

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

п. Лесные поляны, Московская область
2020 г.

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия».

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Тамарова Раиса Васильевна

Официальные оппоненты:

Баранова Надежда Сергеевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», кафедра частной зоотехнии, разведения и генетики, заведующая кафедрой

Некрасов Дмитрий Константинович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия», кафедра общей и частной зоотехнии, профессор

Ведущая организация: Ярославский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса»

Защита состоится «__» _____ 2020 г. в 11 часов на заседании диссертационного совета Д 220.017.01, созданного на базе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» по адресу: 141212, Московская область, Пушкинский район, п. Лесные Поляны.
Тел. 8 (495) 515-95-57, e-mail: vniiplem@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела» и на сайте www.vniiplem.ru.

Автореферат разослан «__» _____ 2020 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук

Тяпугин Сергей Евгеньевич

1 Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. Важное значение молочного белка для полноценного питания человека доказано работами многих ученых (Мак-Микин Т., 1958, Барабанщиков Н.В., 1990, Горбатова К.К., 2004, Тамарова Р.В. и др., 2014).

Однако в последние годы наблюдается устойчивая тенденция снижения содержания белка в молоке коров, обусловленная селекцией на удой, как главный признак отбора. Но нельзя не учитывать объективную закономерность отрицательной корреляции белкомолочности и удоя (Бегучев А.П., 1969, Дунин И.М., 1994, Шайдуллин Р.Р., 2013). Большое влияние оказывает также выбор пород для разведения, возрастающий удельный вес импортного черно-пестрого скота, преимущественно голштинов селекции США, Канады, Европейских стран (Амерханов Х.А., 2005, 2006, Костомахин Н.М., 2008, Прохоренко, П.Н. 2013).

В условиях интенсификации молочного скотоводства в странах мира и в РФ в селекции молочного скота все шире используют генетические маркеры белкомолочности, а именно аллельные варианты каппа-казеина и бета-лактоглобулина. (Matějček A. et al, 2008, Калашникова Л.А. и др., 2009, Ахметов Т.М., 2009, Doosti A. et al., 2011 Mohammadi Y. et al, 2013, Лоретц О.Г., Матушкина Е.В., 2014).

Их устанавливают методом ДНК-тестирования по образцам крови племенных животных, отбираемых для разведения.

Внедряют этот метод и в нашей стране, что особенно важно при отборе быков-производителей для сети искусственного осеменения.

В некоторых отечественных породах частота встречаемости желательных В-аллельных вариантов каппа-казеина хорошо изучена (холмогорская, швицкая, костромская и др.). В других такой информации значительно меньше, особенно по тестированию маточного поголовья. Это затрудняет соответствующую селекцию по генетическому улучшению стад племенного молочного скота.

Поэтому проблема более широкого селекционного использования генетических маркеров белкомолочности и поныне остается актуальной в нашей стране, что и обусловило выбор темы наших исследований.

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, Heravi Moussavi A. et al, 2006, Alipanah M. et al, 2007, Валиуллина Э.Ф., 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, Glantz M. et al, 2011; Павлова И.Ю. и др. 2011; В.И. Глазко и др., 2012, 2016; Ярлыков Н.Г., 2012, Mohammadi Y. et al., 2013, Trakovická A. et al, 2013, Тамарова Р.В. и др., 2014, Валитова Ф.Р. и др., 2014, Ахметов Т.М. и др., 2015, Lukač D. et al., 2015, 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 сутки. Таким образом, расширяются перспективы внедрения маркерной селекции в практику животноводства.

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 методами 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».

Основные положения диссертации, 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.

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); 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. 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.

2 Материал и методы исследований

Научные исследования проводились в 2015-2020 гг. в ЗАО «Агрофирма «Пахма» Ярославской области в соответствии со схемой исследований (рисунок 1). Объектом исследований являлись коровы айрширской, голштинской и ярославской (голштинизированной) пород. В выборку вошли 99 коров, в том числе 36 животных айрширской породы, 33 – голштинской и 30 – ярославской голштинизированной. 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 их относят к ярославской породе).



Рис.1. Схема исследований

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 ВНИИплем (2015-2018 гг.).

Методы исследования: общезоотехнические и популяционно-генетические.

Образцы крови коров были исследованы в лаборатории ДНК-технологий ФГБНУ ВНИИплем (п. Лесные поляны, Московская область). Полиморфизм генов CSN3 и BLG определяли методом ПЦР-ПДРФ. Амплифицировали 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.

Амплификаты гена каппа-казеина расщепляли HindIII, гена бета-лактоглобулина – HaeIII (изготовленные ООО «СибЭнзим-М», Россия).

Генотипы коров определяли по количеству и длине рестрикционных фрагментов, разделенных в агарозном геле после окрашивания бромидом этидия. Результаты электрофореза проанализированы в УФ-свете с использованием компьютерной системы для гель-документации.

Анализ физико-химических и технологических свойств молока и творога проводили в лаборатории Ярославского НИИЖК – филиале ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

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

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

3 Результаты собственных исследований

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

В выборку вошли коровы, перспективные для дальнейшего селекционного использования. Средний уровень продуктивности (по 3 отелу) у коров айрширской породы: удой 8044 кг – МДЖ 4,31%, МДБ 3,31%; голштинской породы: 10045 кг – 4,58% – 3,24%; ярославской: 8447 кг – 4,08% – 3,21%. У коров голштинской породы более высокий генетический потенциал, что и обусловило высокое содержание жира в молоке.

Исследованиями установлен высокий уровень молочной продуктивности коров всех трех пород, с хорошим коэффициентом 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 1,40. Наибольший раздой от первой до третьей лактации у коров голштинской и ярославской пород, что является характерным признаком этих пород.

Все подконтрольные коровы соответствуют обильномолочному производственному типу.

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 коров.

Показатели белково-жирового коэффициента у всех коров, особенно по третьей полновозрастной лактации, достаточно высокие, а наивысший – у коров голштинской породы – 129,7 кг.

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

Проведенными исследованиями установлено, что у коров айрширской породы генотип AA CSN3 имеют 86,0% животных, генотип AB CSN3 – 14,0%, генотип BB CSN3 – отсутствует; частота аллеля А составляет $0,93 \pm 0,030$, аллеля В – $0,07 \pm 0,030$ (табл.1).

Таблица 1 – Полиморфизм генов каппа-казеина и бета-лактоглобулина подконтрольных коров айрширской, голштинской и ярославской пород

n	Частота встречаемости генотипов							Частота встречаемости аллелей $M \pm m_A(m_B)$		He	Ho	χ^2
	Распределение	AA		AB		BB		A	B			
		n	%	n	%	n	%					
CSN3												
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					
LGB												
Айрширская порода												
36	Н	4	11	17	47	15	42	0,35±0,056	0,65±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±0,061	0,58±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±0,059	0,70±0,059	0,42	0,40	0,037

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

Среди коров голштинской породы генотип AA CSN3 выявлен у 58,0% животных, генотип AB – у 33,0% и наиболее желательный генотип BB CSN3 – 9,0%. Частота аллеля А составила $0,74 \pm 0,054$, аллеля В – $0,26 \pm 0,054$.

У коров ярославской породы генотип AA CSN3 имеют 77,0% коров, генотип AB CSN3 – 23,0%, генотип BB CSN3 – отсутствует; частота аллеля А составила $0,88 \pm 0,042$, а аллеля В – $0,12 \pm 0,042$.

Таким образом, коровы, изучаемых нами пород, имеют достаточно высокую частоту встречаемости аллеля А CSN3 (0,74-0,93) и низкую - аллеля В (0,07-0,12). При низкой частоте встречаемости аллеля В у коров айрширской и ярославской пород установлена очень высокая (58-86%) встречаемость коров – носителей генотипа AA, довольно редкая встречаемость коров с генотипом AB и низкая (0-9%) встречаемость – с генотипом BB.

У всех коров не имеется статистически достоверного сдвига генетического равновесия ни по одному из трех генотипов по локусу гена CSN3.

Значения ожидаемой гетерозиготности по локусу гена каппа-казеина у животных (айрширской породы – 0,13%, голштинской породы – 0,38%, ярославской породы –

0,21%) и наблюдаемой гетерозиготности (0,14%, 0,33% и 0,23% соответственно) достоверно не различаются.

В результате исследований установлено, что у коров айрширской породы генотип AA LGB имеют 11,0% коров, генотип AB LGB – 47,0%, а генотип BB LGB – 42,0%, при этом частота аллеля А составила $0,35 \pm 0,056$, а аллеля В – $0,65 \pm 0,056$ (табл.1).

У коров голштинской породы генотип AA LGB не был обнаружен, генотип AB был выявлен у 85,0% коров, а наиболее желательный генотип BB по LGB – у 15,0% коров. Частота встречаемости аллеля А составила $0,42 \pm 0,061$, а аллеля В – $0,58 \pm 0,061$.

Среди ярославских коров генотип AA LGB имеют 10,0% животных, генотип AB LGB – 40,0%, генотип BB LGB – 50,0%. Частота встречаемости аллеля А составила $0,30 \pm 0,059$, а аллеля В – $0,70 \pm 0,059$.

Таким образом, у всех подконтрольных коров установлена достаточно высокая (0,58-0,70) частота встречаемости аллеля В LGB.

Расчеты с использованием формул Харди-Вайнберга и метода χ^2 по животным айрширской и ярославской породы показали, что нет достоверной разности между наблюдаемой и ожидаемой величинами частот генотипов AA, AB и BB ($\chi^2=0,037$), а у коров голштинской породы была обнаружена существенная разность между наблюдаемой и ожидаемой значениями частот генотипов в сторону преобладания генотипа AB LGB и, следовательно, нарушено генетическое равновесие ($\chi^2=21,51$; $df=1$; $p<0,01$). Это может быть обусловлено тем, что у животных голштинской породы стада ЗАО «Агрофирма «Пахма» проводится искусственный отбор по локусу гена LGB (возможно, косвенно, во взаимосвязи с AA генотипом каппа-казеина).

Изучая генетическую структуру подконтрольных коров, определили комплексные генотипы по CSN3 и LGB.

У коров айрширской и ярославской пород нами выявлено 5 вариантов генотипов CSN3/LGB из 9 теоретически возможных, а у коров голштинской породы – 6 вариантов генотипов.

Наиболее часто у коров айрширской и ярославской пород встречаются генотипы $CSN3^{AA}/LGB^{AB}$ и $CSN3^{AA}/LGB^{BB}$, а у коров голштинской породы более чем у половины животных (51,5%) выявлен комплексный генотип $CSN3^{AA}/LGB^{AB}$.

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

В таблице 2 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.

Из таблицы 2 видно, что у коров айрширской породы с В-аллельным вариантом CSN3 молочная продуктивность по всем показателям выше, чем у гомозигот AA, с достоверной разностью 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 разности у коров разных генотипов не обнаружено.

Таблица 2 – Показатели молочной продуктивности коров айрширской породы во взаимосвязи с генотипами CSN3, LGB и CSN3/LGB

Генотипы CSN3					
Показатели	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		
Генотипы 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		
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

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 3 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 3 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.

Таблица 3 – Показатели молочной продуктивности коров голштинской породы во взаимосвязи с генотипами CSN3, LGB и CSN3/LGB

Генотипы CSN3						
Показатели	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	
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	
Комбинации генотипов 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

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.

При оценке по комплексным генотипам, как видно из таблицы 3, 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 4 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.

Таблица 4 – Показатели молочной продуктивности коров ярославской породы во взаимосвязи с генотипами CSN3, LGB и CSN3/LGB

Генотипы CSN3					
Показатели	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		-
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
Комбинации генотипов 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

Из таблицы 4 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 %.

Генотипы AB и BB бета-лактоглобулина встречаются у коров айрширской и ярославской пород в среднем по 44 %, генотип AA 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.

3.4 Выход и качество творога из молока коров разных пород в зависимости от генотипа каппа-казеина

Таблица 5 – 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%	-	

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%.

Результаты анализа творога, полученного кислотно-сычужным способом, из молока коров айрширской, голштинской и ярославской пород представлены в таблице 5.

В результате установлены 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.

3.5 Продуктивное долголетие подконтрольных коров

В таблице 6 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. 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.

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

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. Лучший показатель из подконтрольных коров у коровы Гривна №799 голштинской породы – свыше 70 т молока за период использования.

Таблица 6 – 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

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. Это может быть обусловлено нивелированием средовых факторов, ограничивающих реализацию генетического потенциала 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.

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 Г.А., 2014, 2019). Анализ причин выбраковки коров позволяет установить основные факторы, вызывающие их заболевания, проводить соответствующую профилактику и лечение.

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

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

Таблица 7 – Экономическая эффективность производства молока, полученного от коров трех пород с разными генотипами CSN3

Айрширская порода			
Показатель	Генотип CSN3		
	AA	AB	$\pm$ AB к AA
Удой	7827,59	8490,33	+662,74
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
Голштинская порода			
Показатель	Генотип CSN3		
	AA	AB+BB	$\pm$ AB+BB к AA
Удой	8567,56	9426,18	+858,62
Надбавки на каждый литр, руб.	3,09	3,29	+0,20
Рентабельность, %	12,61	13,43	+0,82
Ярославская порода			
Показатель	Генотип CSN3		
	AA	AB	$\pm$ AB к AA
Удой	8364,59	8537,20	+172,61
Надбавки на каждый литр, руб.	2,42	2,27	-0,15
Рентабельность, %	9,88	9,26	-0,62

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 AA и AB генотипов CSN3 находится практически на одном уровне.

Стоимость молочного белка и молочного жира в кг в реализуемом молоке 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.

В таблице 8 представлена экономическая эффективность выработки 9% творога из 100 кг молока коров трех пород с разными генотипами CSN3, в соответствии с проведенным нами продуктовым расчетом.

Таблица 8 – Экономическая эффективность выработки 9% творога из 100 кг молока коров трех пород с разными генотипами CSN3

Айрширская порода			
Показатели	Генотипы CSN3		
	AA	AB	± AB к AA
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		
	AA	AB+BB	± AB+BB к AA
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		
	AA	AB	± AB к AA
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

По данным таблицы 8, 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 пород с AA CSN3.

Выводы

1. Частота встречаемости А-аллеля CSN3 и генотипов АА 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 АА – 86,0%; у голштинской породы – $0,74 \pm 0,054$, генотипа АА – 58%, соответственно; у ярославских коров – $0,88 \pm 0,042$ и генотипа АА – 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 АА – низкая: у коров айрширской породы – 11%; у ярославской – 10%; у голштинских коров генотип АА 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 АА и АВ. Среди коров голштинской породы, не обнаружено животных с генотипом АА 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 работ, опубликованных по теме исследования

публикации в рецензируемых научных изданиях:

1. **Егорашина, Е.В.** Молочная продуктивность коров разных пород во взаимосвязи с генотипами по каппа-казеину и бета-лактоглобулину [Текст] / **Е.В. Егорашина** // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2019. – № 2 (27). – С. 79-85.

2. **Егорашина, Е.В.** Использование маркерной селекции в племенной работе со стадом молочного скота разных пород [Текст] / Р.В. Тамарова, **Е.В. Егорашина** // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2019. – №3(51). – С. 42-47.

3. **Егорашина, Е.В.** К проблеме повышения продуктивного долголетия коров на механизированных комплексах: анализ данных по ярославской, голштинской и айрширской породам [Текст] / Р.В. Тамарова, **Е.В. Егорашина** // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2020. – №1. – С. 71-78.

4. **Егорашина, Е.В.** Реализация родительских индексов продуктивности коров разных молочных пород в стаде племзавода ЗАО «Агрофирма «Пахма» [Текст] / Р.В. Тамарова, **Е.В. Егорашина** // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2020. – № 1. – С. 97-102.

публикации в других изданиях:

4. **Егорашина, Е.В.** Использование генотипирования животных по каппа-казеину и бета-лактоглобулину для прогнозирования удоев и технологических свойств молока [Текст] / **Е.В. Егорашина** // Сборник научных трудов по материалам XIX международной научно-практической конференции «Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых». – Ярославль.: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2016. – с.66-71.

5. **Егорашина, Е.В.** Влияние полиморфизма белков крови на количественные и качественные показатели молока коров айрширской породы [Текст] / **Е.В. Егорашина**, Р.В. Тамарова // Сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции «Повышение уровня и качества биогенного потенциала в животноводстве». – Ярославль.: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2016. – С.24-30.

6. **Егорашина, Е.В.** Оценка по молочной продуктивности коров разных пород ЗАО Агрофирма «Пахма» [Текст] / Р.В. Тамарова, **Е.В. Егорашина** // Сборник научных трудов по материалам XX Международной научно-практической конференции «Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых». – Ярославль.: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017. – С.78-83.

7. **Егорашина, Е.В.** Молочная продуктивность голштинизированных ярославских коров с разными генотипами каппа-казеина и бета-лактоглобулина [Текст] / **Е.В. Егорашина, Р.В. Тамарова** // Сборник научных трудов по материалам 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». – Ярославль.: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017. – С. 26-33.

8. **Егорашина, Е.В.** Оценка полиморфизма генов каппа-казеина и бета-лактоглобулина у животных голштинской породы [Текст] / Р.В. Тамарова, **Е.В. Егорашина** // Сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции «Повышение уровня и качества биогенного потенциала в животноводстве». – Ярославль.: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017. – С. 41-49.

9. **Егорашина, Е.В.** Комплексная оценка ДНК-генотипированных коров айрширской, голштинской пород и голштино-ярославских помесей по качественным показателям молока и выработанного из него творога [Текст] / **Е.В. Егорашина** // Сборник Актуальные проблемы и механизмы развития АПК: труды Всероссийского совета молодых ученых и специалистов аграрных образовательных и научных учреждений. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2018. – С.65-70.

10. **Егорашина, Е.В.** Влияние генотипа по каппа-казеину у коров айрширской, голштинской пород и голштино-ярославских помесей на выход творога и его качественные показатели [Текст] / Р.В. Тамарова, **Е.В. Егорашина** // Сборник научных трудов по материалам IV Международной научно-практической конференции «Повышение уровня и качества биогенного потенциала в животноводстве». – Ярославль.: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2018. – С.104-109.

11. **Егорашина, Е.В.** Повышение эффективности разведения молочного скота методом маркерной селекции [Текст] / Р.В. Тамарова, **Е.В. Егорашина** // Сборник тезисов докладов по материалам 19-я Всероссийской конференции молодых учёных «Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии»: 19-я Всероссийская конференция молодых учёных (Москва, 15-16 апреля 2019 г., ФГБНУ ВНИИСБ), сборник тезисов докладов. – ФГБНУ ВНИИСБ, 2019. – С. 115-118.

12. **Егорашина, Е.В.** Полиморфизм генов каппа-казеина и бета-лактоглобулина у крупного рогатого скота молочных пород [Текст] / Р.В. Тамарова, **Е.В. Егорашина** // Матеріали III Міжнародної науково практичної конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва», 30-31 жовтня 2019 р. у 2х ч., ч.1. Харків: ХНАУ, 2019. – С.171-175.