипами AB и AA бета-лактоглобулина, его уровень оказался на 0,07-0,09% выше, чем в молоке коров с BB генотипом ($P \leq 0,05$).

С целью оценки технологических свойств молока коров с разными генотипами LGB был приготовлен творог кислотным способом. По результатам установлено, что у коров, имеющих генотипы AB и BB, молоко обладает лучшими технологическими свойствами.

Из молока коров-первотелок, в генотипе которых был аллельный вариант В, было получено на 2,3 и 6,4% творога больше, чем из молока сверстниц с генотипом AA. Более высокий выход творога определил меньший расход молока на выработку 1 кг продукта из молока коров с генотипами AB и BB (на 92,1 и 248 г соответственно) [66].

В Брянской области проводили исследование на коровах айрширской породы. Обнаружили, что наиболее часто встречаются в генотипах комбинация BB бета-лактоглобулина [49, 50].

В результате исследований по гену бета-лактоглобулина Покусай О.Е. (2011) у животных голштинизированной черно-пестрой породы, разводимых в Московской области было выявлено, что аллель В встречается несколько чаще, чем аллель А; преобладающим является генотип AB, а частота встречаемости генотипа AA – не менее 27% [111].

Изучая полиморфизм бета-лактоглобулина у коров в ООО «Дусым» в Республике Татарстан, Зарипов О.Г. (2010) выявил три генотипа LGB – BB, AB и AA и определил частоту встречаемости аллелей (А – 0,39, В – 0,61). В результате своих исследований он установил меньшее количество белка на

3,24 и 3,22%, молочного жира на 13,3 и 10,9 кг, молочного белка на 13,5 кг и 10,0 кг соответственно, у животных с ВВ генотипом LGB, в сравнении с генотипами АА и АВ по LGB.

Молоко с В-аллельным вариантом LGB отличалось наибольшим выходом плотного сычужного сгустка (80%), а коагуляция протекала по времени меньше (27,3 мин.).

По данным некоторых ученых, от коров с АВ и АА генотипами LGB, по сравнению с генотипом ВВ, получены более высокие удои (на 304-356 кг больше, при $P < 0,05$) и выше МДБ на 0,03-0,05% ($P < 0,05$ и 0,001) [9, 10].

Для сыродельной промышленности молоко, полученное от коров с В аллельным вариантом LGB является более пригодным. Из него на 80% выше выход наиболее желательного сычужного сгустка плотной консистенции, а также на 27,3 минуты меньше время коагуляции. Аллель А LGB может указывать на то, что молоко будет обладать высокой термоустойчивостью (58,9 минут).

Исследователями был проведен анализ полиморфизма LGB у коров голштинской породы венгерской и канадской селекции, который показал, что у 87% животных канадской селекции в геноме содержится В-аллель LGB (частота встречаемости достигает 0,609), связанный с хорошими технологическими свойствами молока; АВ генотип LGB преобладает у 52% животных, а ВВ встречается у 35%. Животные венгерской селекции показывают частоту встречаемости В аллеля LGB ниже, чем канадской селекции (0,528). В-аллель LGB обнаружен в генотипе 75% коров, у 30% определен гомозиготный ВВ генотип LGB [103].

Данные Рачковой Е.Н. (2016) о полиморфизме гена бета-лактоглобулина показывают, что у коров-первотелок ($n=184$), наблюдалось преобладание аллеля В – 0,52. Генотип АА имели 18,5%, АВ – 58,2%, ВВ – 23,4% подконтрольных первотелок. Также установили, что наибольшее показатели продуктивности за 305 дней лактации имели коровы-первотелки с

генотипом BB по гену бета-лактоглобулина, а наименьшие – коровы-первотелки с генотипом AB [117].

В исследованиях, проведенных на коровах айрширской породы (n=314) и опубликованных Позовниковой М.В. с соавторами (2016), был выявлен полиморфизм гена бета-лактоглобулина, при этом частота аллеля В достигала 0,70. Частота встречаемости генотипа AA – 12,3%, AB – 35,4%, BB – 52,3%.

На молочную продуктивность коров оказывает влияние полиморфизм гена LGB: животные, имеющие BB генотип LGB, превосходят сверстниц с генотипами AB и AA по удою на 311 и 265 кг, выходу молочного жира – на 11,0 и 12,7 кг и белка – на 10,5 и 10,2 кг соответственно [112].

Установлено, что CSN3 и LGB могут оказывать одновременное влияние на качество молока и показатели молочной продуктивности. Сейчас ученые занимаются изучением генотипов CSN3 и LGB, их комплексного влияния на состав сыра, творога, а также параметры молочной продуктивности [9, 10, 184, 185, 193].

Новиков Д.В. с соавторами (2014) исследовали голштинов канадской и венгерской селекции. Установили, что наиболее часто встречающийся комплексный генотип – CSN AA/BLG AB (29-31%) [103].

По данным Джапаридзе Г.М. с соавторами (2012), у маточного поголовья коров голштинской породы канадской селекции (n=129), выявлено 8 комплексных генотипов CSN3/LGB из 9 теоретически возможных. Не обнаружен гомозиготный генотип CSNBB/BLGBB. Установили, что комплексный генотип CSNAA/BLGAB, несущий один В-аллель, наиболее часто встречается у 29% животных. Почти равная частота встречаемости отмечена у генотипов CSN/BLG – AA/BB, AB/AB и AB/BB (16%, 18% и 19%, соответственно), имеющие 2 или 3 аллеля В в составе генотипа. Частота генотипов CSN/BLG AB/AA и BB/AB не превышает 5% [45].

1.6 Экономическая эффективность производства продукции из молока коров с разными генотипами каппа-казеина

Важнейшей частью продовольственного рынка является рынок молочных продуктов, на которые практически не меняется спрос у населения, однако происходят изменения пропорций потребления определенных молочных продуктов.

В настоящее время молочная промышленность подвержена очень жесткой конкуренции между производителями. Чтобы была получена прибыль, важно совершенствовать процессы производства и реализации продукции. Некоторые пути достижения этой цели – снижение себестоимости и управление затратами.

С целью повышения величины прибыли и уровня рентабельности, а также для снижения цены на продукцию, необходимо снижать себестоимость продукции, которая является качественным показателем, характеризующим производственно-хозяйственную деятельность предприятия. Она включает в себя затраты предприятия на производство и сбыт продукции, выраженные в денежном измерении [69].

Экономическое обоснование контроля затрат и определение объектов учета на молокоперерабатывающем предприятии является важным аспектом деятельности, а классификация объектов учета зависит от исходного сырья, наименования продукта, способа приготовления и других факторов.

Ряд авторов пришли к выводу, что имеет место значительный фактический уровень потерь на всех стадиях производства, который влияет на значение себестоимости и цены продуктов питания [11, 88, 127].

В последнее время повышается спрос на обезжиренные белковые диетические продукты, поэтому растет значимость применения методов молекулярной генетики и селекции для их эффективного производства. В связи с этим ученые пришли к выводу, что генотип CSN3 является экономически важным критерием разведения молочного скота [89, 90, 136].

За 2013-2017 гг. в России на 5,1% возрос уровень реализации творожных продуктов и составил 802,5 тыс т., однако, в 2017 году объем продаж этих продуктов сократился примерно на 1,7% по отношению к 2016 году [167].

Основной путь реализации – розничный рынок, доля которого в общем объеме продаж находится на уровне 84,4%.

Творог, имея разнообразный ассортимент, принадлежит к категории недорогих продуктов, в связи с чем в кризис покупатель перестает приобретать более дорогие молочные изделия, переходя на покупку творога, творожной массы и сырков в глазури; по окончании кризиса уровень продаж творога постепенно снижается [168].

В связи с возрастающей популярностью здорового образа жизни, по оценкам BusinesStat, в период с 2019 по 2022 гг. продажи творога и выработанных из него продуктов, возрастут на 0,9-1,4% [167].

Проведенные в последние годы исследования ряда авторов указывают на то, что рентабельность молока выше при производстве его от коров с ВВ генотипом CSN3 [71, 96, 138, 157, 165].

Уровень рентабельности у первотелок ярославской породы, разводимых в условиях Центрального Предкавказья, имеющих ВВ генотип CSN3, составил 43%, что по сравнению с животными с генотипами АВ и АА больше соответственно на 13,3% и 17,3% [71].

У голштинизированных и чистопородных ярославских коров Центрального Федерального округа уровень рентабельности выше у коров с ВВ генотипом CSN3, а у коров михайловского типа – у коров с гетерозиготным генотипом АВ [165].

По данным Михайловой Ю.А. (2016), рентабельность производства молока ярославских чистопородных коров составила 56,63%, у коров в племязаводе ЗАО «Ярославка» – 72,52% и у всех подконтрольных коров – 39,12%, а у коров ярославских голштинизированных с АВ генотипом CSN3 – 43,19% [97].

Определили экономическую эффективность производства молока в Республике Татарстан от коров-первотелок разного происхождения и генотипов CSN3. Из молока коров с В аллельным вариантом CSN3 получена дополнительная продукция на 1 голову в размере 5622 и 10307 руб. [157].

Л.А. Танана в 2009 году, проводил исследования на животных красной и черно-пестрой белорусской группы и рассчитал экономическую эффективность при производстве молока от коров с ВВ генотипом CSN в сравнении с генотипами АВ и ВВ. По его данным, у животных красной группы, чистый доход был выше на 12,1-18,3%, а у коров черно-пестрой группы эффективность производства молока выше на 5,4% и на 2,9%, соответственно [137].

При изучении черно-пестрой породы коров, разводимых на территории Среднего Поволжья, Грашин А.А. (2011) установил, что производство молока с ВВ генотипом CSN3 – наиболее рентабельно. Он определил, что уровень рентабельности составляет 27,5% [44].

Поэтому можно сделать вывод, что если учитывать наличие В аллельного варианта CSN3 в генотипе коров, то хозяйства могут получать дополнительную прибыль от молока, реализуя его на молокоперерабатывающие предприятия [97].

Многие ученые рассчитывают экономическую эффективность выработки сыра из коровьего молока с разными генотипами CSN3. Данные показывают, что при изготовлении сыра из молока коров с ВВ генотипом CSN3, доход увеличивается на 8-20%, по сравнению таковым из молока коров с АА генотипом [44, 61, 92, 138, 147, 160, 164].

Тюлькин С.В. с соавторами (2011) определили, что на снижение затрат и на повышение окупаемости (на 1 рубль) при производстве сыра «Костромской «ИТ» влияет использование молока от животных, имеющих генотипы АВ и ВВ [147].

Рентабельность производства творога, полученного двумя способами из молока ярославских чистопородных коров разных генотипов изучалось

Михайловой Ю.А. (2016). Полученные ею данные указывают на то, что при выработке творога двумя разными способами (кислотным и кислотно-сычужным), рентабельность выше от молочного продукта, при производстве которого использовали молоко коров с АВ и ВВ генотипами CSN3, на 33-41% и 37-77%, соответственно, чем от творога, полученного из молока коров с АА генотипом CSN3. Анализируя полученные данные, Михайлова Ю.А., сделала вывод о том, что эффективнее производить творог кислотно-сычужным способом, при этом экономия затрат и рентабельность производства творога выше на 4% и 10%, соответственно [97].

Из вышеизложенного следует, что в настоящее время, проблема белковомолочности коров, относящихся к разным породам, разводимых в условиях Ярославской области, остается актуальной.

Наши исследования являются продолжением комплексного изучения проблемы белковомолочности коров разных пород в Ярославской области в условиях современных технологий производства молока. Изучение полиморфизма генов молочных белков во взаимосвязи с продуктивностью коров даст возможность наиболее результативно осуществлять племенную работу по качественному улучшению стад и пород в этом направлении.

2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Научные исследования проводились в 2015-2020 гг. в ЗАО «Агрофирма «Пахма» Ярославской области, имеющем статус племзавода по айрширской породе, племярепродуктора по голштинской породе. По данным бонитировки 2018 года: средний удой по стаду 1100 коров составил 8045 кг молока, МДЖ – 4,35%, МДБ – 3,17%. Рост удоя за 10 лет на 1624 кг, или 25,3%, МДЖ +0,22%, МДБ – снижение на 0,31% (было 3,48%). Удельный вес пород: айрширской – 40,0%, голштинской – 36,4%, ярославской (голштинизированной) – 23,6%.

Схема исследований приведена на рисунке 5.



Рис.5. Схема исследований

Кормление коров всех трех пород в хозяйстве проводят по детализированным нормам, с учетом физиологического состояния животных. В 2018 году на одну условную голову приходилось 40,9 ц к.ед. в год. Концентрированные корма в рационе составляют в среднем 43% (животным в первой половине лактации – 50%, во второй половине лактации – 40%). Племенной учет хорошо отлажен, бонитировку коров ведут с использованием компьютерной программы «Селэкс». На территории ЗАО «Агрофирма «Пахма» функционирует собственный цех по переработке молока с изготовлением различных молочных продуктов (сметаны, творога, творожной массы и т.д.), поэтому поступающее в него молоко должно соответствовать определенным требованиям по содержанию в нем белка.

Объектом исследований являлись коровы трех пород: айрширской, голштинской и ярославской голштинизированной. В выборку вошли 99 коров, в том числе 36 – айрширской, 33 – голштинской и 30 – ярославской (голштинизированной) породы. По данным карточек формы 2-МОЛ, ярославские голштинизированные коровы имели кровность по голштинской породе от 50 до 94% (в среднем 84,2%). Далее по тексту – они обозначены как ярославская порода (поскольку в самостоятельную структуру официально не выделены, условно названы ярославской улучшенной и при бонитировке относят к ярославской породе).

Используя метод сбалансированных групп-аналогов, в подконтрольные группы отбирали коров, имеющих не менее 3 отелов, высокую молочную продуктивность, аналогичную живую массу и представляющих интерес для дальнейшей селекции.

Для анализа использовали карточки племенных коров формы 2-МОЛ, данные зоотехнического и племенного учета в хозяйстве, ежегодники по племенной работе (2015-2018 гг.).

Животные содержались в единых средовых условиях; система содержания круглогодичная стойлово-привязная. Контрольные дойки проводят 2 раза в месяц. Доеение в молокопровод шведской фирмы

«ДеЛаваль». Качество сырого молока определяют ежедневно экспресс-методом при помощи прибора Клевер-2М, в молочной лаборатории хозяйства, ежемесячно пробы молока от каждой коровы – на приборе Bently 150, в ОАО «Ярославское» по племенной работе, где определяют массовую долю жира, МДБ, СОМО, количество соматических клеток.

Методы исследований: общезоотехнические и популяционно-генетические. Молочную продуктивность оценивали по удою, МДЖ, МДБ, с учетом живой массы (для расчетов коэффициента молочности, лактационного показателя по М. Пейновичу, выхода МДЖ и МДБ на 100 кг живой массы и определения производственного типа коров).

Комплексный показатель – белково-жировой коэффициент, вычисляемый отношением суммы молочного жира и белка в килограммах к живой массе коров, широко используется в странах с развитым молочным скотоводством, как основной, определяющий экономическую эффективность разведения животных, его включают в селекционные программы. Рассчитаны также и относительные показатели – удельный коэффициент удоя, МДЖ и МДБ, как отношение фактических показателей к живой массе коров.

Образцы крови коров брали из яремной вены (10 мл от каждого животного, транспортировали в пробирках с ЭДТА, который препятствует ее свертыванию, в специальных термосумках с хладагентами), исследовали в лаборатории ДНК-технологий ФГБНУ ВНИИплем (п. Лесные поляны, Московская область). Полиморфизм генов CSN и BLG определяли методом ПЦР-ПДРФ [65]. Аплифицировали фрагменты генов CSN3 и LGB парами праймеров (ЗАО «Синтол», Россия) в соответствии с рекомендациями Medrano J.F., Aguilar-Cordova E., 1990, Denicourt D. et al, 1990

CSN3 1: 5' ATA GCC AAA TAT ATC CCA ATT CAG T 3'

CSN3 2: 5' TTT ATT AAT AAG TCC ATG AAT CTT G 3'

(Denicourt D. et al, 1990);

LGB 1: 5' TGT GCT GGA CAC CGA CTA CAA AAA G 3'

LGB 2: 5' GCT CCC GGT ATA TGA CCA CCC TCT 3' (Medrano J.F., Aguilar-Cordova E, 1990).

ПЦР-программа:

- для гена каппа-казеина: «горячий старт» (3 минуты, при 94°C). Затем 35 циклов в режиме: денатурация (1 минута, при 94°C); отжиг праймеров (1 минута, при 58 °C); синтез ДНК (1 минута, при 72°C). Затем – достройка (5 минут, при 72°C).

- для гена бета-лактоглобулина: «горячий старт» (3 минуты, при 94°C). Далее 35 циклов в режиме: денатурация (1 минута, при 94°C); отжиг праймеров (1 минута, при 55 °C); синтез ДНК (1 минута, при 72°C). Затем – достройка (5 минут, при 72°C).

Длина продуктов амплификации CSN3 – 530 п.н., бета-лактоглобулина – 262 п.н. Амплификаты гена CSN3 расщепляли эндонуклеазами рестрикции HindIII, гена LGB – HaeIII (изготовленные ООО «СибЭнзим-М», Россия).

В таблице 1 представлена характеристика рестрикционных фрагментов аллельных вариантов CSN3 и LGB.

Таблица 1 – Характеристика фрагментов аллельных вариантов CSN3 и LGB (рестрикционных фрагментов)

Ген	Генотипы	Длина фрагментов рестрикции, (п.н.)
CSN3	AA	530
	AB	530, 400, 130
	BB	400, 130
LGB	AA	153, 109
	AB	153, 109, 79,74
	BB	109, 79, 74

Генотипы определяли по числу и длине рестрикционных фрагментов, которые были разделены в 3-4% агарозном геле в трисборатном буфере после окрашивания бромидом этидия. Расшифровывали результаты, полученные в

ходе электрофореза, используя компьютерную систему геле-документирования, при ультрафиолетовом свете.

Маркеры молекулярных весов – ДНК pUC19 DNA/MspI. В качестве маркерной краски использовали смесь, включающую 0,01% бром-феноловый синий, 25% фиколла, 10мМ ЭДТА и 1% SDS.

По результатам тестирования рассчитали частоты встречаемости генотипов AA, AB, BB CSN3 и LGB, а также их аллельных вариантов А и В.

Согласно Меркурьевой Е.К. (1977) [93] частоту встречаемости генотипов определяли по формуле (1):

$$P = \frac{n}{N}, \quad (1)$$

где P – частота генотипов,

n – количество особей, имеющих определенный генотип,

N – общее число обследованных особей.

Частоту аллелей определяли по формулам максимального правдоподобия, предложенным Р. Фишером (Меркурьева Е.К., 1977) (формула 2):

$$\begin{aligned} P_A &= \frac{2n_{AA} + n_{AB}}{2N}, \\ Q_B &= \frac{2n_{BB} + n_{AB}}{2N}, \end{aligned} \quad (2)$$

где P_A – частота аллеля А;

Q_B – частота аллеля В;

n_{AA}, n_{AB}, n_{BB} – количество животных с определенным генотипом, голов;

N – количество животных, имеющих определенный генотип, голов.

Статистические ошибки частот m_p и m_q определяли по формуле 3:

$$m_p = m_q = \sqrt{\frac{p \times q}{2N}}, \quad (3)$$

где p – частота аллеля А,

q – частота аллеля В,

N – общее число особей.

Состояние генного равновесия определяли с помощью закона Харди-Вайнберга (Е.К. Меркурьева, Г.Н. Шангин-Березовский, 1983) (формула 4) [94]:

$$p + q = 1; \quad p^2 + 2pq + q^2 = 1, \quad (4)$$

где p – частота доминантного аллеля гена,

q – частота рецессивного аллеля гена,

p^2 – частота особей, гомозиготных по доминантному аллелю,

$2pq$ – частота гетерозиготных особей,

q^2 – частота особей, гомозиготных по рецессивному аллелю, то есть частота особей с рецессивным признаком,

$p^2 + 2pq$ – частота особей с доминантным признаком,

$2pq + q^2$ – частота особей, в генотипе которых имеется рецессивный аллель.

Ожидаемую гетерозиготность рассчитывали по формуле (Айла Ф. Дж., 1984) (формула 5) [1]:

$$H_e = 1 - (p^2 + q^2), \quad (5)$$

где H_e – ожидаемая гетерозиготность,

p – частота аллеля А,

q – частота аллеля В.

Для сопоставления фактического и ожидаемого распределения частот генотипов использовали критерий соответствия «хи-квадрат» (χ^2) по формуле 6:

$$\chi^2 = \sum \frac{(p_{\text{эмп}} - p_{\text{теор}})^2}{p_{\text{теор}}}, \quad (6)$$

где $p_{\text{эмп}}$ - фактическое количество особей данного генотипа,

$p_{\text{теор}}$ - теоретически ожидаемое количество особей данного генотипа.

Уровень генетического потенциала продуктивности подконтрольных коров (РИК) определяли по коэффициенту путей С. Райта, с учетом закономерности промежуточного наследования признаков потомством и наибольшего влияния предков двух первых рядов родословной по общепринятой формуле [3]:

$$\text{РИК} = \frac{2M + MM + MO}{4},$$

где М – продуктивность матери;

ММ – продуктивность матери матери;

МО – продуктивность матери отца.

Реализацию родительского индекса устанавливали методом расчета отношения фактической продуктивности к РИК и выражали в процентах.

У полновозрастных коров стада ЗАО «Агрофирма «Пахма», предварительно прошедших ДНК-диагностику образцов крови и определение генотипов по CSN3 и LGB, на третьем-четвертом месяцах лактации, во время утренней дойки отбирали пробы молока. От каждой из трех пород – по три партии, а именно, от коров с генотипами AA, AB и BB CSN3 (по одному литру от каждого животного).

В молочной лаборатории ЗАО «Агрофирма «Пахма» и аналитической химлаборатории Ярославского НИИ ЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» молоко анализировали по физико-химическим показателям и технологическим свойствам.

В соответствии с ТТИ ГОСТ Р 52096-008 «Творог. Типовая технологическая инструкция», в условиях лаборатории молочного цеха ЗАО «Агрофирма «Пахма» вырабатывали образцы творога.

Схема приготовления творога: цельное, ненормализованное молоко в течение трех-четырех минут перемешивали механическим путем, добавляли сычужный фермент и хлористый кальций, сквашивали при $t^{\circ}\text{C}=(36\pm 2)^{\circ}\text{C}$, затем удаляли сыворотку методом самопрессования.

В молочной лаборатории ЗАО «Агрофирма «Пахма» и аналитической химлаборатории Ярославского НИИ ЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» определяли физико-химические показатели оценки творога по ГОСТам: МДЖ (ГОСТ 5867-90), МДБ (ГОСТ Р 53951-2010), массовая доля влаги (ГОСТ Р 54668-2011).

Используя 20-балльную шкалу, оценивали органолептические показатели (цвет, запах, вкус, консистенция) выработанных образцов творога, каждый из 4 показателей оценивался по 5 балльной шкале.

Основные селекционно-генетические параметры, используемые в расчетах: средняя арифметическая ($\bar{X}$), ошибка (x_m), коэффициент вариации ($C_v, \%$), среднеквадратическое отклонение (σ), коэффициент достоверности разности (t_d). Достоверность разности показателей определяли по t-критерию Стьюдента при трех уровнях вероятности.

Полученные результаты обработаны биометрически, с расчетом основных показателей по методике Е.К. Меркурьевой (1977) [93], Айала Ф.Д. (1984) [1], Е.К. Меркурьевой и Г.Н. Шангин-Березовского (1983) [94] с использованием пакетов прикладной программы «Microsoft Office Excel 2007».

Расчет экономической эффективности мы проводили в двух вариантах: по молочной продуктивности и по выходу творога.

Для расчета экономической эффективности производственного использования коров трех пород с разными вариантами генотипа CSN3 нами взяты количественные и качественные показатели их продуктивности. При

этом учтены себестоимость молока и творога, получаемых в хозяйстве, и их реализационная цена.

При реализации цельного молока на молокоперерабатывающее предприятие ОАО «Вимм-Билль-Данн» заключают договор, согласно которому базовые показатели по МДЖ составляют – 3,4%, а по МДБ – 3,0%. За превышение этих показателей хозяйству выплачивают соответствующие надбавки: за 1 кг молочного жира – 275 руб. 50 коп., а молочного белка – 454 руб. 80 коп.

Кроме того, за превышение нормативных показателей МДЖ и МДБ в реализуемом молоке хозяйству дополнительно выплачивают государственные субсидии.

Экономическую эффективность выработки творога определяли, используя методику продуктового расчета выработки творога.

Все расчеты велись с использованием рекомендуемой литературы: «Практикум по экономике и организации сельскохозяйственного производства (А.Э. Сагайдак, А.А. Лукьянчикова, А.Д. Екайкин, 2008), «Экономика сельского хозяйства» (И.А. Минаков, 2014), «Экономика предприятий АПК: Учебное пособие» (В.И. Нечасев, П.Ф. Парамонов, И.Е. Халявка, 2010) [96, 113, 161].

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Характеристика коров айрширской, голштинской и ярославской пород по показателям молочной продуктивности

Подконтрольные коровы айрширской, голштинской и ярославской пород ЗАО «Агрофирма «Пахма» имеют высокие показатели молочной продуктивности.

Соответствующие данные приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Молочная продуктивность коров айрширской, голштинской и ярославской пород ($M \pm m$)

Средний удой за лактацию (305 дней)	Кол-во коров (n)	МДЖ, %	МДБ, %	Содержание молочного жира, кг	Содержание молочного белка, %	Молочный жир + молочный белок, кг	Средняя живая масса, кг
1	2	3	4	5	6	7	8
Коровы айрширской породы							
по 1 отелу							
5985,11± 139,50	36	4,26± 0,05	3,17± 0,03***	254,41± 5,87	190,05± 4,96	444,47± 10,58	509,44± 3,04
по 2 отелу							
6934,08± 306,02	24	4,19± 0,05	3,28± 0,04	291,05± 13,67	226,95± 10,14	518,00± 23,59	533,17± 1,82
по 3 отелу							
8044,19± 259,64	16	4,31± 0,09	3,31± 0,04	347,43± 14,16	266,02± 8,61	613,45± 22,17	564,63± 4,85
Коровы голштинской породы							
по 1 отелу							
6254,15± 157,82	33	4,22± 0,06	3,00± 0,03***	263,04± 6,23	187,59± 5,13	450,63± 10,97	533,15± 5,48
по 2 отелу							
7681,94± 255,64	33	4,02± 0,07	3,23± 0,03	308,69± 11,97	248,01± 8,41	556,70± 19,67	590,18± 7,42
по 3 отелу							
10045,63± 181,58	30	4,58± 0,06	3,24± 0,03	459,83± 9,62	325,13± 5,84	784,96± 14,80	606,53± 6,22

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Коровы ярославской породы							
по 1 отелу							
6025,73± 180,47	30	4,13±0, 05	3,19± 0,03***	248,09± 7,30	191,88± 5,60	439,98± 12,70	523,80± 6,64
по 2 отелу							
7347,17± 212,60	30	4,06± 0,05	3,26± 0,04	298,27± 10,00	238,61± 6,61	536,89± 16,08	560,73± 5,91
по 3 отелу							
8447,61± 239,33	23	4,08± 0,06	3,21± 0,04	343,63± 10,43	270,74± 7,64	614,36± 17,62	617,13± 8,75
Примечание: здесь и далее *P>0,95; ** P>0,99; *** P>0,999							

Из таблицы 2 видно, что подконтрольные коровы при высоком уровне молочной продуктивности хорошо раздаиваются (коэффициент раздоя для коров айрширской породы от первой лактации ко второй – 1,16, от первой лактации к третьей – 1,3; для голштинской породы, соответственно, – 1,23 и 1,61; ярославской – 1,22 и 1,4). Рекомендуемые средние зоотехнические нормы соотношения удоев 1 и 2 лактации – 1,2; 1-3 лактации – 1,3 (раздой 2-3%). Наибольший раздой от первой до третьей лактации у коров голштинской и ярославской пород, что является характерным признаком этих пород.

По удою и МДЖ разница статистически недостоверна, по содержанию белка в молоке разность между коровами айрширской, голштинской и ярославской пород высоко достоверна, $p>0,999$.

Показатели изменчивости признаков находятся в пределах статистических норм: по удою – от 13 до 21%, по МДЖ – от 5,7 до 7,65%, по МДБ – от 4,2 до 5,5%.

В таблице 3 указаны дополнительные показатели молочной продуктивности коров (коэффициент молочности, лактационный показатель и белково-жировой коэффициент), которые учитываются при селекционной работе.

Таблица 3 – Относительные показатели молочной продуктивности подконтрольных коров ($M \pm m$)

Коэффициент молочности	Лактационный показатель	Удельный коэффициент белково-молочности	Белково-жировой коэффициент
1	2	3	4
Коровы айрширской породы			
по 1 отелу			
1173,49±24,51	49,92±1,09	37,26±0,89	87,18±1,92
по 2 отелу			
1302,02±58,45	54,66±2,61	42,62±1,94	97,28±4,51
по 3 отелу			
1426,68±48,17***	61,67±2,66***	47,20±1,65	108,87±4,21***
Коровы голштинской породы			
по 1 отелу			
1179,33±35,07	49,57±1,38	35,36±1,12	84,93±2,44
по 2 отелу			
1315,17±53,45	52,87±2,45	42,47±1,74	95,35±4,09
по 3 отелу			
1658,42±29,26***	76,02±1,74***	53,70±0,99	129,72±2,63***
Коровы ярославской породы			
по 1 отелу			
1158,11±41,36	47,76±1,77	36,92±1,46	84,68±3,08
по 2 отелу			
1312,01±38,29	53,29±1,81	42,65±1,25	95,94±2,96
по 3 отелу			
1377,73±47,39***	56,07±2,07***	44,19±1,58	100,26±3,59***

Как видно из таблицы 3, по показателям молочной продуктивности все подконтрольные коровы соответствуют обильномолочному производственному типу. Показатели белково-жирового коэффициента у коров всех трех пород, особенно по третьей полновозрастной лактации, очень высокие, наивысший – у коров голштинской породы 129,7 кг.

3.2 Оценка полиморфизма генов молочных белков с помощью ДНК-диагностики в стаде ЗАО «Агрофирма «Пахма»

3.2.1 Полиморфизм гена каппа-казеина в разрезе пород

О полиморфизме гена каппа-казеина (CSN3) коров трех разных пород можно судить по данным таблицы 4.

Таблица 4 – Полиморфизм генов каппа-казеина подконтрольных коров айрширской, голштинской и ярославской пород

CSN3										He	Ho	χ^2
n	Частота встречаемости генотипов						Частота встречаемости аллелей $M \pm m_A(m_B)$					
	Распределение	AA		AB		BB						
		n	%	n	%	n	%	A	B			
Айрширская порода												
36	Н	31	86	5	14	-	-	0,93±0,030	0,07±0,030	0,13	0,14	0,20
	О	31	86,5	5	13	0	0,5					
Голштинская порода												
33	Н	19	58	11	33	3	9	0,74±0,054	0,26±0,054	0,38	0,33	0,597
	О	19	58	12	36	2	6					
Ярославская порода												
30	Н	23	77	7	23	-	-	0,88±0,042	0,12±0,042	0,21	0,23	0,385
	О	23	78	6	21	1	1					

Примечание: здесь и далее: Н – наблюдаемое распределение генотипов; О – ожидаемое распределение генотипов; $m_A(m_B)$ - ошибка частот аллелей, Не – ожидаемая гетерозиготность, Но – наблюдаемая гетерозиготность, χ^2 - критерий соответствия

Из таблицы 4 видно, что из 36 подконтрольных коров айрширской породы генотип AA CSN3 имеют 86,0% (31 голова), генотип AB CSN3 – 14,0% (5 голов), при этом отсутствует генотип BB CSN3, частота аллеля А составила 0,93±0,030, а аллеля В – 0,07±0,030 (рисунок 6).

Статистический метод Харди-Вайнберга и метод χ^2 ($\chi^2 = 0,20$), определяющий несоответствие в распределении теоретически возможных

частот генотипов CSN3 от полученных практическим путем, показал, что в группе айрширов не наблюдается статистически достоверного сдвига генетического равновесия по всем генотипам гена CSN3.

Среди коров голштинской породы генотип AA CSN3 обнаружили у 19 животных (58,0%), генотип AB – у 11 (33%) и наиболее необходимый для пищевой промышленности генотип BB CSN3 – у 3 коров (9%). Частота аллеля А составила $0,74 \pm 0,054$, а аллеля В – $0,26 \pm 0,054$ (рисунок 3).

$\chi^2 = 0,597$, что указывает на генное равновесие у животных голштинской породы по локусу гена CSN3.

У животных ярославской породы генотип AA CSN3 имеют 77,0% (23 гол.), генотип AB CSN3 – 23,0% (7 гол.), генотип BB CSN3 – отсутствует, частота аллеля А составила $0,88 \pm 0,042$, а аллеля В – $0,12 \pm 0,042$ (рисунок 3).

Статистическую достоверность частот выявленных генотипов у коров ярославской породы определить не удалось ($\chi^2 = 0,387$), при этом наблюдается большой дефицит как гетерозигот, так и гомозигот по аллелю В.

Таким образом, в ЗАО «Агрофирма «Пахма», у коров всех изучаемых нами пород достаточно высокая частота встречаемости аллеля А CSN3 (0,74-0,93) и низкая аллеля В (0,07-0,12).

Аллель В у айрширской и ярославской пород встречался довольно редко, что выразилось в очень высоком (58-86%) распространении и в стадах коров, являющихся носителями генотипа AA, а также довольно редкой встречаемости генотипа AB и низкой (0-9%) встречаемостью генотипа BB. Результаты ДНК-диагностики по гену CSN3 свидетельствуют о том, что практически отсутствует генетическое разнообразие в локусе гена CSN3.

Обоснованием сложившейся ситуации, является то, что для селекции чаще применяют быков-производителей, с отсутствующим В-аллелем CSN3 в геноме.

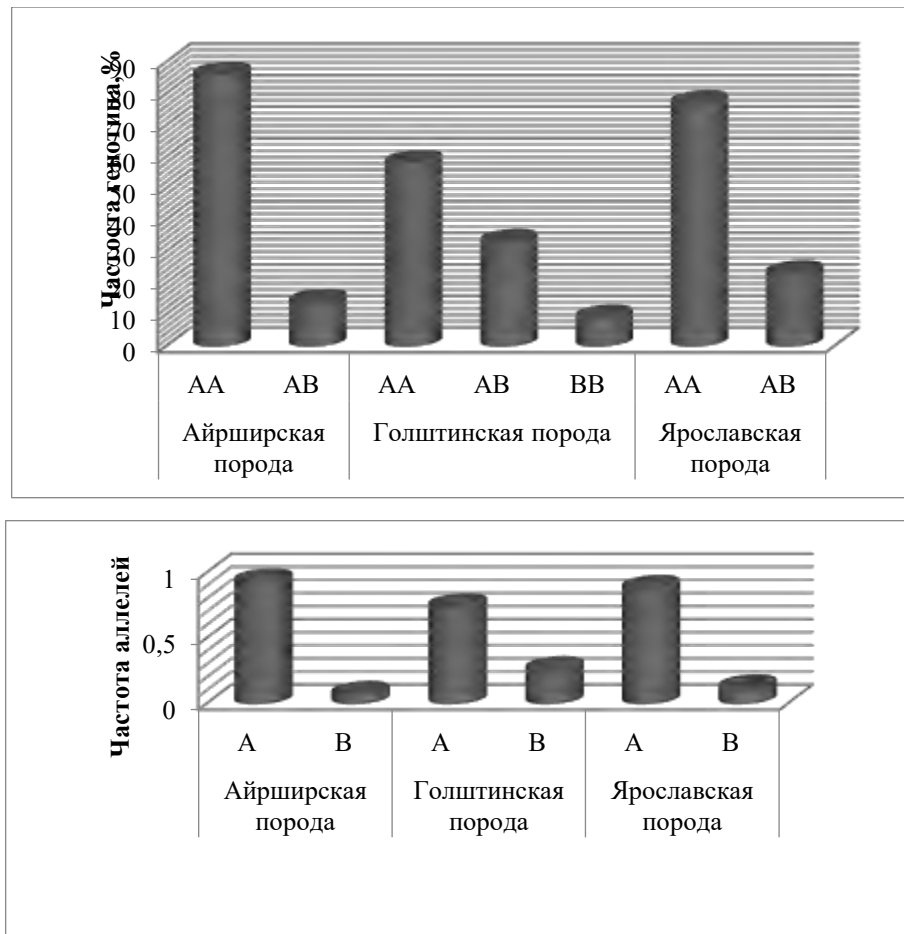


Рис.6. Частота аллелей и генотипов по локусу гена каппа-казеина у коров трех пород

Значения ожидаемой гетерозиготности по локусу гена CSN3 у животных трех пород (айрширской – 0,13%, голштинской – 0,38%, ярославской – 0,21%) и наблюдаемой гетерозиготности (0,14%, 0,33% и 0,23% соответственно) достоверно не различаются.

Для большинства пород характерно превышение частоты аллеля А над В, что является особенно характерным для голштинского и черно-пестрого скота, которые широко используются для совершенствования отечественных молочных пород и выведения новых типов.

3.2.2 Полиморфизм гена бета-лактоглобулина у коров разных пород

О полиморфизме гена бета-лактоглобулина (LGB) коров трех разных пород можно судить по данным таблицы 5.

Таблица 5 – Полиморфизм генов бета-лактоглобулина подконтрольных коров айрширской, голштинской ярославской пород

LGB									He	Ho	χ^2	
n	Частота встречаемости генотипов						Частота встречаемости аллелей $\pm m_A(m_B)$					
	Распределение	AA		AB		BB		A				B
n		%	n	%	n	%						
Айрширская порода												
36	Н	4	11	17	47	15	42	0,35 $\pm$ 0,056	0,65 $\pm$ 0,056	0,45	0,47	0,037
	О	4	12	17	46	15	42					
Голштинская порода												
33	Н	-	-	28	85	5	15	0,42 $\pm$ 0,061	0,58 $\pm$ 0,061	0,49	0,85	21,51***
	О	12	37	16	48	5	15					
Ярославская порода												
30	Н	3	10	12	40	15	50	0,30 $\pm$ 0,059	0,70 $\pm$ 0,059	0,42	0,40	0,037
	О	3	9	12	41	15	50					

По данным таблицы 5 видно, что из 36 подконтрольных коров айрширской породы генотип AA LGB имеют 11,0% (4 головы), генотип AB LGB – 47,0% (17 голов), а генотип BB LGB имеют 42,0% (15 голов), при этом частота аллеля А составила 0,35 $\pm$ 0,056, а аллеля В – 0,65 $\pm$ 0,056 (рис.7).

Расчет по формулам Харди-Вайнберга и методу χ^2 у айрширов показал отсутствие достоверной разности между наблюдаемой и ожидаемой величинами частот генотипов AA, AB и BB ($\chi^2=0,037$).

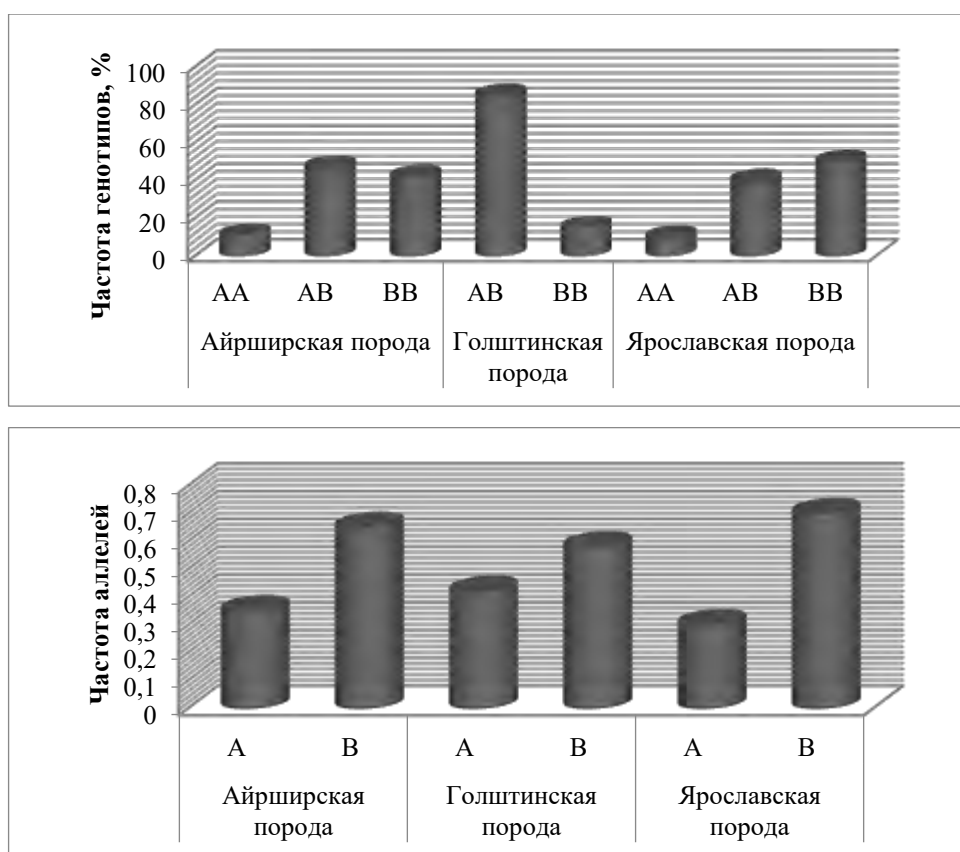


Рисунок 7 – Частота аллелей и генотипов по локусу гена бета-лактоглобулина у подконтрольных коров

У коров голштинской породы не был обнаружен генотип AA LGB, генотип AB выявили у 28 (85%) коров и наиболее желательный генотип BB LGB – у 5 (15%) животных. Частота встречаемости аллеля A составила $0,42 \pm 0,061$, а аллеля B – $0,58 \pm 0,061$ (рисунок 4).

При исследовании коров голштинской породы, обнаружена достоверная разность между наблюдаемой и ожидаемой величинами частот генотипов в сторону преобладания генотипа AB LGB; следовательно, нарушено генетическое равновесие ($\chi^2=21,51$; $df=1$; $p<0,01$).

Среди животных ярославской породы генотип AA LGB имеют 10,0% (3 гол.), генотип AB LGB – 40,0% (12 гол.), генотип BB LGB – 50,0% (15 гол.), частота встречаемости аллеля A составила $0,30 \pm 0,059$, а аллеля B – $0,70 \pm 0,059$ (рис.7).

В наших исследованиях отсутствовала достоверная разность между частотами наблюдаемых и ожидаемых генотипов ($\chi^2 = 0,037$), что указывает на генное равновесие у коров ярославской породы по локусу гена бета-лактоглобулина.

Таким образом, в ЗАО «Агрофирма «Пахма» частота встречаемости аллеля В LGB достаточно высокая (0,58-0,70), а аллеля А находится на среднем уровне (0,30-0,42).

В группе ярославских коров встречаются все три варианта генотипа по LGB, но наименьшая частота встречаемости у генотипа АА (10%), соответственно и частота встречаемости аллеля А ниже, чем аллеля В (0,30 против 0,70). Таким образом, большинство исследованных нами животных несут в своем геноме желательный для молочной промышленности аллель В гена бета-лактоглобулина.

Значение ожидаемой гетерозиготности по локусу гена бета-лактоглобулина у животных айрширской породы (0,45% и 0,47%) и ярославской породы (0,42% и 0,49%) достоверно не различаются, а у животных голштинской породы выявлена достоверная разность между наблюдаемой (0,85%) и ожидаемой (0,49%) гетерозиготностью.

Полученные нами данные по распределению частот аллелей согласуются с результатами исследований других ученых.

3.2.3 Генетическая структура коров трех пород по комплексным генотипам каппа-казеина и бета-лактоглобулина

При изучении генетической структуры коров айрширской, голштинской и ярославской пород, мы определили комплексные генотипы по CSN3 и LGB (таблица 6).

Таблица 6 – Частота встречаемости комплексных генотипов CSN3 и LGB у коров трех пород

№ п/п	Комплексные генотипы CSN3/LGB	Частота генотипов	
		n	%
Айрширская порода			
1	AA/AA	4	11,1
2	AA/AB	13	36,1
3	AA/BB	14	38,9
4	AB/AB	4	11,1
5	AB/BB	1	2,8
Голштинская порода			
1	AA/AB	17	51,5
2	AA/BB	2	6,1
3	AB/AB	9	27,2
4	AB/BB	2	6,1
5	BB/AB	2	6,1
6	BB/BB	1	3,0
Ярославская порода			
1	AA/AA	3	10,0
2	AA/AB	10	33,3
3	AA/BB	10	33,3
4	AB/AB	2	6,7
5	AB/BB	5	16,7

По данным таблицы 6 следует, что у коров айрширской и ярославской пород из 9 теоретически возможных генотипов, эмпирически выявлено 5 вариантов генотипов CSN3/LGB, а у голштинов – 6 вариантов генотипов.

У коров айрширской и ярославской пород $CSN3^{AA}/LGB^{AB}$ – у 36,1% и 33,3%, соответственно, и комплексный генотип $CSN3^{AA}/LGB^{BB}$ – у 38,9% и 33,3%. У коров голштинской породы, самым часто встречающимся генотипом является комплексный генотип $CSN3^{AA}/LGB^{AB}$, который определен у 51,5% коров (рисунок 5).

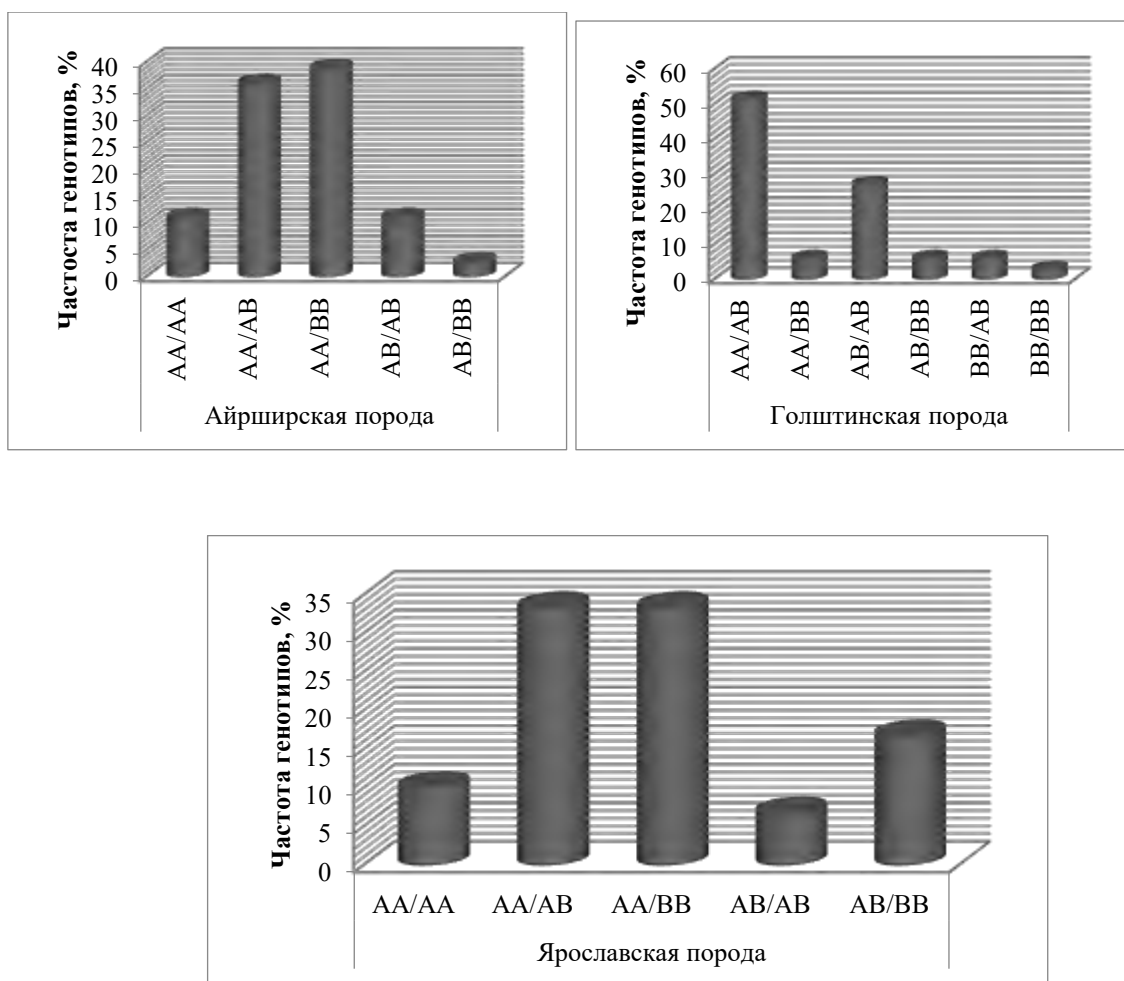


Рис.8. Встречаемость комплексных генотипов CSN3 и LGB у коров трех пород

3.3 Оценка по молочной продуктивности по первой лактации коров айрширской, голштинской и ярославской пород с разными генотипами по каппа-казеину

В таблице 7 представлены показатели молочной продуктивности и качественный состав молока изученных коров с разными генотипами каппа-казеина по первой лактации.

Из таблицы видим межпородную разницу по показателям молочной продуктивности коров в зависимости от генотипов по каппа-казеину.

В группе животных айрширской породы по всем показателям, лучшими являются животными с генотипом АВ по каппа-казеину.

Таблица 7 – Молочная продуктивность коров с разными генотипами CSN3

Показатели	Генотипы CSN3		
	АА	АВ	ВВ
Айрширская порода			
п	31	5	-
удой, кг	5884,71±143,51*	6607,6±550,62*	-
МДЖ, %	4,25±0,05	4,33±0,07	-
молочный жир, кг	249,40±6,09	285,49±23,46	-
МДБ, %	3,15±0,03**	3,29±0,09**	-
молочный белок, кг	185,74±5,09	216,79±19,10	-
молочный белок, кг + молочный жир, кг	435,14±10,91***	502,28±42,22***	-
Голштинская порода			
п	19	11	3
удой, кг	5991,11±233,16**	6187,36±239,77	6839,00±731,59**
МДЖ, %	4,27±0,09	4,22±0,06	3,97±0,33
молочный жир, кг	263,57±10,00	260,33±8,35	269,61±9,72
МДБ, %	3,04±0,05***	2,99±0,02***	2,83±0,17***
молочный белок, кг	188,26±7,89	184,59±7,06	194,32±20,88
молочный белок, кг + молочный жир, кг	451,83±17,30	444,92±15,13	463,93±28,60
Ярославская порода			
п	23	7	-
удой, кг	5988,22±194,00	6149,00±504,85	-
МДЖ, %	4,14±0,06	4,09±0,10	-
молочный жир, кг	247,36±8,06	250,51±19,26	-
МДБ, %	3,17±5,91	3,25±0,09	-
молочный белок, кг	189,55±0,03	201,42±16,24	-
молочный белок, кг + молочный жир, кг	436,91±13,77	450,04±34,92	-

В группе животных голштинской породы полученные данные несколько отличаются от таковых у животных айрширской породы. Наиболее высокий удой у коров с генотипом ВВ по каппа-казеину – 6839,00±731,59 кг, наименьший – с генотипом АА – 5991,11±233,16 кг (рис. 9).

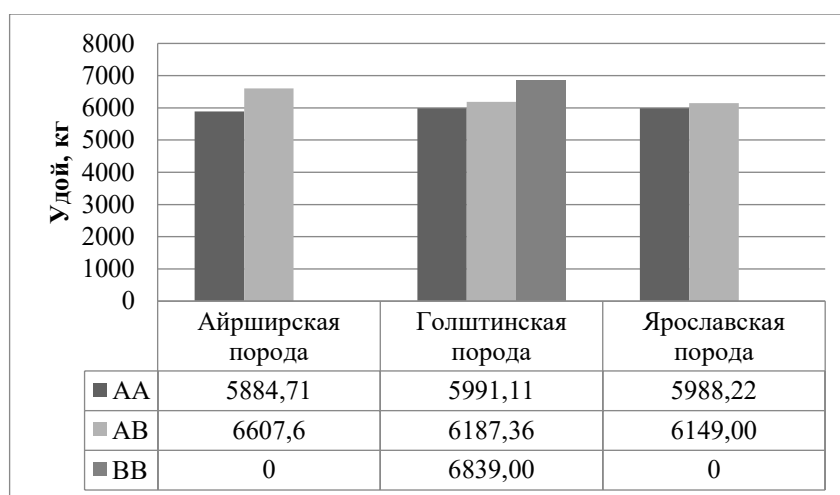


Рис. 9. Удой у коров айрширской, голштинской и ярославской пород с разными генотипами каппа-казеина по первой лактации

Наиболее жирномолочными оказались коровы голштинской породы с генотипом AA – $4,27 \pm 0,09\%$, против коров с генотипом BB, у которых этот показатель был минимальным – $3,97 \pm 0,33\%$, что обусловлено самым высоким удоем у этих коров (рис.10).

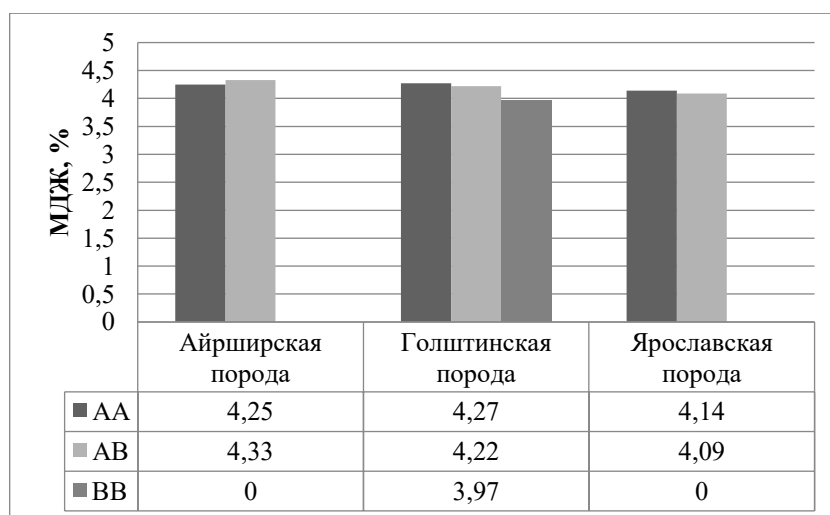


Рис.10. Массовая доля жира у подконтрольных коров айрширской, голштинской и ярославской пород с разными генотипами каппа-казеина по первой лактации

Установлено, что по комплексному показателю – сумме молочного жира и молочного белка на 100 кг живой массы, лучшими являются коровы

айрширской породы с генотипом АВ каппа-казеина и голштинской породы с генотипом ВВ по каппа-казеину (рисунок 11).

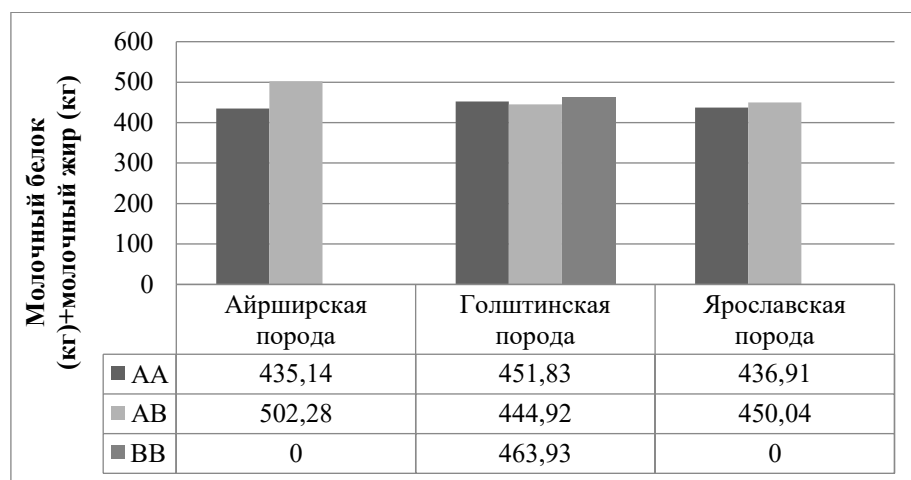


Рис.11. Молочный белок (кг)+молочный жир (кг) у коров айрширской, голштинской и ярославской пород с разными генотипами каппа-казеина по первой лактации

В группе ярославских коров наилучшими показателями отличаются коровы с генотипом АВ CSN3, однако содержание жира у них в молоке несколько ниже, чем у коров с генотипом АА ($4,09 \pm 0,10\%$ против $4,14 \pm 0,06\%$), хотя разность статистически недостоверна (рис. 11).

В целом, следует отметить, что при сравнении коров айрширской, голштинской, ярославской пород в стаде ЗАО «Агрофирма «Пахма» между собой по генотипам каппа-казеина, наилучшие показатели имеют животные с генотипом АВ по каппа-казеину (гетерозиготы).

3.4 Оценка по молочной продуктивности коров трех пород с разными генотипами по бета-лактоглобулину

В таблице 8 представлены показатели молочной продуктивности и качественный состав молока изученных коров с разными генотипами каппа-

казеина и бета-лактоглобулина. Они рассчитаны по первой лактации, которая имелаась у всех подконтрольных коров.

Таблица 8 – Молочная продуктивность коров с разными генотипами LGB

Показатели	Генотипы LGB		
	АА	АВ	ВВ
1	2	3	3
Айрширская порода			
n	4	17	15
удой, кг	5190,25±798,10	5976,53±188,15	6206,80±214,79
МДЖ, %	4,23±0,14	4,24±0,06	4,29±0,09
молочный жир, кг	219,21±33,88	252,86±7,87	265,56±9,05
МДБ, %	3,13±0,12	3,16±0,04	3,19±0,04
молочный белок, кг	163,37±28,94	189,25±6,85	198,08±7,35
молочный белок, кг + молочный жир, кг	382,58±62,41	442,11±14,32	463,64±15,93
Голштинская порода			
n	-	28	5
удой, кг	-	6223,36±298,23	6426,60±306,46
МДЖ, %	-	4,24±0,18	4,12±0,11
молочный жир, кг	-	262,85±13,06	264,09±7,65
МДБ, %	-	3,03±0,11	2,86±0,13
молочный белок, кг	-	188,15±8,94	184,44±13,59
молочный белок, кг + молочный жир, кг	-	451,00±21,76	448,53±20,89
Ярославская порода			
n	3	12	15
удой, кг	5982,33±626,96	6083,42±244,9	5988,27±307,71
жир, %	4,22±0,19	4,24±0,09	4,02±0,08
молочный жир, кг	251,92±22,18	257,84±11,37	239,53±11,78
белок, %	3,27±0,09	3,22±0,04	3,15±0,05
молочный белок, кг	195,49±18,27	195,87±7,80	187,97±9,50
молочный белок, кг + молочный жир, кг	518,33±40,11	453,71±18,71	427,50±21,05

По данным таблицы 8 видим межпородную разницу по показателям молочной продуктивности коров в зависимости от генотипов по бета-лактоглобулину.

В группе животных айрширской породы по всем показателям лучшими являются животные с генотипом ВВ по бета-лактоглобулину. Наименьшие результаты – у животных с генотипом АА по бета-лактоглобулину.

В группе животных голштинской породы установили только два варианта генотипов по бета-лактоглобулину – АВ и ВВ. Наибольшими удоями отличаются коровы с генотипом ВВ – $6426,60 \pm 306,46$ кг, несколько меньшими – коровы с генотипом АВ – $6223,36 \pm 298,23$ кг, но разность статистически недостоверна (рис.12).

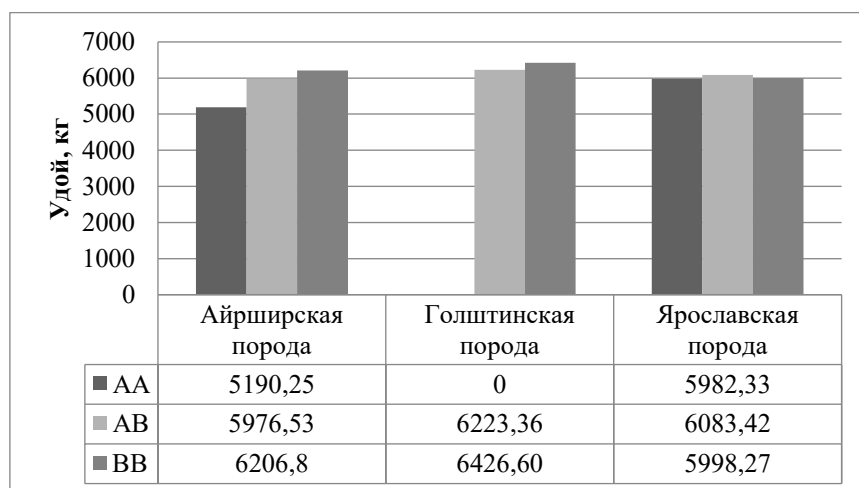


Рис.12. Удой коров айрширской, голштинской и ярославской пород с разными генотипами бета-лактоглобулина по первой лактации

Наиболее жирномолочными оказались коровы голштинской породы с генотипом АВ по бета-лактоглобулину – $4,24 \pm 0,18\%$ (рис.13).

По комплексному показателю – сумме молочного жира и молочного белка на 100 кг живой массы, лучшими являются коровы голштинской породы с генотипом АВ по бета-лактоглобулину (рис.14).

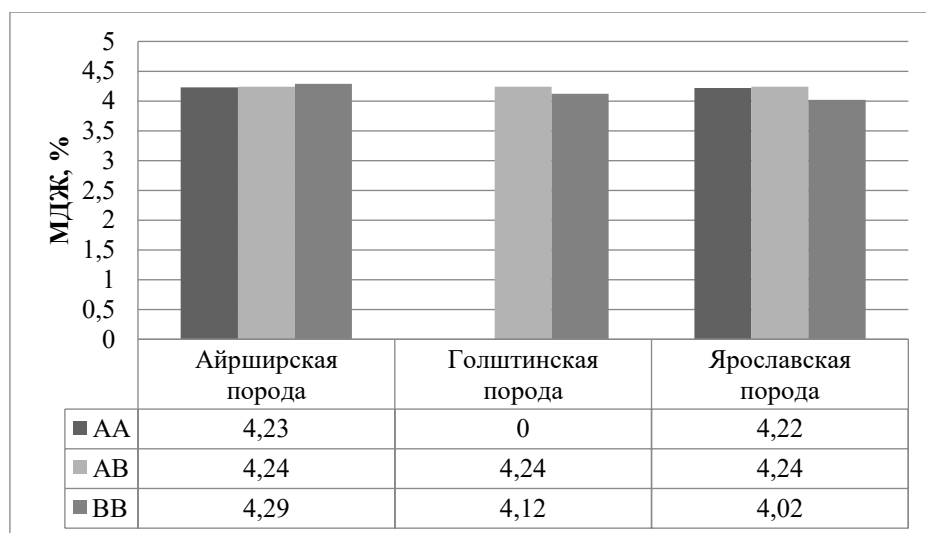


Рис. 13 – Массовая доля жира у подконтрольных коров айрширской, голштинской и ярославской пород с разными генотипами бета-лактоглобулина по первой лактации

В группе животных ярославской породы наибольшими удоями отличаются животные с генотипом АВ по бета-лактоглобулину – $6083,42 \pm 244,9$ кг, наименьшими – животные с генотипом АА по бета-лактоглобулину (рис.12).

По содержанию жира в молоке также коровы с генотипом АВ ($4,24 \pm 0,09\%$) превосходят коров с генотипом АА и ВВ, наименьшее содержание жира в молоке коров с генотипом ВВ (рис.13).

По содержанию белка в молоке наиболее высокими показателями отличались коровы ярославской породы с генотипами АА и АВ (рис.15).

По комплексному показателю – сумме молочного жира и молочного белка на 100 кг живой массы, лучшими являются ярославские коровы с генотипом АА (рис.14).

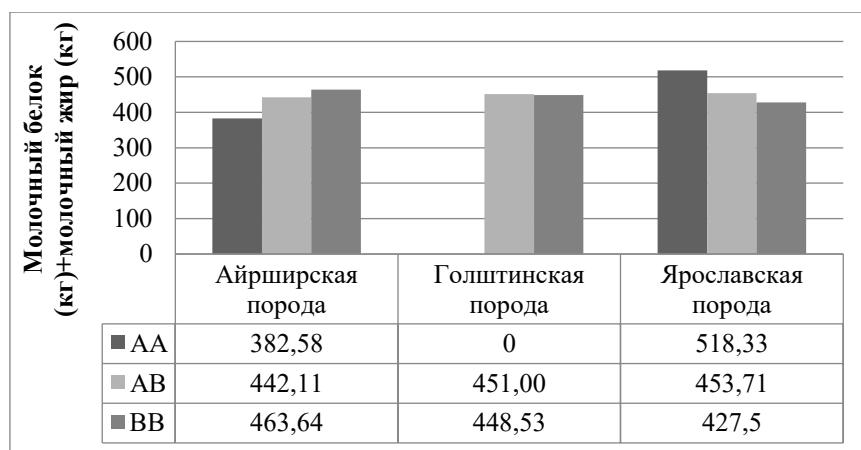


Рис.14. Молочный белок (кг)+молочный жир (кг) у подконтрольных коров айрширской, голштинской и ярославской пород с разными генотипами бета-лактоглобулина по первой лактации

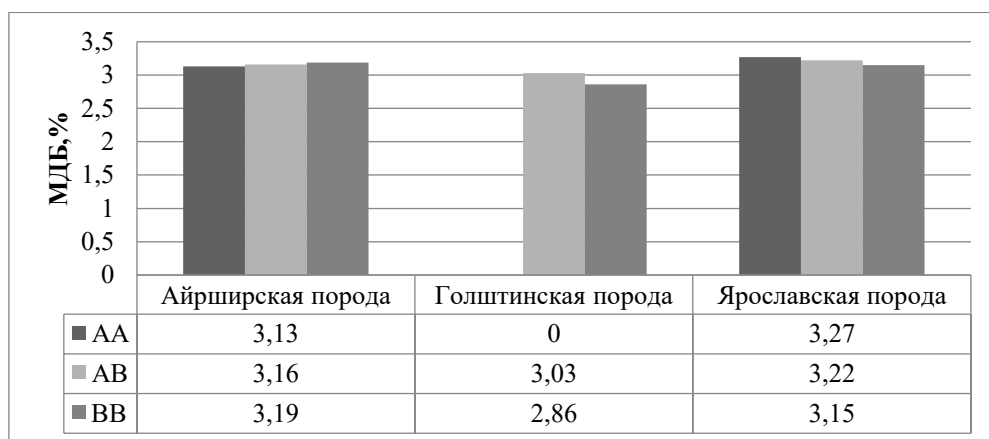


Рис.15. Массовая доля белка у подконтрольных коров айрширской, голштинской и ярославской пород с разными генотипами бета-лактоглобулина по первой лактации

При сравнении показателей по бета-лактоглобулину, нами установлено, что животные айрширской породы и голштинской, имеющие генотип BB, имеют лучшие показатели молочной продуктивности, по сравнению с животными, имеющими генотипы AA и AB. Следует отметить, что среди подконтрольных коров голштинской породы, не было обнаружено животных с генотипом AB по бета-лактоглобулину. У животных ярославской породы

полученные данные несколько отличались: наиболее продуктивными оказались животные с генотипом АВ по бета-лактоглобулину.

3.5 Взаимосвязь комплексных генотипов каппа-казеина, бета-лактоглобулина и молочной продуктивности коров трех пород

Нами проведены также исследования комплексной взаимосвязи молочных белков с показателями качества молока и молочной продуктивности у коров айрширской и голштинской и ярославской пород (по третьей полновозрастной лактации) (таблицы 9, 10, 11).

Таблица 9 – Молочная продуктивность коров айрширской породы с разными генотипами CSN3/LGB

Показатели	Комбинации генотипов CSN3/LGB				
	AA/AA	AA/AB	AA/BB	AB/AB	AB/BB
n	4	12	13	2	1
удой, кг	7456,25± 446,95	7863,92± 668,59	7908,31± 293,05	7970,0± 2476,29	9531,0± 0,00
МДЖ, %	4,25± 0,15	4,10± 0,08	4,16± 0,08	4,30± 0,14	4,93± 0,00
молочный жир, кг	316,33± 17,73	323,30± 27,60	328,10± 12,26	344,46± 117,75	469,88± 0,00
МДБ, %	3,33± 0,06	3,10± 0,05	3,20± 0,04	3,26± 0,08	3,34± 0,00
молочный белок, кг	248,80± 17,97	243,82± 20,33	252,75± 9,67	258,46± 74,40	318,34± 0,00
удой на 1 день лактации, кг	24,45± 1,47	25,78± 2,19	25,93± 0,96	26,13± 8,12	31,25± 0,00
молочный белок, кг + молочный жир, кг	565,13± 37,72	567,13± 47,75	580,85± 21,50	602,92± 192,16	788,21± 0,00

Таблица 10 – Молочная продуктивность коров голштинской породы с разными генотипами каппа-казеина и бета-лактоглобулина

Показатели	Генотипы CSN3/LGB					
	AA/AB	AA/BB	AB/AB	AB/BB	BB/AB	BB/BB
n	16	2	9	2	2	1
удой, кг	8459,31± 574,27	9433,50± 405,17	9221,0± 404,65	9289,0± 644,88	9843,0± 367,7	9171,0± 0,00
МДЖ, %	4,28± 0,12	4,54± 0,27	4,65± 0,15	4,31± 0,66	4,21± 0,17	4,29± 0,00
молочный жир, кг	360,96± 27,61	428,83± 43,74	431,37± 28,12	402,50± 89,54	414,08± 1,22	393,44± 0,00
МДБ, %	3,35± 0,06	3,09± 0,25	3,36± 0,08	3,44± 0,08	3,23± 0,08	3,07± 0,00
молочный белок, кг	285,34± 20,16	290,98± 11,49	308,29± 9,61	318,83± 14,93	317,29± 4,20	393,44± 0,00
удой на 1 день лактации, кг	27,74± 1,88	30,93± 1,33	30,23± 1,33	30,46± 2,11	32,27± 1,21	30,06± 0,00
молочный белок, кг + молочный жир, кг	646,30± 46,35	719,81± 32,25	739,66± 36,72	721,33± 104,46	731,37± 2,98	674,99± 0,00

Таблица 11 – Молочная продуктивность коров ярославской породы с разными генотипами каппа-казеина и бета-лактоглобулина

Показатели	Генотипы CSN3/LGB				
	AA/AA	AA/AB	AA/BB	AB/AB	AB/BB
n	3	10	9	4	1
удой, кг	8406,00± 746,10	8517,10± 297,14	8181,33± 444,47	8448,5± 81,62	8892,0± 0,00
МДЖ, %	4,25± 0,23	4,14± 0,06	4,04± 0,10	4,03± 0,14	4,05± 0,00
молочный жир, кг	359,79± 49,80	352,28± 12,42	332,33± 23,10	339,81± 8,85	360,13± 0,00
МДБ, %	3,20± 0,15	3,24± 0,07	3,27± 0,02	3,28± 0,09	3,38± 0,00
молочный белок, кг	269,79± 31,34	276,60± 12,68	267,33± 14,42	277,15± 5,23	300,55± 0,00
удой на 1 день лактации, кг	27,56± 2,45	27,92± 0,97	26,82± 1,46	27,70± 0,27	29,15± 0,00
молочный белок, кг + молочный жир, кг	629,58± 79,12	628,88± 24,58	599,66± 36,98	616,96± 13,93	660,68± 0,00

Из таблиц 9 и 11 видно, что у подконтрольных коров при оценке по полновозрастным лактациям наиболее часто встречаются комплексные генотипы CSN^{AA}/LGB^{AB} (12 голов – у айрширских коров, 10 голов – у

ярославских коров) и CSN^{AA}/LGB^{BB} (13 голов – у айрширских коров, 9 голов – у ярославских коров).

По данным таблицы 10 у коров голштинской породы также наиболее часто встречался комплексный генотип CSN^{AA}/LGB^{AB} (16 голов).

При анализе наиболее часто встречающихся генотипов каппа-казеина и бета-лактоглобулина у животных айрширской породы, а именно, CSN^{AA}/LGB^{AB} и CSN^{AA}/LGB^{BB} выявлена разность по комплексным показателям молочного белка в кг и молочного жира в кг – 13,72 кг (на 2,4% выше выход молочного белка и жира в кг у коров с комплексным генотипом CSN^{AA}/LGB^{BB}), однако, эта разность статистически недостоверна.

Оценивая полученные данные по этим генотипам, можно увидеть, что содержание жира и белка также выше у животных с генотипом CSN^{AA}/LGB^{BB} (МДБ – на 0,06%, МДЖ – на 0,1%, хотя разность статистически недостоверна).

Кроме того нами выявлено, что у коров айрширской породы, при наличии в геноме животных В-аллельных вариантов генотипов каппа-казеина и бета-лактоглобулина все показатели молока выше.

Можно отметить также, что несмотря на малочисленность группы, у подконтрольных коров айрширской породы, наилучшие показатели выявлены у животных с комплексным генотипом CSN^{AB}/LGB^{AB} .

В целом, при анализе показателей молочной продуктивности во взаимосвязи с комплексными генотипами $CSN3/LGB$ отчетливо прослеживается преимущество коров с генотипом AB/BB , хотя наибольшее число животных с генотипом AA по каппа-казеину и AB , BB – по бета-лактоглобулину. Наименьшие показатели – у коров с гомозиготным комплексным генотипом AA/AA . У коров с генотипом AB/AB – показатели молочной продуктивности близки к таковым коров с комплексными генотипами с В-аллельным вариантом обоих маркеров.

Проанализировав таблицу 10, мы сравнили между собой наиболее часто встречающиеся у коров голштинской породы комплексные генотипы каппа-казеина и бета-лактоглобулина CSN^{AA}/LGB^{AB} и CSN^{AB}/LGB^{AB} . Группа коров с генотипом CSN^{AA}/LGB^{AB} отличалась более высокими удоями – на 761,69 кг, или на 8,3%, наибольшим выходом молочного жира и молочного белка в кг – на 70,41 кг и на 22,95 кг, или на 16,3% и 5,3%, соответственно, также были выше МДЖ – на 0,37% и МДБ – на 0,01% и выше комплексный показатель МДЖ+МДБ – на 93,36 кг, или на 12,6%. Таким образом, по всем данным молочной продуктивности лучше показатели установлены у коров с комплексным генотипом CSN^{AA}/LGB^{AB} , хотя разность статистически недостоверна.

В связи с малым количеством животных, имеющих другие комплексные генотипы каппа-казеина и бета-лактоглобулина, проведение статического анализа несколько затруднительно, но следует отметить, что у коров голштинской породы с генотипом CSN^{BB}/LGB^{AB} выше показатели по удою на 1383,69 кг по сравнению с генотипом CSN^{AA}/LGB^{AB} и на 622,0 кг по сравнению с генотипом CSN^{AB}/LGB^{AB} (разность статистически недостоверна).

Наивысшая МДБ у коров голштинской породы с генотипом CSN^{AB}/LGB^{BB} – 3,44%, что на 0,37-0,08% выше, чем у коров с другими генотипами (разность статистически недостоверна).

Наибольшее суммарное количество молочного жира и белка за лактацию (МДБ+МДЖ в кг) получено от коров голштинской породы с генотипом CSN^{AB}/LGB^{AB} – 739,66 кг, что на 93,36-8,29 кг, или на 12,6-1,12%

Несмотря на видимые отличия по рассчитанным показателям молочной продуктивности, статистически достоверной разности не выявлено, поэтому можно говорить лишь о тенденции.

Однако, наибольшее количество молочного жира и белка получено от коров с комплексным генотипом гетерозигот CSN^{AB}/LGB^{AB} – 739,66 кг,

наименьшее – с генотипом CSN^{AA}/LGB^{AB} (646,30 кг). Хотя разность (93,36 кг, или 12,6%) статистически недостоверна, но для экономики хозяйства это существенный дополнительный резерв.

По данным, представленным в таблице 11, мы провели сравнительную оценку коров ярославской породы с наиболее часто встречающимися комплексными генотипами – CSN^{AA}/LGB^{AB} и CSN^{AA}/LGB^{BB} . При этом по всем показателям молочной продуктивности результаты выше у коров с генотипом CSN^{AA}/LGB^{AB} – по удою на 335,77 кг, по жирномолочности – на 0,10%, по содержанию жира и белка в кг – на 19,95 и 9,27 кг, соответственно, а по комплексному показателю МДЖ+МДБ, кг – на 29,22 кг. Статистическая недостоверность разности между группами может быть обусловлена недостаточным поголовьем, а также влиянием паратипических факторов (единые средовые условия).

Сравнивая между собой по показателям молочной продуктивности остальные группы коров ярославской породы (комплексные генотипы), можно заметить, что коровы с генотипом CSN^{AB}/LGB^{BB} имели наибольший удой – 8892,0 кг, что по сравнению с другими группами – на 710,67-375 кг больше, также у животных этой группы несколько выше выход молочного белка, кг – на 61,02-31,1 кг. Статистическая недостоверность разности, по-видимому, обусловлена аналогичными причинами, указанными выше.

По данным таблиц 9, 10 и 11, проведено сравнение по наиболее часто встречающемуся комплексному генотипу каппа-казеина и бета-лактоглобулина CSN^{AA}/LGB^{AB} . Наивысшие показатели по удою получены у коров ярославской породы (8517,10 кг), а по содержанию белка в молоке у коров голштинской породы (3,35%). При этом разность по содержанию белка в молоке у коров голштинской породы по сравнению с ярославскими (+0,11%) оказалась статистически достоверной, а по сравнению с животными айрширской породы (+0,25%) (разность статистически недостоверна).

По содержанию жира в молоке, коровы голштинской породы имеют показатель 4,28%, а ярославские – 4,14%, что на 0,18-0,04% выше, чем у коров айрширской породы, хотя разность статистически недостоверна.

У ярославских и айрширских коров также наиболее часто встречается комплексный генотип CSN^{AA}/LGB^{BB} . При этом у животных айрширской породы выше содержание жира в молоке на 0,12%, чем у коров ярославской породы. По остальным показателям у коров ярославской породы результаты оказались лучше.

Следует отметить, что при оценке групп коров по первой лактации на большем поголовье получены результаты аналогичные таковым по полновозрастной лактации: лучшие показатели молочной продуктивности у коров айрширской породы с комплексным генотипом CSN^{AA}/LGB^{AA} (+126,4 кг, или 33,0%); по голштинской породе лучшие результаты у коров с генотипом CSN^{AB}/LGB^{BB} (487,18 кг против 423,56 кг у коров с генотипом CSN^{AA}/LGB^{BB} ; +63,68 кг, или 15,0%); у коров ярославской породы – генотип CSN^{AA}/LGB^{AB} , соответственно, 456,29 кг против 414,39 кг у коров с генотипом AA/BB (+41,9 кг, или 10,1%). Это является предпосылкой для подтверждения закономерного характера выявленных тенденций по группам животных всех трех разводимых в племенном хозяйстве ЗАО «Агрофирма «Пахма» пород.

3.6 Молочная продуктивность коров трех пород по третьей лактации во взаимосвязи с генотипами по каппа-казеину и бета-лактоглобулину

В таблице 12 представлены результаты биометрической обработки показателей молочной продуктивности коров айрширской породы во взаимосвязи с генотипами по каппа-казеину, бета-лактоглобулину и комплексными генотипами с учетом обоих маркеров белков.

Таблица 12 – Показатели молочной продуктивности коров айрширской породы во взаимосвязи с генотипами CSN3, LGB и CSN3/LGB

Показатели	CSN3				
	AA	AB			
n	29	3			
удой, кг	7827,59±304,20	8490,33±1392,52			
жир, %	4,15±0,06	4,51±0,27			
молочный жир, кг	324,49±13,80	386,27±78,03			
белок, %	3,18±0,03	3,28±0,05			
молочный белок, кг	248,51±9,97	278,42±44,51			
удой на 1 день лактации, кг	25,66±0,97	27,84±4,57			
молочный белок, кг + молочный жир, кг	573,00±23,55	664,69±122,28			
Показатели	LGB				
	AA	AB	BB		
n	4	14	14		
удой, кг	7456,25±446,95	7879,07±597,03	8024,21±296,05		
жир, %	4,25±0,15	4,13±0,08	4,21±0,09		
молочный жир, кг	316,33±17,73	326,33±26,10	338,23±15,45		
белок, %	3,33±0,06	3,12±0,05	3,21±0,04		
молочный белок, кг	246,63±17,97	245,91±18,91	257,43±10,16		
удой на 1 день лактации, кг	24,45±1,47	25,83±1,96	26,31±3,50		
молочный белок, кг + молочный жир, кг	562,96±34,72	572,24±44,86	595,66±25,10		
Показатели	Комбинации генотипов CSN3/LGB				
	AA/AA	AA/AB	AA/BB	AB/AB	AB/BB
n	4	12	13	2	1
удой, кг	7456,25±446,95	7863,92±668,59	7908,31±293,05	7970,0±2476,29	9531,0±0,00
жир, %	4,25±0,15	4,10±0,08	4,16±0,08	4,30±0,14	4,93±0,00
молочный жир, кг	316,33±17,73	323,30±27,60	328,10±12,26	344,46±117,75	469,88±0,00
белок, %	3,33±0,06	3,10±0,05	3,20±0,04	3,26±0,08	3,34±0,00
молочный белок, кг	248,80±17,97	243,82±20,33	252,75±9,67	258,46±74,40	318,34±0,00
удой на 1 день лактации, кг	24,45±1,47	25,78±2,19	25,93±0,96	26,13±8,12	31,25±0,00
молочный белок, кг + молочный жир, кг	565,13±37,72	567,13±47,75	580,85±21,50	602,92±192,16	788,21±0,00

Из таблицы видно, что у коров айрширской породы с В-аллельным вариантом CSN3 молочная продуктивность по всем показателям выше, чем у

гомозигот AA, с достоверной разницей по качественным показателям молока. Однако частота встречаемости гетерозигот AB в несколько раз меньше, чем AA; вариант с BB генотипом CSN3 у этих животных отсутствует.

По бета-лактоглобулину картина обратная: наименьшая встречаемость гомозигот AA и поровну – с генотипами AB и BB. По показателям молочной продуктивности (удой, МДЖ, МДБ) статистически достоверной разницы у коров разных генотипов не обнаружено.

При анализе показателей молочной продуктивности во взаимосвязи с комплексными генотипами CSN3/LGB отчетливо прослеживается преимущество коров с генотипом AB/BB, хотя наибольшее число животных (25 голов, или 78,1 %) с генотипом AA по каппа-казеину и AB, BB – по бета-лактоглобулину. Наименьшие показатели – у коров с гомозиготным комплексным генотипом AA/AA. У коров с генотипом AB/AB – показатели молочной продуктивности близки к таковым с комплексными генотипами с В-аллельным вариантом обоих маркеров.

В таблице 13 представлены результаты биометрической обработки показателей молочной продуктивности коров голштинской породы во взаимосвязи с генотипами по каппа-казеину, бета-лактоглобулину и комплексными генотипами с учетом обоих маркеров белков.

Из таблицы 13 видно, что наибольшее число подконтрольных коров – с генотипами AA и AB по каппа-казеину, причем лучшие показатели молочной продуктивности – у гетерозигот AB по этому маркеру, худшие – у гомозигот AA.

У животных с генотипом BB каппа-казеина при более высоких удоях меньшее содержание жира и белка в молоке, что обусловлено отрицательной корреляцией этих признаков, в соответствии с биологической закономерностью.

По бета-лактоглобулину генотипов AA у голштинских коров не обнаружено, наибольшее их количество имеют генотип AB. По показателям

молочной продуктивности достоверной разности между животными обоих генотипов не имеется.

Таблица 13 – Показатели молочной продуктивности коров голштинской породы во взаимосвязи с генотипами CSN3, LGB и CSN3/LGB

Показатели	Генотипы CSN3					
	AA	AB	BB			
n	18	11	3			
удой, кг	8567,56±512,99	9233,36±330,20	9619,0±330,25			
жир, %	4,31±0,11	4,59±0,14	4,24±0,09			
молочный жир, кг	368,50±25,07	426,12±24,50	407,20±8,45			
белок, %	3,32±0,06	3,38±0,06	3,17±0,07			
молочный белок, кг	285,96±17,81	310,21±7,95	305,38±14,74			
удой на 1 день лактации, кг	28,09±1,68	30,27±1,08	31,54±1,08			
молочный белок, кг + молочный жир, кг	654,46±41,34	736,33±31,26	712,58±23,07			
Показатели	Генотипы LGB					
	AA	AB	BB			
n	-	27	5			
удой, кг	-	8815,70±365,77	9323,20±198,41			
жир, %	-	4,40±0,09	4,40±0,19			
молочный жир, кг	-	388,37±19,31	411,22±26,24			
белок, %	-	3,34±0,04	3,22±0,12			
молочный белок, кг	-	295,36±12,25	300,23±9,90			
удой на 1 день лактации, кг	-	28,90±1,18	30,57±0,65			
молочный белок, кг + молочный жир, кг	-	683,73±30,40	711,45±29,17			
Показатели	Генотипы CSN3/LGB					
	AA/AB	AA/BB	AB/AB	AB/BB	BB/AB	BB/BB
n	16	2	9	2	2	1
удой, кг	8459,31± 574,27	9433,50± 405,17	9221,0± 404,65	9289,0± 644,88	9843,0± 367,7	9171,0± 0,00
жир, %	4,28± 0,12	4,54± 0,27	4,65± 0,15	4,31± 0,66	4,21± 0,17	4,29± 0,00
молочный жир, кг	360,96± 27,61	428,83± 43,74	431,37± 28,12	402,50± 89,54	414,08± 1,22	393,44± 0,00
белок, %	3,35± 0,06	3,09± 0,25	3,36± 0,08	3,44± 0,08	3,23± 0,08	3,07± 0,00
молочный белок, кг	285,34± 20,16	290,98± 11,49	308,29± 9,61	318,83± 14,93	317,29± 4,20	393,44± 0,00
удой на 1 день лактации, кг	27,74± 1,88	30,93± 1,33	30,23± 1,33	30,46± 2,11	32,27± 1,21	30,06± 0,00
молочный белок, кг + молочный жир, кг	646,30± 46,35	719,81± 32,25	739,66± 36,72	721,33± 104,46	731,37± 2,98	674,99± 0,00

При оценке по комплексным генотипам, как видно из таблицы 13, наибольшее число голштинских коров имеют генотип AA/AB CSN3/LGB, наименьшее – генотип BB/BB.

Несмотря на видимые отличия по рассчитанным показателям молочной продуктивности, статистически достоверной разности не выявлено, поэтому можно говорить лишь о тенденции.

Однако наибольшее количество молочного жира и белка (кг) получено от коров с комплексным генотипом гетерозигот AB/AB, наименьшее – с генотипом AA/AB, хотя разность (93,36 кг) статистически недостоверна.

В таблице 14 представлены результаты биометрической обработки показателей молочной продуктивности коров ярославской породы во взаимосвязи с генотипами по каппа-казеину, бета-лактоглобулину и комплексными генотипами с учетом обоих маркеров белков.

Из таблицы 14 видно, что у высококровных по голштину ярославских коров (84,2 %) по аналогии с чистопородными голштинами преобладают генотипы AA по каппа-казеину (81,5 %), гетерозигот AB – 18,5 %. Молочная продуктивность этой группы коров по 3 лактации практически одинакова, без достоверной разности. Генотипов BB у них не обнаружено.

По бета-лактоглобулину встречаются все три генотипа, причем генотипы AB и BB с равной частотой. Молочная продуктивность этих коров также без достоверной разности, на одном уровне по всем показателям.

Таким образом, у всех подконтрольных коров (n=91) преобладал генотип AA по каппа-казеину – в среднем 75,8 %, в том числе у айрширских коров – 90,6 %; генотипа BB у коров айрширской и ярославской пород – не обнаружено; у голштинских он составлял 9,4 %, а с генотипом AB – 34,4 %.

Таблица 14 – Показатели молочной продуктивности коров ярославской породы во взаимосвязи с генотипами CSN3, LGB и CSN3/LGB

Показатели	Генотипы CSN3				
	AA	AB	BB		
n	22	5	-		
удой, кг	8364,59±226,19	8537,20±116,54	-		
жир,%	4,11±0,05	4,03±0,11	-		
молочный жир, кг	345,14±11,59	343,87±8,04	-		
белок, %	3,25±0,03	3,30±0,07	-		
молочный белок, кг	271,88±8,34	281,83±6,54	-		
удой на 1 день лактации, кг	27,42±0,74	27,99±0,38	-		
молочный белок, кг + молочный жир, кг	617,02±19,41	625,70±14,31	-		
Показатели	Генотипы LGB				
	AA	AB	BB		
n	3	12	12		
удой, кг	8406,0±746,10	8487,17±244,13	8303,58±331,03		
жир, %	4,25±0,23	4,16±0,05	4,00±0,08		
молочный жир, кг	359,79±49,80	352,42±10,16	333,68±17,0		
белок, %	3,20±0,15	3,27±0,06	3,26±0,02		
молочный белок, кг	269,79±31,34	277,95±10,42	270,47±10,88		
удой на 1 день лактации, кг	27,56±2,45	27,83±0,80	27,22±1,09		
молочный белок, кг + молочный жир, кг	629,58±79,12	630,37±20,14	604,15±27,43		
Показатели	Генотипы CSN3/LGB				
	AA/AA	AA/AB	AA/BB	AB/AB	AB/BB
n	3	10	9	4	1
удой, кг	8406,00± 746,10	8517,10± 297,14	8181,33± 444,47	8448,5± 81,62	8892,0± 0,00
жир, %	4,25± 0,23	4,14± 0,06	4,04± 0,10	4,03± 0,14	4,05± 0,00
молочный жир, кг	359,79± 49,80	352,28± 12,42	332,33± 23,10	339,81± 8,85	360,13± 0,00
белок, %	3,20± 0,15	3,24± 0,07	3,27± 0,02	3,28± 0,09	3,38± 0,00
молочный белок, кг	269,79± 31,34	276,60± 12,68	267,33± 14,42	277,15± 5,23	300,55± 0,00
удой на 1 день лактации, кг	27,56± 2,45	27,92± 0,97	26,82± 1,46	27,70± 0,27	29,15± 0,00
молочный белок, кг + молочный жир, кг	629,58± 79,12	628,88± 24,58	599,66± 36,98	616,96± 13,93	660,68± 0,00

Генотипы АВ и ВВ бета-лактоглобулина встречаются у коров айрширской и ярославской пород в среднем по 44 %, генотип АА LGB у голштинских коров не обнаружен.

По показателям молочной продуктивности статистически достоверной разности у коров всех групп и генотипов не имелось, что, возможно, обусловлено едиными условиями среды. Однако более высокое содержание белка в молоке у коров с В-аллельным вариантом каппа-казеина очевидно прослеживается независимо от породной принадлежности.

По комплексным вариантам генотипов CSN3/LGB наиболее продуктивными по суммарному выходу молочного жира и белка за третью лактацию оказались: айрширские коровы с генотипам АВ/ВВ, АВ/АВ; голштинские – с генотипом АВ/АВ; ярославские – с генотипом АВ/ВВ, то есть с наибольшим количеством В-аллельных вариантов.

3.7 Корреляции удоя, содержания жира и белка в молоке коров трех пород

Согласно биологической закономерности о соотносительной изменчивости признаков, при отборе по одному из них изменяются в том или ином направлении взаимосвязанные с ним другие признаки. Эти корреляции обусловлены влиянием генетических и паратипических факторов, в частности, породными особенностями животных или условиями кормления и содержания.

В селекционной практике современного молочного скотоводства главным признаком отбора являются удои коров. И с его повышением могут косвенно улучшаться (при положительной корреляции) либо ухудшаться (при отрицательной) качественные показатели молока – МДЖ и МДБ.

Мы провели соответствующие расчеты корреляций признаков у подконтрольных коров с учетом породности и лактаций – первая и половозрастная (третья). В таблице 15 представлены результаты исследований.

Таблица 15 – Коэффициенты корреляций удоя, МДЖ и МДБ подконтрольных коров

Породы коров	Коэффициенты корреляции признаков молочной продуктивности (г) по лактациям			
	Первая лактация		Третья лактация	
	Удой - МДЖ	Удой - МДБ	Удой - МДЖ	Удой - МДБ
Айрширская	-0,221	+0,185	+0,391	+0,271
Голштинская	-0,397	-0,080	+0,311	-0,551
Ярославская	-0,276	-0,248	+0,350	+0,290
по генотипам CSN3				
AA CSN3				
Айрширская	-0,246	+0,176	+0,174	+0,297
Голштинская	-0,259	-0,022	-0,036	+0,343
Ярославская	-0,254	-0,285	+0,417	+0,194
AB CSN3				
Айрширская	-0,705	-0,628	-	-
Голштинская	-0,635	-0,256	+0,563	-0,763
Ярославская	-0,362	-0,248	-0,449	-0,241
BB CSN3				
Айрширская	-	-	-	-
Голштинская	-0,955	+0,953	-0,818	+0,416
Ярославская	-	-	-	-
по генотипам LGB				
AA LGB				
Айрширская	-0,180	+0,564	-0,554	+0,987
Голштинская	-	-	-	-
Ярославская	-0,529	-0,738	+0,984	+0,350
AB LGB				
Айрширская	-0,258	+0,146	+0,746	+0,057
Голштинская	-0,370	-0,144	+0,098	+0,169
Ярославская	-0,121	-0,216	-0,258	+0,336
BB LGB				
Айрширская	-0,301	-0,001	+0,468	+0,461
Голштинская	-0,821	+0,705	+0,977	-0,467
Ярославская	-0,418	-0,270	+0,495	-0,110

Анализируя данные таблицы 15, видим, что в целом корреляция удоя, МДЖ и МДБ в группах коров соответствует общей биологической закономерности, однако, по их величине и направленности наблюдаются межпородные различия.

Так, у коров айрширской породы корреляции преимущественно положительные, особенно между удоём и содержанием белка в молоке.

Аналогичная взаимосвязь и у коров ярославской породы, хотя с долей крови голштинов.

Это, вероятно, объясняется большей константностью пород, консолидацией генотипов в результате долголетней селекции в целом, а также в стаже племзавода ЗАО «Агрофирма «Пахма». Они более адаптированы к местным условиям, так как разводятся в хозяйстве продолжительнее, чем чистопородные голштины (соответственно, в 1983 и 2003 г. закуплены в Финляндии и Дании).

У коров голштинской породы корреляции между удоем, жиром и особенно белком в целом по группе и с разными генотипами по каппа-казеину и бета-лактоглобулину преимущественно отрицательные, что также объяснимо, поскольку эта порода создавалась как обильномолочная, пониженное содержание белка в молоке характерно для голштинских коров.

Прослеживается положительная тенденция взаимосвязи удоя коров всех породных групп с В-аллельными вариантами каппа-казеина и бета-лактоглобулина, особенно по белковомолочности. Следует вести в стаде селекцию не только по удою, но и по белковомолочности коров.

3.8 Реализация родительских индексов продуктивности подконтрольных коров

Молочная продуктивность коровы зависит от ее генотипа и степени его реализации в конкретных средовых условиях. Для прогнозирования уровня продуктивности следующего поколения животных применяют показатель родительского индекса (РИК), который дает представление о генетическом потенциале животного и возможности передачи потомству продуктивных качеств.

Современные методы селекции основаны на применении методов ДНК-технологий, которые значительно ускоряют селекционный процесс.

В таблице 16 представлены данные по удою, МДЖ, МДБ и их реализации у коров трех молочных пород, разводимых в одном из лучших

племенных заводов Ярославской области. При анализе данных таблицы 16 наглядно видно, что подконтрольные коровы айрширской и ярославской пород отличались от коров голштинской породы по родительскому индексу и фактической продуктивности. Таким образом, установлена неодинаковая реализация их генетического потенциала и высокая достоверность разности ($P>0,999$).

Разность между родительским индексом по удою животных голштинской и айрширской пород составила 3395 кг ($P>0,999$), а между родительским индексом по удою голштинской и ярославской пород – 3200 кг ($P>0,999$). Более высокая реализация родительского индекса по удою у коров айрширской и ярославской пород – в среднем 113%, а у коров голштинской породы – в среднем 88% ($P>0,999$).

По массовой доле жира (МДЖ) разность родительских индексов у коров айрширской и голштинской пород – 0,22% ($P>0,999$), а разность по РИК голштинской и ярославской породы – 0,16% (достоверно при $P>0,999$). Наиболее высокая реализация родительского индекса по МДЖ отмечена у коров голштинской породы – в среднем 109%, у коров ярославской и айрширской пород 98% и 99% соответственно ($P>0,99$).

Таблица 16 – Генетический потенциал и его реализация у коров трех пород

Показатели	Группы коров по породам, $M \pm m$		
	айрширской (n=27)	голштинской (n=30)	ярославской (n=21)
РИК: по удою, кг	7188±158***	10583±211	7383±162***
по МДЖ, %	4,26±0,03***	4,04±0,04	4,20±0,04***
по МДБ, %	3,31±0,02	3,32±0,02	3,29±0,02
Фактическая: продуктивность по 3-й лактации: удой, кг	8005±211***	9225±174	8283±230**
МДЖ, %	4,22±0,06	4,40±0,09	4,10±0,06
МДБ, %	3,23±0,03	3,35±0,04	3,27±0,04
Реализация РИК, %: по удою	113±3,69***	88±1,69	113±3,86***
по МДЖ	99±1,37**	109±2,61	98±1,83**
по МДБ	98±0,96	101±1,18	99±1,27

По показателям РИК по МДБ достоверной разности по всем трем породам не наблюдалось. Однако, следует отметить, что наибольший родительский индекс по МДБ имеется у коров голштинской породы – 3,32%; степень реализации генетического потенциала по МДБ также выше у коров этой породы – 101%.

Это соответствует биологической закономерности – меньшей реализации более высоких родительских индексов, что может быть обусловлено различиями в кормлении и содержании женских предков и их потомства, а также уровнем селекции (прогресс либо регресс).

В таблице 17 приведены показатели родительских индексов и их реализация по генотипам CSN3 и LGB и комплексным генотипам CSN3/LGB коров айрширской породы.

В группе животных айрширской породы не обнаружено коров – носителей генотипа ВВ каппа-казеина. Сравнивая между собой коров с АА и АВ генотипами каппа-казеина по РИК и РРИ, можно сделать вывод о том, что у коров с АВ генотипом реализация генетического потенциала по удою, МДЖ и МДБ выше – 126, 105 и 99% соответственно, в сравнении с коровами с АА генотипом CSN3, у которых данный показатель равен 111% и 98%. Разность РИК по удою между ними составила 575 кг, по МДЖ – 0,05%, а по МДБ – 0,02%.

По генотипам по бета-лактоглобулину у коров айрширской породы РРИ по удою выше у животных с генотипом ВВ и АВ – 117% и 111%. Разность между родительскими индексами по удою между этими группами составила 497 кг, но она статистически недостоверна.

Таблица 17 – Генетический потенциал и его реализация по CSN3 и LGB по комплексным генотипам CSN3/LGB коров айрширской породы

Показатели	CSN3, M±m			LGB, M±m		
	AA (n=24)	AB (n=3)	BB	AA(n=4)	AB(n=13)	BB (n=10)
РИК: по удою, кг	7252±173*	6677±219 *	-	7173±383	7407±246	6910±261
по МДЖ, %	4,26±0,03	4,31±0,06	-	4,30±0,05	4,25±0,03	4,26±0,07
по МДБ, %	3,30±0,02	3,32±0,06	-	3,44±0,07	3,25±0,02	3,32±0,03
Фактическая: продуктивность по 3-й лактации: удой, кг	7945±202	8490±139 3	-	7456±447	162±317	8022±392
МДЖ, %	4,18±0,06	4,53±0,26	-	4,25±0,15	4,23±0,08	4,18±0,12
МДБ, %	3,22±0,03	3,3,±0,04	-	3,33±0,06	3,19±0,04	3,24±0,05
Реализация РИК, %: по удою	111±3,73	126±17,18	-	105±10,84	111±5,55	117±6,36
по МДЖ	98±1,35	105±6,78	-	99±2,66	99±1,67	98±3,14
по МДБ	98±1,08	99±0,66	-	97±2,62	98±1,53	98±1,66
Показатели	Комплексные генотипы CSN3/LGB, M±m					
	AA/AA(n=4)		AA/AB (n=13)	AA/BB (n=9)	AB/AB (n=2)	AB/BB (n=1)
РИК: по удою, кг	7173±383		7407±246	6915±294	6584±375	6862
по МДЖ, %	4,31±0,05		4,25±0,03	4,25±0,08	4,32±0,13	4,31
по МДБ, %	3,45±0,06		3,25±0,02	3,31±0,03	3,29±0,07	3,40
Фактическая: продуктивность по 3-й лактации: удой, кг	7456±447		8162±317	7854±394	7970±2476	9531
МДЖ, %	4,31±0,14		4,23±0,08	4,1±0,08	4,34±0,19	4,93
МДБ, %	3,26±0,06		3,19±0,04	3,23±0,05	3,28±0,05	3,34
Реализация РИК, %: по удою	105±10,84		111±5,55	114±6,54	120±30,76	139
по МДЖ	100±2,38		99±1,67	97±2,84	101±7,43	114
по МДБ	94±0,65		98±1,53	97±1,86	100±0,74	98

Нами выявлено, что наивысшая РРИ (реализация родительского индекса) по удою у коров с комплексным генотипом АВ/ВВ и АВ/АВ – 120% и 139%. Степень реализации генетического потенциала по МДЖ также выше у коров айрширской породы с комплексными генотипами АВ/АВ и АВ/ВВ – 101% и 114%, то есть с наибольшим присутствием В-аллельных вариантов генотипов коров, однако эти группы коров являются малочисленными.

Следовательно, для подтверждения закономерного характера полученных данных необходимы дополнительные исследования на большем поголовье животных.

В таблицах 18 и 19 представлены аналогичные показатели коров голштинской и ярославской пород.

Таблица 18 – Генетический потенциал и его реализация по CSN3 и LGB по комплексным генотипам CSN3/LGB коров голштинской породы

Показатели	CSN3, M±m			LGB, M±m		
	AA(n=16)	AB(n=11)	BB(n=3)	AA	AB (n=25)	BB (n=5)
РИК: по удою, кг	10498± 289	10591±42 1	11002±280	-	10563±247	10683±377
по МДЖ, %	4,05±0,04	4,05±0,09	3,77±0,01	-	4,04±0,05	4,05±0,1
по МДБ, %	3,29±0,04	3,36±0,03	3,27±0,09	-	3,31±0,03	3,35±0,03
Фактическая: продуктивность по 3-й лактации: удой, кг	9145±247	9233±330	9619±330	-	9205±208	9323±198
МДЖ, %	4,29±0,13	4,59±0,14	4,21±0,17	-	4,40±0,10	4,40±0,19
МДБ, %	3,37±0,05	3,38±0,06	3,23±0,08	-	3,38±0,04	3,22±0,12
Реализация РИК, %: по удою	88±2,21	88±3,57	87±2,58	-	88±1,96	88±3,53
по МДЖ	106±3,35	114±5,19	112±4,24	-	109±2,94	109±6,93
по МДБ	102±1,88	100±1,50	99±4,98	-	102±1,25	96±2,75
Показатели	Комплексные генотипы CSN3/LGB, M±m					
	AA/AB (n=14)	AA/BB (n=2)	AB/AB (n=9)	AB/BB (n=2)	BB/AB (n=2)	BB/BB (n=1)
РИК: по удою, кг	10538±32 2	10221±1086	10457±511	11194±376	11210± 230	10585
по МДЖ, %	4,06±0,05	3,94±0,02	4,06±0,11	4,04±0,28	3,77± 0,01	4,28
по МДБ, %	3,29±0,04	3,33±0,10	3,36±0,04	3,38± 0,07	3,27± 0,09	3,33
Фактическая: продуктивность по 3-й лактации: удой, кг	9104±282	9434±405	9221±404	9289±645	9843± 368	9171
МДЖ, %	4,26±0,14	4,54±0,27	4,65±0,15	4,31±0,66	4,21±0,17	4,29
МДБ, %	3,41±0,05	3,09±0,25	3,36±0,08	3,44±0,08	3,23±0,08	3,07
Реализация РИК, %: по удою	87±2,44	93±5,88	89±4,23	83±8,56	88±5,08	87
по МДЖ	105±3,70	115±6,25	116±5,62	108±23,92	112±4,24	100
по МДБ	104±1,82	93±4,94	100±1,86	102±0,12	99±4,98	92

По данным таблицы 18, мы выявили, что наибольшая реализация родительского индекса по МДЖ наблюдается у коров – носителей генотипа АВ по CSN3 – 114%, а также у животных с комплексным генотипом АВ/АВ - 116%, то есть с В-аллельным вариантом каппа-казеина и бета-лактоглобулина.

Таблица 19 – Генетический потенциал и его реализация по CSN3 и LGB и по комплексным генотипам CSN3/LGB коров ярославской породы

Показатели	CSN3, M±m			LGB, M±m		
	AA (n=17)	AB (n=4)	BB	AA (n=2)	AB (n=9)	BB (n=10)
РИК: по удою, кг	7469±182	7022±387	-	7663±511	7041±274	7636±211
по МДЖ, %	4,22±0,05	4,13±0,11	-	4,18±0,42	4,25±0,09	4,17±0,04
по МДБ, %	3,29±0,02	3,28±0,04	-	3,29±0,05	3,29±0,02	3,29±0,03
Фактическая: продуктивность по 3-й лактации: удой, кг	8228±285	8520±153	-	8273±1456	8312±305	8260±403
МДЖ, %	4,11±0,08	4,09±11	-	4,18±0,42	4,15±0,06	4,04±0,12
МДБ, %	3,25±0,04	3,35±0,06	-	3,31±0,16	3,29±0,08	3,24±0,03
Реализация РИК, %: по удою	111±4,55	122±5,31	-	108±11,83	120±7,23	108±4,66
по МДЖ	97±2,12	99±4,50	-	100±9,26	98±3,07	97±2,81
по МДБ	99±1,52	102±1,24	-	101±3,27	100±2,69	99±1,37
Показатели	Комплексные генотипы CSN3/LGB, M±m					
	AA/AA (n=2)	AA/AB (n=7)	AA/BB (n=8)	AB/AB (n=2)	AB/BB (n=2)	
РИК: по удою, кг	7663±511	7203±325	7653±271	6475±395	7568±9	
по МДЖ, %	4,18±0,04	4,30±0,11	4,16±0,05	4,07±0,27	4,20±0,09	
по МДБ, %	3,29±0,05	3,28±0,02	3,30±0,04	3,32±0,10	3,25±0,03	
Фактическая: продуктивность по 3-й лактации: удой, кг	8273±1456	8305±407	8149±506	8338±78	8702±269	
МДЖ, %	4,18±0,42	4,13±0,07	4,07±0,15	4,24±0,04	3,94±0,16	
МДБ, %	3,31±0,16	3,26±0,10	3,23±0,04	3,42±0,05	3,29±0,13	
Реализация РИК, %: по удою	108±11,83	117±9,25	106±5,76	129±6,66	115±3,68	
по МДЖ	100±9,26	96±3,59	98±3,44	104±6,03	94±5,79	
по МДБ	101±3,27	99±3,50	98±1,61	103±1,52	101±2,93	

При анализе данных таблиц 18 и 19 четких закономерностей в реализации родительских индексов по удою и МДБ у коров голштинской и ярославской пород с разными генотипами CSN3 и LGB не прослеживается, хотя межпородные различия наблюдаются. У коров голштинской породы реализация РИК по удою на уровне от 83% до 93%, в среднем 88%; у коров ярославской породы реализация РИК по удою за полновозрастную лактацию несколько выше – от 107 до 129%.

Изучая родословные чистопородных голштинских коров с учетом закупки их в хозяйство в 2002 году нетелями 7-месячной стельности, установлено, что лактации их женских предков второго ряда родословной (бабушек по матерям и отцам) проходили в Германии, в других условиях кормления и содержания. Различия средовых факторов, вероятно, и обусловили у них меньшую реализацию родительского наследственного потенциала молочной продуктивности, чем у коров других пород. Предки айрширских коров были закуплены в Финляндии в 1983 году, ярославские голштинизированные получены и выращены в самом хозяйстве, то есть животные этих групп более адаптированы к условиям данного племзавода.

Таким образом, исследованиями установлено, что показатели реализации родительских индексов продуктивности коров разных пород в условиях одного хозяйства не имели достоверных различий, хотя характерные породные признаки и влияние генетического потенциала предков все же прослеживается: реализация РИК от 109 до 129%. Реализация родительских индексов свидетельствует о хорошем уровне племенной работы со стадом, генетическом прогрессе.

При анализе показателей РИК в племенном стаде следует учитывать влияние средовых факторов. У импортного скота наиболее достоверно можно проследить наследование признаков молочной продуктивности от предков по показателям продуктивности дочернего потомства в тех же условиях кормления, содержания и производственного использования.

При анализе наследуемости РИК в зависимости от генотипов по каппа-казеину и бета-лактоглобулину нами выявлена большая степень его реализации у животных с В-аллельными вариантами этих генотипов, однако, для уточнения закономерного характера такой взаимосвязи необходимо продолжить соответствующие исследования на большем поголовье коров в том же хозяйстве.

3.9 Продуктивное долголетие подконтрольных коров

В таблице 20 представлены лимиты показателей пожизненной молочной продуктивности подконтрольных коров с учетом породной принадлежности.

Таблица 20 – Минимальные и максимальные границы показателей пожизненной молочной продуктивности коров трёх пород

Показатели	Породы коров		
	Айрширская (n=33), lim (min- max)	Голштинская (n=27), lim (min- max)	Ярославская (n=29), lim (min- max)
Пожизненная продуктивность, кг	11412 - 49411	24829-70744	15909-49405
Пожизненная продуктивность (средневзвешенная за одну лактацию), кг	7039,58-11106,45	7667,65-12457,33	5528,73-10734,67
МДЖ, %	3,74-4,76	3,82-4,84	3,73-4,59
МДБ, %	2,92-3,40	3,01-3,39	3,09-3,41
Живая масса, кг	490-669	600-695	540-695
Продолжительность хозяйственного использования (число лактаций)	1,2-6,5	2,1-6,3	2,0-8,50
Молочный жир (средневзвешенная за одну лактацию), кг	270,96-469,80	307,47-533,67	220,04-453,0
Молочный белок (средневзвешенная за одну лактацию), кг	198,11-347,63	259,93-414,83	173,60-366,05
Молочный жир+молочный белок, кг	441,83-817,43	557,83-930,50	393,65-819,06
Белково-жировой коэффициент	77,51-144,92	80,26-149,17	77,03-117,85
Сервис-период, дней	53-272	70-358	81-213

В группах коров всех трёх пород наблюдается широкий диапазон минимальных и максимальных показателей изучаемых признаков, а предельные возможности лучших животных можно считать высокими. Минимальные границы указывают на снижение продолжительности хозяйственного использования, а это ведет к недополучению продукции (упущенная выгода), снижению выхода племенного молодняка для ремонта стада и племпродажи, что в свою очередь снижает рентабельность отрасли.

В таблице 21 представлены данные биометрического анализа показателей пожизненной продуктивности этих коров (продуктивного долголетия) (Меркурьева, Шангин-Березовский, 1983). Коровы всех трёх пород имели среднюю продолжительность продуктивного использования от 4,1 до 4,5 лактаций. Это выше, чем средний возраст выбытия коров по Ярославской области (от 3 до 3,3 лактаций) на 1,0-1,4 лактации. Наименьший период хозяйственного использования у коров айрширской породы – 4,1 лактации, наивысший – у голштинской – 4,8 лактации, ярославские – занимают промежуточное положение. Те же ранги у исследуемых коров трёх пород по пожизненной продуктивности.

По данным бонитировки за 2018 год, средне-пожизненная молочная продуктивность за 1 лактацию у коров изученной выборки значительно выше, чем в среднем по породам в племенных хозяйствах Ярославской области (Тамарова, 2018). Это подтверждает правильность отнесения их к генетическому резерву для дальнейшего совершенствования племенных стад по молочной продуктивности и продуктивному долголетию (выборка репрезентативна, так как составляет 12% от коров племядра в стаде племзавода ЗАО «Агрофирма «Пахма»).

Одним из основных показателей, определяющих экономическую эффективность разведения животных, широко используемым в странах с развитым молочным скотоводством и включённых в селекционные программы является, - комплексный показатель – белково-жировой коэффициент или выход молочного жира и белка за лактацию на 100 кг

живой массы. Он определяется для оценки «производительности» коров, с учетом одновременно четырех признаков – удоя, выхода молочного жира и белка, живой массы коровы.

Таблица 21 – Показатели продуктивного долголетия коров трёх пород

Показатели	Породы коров		
	Айрширская (n=33), M±m	Голштинская (n=27), M±m	Ярославская (n=29), M±m
Пожизненная продуктивность, кг	33477±1769,99***	48533±2741,75	35841±2045,08***
Пожизненная продуктивность (средневзвешенная за одну лактацию), кг	8245,65±203,40***	10194±310,25	8062±186,54***
МДЖ, %	4,17±0,04*	4,34±0,06	4,15±0,04*
МДБ, %	3,18±0,02	3,23±0,03	3,23±0,02
Живая масса, кг	575,33±6,59*	658±6,73	631±6,08**
Продолжительность хозяйственного использования (число лактаций)	4,1±0,24	4,8±0,29	4,5±0,26
Молочный жир (средневзвешенная за одну лактацию), кг	344,07±9,11***	442,47±15,02	334,48±8,49***
Молочный белок (средневзвешенная за одну лактацию), кг	262,32±6,46***	328,89±10,4	260,99±6,77***
Молочный жир+молочный белок, кг	606,39±15,32***	771,37±24,97	595,47±15,06***
Белково-жировой коэффициент	105,77±2,87*	117,55±4,09	94,55±2,39***
Сервис-период, дней	144,79±9,22	162,70±14,12	137,72±9,84

Наивысший белково-жировой коэффициент выявлен у коров голштинской породы – 117, на втором месте – коровы айрширской породы – 106, далее ярославские – 94,5, различие между ярославской и голштинской породой статистически высоко значимо ($P<0,001$).

Из общего обследованного поголовья 24 коровы айрширской, 26 коров голштинской и 22 коровы ярославской пород имели пожизненную продуктивность свыше 30 т молока. Это хороший показатель оценки продуктивного долголетия коров голштинской породы. Таких коров в США

регистрируют в специальной книге, считая этот уровень оптимальным. Лучший показатель из подконтрольных коров у коровы Гривна №799 голштинской породы – свыше 70 т молока за период использования.

По пожизненному удою разность между коровами айрширской и голштинской пород – 15056 кг ($P < 0,001$), различие между голштинской и ярославской – 12692 кг, айрширской и ярославской – 2364 кг, небольшое. Это может быть обусловлено нивелированием средовых факторов, ограничивающих реализацию генетического потенциала пород (единые условия кормления, содержания, производственного использования коров разных пород).

Коровы всех трёх пород имели достаточно большую среднюю живую массу – от 573 до 658 кг, что обеспечивается хорошим уровнем кормления в хозяйстве. Наиболее крупными были животные голштинской породы, для которой это характерно, как породный признак. Коровы ярославской породы с высокой долей крови голштинов (84,2%) также имели крупную живую массу – 631 кг, что обусловлено закономерным влиянием улучшающей породы. Существенно меньше живая масса – у коров айрширской породы ($P < 0,05$), хотя и соответствует стандарту породы.

Наибольшей продолжительностью сервис-периода, по сравнению с айрширской и ярославской, отличались коровы голштинской породы – 163 ± 14 дней ($P < 0,001$). По-видимому, это обусловлено более высоким потенциалом продуктивности этой породы, поскольку известна отрицательная корреляция удоя и воспроизводительной способности коров. Установлено, что в период раздоя у высокопродуктивных коров преобладает лактационная доминанта, действие пролактина подавляет образование фолликулина, и созревание ооцитов в фолликулах затормаживается. Увеличенный сервис-период характерен для коров голштинской породы и в других хозяйствах по причине этой же биологической закономерности.

Для повышения продуктивного долголетия большое значение имеют факторы, определяющие формирование потенциала жизнеспособности в

период, предшествующий достижению репродуктивного возраста, и состояние здоровья в период лактации (Черепанов, 2014, 2019). Анализ причин выбраковки коров позволяет установить основные факторы, вызывающие их заболевания, проводить соответствующую профилактику и лечение.

В таблице 22 показаны причины выбытия коров айрширской, голштинской и ярославской пород из стада племзавода ЗАО «Агрофирма «Пахма», установленные по ветеринарной документации. В целом, для коров всех трёх пород наиболее частыми причинами выбытия из стада являются патологии органов воспроизводства и заболевания конечностей. Болезни сердечно-сосудистой системы и органов дыхания были причинами выбытия коров этих пород в единичных случаях, что свидетельствует о крепости их конституции. Небольшой процент составляли травмы и кормовые отравления, что также возможно устранить как паратипические факторы

Коровы айрширской породы чаще всего выбывали из стада в связи с патологией органов воспроизводства – 33%, среди которых – яловость (21%) и аборт (6%); по причине болезни конечностей выбыло 18% коров, 15% – по причине болезней молочной железы (из них по причине заболеваемости маститом – 9%).

Основные причины выбытия коров голштинской породы, как и у коров айрширской породы – болезни органов воспроизводства (33%) и болезни конечностей (15%). В отличие от животных айрширской породы, голштины выбывали из стада в связи с болезнями органов пищеварения (11%) и нарушения обмена веществ (18%). Это, вероятно, обусловлено проблемой недостаточной адаптации, так как: предки голштинов закупались в Германии в 2002 году нетелями 7-месячной стельности, а предки айрширов были завезены из Финляндии в 1983 году и за 35-летний период более адаптировались к условиям кормления, содержания и производственного использования в племзаводе.

Таблица 22 – Причины выбытия из племенного стада коров трёх пород

Причины выбытия	Порода					
	айрширская (n=33)		голштинская (n=27)		ярославская (n=29)	
	гол.	%	гол.	%	гол.	%
Болезни конечностей	6	18	4	15	5	17
Болезни сердечнососудистой системы	1	3	-	-	-	-
Болезни органов дыхания	-	-	-	-	1	3
Болезни органов пищеварения	-	-	3	11	4	14
Болезни обмена веществ	1	4	5	18	-	-
Болезни молочной железы	5	15	1	4	9	31
Патологии органов воспроизводства	11	33	9	33	9	31
Несчастные случаи (травмы)	2	6	1	4	-	-
Кормовые отравления	2	6	2	7	1	4
Прочие неинфекционные болезни	-	-	1	4	-	-
Прочие причины	5	15	1	4	-	-

Ярославские голштинизированные коровы получены и выращены в самом хозяйстве, и они более адаптированы в условиях племзавода (влияние ярославской породы), но у них к основным причинам выбытия также относятся патологии органов воспроизводства (31%) (возможно влияние голштинизации) и болезни молочной железы (маститы) – 31%. В связи с болезнями конечностей выбыло 17% ярославских коров, такой же процент выбытия по данным заболеваниям у коров двух других пород. Около 14% коров выбыло по причине болезней органов пищеварения, что, может быть обусловлено высокой степенью голштинизации животных (в среднем 84,2% крови голштинов). Известно, что животные голштинской породы наиболее требовательны к условиям кормления. В процессе филогенеза у них устойчиво формировался высококонцентратный тип кормления, а также интенсивность роста, обильномолочность с первых лактаций и укороченный жизненный цикл.

3.10 Выход и качество творога из молока коров разной породной принадлежности в зависимости от генотипа каппа-казеина

При анализе химического состава молока перед приготовлением творога нами установлено, что по составу и физическим показателям все образцы молока коров с разными генотипами каппа-казеина соответствовали нормам и требованиям (ТТИ ГОСТ Р 52096-008 «Творог. Типовая технологическая инструкция»), предъявляемым к молоку, пригодному для производства творога, а именно группа чистоты не ниже II, плотность молока не менее 1,027 кг/м³, кислотность – 16,0-21,0°Т, МДЖ – 2,8-6,0%, МДБ – не менее 2,8% (таблица 12) [34-43, 140, 141].

Таблица 23 – Химический состав и физические показатели молока коров с разными генотипами CSN3

Показатели молока	Генотипы каппа-казеина			Норма
	AA	AB	BB	
Айрширская порода				
Группа чистоты	I	I	-	не ниже II
Плотность молока, кг/м³	1030,5	1031,0	-	не менее 1027,0
Кислотность молока, °T	16	16	-	16,0-21,0
МДЖ, %	3,9±0,16	3,7±0,15	-	2,8-6,0
МДБ, %	3,44±0,05	4,14±0,02	-	не менее 2,8
Голштинская порода				
Группа чистоты	I	I	I	не ниже II
Плотность молока, кг/м³	1028,0	1027,0	1027,0	не менее 1027,0
Кислотность молока, °T	16	16	16	16,0-21,0
МДЖ, %	4,3±0,05	3,8±0,12	3,9±0,13	2,8-6,0
МДБ, %	3,54±0,04	3,17±0,08	2,89±0,04	не менее 2,8
Ярославская порода				
Группа чистоты	I	I	-	не ниже II
Плотность молока, кг/м³	1027,9	1031,2	-	не менее 1027,0
Кислотность молока, °T	16	16	-	16,0-21,0
МДЖ, %	4,7±0,18	3,44±0,01	-	2,8-6,0
МДБ, %	3,4 ±0,03	3,39±0,02	-	не менее 2,8

Результаты анализа творога, полученного кислотнo-сычужным способом, из молока коров айрширской, голштинской и ярославской пород представлены в таблице 24.

По данным таблицы 24 наглядно видны межпородные различия по выходу творога из молока подконтрольных коров с разными генотипами CSN3.

Выход творога из молока коров айрширской породы с гетерозиготным генотипом АВ на 6,2% выше, чем из молока коров с гомозиготным генотипом АА, а сыворотки на 9,5% меньше. По МДЖ – творог на 2,5% жирнее, а белка на 1,96% меньше.

Выход творога из молока голштинских и ярославских коров с гомозиготным генотипом АА, наоборот, выше на 4,7% и 4,1%, а сыворотки меньше у гетерозигот CSN3AB, на 7,9% и 5,3%.

Таблица 24 – Химический состав и выход творога из молока коров айрширской, голштинской и ярославской пород с разными генотипами по каппа-казеину

Показатели творога	Генотипы каппа-казеина				
	АА	АВ	АВ± к АА	ВВ±АА	ВВ± к АА
Айрширская порода					
Масса творога, г	575,0	762,0	+187 г	-	
Выход творога, %	19,2	25,4	+6,2%	-	
Расход молока, кг	3,0	3,0		-	
Масса сыворотки, г	2210,0	2001,0	- 9,5%	-	
Состав творога					
МДЖ, %	11,5	14,0	+ 2,5%	-	
МДБ, %	13,91	11,95	-1,96%	-	
Голштинская порода					
Масса творога, г	717,0	576,0	- 141 г	576,0	-141 г
Выход творога, %	23,9%	19,2	- 4,7%	19,2	-4,7%
Расход молока, кг	3,0	3,0		3,0	
Масса сыворотки, г	2133,0	2302,0	+ 169 г или 7,9%	2344,0	+211 г или 9,9%
Состав творога					
МДЖ, %	13,50	12,75	- 0,75%	14,25	+ 0,75%
МДБ, %	12,70	14,53	+1,83%	14,60	+ 1,9%
Ярославская порода					
Масса творога, г	669,0	545,0	- 124 г	-	
Выход творога, %	22,3	18,2	- 4,1 %	-	
Расход молока, кг	3,0	3,0		-	
Масса сыворотки, г	2131	2244	+113 г или 5,3%	-	
Состав творога					
МДЖ, %	13,0	10,0	- 3%	-	
МДБ, %	13,83	14,81	+0,98%	-	

Однако, в твороге, выработанном из молока коров с АВ генотипом CSN3, МДБ больше на 1,83 % и 0,98%, а МДЖ меньше на 0,75% и 3,0% соответственно.

Животные с генотипом ВВ CSN3 оказались лишь среди чистопородных голштинских коров. По выходу творога и сыворотки они равноценны коровам с АВ генотипом, а содержание жира и белка в их твороге несколько выше, чем у гомозигот АА.

Следовательно, для выработки творога предпочтительнее молоко айрширских коров, чем голштинских и ярославских сверстниц в тех же условиях.

Оценка творога по органолептическим признакам показала, что средний балл по 20-балльной шкале выше для творога, полученного из молока коров с генотипами АВ CSN3 и ВВ CSN3: у айрширских коров – для творога, полученного из молока коров с генотипом АА CSN3– 17,0 баллов, с генотипом АВ CSN3 – 18,13 балла; у голштинских коров – для творога, полученного из молока коров с генотип АА CSN3 – 17,57 балла; с генотипом АВ CSN3 – 17,14 балла; с генотипом ВВ CSN3 – 18,43 балла; у ярославских – для творога, полученного из молока коров с генотипом АА CSN3 – 17,67 баллов, с генотипом АВ CSN3– 18,78 балла (рис. 16).

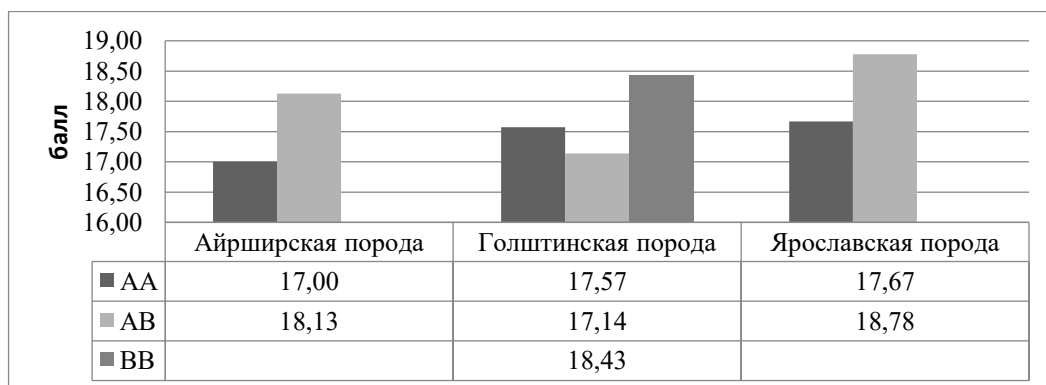


Рис.16. Результаты оценки творога по органолептическим признакам (по 20-балльной шкале)

3.11 Рентабельность производства творога из молока подконтрольных коров с разными генотипами каппа-казеина

Ежемесячно ЗАО «Агрофирма «Пахма» сдает на переработку в ОАО «Вимм-Билль-Данн» 480 т молока высшего сорта. Оставшаяся в хозяйстве часть молока отправляется в собственный цех переработки, где из него получают различную молочную продукцию для населения Ярославской области, в том числе – около 3 т творога.

В таблице 25 представлены результаты расчета экономической эффективности молока, полученного от коров трех пород с учетом их генотипов по каппа-казеину.

Таблица 25 – Экономическая эффективность производства молока, полученного от коров трех пород с разными генотипа CSN3

Показатель	Генотип CSN3		
	AA	AB	± AB к AA
Айрширская порода			
Удой	7827,59	8490,33	+662,74
Базисная норма массовой доли жира, %	3,4		
Массовая доля жира фактическая, %	4,15	4,51	+0,36
Базисная норма массовой доли белка, %	3,0		
Массовая доля белка фактическая, %	3,18	3,28	+0,1
Себестоимость 1 л молока в ЗАО «Агрофирма «Пахма», руб.	24,50		
Надбавки на каждый литр, руб.	2,41	3,59	+1,18
Рентабельность, %	9,84	14,65	+4,81
Молочный жир, кг	324,49	386,27	+61,78
Стоимость молочного жира, руб.	89397	106417	+17020
Молочный белок, кг	248,51	278,42	+29,91
Стоимость молочного белка, руб.	113022	126625	+13603
Стоимость молочного жира, кг + молочного белка, кг, руб.	202419	233042	+30623

Продолжение таблицы 25

1	2	3	4
Показатель	Генотип CSN3		
	AA	AB+BB	± AB+BB к AA
Голштинская порода			
Удой	8567,56	9426,18	+858,62
Базисная норма массовой доли жира, %	3,4		
Массовая доля жира фактическая, %	4,31	4,41	+0,1
Базисная норма массовой доли белка, %	3,0		
Массовая доля белка фактическая, %	3,32	3,27	-0,05
Себестоимость 1 л молока в ЗАО «Агрофирма «Пахма», руб.	24,50		
Надбавки на каждый литр, руб.	3,09	3,29	+0,20
Рентабельность, %	12,61	13,43	+0,82
Молочный жир, кг	368,50	409,2	+40,7
Стоимость молочного жира, руб.	101521,75	112734,6	+11212,85
Молочный белок, кг	285,96	307,79	+21,83
Стоимость молочного белка, руб.	130054,61	139982,89	+9928,28
Стоимость молочного жира, кг + молочного белка, кг, руб.	231576,36	252717,49	+21141,13
Показатель	Генотип CSN3		
	AA	AB	± AB к AA
Ярославская порода			
Удой	8364,59	8537,20	+172,61
Базисная норма массовой доли жира, %	3,4		
Массовая доля жира фактическая, %	4,11	4,03	-0,08
Базисная норма массовой доли белка, %	3,0		
Массовая доля белка фактическая, %	3,25	3,30	+0,05
Себестоимость 1 л молока в ЗАО «Агрофирма «Пахма», руб.	24,50		
Надбавки на каждый литр, руб.	2,42	2,27	-0,15
Рентабельность, %	9,88	9,26	-0,62
Молочный жир, кг	345,14	343,87	-1,27
Стоимость молочного жира, руб.	95086	94736	-350
Молочный белок, кг	271,88	281,83	+9,95
Стоимость молочного белка, руб.	123651	128176	+4525
Стоимость молочного жира, кг + молочного белка, кг, руб.	218737	222912	+4175

В таблице 26 представлена экономическая эффективность выработки 9% творога из 100 кг молока коров трех пород с разными генотипами CSN3 с учетом проведенного нами продуктового расчета.

Таблица 26 – Экономическая эффективность выработки 9% творога из 100 кг молока коров трех пород с разными генотипами CSN3

Показатели	Генотипы CSN3		
	АА	АВ	± АВ к АА
Айрширская порода			
Масса творога, кг	14,10	14,53	+0,43
Производственная себестоимость творога, руб.	125,00		
Себестоимость творога, руб.	138,86	123,36	-15,5
Цена реализации творога, руб.	176,87		
Прибыль с 1 кг творога, руб.	38,01	53,51	-15,5
Рентабельность, %	27,00	43,40	+16,4
Голштинская порода			
Показатели	Генотипы CSN3		
	АА	АВ+ВВ	± АВ+ВВ к АА
Масса творога, кг	15,07	14,52	-0,55
Производственная себестоимость творога, руб.	125,00		
Себестоимость творога, руб.	126,84	127,01	+0,17
Цена реализации творога, руб.	176,87		
Прибыль с 1 кг творога, руб.	50,03	49,86	-0,17
Рентабельность, %	39,44	39,00	-0,44
Ярославская порода			
Показатели	Генотипы CSN3		
	АА	АВ	± АВ к АА
Масса творога, кг	14,60	14,94	+0,34
Производственная себестоимость творога, руб.	125,00		
Себестоимость творога, руб.	137,11	137,89	+0,78
Цена реализации творога, руб.	176,87		
Прибыль с 1 кг творога, руб.	39,76	38,98	-0,78
Рентабельность, %	29,00	28,27	-0,73

Из таблицы 25, можно сделать вывод о том, рентабельность выработки молока выше у коров айрширской и голштинской пород, имеющих В-аллельный вариант в генотипе CSN3. У животных айрширской породы – 14,65%, у голштинской – 13,43%. У коров ярославской породы рентабельность АА и АВ генотипов CSN3 находится практически на одном уровне.

Стоимость сдаточного молочного белка и молочного жира в кг у коров всех трех пород, несущих В аллель в генотипе CSN3, выше по сравнению с

животными с А аллелем в генотипе CSN3; наивысшая у коров айрширской породы +30623,0 руб.

По данным таблицы 26, уровень рентабельности выработки 9% творога из 100 кг молока выше у коров айрширской породы с В-аллельным вариантом генотипа CSN3. Он составляет – 43%, что на 3,96-16,4% выше, чем при выработке творога из молока коров айрширской, голштинской и ярославской породы с АА CSN3.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Научные исследования по данной теме проводились нами с учетом состояния изученности проблем не только по данным литературных источников в целом, но и применительно к Ярославской области, в соответствии с тематическим планом НИР ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, в рамках научной школы технологического факультета. Они являются продолжением работ предыдущих исследований в этом направлении Р.В. Тамаровой, Н.Г. Ярлыкова, Ю.А. Михайловой и дополняют их по не изученным ранее аспектам, а именно: как реализуется генетический потенциал лучших коров трех молочных пород, разводимых в единых средовых условиях, при оптимальных условиях кормления и содержания, то есть максимально нивелированном влиянии паратипических факторов. Впервые изучали роль бета-лактоглобулина, как генетического маркера – этого сывороточного белка и его взаимодействие с каппа-казеином, как фракцией основного белка молока казеина, эффективность различных комплексных генотипов этих белков для показателей молочной продуктивности и технологических качеств молока при выработке белкомолочного продукта – творога и т.д.

Частоту встречаемости разных генотипов по этим генам маркерам исследовали во взаимосвязи с показателями продуктивных и технологических качеств, реализацией родительских индексов, с продолжительностью хозяйственного использования и пожизненной молочной продуктивностью, рассматривали причины выбытия из стада коров разных генотипов. Сделан расчет экономической эффективности разведения в стаде племязавода трех разводимых в регионе пород, на основании полученных результатов исследований намечены направления селекции на перспективу.

Установлено, что при соответствии общим биологическим закономерностям в целом подконтрольные коровы имели специфические

особенности, обусловленные породными различиями, генотипом и методами предыдущей селекции. Так, коровы айрширской породы имели несколько пониженное содержание белка в молоке (3,2-3,3% против 3,4% и более, характерных для айрширов в среднем и Новолadoжского типа). Как показали наши исследования, это обусловлено отсутствием в подборе к стаду быков-производителей в В-аллельным вариантом каппа-казеина и, соответственно наименьшей, чем у других пород подконтрольных коров в тех же условиях, встречаемостью В-аллеля каппа-казеина (0,07 против 0,12-0,26). В то же время в этой группе коров установлена наибольшая встречаемость гена бета-лактоглобулина (0,65), генотипов АВ (47%) и ВВ (42%), n=36.

У коров голштинской породы оказались наивысшие показатели удоя, содержания жира и белка в молоке, что не характерно для породы в среднем.

При анализе их родословных установлено, что это также обусловлено генотипом коров. Они были закуплены нетелями в Германии, где ранее проводили скрещивание немецких черно-пестрых коров с джерсейскими быками – для повышения жирномолочности и содержания белка в молоке, а затем на помесях использовали голштинских быков. Джерсейская порода известна как одна из лучших мировых пород по содержанию МДЖ и МДБ в молоке, по-видимому, ее влияние и проявилось у этой популяции животных. Частоты встречаемости В-аллельных вариантов каппа-казеина у коров голштинской породы немецкой селекции в племязаводе ЗАО «Агрофирма «Пахма» 0,26, то есть наибольшая из трех групп подконтрольных коров, а бета-лактоглобулина, соответственно наименьшая (n=33), что достоверно отличается от коров айрширской и ярославской голштинизированной пород.

Удельный вес коров айрширской и голштинской пород в стаде племязавода почти равный – 40% и 36,4%, а ярославской голштинизированной – 23,6%. Их кровность по голштину от 50 до 94%, в среднем – 84%. Это и обусловило генотип голштинизированных ярославских коров, которые по молочной продуктивности приближаются к голштинам, соответственно и по

частоте встречаемости В-аллельных вариантов каппа-казеина (0,12 против 0,88А-аллельных) и бета-лактоглобулина (0,70 против 0,30).

Нами установлена очень интересная с научной и практической точки зрения взаимодополняемость В-аллельных вариантов белков молока, обуславливающих его технологические качества – каппа-казеина и бета-лактоглобулина. В публикациях других авторов в доступной нам литературе такой информации не встречалось, а по результатам наших исследований отчетливо прослеживается тенденция: где наименьшая частота встречаемости В-аллеля каппа-казеина, там наибольшая – бета-лактоглобулина. Это проявляется у коров всех трех пород, взятых для исследований, следовательно, может являться биологической закономерностью, что необходимо подтвердить на большем поголовье.

В наших исследованиях наибольшую молочную продуктивность имели коровы с комплексным генотипом АВ/АВ – по каппа-казеина и бета-лактоглобулину, что немаловажно для соответствующей целенаправленной маркерной селекции на перспективу.

ВЫВОДЫ

1. Частота встречаемости А-аллеля CSN3 и генотипов AA высокая у лучших коров всех трех пород, разводимых в стаде племязавода. У коров айрширской породы частота встречаемости аллеля А – $0,93 \pm 0,030$, генотипа AA – 86,0%; у голштинской породы – $0,74 \pm 0,054$, генотипа AA – 58%, соответственно; у ярославских коров – $0,88 \pm 0,042$ и генотипа AA – 77,0%. По частоте генотипов АВ и ВВ наблюдается межпородная разность. Встречаемость генотипа АВ CSN3 у животных айрширской породы – 14,0%, голштинской породы – 33% и ярославских коров – 23%. Генотип ВВ обнаружен только у коров голштинской породы, что обусловлено уровнем селекции

2. По LGB большие частоты В-аллеля и генотипов АВ и ВВ. Встречаемость аллеля В LGB: у коров айрширской породы – $0,65 \pm 0,056$; у голштинской – $0,58 \pm 0,061$; у ярославской – $0,70 \pm 0,059$. Частота встречаемости генотипа AA – низкая: у коров айрширской породы – 11%; у ярославской – 10%; у голштинских коров генотип AA LGB – не обнаружен. Встречаемость генотипа АВ у айрширской породы – 47%, у голштинской породы – 85%, у ярославской породы – 40%; а генотипа ВВ по LGB, соответственно, 42, 15 и 50%.

3. У всех коров наилучшие показатели молочной продуктивности имеют животные с генотипом АВ CSN3. При сравнении показателей по LGB, нами установлено, что животные айрширской породы и голштинской с генотипом ВВ, имеют лучшие показатели молочной продуктивности по сравнению с животными, имеющими генотипы AA и АВ. Среди коров голштинской породы, не обнаружено животных с генотипом AA LGB. У коров ярославской породы полученные данные несколько отличались: наиболее продуктивны – животные с генотипом АВ LGB.

4. По комплексным вариантам генотипов CSN3/LGB наиболее продуктивными по суммарному выходу молочного жира и белка за третью

лактацию оказались: айрширские коровы с генотипам АВ/ВВ, АВ/АВ; голштинские – с генотипом АВ/АВ; ярославские – с генотипом АВ/ВВ, то есть с наибольшим количеством В-аллельных вариантов обоих генетических маркеров.

5. Коровы айрширской, голштинской и ярославской пород способны к продуктивному долголетию до 8,5 лактаций, при пожизненной молочной продуктивности максимально до 70744 кг у коров голштинской породы, 49411 кг – у айрширской, 49405 кг – у ярославской. Выход основных питательных веществ – молочного жира и белка на 1 пожизненную лактацию – от 595 до 771 кг.

6. Наибольший выход и наилучшие качественные показатели творога, выработанного из молока коров всех пород с В-аллельным вариантом CSN3. Выход творога из молока коров айрширской породы на 6,2% выше у коров с гетерозиготным генотипом АВ. В твороге, полученном из молока голштинских коров и ярославских с генотипом АВ CSN3 показатели МДБ больше на 1,83 % и 0,98%, а МДЖ меньше на 0,75% и 3,0% соответственно.

7. Рентабельность молока выше у коров айрширской и голштинской пород, имеющих в генотипе В-аллельный вариант CSN3: соответственно, 14,65% и 13,43%.

8. Экономическая эффективность выработки 9%-ного творога из 100 кг молока выше у коров айрширской породы с В-аллельным вариантом генотипа CSN3. Рентабельность составляет – 43%, что на 3,96-16,4% выше, чем у коров айрширской, голштинской и ярославской пород с генотипом АА CSN3.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях Ярославской области рекомендуем разведение коров айрширской и голштинской пород, имеющих в генотипе В-аллельный вариант CSN3, в связи с более высокой экономической эффективностью производства молока.

Для производства творога рекомендуем использовать молоко коров айрширской, голштинской и ярославской пород с В-аллельным вариантом CSN3 в связи с наибольшим выходом и наилучшими качественными показателями продукта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айала, Ф.Д. Введение в популяционную и эволюционную генетику: Пер с англ. А.Д. Базыкина [Текст] / Ф.Д. Айала. – М.: «Мир», 1984. – 232 с.
2. Адушинов, Д.С. Результаты голштинизации черно-пестрого скота в Прибайкалье [Текст] / Д.С. Адушинов, Н.А. Лазарев, А.Н. Журавлем и др. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – №2(182). – С. 63-67.
3. Алексеева, И.В. Крупный рогатый скот Новоладожский [Текст] / И.В. Алексеева, Л.Н. Алешина, Ю.В. Бойков и др.// Патент на селекционное достижение РФ № 2830. 2005. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – 2016. – Т. 2. – С. – 8.
4. Алексеева, Н.Ю. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности [Текст] : справочник / Н.Ю. Алексеева, В.А. Аристов. – М. : Агропроиздат, 1986. – 239 с.
5. Амерханов, Х.А. Современное состояние и перспективы развития животноводства России до 2008 года [Текст] / Х.А. Амерханов // Материалы III МНПК «Современные технологические и селекционные аспекты разведения животноводства России», Т. 1. – Изд-во: Дубровицы, – 2005.
6. Амерханов, Х.А. Породы и племенные сельскохозяйственные животные и птицы, распространенные в Российской Федерации [Текст] / Х.А. Амерханов. Каталог. – М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2006.
7. Ахметов, Т.М. Использование методов маркер-вспомогательной селекции в молочном скотоводстве республики Татарстан [Текст]: дис. ... докт. биол. наук : 06.02.01. / Т.М. Ахметов. – Казань, 2009. – 46 с.
8. Ахметов, Т.М. Полиморфизм каппа-казеина в стадах крупного рогатого скота [Текст] / Т.М. Ахметов, С.В. Тюлькин, С.Ф. Шайдуллин, Р.Р. Муллахметов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань: [КГАВМ], 2009. – Т. 196. – С. 12-18.

9. Ахметов, Т. М. Генотипирование коров по локусам каппа-казеина, бета-лактоглобулина и BLAD-мутации [Текст] / Т.М. Ахметов, С.В. Тюлькин, Э.Ф. Валиуллина // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2011. – Выпуск № 205. – С. 11-17.
10. Ахметов, Т.М. Молочная продуктивность коров с разными комбинациями генотипов каппа-казеина и бета-лактоглобулина [Текст] / Т.М. Ахметов, С.В. Тюлькин, Э.Ф. Валиуллина // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2011. – Выпуск № 207. – С. 51-57.
11. Ахметов, Т.М. Экономическая эффективность производства сыра из молока коров с разными генотипами каппа-казеина [Текст] / Т.М. Ахметов, С.В. Тюлькин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2013. – Том. 216. – С.40-43.
12. Барабанщиков, Н.В. Молочное дело [Текст] / Н.В. Барабанщиков // М.: [Агропромиздат], 1990. – 414 с.
13. Багрий Б.А. Реализация программы пороодообразования в скотоводстве СССР [Текст] / Б.А. Багрий // Селекция и разведение молочного и мясного скота. – М.: 1985. – С. 70-88.
14. Белая, Е.В. Межпородный сравнительный анализ ассоциации гена каппа-казеина с признаками молочной продуктивности у коров голштинской и черно-пестрой пород [Текст] / Е.В. Белая, М.Е. Михайлова // Молекулярная и прикладная генетика. – 2015. – №19. – С. 84-89.
15. Белоусов, А. Особенности голштинского скота голландской селекции [Текст] / А. Белоусов, Р. Юсупов, П. Зеноков, А. Сулейманов // Молочное и мясное скотоводство. – 2010. – №3. – С. 9-10.
16. Бойков, Ю.В. Крупный рогатый скот Смена [Текст] / Ю.В. Бойков, Е.Н. Васильева и др. // Патент на селекционное достижение РФ № 3656. 2007. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – 2016. – Т. 2. – С. 9.

17. Бойков, Ю.В. Современная генеалогия айрширского скота [Текст] / Ю.В. Бойков, Н.Ю. Чекменева // Сб. науч. тр. «Перспективы развития айрширской породы крупного рогатого скота в России». Вологда: Молочное, 2008. – С. 40-44.
18. Болгов, А.Е. Изменчивость и наследование индекса племенной ценности быков айрширской и голштинской пород [Текст] / А.Е. Болгов, М.П. Коновалов // Зоотехния. – 2008. – №6. – С. 4-6.
19. Болгов, А.Е. Карельский тип айрширского скота / А.Е. Болгов, Н.Ю. Чекменева, Е.Н. Васильева и др. // Зоотехния. – 2014. – № 10. – С. 2-4.
20. Болгов, А.Е. Крупный рогатый скот Карельский [Текст] / А.Е. Болгов, Е.Н. Васильева и др. // Патент на селекционное достижение РФ № 6764. 2013. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – 2016. – Т. 2. – С. 8.
21. Брадэ, Э. Меньше концентратов – больше белка [Текст] / Э. Брадэ, В. Браде // Новое сельское хозяйство. – 2008. - № 6. – С. 86-90.
22. Браде, В. Прогноз по ДНК [Текст] / В. Браде, Э. Браде // Новое сельское хозяйство. – 2011. – № 4. – С. 66-67.
23. Валиуллина, Э.Ф. Характеристика быков-производителей с различными комбинациями генотипов каппа-казеина, бета-лактоглобулина по молочной продуктивности их матерей [Текст] / Э.Ф. Валиуллина, О.Г. Зарипов, С.В. Тюлькин, Т.М. и др. // Ветеринарная практика. – 2007. – № 4 (39). – С. 59-64.
24. Волохов, И.М. Взаимосвязь качества твердых сыров с генотипом животных по каппа-казеину [Текст] / И.М. Волохов, Л.А. Калашникова, А.С. Евдокимова и др. // Сыроделие и маслоделие. – 2012. – № 4. – С. 31-33.
25. Галлямова, А.Р. Генетические варианты каппа-казеина и качество молока коров черно-пестрой породы [Текст] / А.Р. Галлямова, С.Г. Исламова // Сб. научн. тр. по матер. II Всероссийской научно-практической конференции «Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы». Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГОУ ВПО

«Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова» . – 2008. – С. 11-12.

26. Генофонды сельскохозяйственных животных: генетт. ресурсы животноводства России / отв. ред. И.А. Захаров; Ин-т общ. генетики им. Н.И. Вавилова Раш. – М.: Наука, 2006. – 462 с.

27. Глазко, В.И. Введение в геномную селекцию [Текст] / В.И. Глазко, Г.Ю. Косовский, Т.Т. Глазко. – М.: [Изд-во «Приятная компания»], 2012. – 258 с.

28. Глазко, В.И. Гены-кандидаты контроля характеристик молочной продуктивности крупного рогатого скота [Текст] / В.И. Глазко, И.Н. Андрейченко, С.Н. Ковальчук и др. // Российская сельскохозяйственная наука. – 2016. – № 5. – С. 45-50.

29. Гладырь, Е.А. Использование генов бета-лактоглобулина и каппа-казеина в качестве генетических маркеров для крупного рогатого скота / Е. А. Гладырь и др. // Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии: материалы II Междунар. науч. конф. – М., 2000. – С. 86–88.

30. Гладырь, Е.А. ДНК-диагностика вариантов генов каппа-казеина и бета-лактоглобулина у крупного рогатого скота [Текст] : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.23 / Гладырь Елена Андреевна. – Дубровицы, 2001. – 103 с.

31. Горбатова К.К. Химия и физика молока [Текст] / К.К. Горбатова. – С.-Пб.: ГИОРД, 2004. – 324 с.

32. Горбатова К.К. Химия и физика молока и молочных продуктов [Текст] / К.К. Горбатова, П.И. Гунькова. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 336 с.

33. Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы» [Текст]: постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717. – 2012. – 80 с.

34. ГОСТ 23327-98. Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кельдалю и определение массовой доли белка [Текст]. – Введ. 2000-01-01. – М.: [Стандартинформ], 2009. – 11 с.

35. ГОСТ Р ИСО 2446-2011. Молоко. Метод определения содержания жира [Текст]. – Введ. 2013-01-01. – М.: [Стандартинформ], 2012. – 16 с.
36. ГОСТ 31453-2013. Творог. Технические условия [Текст]. – Введ. 2014-07-01. – М.: [Стандартинформ], 2013. – 12 с.
37. ГОСТ 32901-2014. Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа [Текст]. – Введ. 2016-01-01. – М.: [Стандартинформ], 2015. – 27 с.
38. ГОСТ Р 53951-2010. Продукты молочные, молочные составные и молокосодержащие. Определение массовой доли белка методом Кельдаля [Текст]. – Введ. 2012-01-01. – М.: [Стандартинформ], 2012. – 11 с.
39. ГОСТ Р 54668-2011. Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества [Текст]. – Введ. 2013-01-01. – М.: [Стандартинформ], 2013. – 10 с.
40. ГОСТ Р 54669-2011. Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности [Текст]. – Введ. 2013-01-01. – М.: [Стандартинформ], 2012. – 10 с.
41. ГОСТ Р 54758-2011. Молоко и продукты переработки молока. Методы определения плотности [Текст]. – Введ. 2013-01-01. – М.: [Стандартинформ], 2012. – 16 с.
42. ГОСТ 5867-90. Молоко и продукты переработки молока. Методы определения жира [Текст]. – Введ. 1991-07-01. – М.: [Стандартинформ], 2009. – 13 с.
43. ГОСТ 8218-89. Молоко. Метод определения чистоты [Текст]. – Введ. 1980-01-01. – М.: [Стандартинформ], 2009. – 5 с.
44. Грашин, А.А. ДНК-технологии – направление повышения белкомолочности [Текст] / В.А. Грашин, А.А. Грашин // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 3. – С.18-19.
45. Джапаридзе, Г.М. Полиморфизм генов CSN3, BLG, PRL, GH у голштинских коров [Текст] / Г.М. Джапаридзе, Я.А. Хабибрахманова, Л.А. Калашникова // «Актуальные проблемы генетики и молекулярной биологии»

в рамках фестиваля науки». Материалы научных докладов участников всероссийской молодежной конференции в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (Уфа, Россия, 24-28 сентября 2012 г.). – Уфа: Башкирский ГАУ. – 2012. – С. 125-131.

46. Джапаридзе, Г.М. Полиморфизм генов молочных белков у голштинских коров канадской селекции [Текст] / Г.М. Джапаридзе, Я.А. Хабибрахманова, И.Ю. Павлова, Л.А. Калашникова // Сборник научных трудов «Инновационное развитие животноводства и кормопроизводства в Российской Федерации». – Тверь: [Тверская ГСХА], 2013. – С. 61-64.

47. Дмитриев, Н.Г. Породное преобразование молочного скота [Текст] / Н.Г. Дмитриев // Сельское хозяйство. – 1990. – №6. – С.62.

48. Дмитриев, Н.Г. Породы скота по странам мира: справочная книга / Н.Г. Дмитриев. – Л.: Колос, 1978. – 351 с.

49. Дроздов, Е.В. Анализ полиморфизма генов каппа-казеина, β -лактоглобулина, пролактина, ген релизинг-фактора и соматотропина по *alul* и *mspi* маркерам у коров айрширской породы [Текст] / Е.В. Дроздов, В.В. Заякин, И.Я. Нам // Вестник Брянского государственного университета. – 2009. – №4. – С.152-156.

50. Дроздов, Е.В. Анализ сочетания мутаций при определении А и В аллелей гена бета-лактоглобулина у КРС [Текст] / Е.В. Дроздов, В.В. Заякин, И.Я. Нам // Вестник Брянского государственного университета. – 2010. – №4. – С.136-140.

51. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации [Текст]. – М.: ФГНУ «ВНИИплем МСХ РФ». – 2017.

52. Ермишин, А.С. Динамика хозяйственно-полезных признаков коров разных пород при переводе с привязного содержания на беспривязное [Текст] / А.С. Ермишин // Вестник АПК Верхневолжья. – 2013. – 2 (22). – С. 44-49.

53. Зеленков, П.И. Скотоводство / П.И. Зеленков, А.И. Баранников, А.П. Зеленков. Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 572 с.

54. Зиновьева, Н.А. Роль ДНК-маркеров признаков продуктивности сельскохозяйственных животных [Текст] / Н.А. Зиновьева, О.В. Костюнина, Е.А. Гладырь, А.Д. Банникова и др. // Зоотехния. – 2010. – №1. – С. 8-10

55. Зиннатова, Ф.Ф. Полиморфизм генов CSN3, LGB, BLAD у быков – производителей и ремонтных бычков племпредприятий Республики Татарстан [Текст] / Ф.Ф. Зиннатова, Ю.Р. Юльметьева, Ш.К. Шакиров // Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых посвященная памяти Р.Г. Гареева. Казань: [Фолиантъ], 2011. – С. 377-382.

56. Зиннатова, Ф.Ф. Взаимосвязь гена каппа-казеина (CSN3) с молочной продуктивностью коров голштинской породы с применением ПЦР-ПДРФ анализа [Текст] / Ф.Ф. Зиннатова, А.Р. Шамсова, А.Р. Сафиуллина // Евразийское научное объединение. – 2017. – Т.1. - №9 (31). – С.58-60.

57. Иванченко, Е. В. Полиморфизм хозяйственно-ценных генов (бета-лактоглобулин, каппа-казеин) у аутохтонных пород Украины [Текст] / Е. В. Иванченко, Р. В. Облап, В. И. Глазко // Материалы научно-генетической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А. Р. Жебрака и 70-летию образования кафедры генетики Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева. – М., 2002. – С. 126-128.

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

59. Калашникова, Л.А. Возможности использования ДНК маркеров продуктивных качеств животных в практической селекционной работе [Текст] / Л.А. Калашникова // Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных. – Дубровицы, 2003. – С. 33-39.

60. Калашникова, Л.А. Генотипирование каппа-казеина у быков-производителей холмогорской породы [Текст] / Л.А. Калашникова, Т.Б. Ганченкова // Племенная работа с холмогорской породой скота. – Лесные поляны: [ВНИИплем], 2007. – Вып. 21. – С. 61-66.

61. Калашникова, Л.А. Использование ДНК-диагностики для улучшения качества молока черно-пестрой породы [Текст] : методические рекомендации / Л.А. Калашникова, А. Тинаев, Е.А. Денисенко [и др.]. – М.: [ВНИИплем, Лесные поляны], 2008. – 24 с.

62. Калашникова, Л. Племяресурсы быков-производителей голштинской породы [Текст] / Л. Калашникова, А. Тинаев, Т. Ганченкова // Молочное и мясное скотоводство. – 2009. – № 3. – С. 4-6.

63. Калашникова, Л.А. Использование ДНК-диагностики для улучшения качества молока коров холмогорской породы [Текст] / Л.А. Калашникова, Т.Б. Ганченкова, Я.А. Хабибрахманова и др. // Методические рекомендации. ФГНУ ВНИИплем. – Москва. – 2009. – 34 с.

64. Калашникова, Л.А. Влияние полиморфизма генов молочных белков и гормонов на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы [Текст] / Л.А. Калашникова, Я.А. Хабибрахманова, А.Ш. Тинаев // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – N3. – С. 49-52.

65. Калашникова, Л.А. Рекомендации по геномной оценке крупного рогатого скота [Текст] / Л.А. Калашникова, Я.А. Хабибрахманова // Московская область: [ФГБНУ ВНИИплем]. – 2015. – 34 с.

66. Капельницкая, Е.В. Молочная продуктивность и технологические свойства молока коров с различными генотипами бета-лактоглобулина [Текст] / Е.В. Капельницкая // Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию юбилею Тувинского государственного университета. – ФГБОУ ВО «ТГУ»: 2015. – С. 148-150.

67. Карамаев, С.В. Скотоводство: учебное пособие [Текст] / С.В. Карамаев, Х.З. Валитов, Е.А. Китаев. – Самара. – 2011. – 575 с.

68. Каталог быков-производителей молочных и молочно-мясных пород, оцененных по качеству потомства [Текст] / [ОАО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных», ОАО «Московское по племенной работе», ОАО «Ярославское» по племенной работе, ФГНУ ВНИИплем]. – Ярославль-Москва, 2009-2013. – 30 с.

69. Камельянова, Л.Р. Себестоимость и рентабельность продукции молочного скотоводства [Текст] / Л.Р. Камельянова // Актуальные вопросы экономических наук. – 2013. – № 30. – 182-186.

70. Кийко, Е.И. Геногеография и сравнительная характеристика каппа-казеина у животных различных регионов Российской Федерации [Текст] / Е.И. Кийко // Сборник научных трудов Мичуринского ГАУ «Актуальные проблемы развития АПК». – Мичуринск, 2008. – С. 59-63.

71. Ковалева, Т.П. Молочная продуктивность первотелок с различными генотипами каппа – казеина [Текст] / Т.П. Ковалева // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – №2. – С. 18 – 19.

72. Коренев, М.М. Племенная работа в животноводстве Ярославской области [Текст] / М.М. Коренев, Н.С. Фураева и др. – Ярославль: [ОАО «Ярославское» по племенной работе], 2015. – 36 с.

73. Костомахин, Н.М. Скотоводство [Текст] / Н.М. Костомахин. – СПб.: Лань, 2007. – 432 с.

74. Костомахин, Н.М. Голштинская порода крупного рогатого скота [Текст] / Н.М. Костомахин // Главный зоотехник. – 2008. – №7. – С. 13-14.

75. Костомахин, Н.М. Породы крупного рогатого скота [Текст] / Н.М. Костомахин. – М.: [КолосС], 2011. – 119 с.

76. Коренев, М.М. Селекционно-племенные мероприятия по сохранению и совершенствованию ярославской породы крупного рогатого скота на 2013–2020 годы [Текст] / М.М. Коренев и др. – Ярославль: Изд-во «Канцлер», 2013. – 240 с.

77. Коршун, С.И. Влияние генотипа по голштинской породе на долголетие и пожизненную продуктивность коров [Текст] / С.И. Коршун,

Н.Н. Климов // Аэкономика: экономика и сельское хозяйство. – 2017. - №7 (19). – С.1-7.

78. Круглов, А.И. Ярославский скот [Текст] / А.И. Круглов, А.С. Мухачев. – М.:Сельхозиздат, – 1963. – 344 с.

79. Круглов, А.И. Крупный рогатый скот ярославской породы [Текст] / А.И. Круглов. – Ярославль, 1965. – 209 с.

80. Крусъ, Г.Н. Технология молока и молочных продуктов [Текст] / Г.Н. Крусъ, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина и др. – М.: КолосС, 2008. – 455 с.

81. Лазебная, И.В. Полиморфизм генов гормона роста BGN и пролактина BPRL и изучение его связи с процентным содержанием жира в молоке у коров костромской породы [Текст] / И.В. Лазебная, О.Е. Лазебный, М.Н. Рузина и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – Т. 46. – №4. – С. 426-51.

82. Лазебная, И.В. Полиморфизм генов гормона роста и пролактина в связи с признаками качества молока у крупного рогатого скота ярославской породы [Текст] / И.В. Лазебная, О.Е. Лазебный, В.Ф. Максименко и др.// Сельскохозяйственная биология. – 2011. – Т. 46. – №4. – С. 426-451.

83. Лебедько, Е.Я. Факторы повышения долголетнего продуктивного использования молочных коров: монография [Текст] /Е.Я. Лебедько. – Брянск, 2003. – 140 с.

84. Липатов, Н.Н. Производство творога. Теория и практика [Текст] / Н.Н. Липатов. – М.: [Пищевая промышленность], 1973. – 280 с.

85. Лискун, Е.Ф. Крупный рогатый скот [Текст] / Е.Ф. Лискун. – М.: Ударное издательство с/х литературы, 1951. - С. 140-152.

86. Лозовая, Г.С. Возможности повышения эффективности селекции черно-пестрых коров разных генотипов с использованием показателей полноценности лактации [Текст] / Г.С. Лозовая, Ю.В. Аржанкова, Т.Б. Ганченкова // Селекция, кормление, содержание сельскохозяйственных животных и технология производства продуктов животноводства, Лесные Поляны. – 2008. – С.51-53.

87. Мак-Микин, Т. Белки молока: справочник [Текст] / Т. Мак-Микин. – М.: [Издательство иностранной литературы], 1958. – С. 253-256.
88. Макарова, Е.В. Проблемы определения объектов управленческого учета и контроля затрат на производство молочной продукции [Текст] / Е.В. Макарова // Управление экономическими системами: электронный журнал. – 2011. – № 11-35. – С. 1-8.
89. Максименко, В.Ф. Система управления селекционным процессом и генетическим потенциалом в стадах ярославского скота [Текст] / В.Ф. Максименко, Н.М. Косяченко, Н.С. Фураева, и др. // ФГБНУ ЯРНИИЖК, 2005. – 131 с.
90. Максименко, В.Ф. Генетический полиморфизм некоторых типов белков и гормонов ярославского скота и его использование в селекции [Текст] / В.Ф. Максименко, Н.С. Фураева // Избранные труды международного симпозиума по фундаментальным и прикладным проблемам науки «Экология и природопользование». – М.: [РАН], 2012. – Т. 3. – С. 171–178.
91. Марзанов, Н.С. Характеристика пород крупного рогатого скота, разводимых в предгорной зоне Северного Кавказа, по различным типам генетических маркеров [Текст] / Н.С. Марзанов, М.Х. Тохов, З.Л. Дохова [и др.] // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2014. – № 2. – С. 79-94.
92. Медведева, Н.С. Методика отбора симментальского скота по белковомолочности с использованием молекулярно-генетических маркеров [Текст] / Н.С. Медведева, Г.М. Гончаренко, А.Т. Подкорытов, Т.С. Горячева. – Горно-Алтайск: [ГАНИИСХ], 2013. – 36 с.
93. Меркурьева, Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве [Текст] / Е.К. Меркурьева. – М.: «Колос», 1977. – 240 с.
94. Меркурьева, Е.К. Генетика с основами биометрии [Текст] / Е.К. Меркурьева, Г.Н. Шангин-Березовский. – М.: [Колос], 1983. – 424 с.

95. Молочное скотоводство России [Текст] / Под ред. Н.И. Стрекозова и Х.А. Амерханова. – Москва, 2013. – 616 с.
96. Минаков, И.А. Экономика сельского хозяйства. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 352 с.
97. Михайлова, Ю.А. Наследование генотипов по каппа-казеину дочерним потомством от быков-отцов [Текст] / Ю.А. Михайлова // Вестник АПК Верхневолжья. – 2016. – № 1 (33). – С. 93-97.
98. Мымрин, В.С. Результаты геномной оценки быков-производителей, выведенных в России [Текст] / В.С. Мымрин, С.В. Мымрин, О.А.Ткачук // Зоотехния. – 2014. – № 5. – С. 2-5.
99. Мысик, А.Т. Развитие животноводства в мире и России [Текст] / А.Т. Мысик // Зоотехния. – 2015. - №1 . – С.2-6.
100. Некрасов, Д.К. Взаимосвязь полиморфных вариантов генов пролактина, гормона роста и каппа-казеина с молочной продуктивностью коров ярославской породы [Текст] / Д.К. Некрасов, А.Е. Колганов, Л.А. Калашникова и др. // Ветеринария и зоотехния. – 2017. – №1. – С. 40-48.
101. Немцов, А.А. Полиморфизм по гену каппа-казеина быков различных пород на головном племпредприятии Башкортостана [Текст] / А.А. Немцов, И.Ф. Юмагузин и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2006. – № 4. – С. 65-67.
102. Немцов, А.А. Полиморфизм гена каппа-казеина симментальских животных отечественной и австрийской селекции [Текст] / А.А. Немцов, Н.А. Зиновьева, И.Ф. Юмагузин и др. // Достижения науки и техники АПК – 2007. - № 2. – С. 31-32.
103. Новиков, Д.В. Полиморфизм генов молочных белков у коров голштинской породы в условиях Рязанской области [Текст] / Д.В. Новиков, Л.А. Калашникова, М.А. Беган // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 2(22). – С. 12-15.

104. Новотольская, О.П. Качественный состав молока айрширских коров разного происхождения в период адаптации [Текст] / О.П. Новотольская, А.Ю. Козловская, А.А. Леонтьев и др. // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 1. – С. 11-13.

105. Новотольская, О.П. Некоторые биологические параметры, характеризующие адаптационную способность айрширских коров разного происхождения [Текст] / О.П. Новотольская, В.Ю. Козловский // Известия Великолукской ГСХА. – 2014. – №2. – С. 2-9.

106. Некрасов, А.А. Влияние полиморфизма генов молочных белков и гормонов на энергию роста телок черно-пестрой голштинской породы [Текст] / А.А. Некрасов, А.Н. Попов, Н.А. Попов и др. // Таврический научный обозреватель. – 2016. – №5-2 (10). – С. 91-95.

107. Пархоменко, Б. Оценка быков-производителей с учетом белковомолочности [Текст] / Б. Пархоменко // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 3. – С. 11-13.

108. Петрова, А.В. Использование быков-производителей разного происхождения на маточном поголовье трех типов айрширского скота [Текст] / А.В. Петрова, Е.Н. Васильева // Таврический вестник аграрной науки. – 2016. – № 2(6). – С.88-98.

109. Племяшов, К. Геномная селекция – будущее животноводства [Текст] / К. Племяшов // Животноводство России. – 2014 - №5. – С. 2-4.

110. Плохинский, Н.А. Биометрия [Текст] / Н.А. Плохинский.- М.: [Московский университет], 1970. – 367 с.

111. Покусай, О.Е. Влияние полиморфизма генов молочных белков на молочную продуктивность коров черно - пестрой породы [Текст] / О.Е. Покусай // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2011. – №10 (15). – С. 66-69.

112. Позовникова, М.В. Генетическая структура коров молочных пород по ДНК-маркерам и влияние их генотипов на молочную продуктивность

[Текст] / М.В. Позовникова, Г.Н. Сердюк, И.А. Погорельский, О.В. Тулинова // Молочное и мясное скотоводство. – 2016. – № 2. – С. 8-12.

113. Практикум по экономике и организации сельскохозяйственного производства / А.Э. Сагайдак, А.А. Лукьянчикова, А.Д. Екайкин и др. // А.Э. Сагайдак. – М.: КолосС, 2008. – 335 с.

114. Прохоренко, П.Н. Новый заводский тип в айрширской породе – Новоладожский [Текст] / П.Н. Прохоренко, Ю.В. Бойков, Е.Н. Васильева и др. // Зоотехния. – 2006. – №1. – С. 10-13.

115. Прохоренко, П. Голштинская порода и ее влияние на генетический прогресс продуктивности черно-пестрого скота европейских стран и Российской Федерации [Текст] / П. Прохоренко // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – № 2. – С. 2-6.

116. Прохоренко, П.Н. Голштино-фризская порода скота [Текст] / П.Н. Прохоренко, Ж.Г. Логинов. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 238 с.

117. Рачкова, Е.Н. Наследуемость молочной продуктивности в зависимости от полиморфизма гена бета-лактоглобулина [Текст] / Е.Н. Рачкова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2016. - № 226. – С. 206-209.

118. Рогожин, В.В. Биохимия молока и молочных продуктов: учебное пособие [Текст] / В.В. Рогожин. – СПб.: [ГНОРД], 2006. – 320 с.

119. Руденко, О.В. Влияние кровности по голштинской породе на продуктивное долголетие и пожизненную молочную продуктивность чёрно-пёстрых коров [Текст] / О.В. Руденко, С.П. Еремин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 2 (30). – С. 132-136.

120. Сафина, Н.Ю. Влияние комплекса полиморфизма генов κ-казеина (CSN3) и пролактина (PRL) на молочную продуктивность коров-первотелок голштинской породы [Текст] / Н.Ю. Сафина, Ю.Р. Юльметьева, Ш.К. Шакиров // Молочно-хозяйственный вестник. – 2018. – №1(29). – С. 74-82.

121. Селионова, М.И. Молочная продуктивность и уровень естественной резистентности у коров разных генотипов гена каппа-казеина [Текст] / М.И. Селионова // Вестник АПК Ставрополя. – 2011. – № 1 (1). – С. 21-24.
122. Селионова, М.И. Геномные технологии в селекции сельскохозяйственных животных [Текст] / М.И. Селионова, А.М. Айбазов // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2014. – Т. 1. – № 7 (1). – С. 140-145.
123. Селионова, М.И. Влияние генотипа каппа-казеина на молочную продуктивность первотелок разных пород [Текст] / М.И. Селионова, Т.П. Обиденко // Материалы междунар. научно-практич. конф.: «Инновация в аграрном секторе Казахстана», посвященная 75-летию академика К.С. Сабденова. – Алма-Ата: [КазГАУ], 2008. – Т.1 – С. 449-452.
124. Сермягин, А.А. Перспективы использования оценки геномной племенной ценности в селекции молочного скота [Текст] / А.А. Сермягин, Е.Н. Нарышкина, Т.В. Карпушкина и др. // Молочное и мясное скотоводство. – 2015. – № 7. – С. 2-5.
125. Соболева, Н.В. Влияние генотипа коров по каппа-казеину и морфологический состав соматических клеток в молоке [Текст] / Н.В. Соболева, С.В. Карамаев, А.С. Карамаева // Известия Оренбургского аграрного университета. – № 1 (57). – 2016. – С. 96-98.
126. Скотт, Р. Производство сыра. Научные основы и технологии [Текст] / Р. Скотт, Р. Робинсон, Р. Уилби. – СПб.: [Профессия], 2005. – 464 с.
127. Скульская, Л.В. Потери сельскохозяйственной продукции и продовольственных ресурсов в Российской Федерации [Текст] / Л.В. Скульская, Т.К. Широкова // Проблемы прогнозирования. – 2010. – № 6. – С.63-83.
128. Стрекозов, Н.И. Молочное скотоводство России [Текст] / Н.И. Стрекозов и др. – М.: [ВИЖ], 2013. – С.114-116.

129. Сударев, Н.П. Состояние, эффективность и перспективы использования коров ярославской породы в хозяйствах Тверской области [Текст] / Н.П. Сударев, Д. Абылкасымов, Д.В. Бажанов и др. // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2014. – №4. – С. 10-15.

130. Тамарова, Р.В. Создание нового типа ярославского скота «Михайловский» методом воспроизводительного скрещивания с использованием генофонда голштинской породы [Текст] / Р.В. Тамарова. – Ярославль: [ФГОУ ВПО «Ярославская ГСХА»], 2002. – 186 с.

131. Тамарова, Р.В. Экономическая эффективность производства молока коров с разными генотипами каппа-казеина [Текст] / Р.В. Тамарова, Л.А. Андриянова. – Ярославль: [ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА»], 2003. – С. 14-16.

132. Тамарова, Р.В. Селекционно-генетические параметры белковомолочности коров михайловского типа ярославской породы скота [Текст] : сборник / НИРС – первая ступень в науку // Р.В. Тамарова. – Ярославль: [ФГОУ ВПО «Ярославская ГСХА»], 2006. – С. 151-156.,

133. Тамарова, Р.В. Исследование белковомолочности коров ярославской породы в СПК племзавод «Ярославка» [Текст] / Р.В. Тамарова, М. Кизимов. – Ярославль: [ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА»], 2008. – С. – 208.

134. Тамарова, Р.В. Молочная продуктивность коров михайловского типа и ярославских чистопородных с разными генотипами каппа-казеина [Текст] / Р.В. Тамарова, Л.А. Калашникова, Ю.В. Шилов, И.В. Павлова // Зоотехния. – 2008. - №2. – С. 2-5.

135. Тамарова, Р.В. Эффективность использования в селекционно-племенной работе лучших коров ярославской породы и михайловского типа [Текст]: монография / Р.В. Тамарова, Т.А. Тихомирова. – Ярославль: [ФГОУ ВПО «Ярославская ГСХА»], 2010. – 114 с.

136. Тамарова, Р.В. Селекционные методы повышения белковомолочности коров с использованием генетических маркеров:

монография [Текст] / Р.В. Тамарова, Н.Г. Ярлыков, Ю.А. Корчагина. – Ярославль: [ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА»], 2014. – 124 с.

137. Танана, Л.А. Экономическая эффективность разведения белорусской черно-пестрой породы с разными генотипами каппа-казеина [Текст] / Л.А. Танана // Современные достижения маркер-вспомогательной генетики: сб. науч. тр. – Брянск, 2009. – С. 134–135.

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

139. Твердохлеб, Г.В. Технология молока и молочных продуктов [Текст] / Г.В. Твердохлеб. – М.: [ДеЛиПринт], 2006. – 154 с.

140. Тепел, А. Химия и физика молока [Текст]: пер. с нем. под ред. С.Н. Фильчаковой / А. Тепел. – М.: [Профессия], 2012. – 824 с.

141. Тележенко, Е.В. Мировые тенденции в селекции голштинского скота [Текст] / Е.В. Тележенко // Генетика и разведение животных. – 2014. – №2. – С. 38-41.

142. ТР ТС 033/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» [Текст]. – с изм. На 19.12.19. – офиц. текст. – М. – 2019.

143. ТТИ ГОСТ Р 52096-008 «Творог. Типовая технологическая инструкция» [Текст]. – с изм. № 2. – М.: [Российская академия сельскохозяйственных наук], 2008. – с. 6.

144. Тулинова, О.В. Продуктивный потенциал айрширского скота стада ЗАО «Агрофирма «Пахма» и резервы его повышения [Текст] / О.В. Тулинова, Е.Н. Васильева, Н.Ю. Чекменова, С.Д. Иванов, М.К. Сунгурова // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – №6. – С. 24-28.

145. Тулинова, О.В. Генетический потенциал айрширского скота племенного завода «Новоладожский» Ленинградской области [Текст] / О.В. Тулинова, Е.Н. Васильева, Е.А. Трошкин и др. // Молочное и мясное скотоводство. – 2015. – № 5. – С. 22-25.

146. Тучемский, Л.И. На пути решения импортозамещения в молочном скотоводстве Российской Федерации [Текст] / Л.И. Тучемский, Д.Н. Ефимов, О.И. Бурдужа и др. // Молочное и мясное скотоводство. – 2015. – № 8. – С. 13-17.
147. Тюлькин, С. Технологические свойства молока коров с разными генотипами каппа-казеина [Текст] / С. Тюлькин, Т. Ахметов, М. Нургалиев // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. - № 8. – С. 4-5.
148. Усманова, Е.Н. Молочная продуктивность и продолжительность использования коров в зависимости от кровности по голштинам [Текст] / Е.Н. Усманова, Е.Д. Бузмакова // Зоотехния. – 2012. – № 10. – С. 17-18.
149. Фураева, Н.С. Особенности экстерьера молочного скота ярославской породы [Текст] / Н.С. Фураева // Вестник АПК Верхневолжья. – 2014 г. – № 4 (28). – С. 44-49.
150. Фураева, Н.С. Современное состояние и характеристика молочных пород Ярославской области [Текст] / Н.С. Фураева, М.М. Коренев // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2014. – № 4. – С. 41-45.
151. Фураева, Н.С. Анализ молочной продуктивности и воспроизводительных качеств коров ярославской породы с различной долей кровности по голштинской породе [Текст] / Н.С. Фураева, Е.А. Зверева, С.С. Воробьева, Л.П. Москаленко // Вестник АПК Верхневолжья. – 2015. – № 2 (30). – С. 56-62.
152. Хабибрахманова, Я.А. Генное разнообразие молочных пород крупного рогатого скота [Текст] / Я.А. Хабибрахманова, Л.А. Калашникова // Сборник науч. тр.: «Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы». – Минск: [ПГУ], 2009. – С. 48-49.
153. Хаертдинов, Р.А. Белки молока [Текст] / Хаертдинов Р.А., Афанасьев М.П., Хаертдинов Р.Р. – Казань: издательство «Идеал-Пресс», 2009. – 256 с.

154. Хлесткина, Е.К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции [Текст] / Е.К. Хлесткина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т.17, №4. – С.1044- 1054.

155. Четвертакова, Е.В. Влияние разных генотипов по локусу гена каппа-казеина на показатели роста и развития телок енисейского типа красно-пёстрой породы средней Сибири [Текст] / Е.В. Четвертакова, А.И. Голубкова, И.Ю. Ерёмина // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – №8 (71). – С. 128-130.

156. Чиждова, Л.Н. Результаты генотипирования молочного скота по гену каппа-казеина [Текст] / Л.Н. Чиждова // Сборник научных трудов ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2013. – №6 (1). – Т.2. – С. 103-105.

157. Шайдуллин, Р.Р. Селекционно-генетические аспекты совершенствования молочного скота в Республике Татарстан [Текст]: дис. док. сельскохозяйств. наук : 06.02.07 / Р.Р. Шайдуллин. – Усть-Кинельский, 2017. – 36 с.

158. Шалыгина, А.М. Общая технология молока и молочных продуктов [Текст] / А.М. Шалыгина, Л.В. Калинина. – М.: [Колос], 2007. – 125 с.

159. Шамсова, А.Р. Взаимосвязь гена каппа-казеина (CSN3) с молочной продуктивностью коров голштинской породы с применением ПЦР-ПДРФ анализа [Текст] / А.Р. Шамсова, Ф.Ф. Зиннатов, А.Р. Сафиуллина // Евразийское научное объединение. – 2017. – Т.1. – № 9 (31). – С. 58-60.

160. Шейко, И.П. Метод улучшения качества молока коров белорусской черно-пестрой породы и красной белорусской породной группы путем использования в селекции генетического маркера гена каппа-казеина [Текст]: методические рекомендации / И.П. Шейко, Л.А. Танана, Т.И. Епишко и др. – Гродно: [ГГАУ], 2009. – 31.

161. Экономика предприятий АПК: Учебное пособие / В.И. Нечаев, П.Ф. Парамонов, И.Е. Халявка. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 464 с.

162. Юльметьева, Ю.Р. Генотипирование племенного скота по генам-кандидатам молочной продуктивности в Республике Татарстан [Текст] / Ю.Р. Юльметьева, Ш.К. Шакиров, Ф.Ф. Зиннатова / Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной памяти Р.Г. Гареева. - Казань, Изд-во: ООО «Центр инновационных технологий». – 2015. – С. 300-304.

163. Юльметьева, Ю.Р. Влияние генетических аспектов на динамику молочной продуктивности голштинского скота [Текст] / Ю.Р. Юльметьева, Ф.Ф. Зиннатова, Е.Н. Рачкова и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 11. – С. 99-101.

164. Ярлыков, Н.Г. Влияние генотипа каппа-казеина на белковомолочность и сыропригодность молока коров ярославской породы [Текст]: монография / Н.Г. Ярлыков, Р.В. Тамарова. – Ярославль, 2012. – 124 с.

165. Ярлыков, Н.Г. Влияние генотипа каппа-казеина на сыропригодность молока коров ярославской породы и михайловского типа [Текст] : монография / Н.Г. Ярлыков, Р.В. Тамарова. – Ярославль : Изд-во ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2014. – 124 с.

166. Ярославская порода [Текст] // Сельскохозяйственный энциклопедический словарь. М. – 1989. – 656 с.

167. Анализ рынка творога и творожных продуктов в России в 2013-2017 гг., прогноз на 2018-2022 гг. https://businessstat.ru/russia/food/dairy/cottage_cheese/analiz_rynka_tvoroga_i_tvorozhnyh_produktoy_v_rossii/. (Дата обращения: 09.06.2020 г.)

168. О текущей ситуации в агропромышленном комплексе Российской Федерации [Электронный ресурс] / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – URL: <http://old.mcx.ru/documents/document/show/15381.htm> (Дата обращения 10.06.2020 г.)

169. Социально-экономическое положение России – 2019. Статистическое обозрение [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru. (Дата обращения: 10.06.2020 г.)

170. Alim, M.A. Effect of polymorphisms in the CSN3 (κ -casein) gene on milk production traits in Chinese Holstein Cattle [Text] / M.A. Alim, T. Dong, Y. Xie, X. P. Wu et al. // Molecular Biology Reports. – 2014. – Vol. 41(11). - P. 7585–7593.

171. Alexander, L.J. Isolation and characterization of the bovine κ -casein gene [Text] / L.J. Alexander, A.F. Stewart, A.G. Mackinlay et al. // Eur. J. Biochem. – 1988. – V. 178. – P. 395-401.

172. Barroso, A. Detection of Bovine kappa-casein variants A, B, C and E by means of polymerase chain reaction-single strand conformation polymorphism (PCR-SSCP) [Text] / A. Barroso, S. Dunner, J. Canon // J. Anim. Sci. – 1998. – V. 76. – №. 6. – P. 1535-1538.

173. Chrenek, P. Genotypes of bGH and bPRL genes in relationships to milk production [Text] / P. Chrenek, J. Huba, M. Oracova // Proc. EAAP 50th. Annual Meeting Book of Abstraks. – Zürich, 1999. – P.40.

174. Choi, J.W. Effects of Genetic Variants of κ -casein and β -lactoglobulin and Heat Treatment of Milk on Cheese and Whey Compositions [Text] / J.W. Choi and K.F. Ng-Kwai-Hang //Asian-Aust. J. Anim. Sci. – 2002. – Vol 15, No.5. – P.732-739.

175. Doosti, A. Comparative study of β -lactoglobulin gene polymorphism in Holstein and Iranian native cattle [Text] / A. Doosti, A. Arshi, M. Yaraghi et al. // Journal of Cell and Animal Biology. – 2011. – Vol. 5(3). – P. 53-55.

176. Doosti, A. Kappa-casein gene polymorphism in Holstein and Iranian native cattle by polymerase chain reaction restriction fragment length polymorphism (PCR-RFLP) [Text] / A. Doosti, A. Arshi, M. Vatankhah et al. // African Journal of Biotechnology. – 2011. – Vol. 10(25). – P. 4957-4960.

177. Grosclaude, F. Localisation des substitutions d'acides amines différenciant les variants A et B de la caseine k bovine [Text] / F. Grosclaude et al. // *Ann. Genet. Sel. Anim.* – 1972. – № 4. – P. 515-521.

178. Heidari, M. Effect of Polymorphic Variants of GH, Pit1, and β LG Genes on Milk Production of Holstein Cows [Text] / M. Heidari, M.A. Azari, S. Hasani et al. // *Russian Journal of Genetics.* – 2012. – Vol. 48. No. 4. – P. 417-421.

179. Ivanković, A. Genetski polimorfizam β -laktoglobulina i κ -kazeina pasmina goveda u Hrvatskoj [Text] / A. Ivanković, J. Ramljak, A. Dokso et al. // *Mljekarstvo.* – 2011. – 61 (4). – P. 301-308.

180. Khaizaran, Z.A. Analysis of selected milk traits in Palestinian Holstein-Friesian cattle in relation to genetic polymorphism [Text] / Ziyad Abu Khaizaran and Fawzi Al-Razem // *Journal of Cell and Animal Biology.* – 2014. – Vol. 8(5). – P. 74-85.

181. Lukač, D. Genotypic frequencies of the β -lactoglobulin, κ -casein and transferrin in Serbian Holstein-Friesian dairy cattle [Text] / D. Lukač, V. Vidović, Ž. Nemeš et al. // *Mljekarstvo.* – 2013. – 63 (4). – P. 203-210.

182. Lukač, D. Association of polymorphism κ -casein gene with longevity and lifetime production of Holstein-Friesian cows in Vojvodina [Text] / D. Lukač, S. Jovanovac, Z. Nemes et al. // *Mljekarstvo.* – 2015. – 65 (4). – P. 232-237.

183. Legarová, V. The effect of κ -casein genotype on the quality of milk and fresh cheese [Text] / V. Legarová, L. Kouřimská // *Scientia Agriculturae Bohemica.* – 2010. – 41(4). – P. 213-217.

184. Matějček, A. Joint effects of CSN3 and LGB genotypes and their relation to breeding values of milk production parameters in Czech Fleckvieh [Text] / A. Matějček, J. Matějčková, E. Němcová et al. // *Czech J. Anim. Sci.* – 2007. – 52(4). – P. 83–87.

185. Miluchová, M. Analysis of Slovak Spotted Breed for Bovine Beta Casein A1 Variant as Risk Factor for Human Health [Text] / M. Miluchová, M. Gábor, A. Trakovická // *Acta biochimica Polonica.* – 2013. – 60(4). – P. 799-801.

186. Miluchová, M Association of HindIII-polymorphism in Kappa-Casein Gene With Milk, Fat and Protein Yield in Holstein Cattle [Text] / M. Miluchová, M. Gábor, J. Candrák et al. // *Acta biochimica Polonica*. – 2018. – 65 (3). – P. 403-407.

187. Mohammadi, Y. Allelic polymorphism of K-casein, β -Lactoglobulin and leptin genes and their association with milk production traits in Iranian Holstein cattle [Text] / Y. Mohammadi, A. A. Aslaminejad, M. R. Nassiri, A. E. Koshkoieh // *Journal of Cell and Molecular Research*. – 2013. – 5 (2). – P. 75-80.

188. Neamt, R.I. The Influence of CSN3 and LGB Polymorphisms on Milk Production and Chemical Composition in Romanian Simmental Cattle [Text] / R.I. Neamt, Gh. Saplacan, S. Acatincai et al. // *Acta biochimica Polonica*. – 2017. – 64 (3). – P. 493-497.

189. Oloffs, K. Genetische grundlagen der kasereitau von rohmilch [Text] / K. Oloffs // *Christian Albrechts Universitat. Kil*. – 1991. – V. 12. – P. 34.

190. Palmer, A. The preparation of crystalline globulin from the albumin fraction of cow's milk [Text] / A. Palmer // *J. Biol. Chem*. – 1934. – V. 104. – P. 359.

191. Rasmussen, H. B. Restriction fragment length polymorphism analysis of PCR-amplified fragments (PCR-RFLP) and gel electrophoresis valuable tool for genotyping and genetic fingerprinting [Text] / H. B. Rasmussen // *InTech*. – 2012. – №18. – P. 315-334.

192. Schlee, P. Genotyping of bovine β -casein, β -lactoglobulin and α -lactalbumin using the polymerase chain reaction [Text] / P. Schlee and O. Rottmann // *Journal of Animal Breeding and Genetics*. – 1992. – V. 109. – P. 456-464.

193. Sitkowska, B. Comparison of daily milk yield and its chemical composition between cows from selected genetic groups of beta-lactoglobulin and kappa-casein genes [Text] / B. Sitkowska, B. Kowaliszyn, S. Mroczkowski // *J. Cent. Eur. Agric*. – 2010. – V.11, №3. – P. 317-324.

194. Su, G. Sharing reference data and including cows in the reference population improve genomic predictions in Danish Jersey [Text] / G. Su, P. Ma, U.S Nielsen., G.P. Aamand, G. Wiggans, B. Guldbrandtsen, M.S. Lund // *Animal*. – 2015. – Vol. 2. – P. 1-9.

195. Thomasen, J.R. Adding cows to the reference population makes a small dairy population competitive [Text] / J.R. Thomasen, A.C. Sorensen, M.S. Lund, B. Guldbrandtsen // *Journal of Dairy Science*. – 2014. – Vol. 97. – P. 5822-5832.