

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДНК-ТЕСТИРОВАНИЯ  
ПО ГЕНУ CSN3 В СЕЛЕКЦИИ МОЛОЧНОГО  
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

*МОНОГРАФИЯ*



Гродно 2014

УДК 636.4.082.2 (043.3)

**Танана, Л. А.** Использование ДНК-тестирования по гену CSN3 в селекции молочного крупного рогатого скота : монография / Л.А. Танана и др. – Гродно : ГГАУ, 2014. – 193 с. – ISBN 978-985-537-055-1

В монографии приведены результаты исследований по изучению полиморфизма гена каппа-казеина у крупного рогатого скота, молочной продуктивности и технологических свойств молока коров с различными генотипами по гену каппа-казеина и плейотропного действия гена каппа-казеина на воспроизводительные качества коров различных генотипов.

Монография предназначена для научных работников, преподавателей, аспирантов, специалистов племенной службы, руководителей хозяйств, заведующих молочно-товарных ферм и комплексов.

Табл. 39.

Рекомендовано к изданию Советом УО «Гродненский государственный аграрный университет».

*Рецензенты:*

доктор сельскохозяйственных наук, профессор В.Н. Тимошенко;  
кандидат биологических наук, доцент В.С. Слышенков

ISBN 978-985-537-055-1

© Коллектив авторов, 2014  
© УО «ГГАУ», 2014.

## Введение

Селекция животных, как направленный процесс, всегда ставит целью дальнейшее совершенствование популяции. В создании высокоценных особей, превосходящих по своим качествам основные показатели породы, влияние со стороны матери и отца одинаково. Однако потенциальные возможности реализации этих свойств в совершенствовании популяции сельскохозяйственных животных совершенно разные. Устойчивое генетическое улучшение пород можно обеспечить двумя способами: оценкой племенной ценности потенциальных родителей следующего поколения животных и отбором по этим оценкам лучших животных при их интенсивном использовании. Чем достовернее генетическая оценка, тем строже отбор на основе этой оценки, и чем интенсивнее использование генетически лучших животных, тем больше будет уверенности у селекционеров в улучшении поголовья от поколения к поколению.

Эффект селекции в молочном скотоводстве является одним из определяющих факторов экономики ведения отрасли. Направление ее, в свою очередь, зависит от таких факторов, как потребность населения в продуктах питания и перерабатывающей промышленности – в сырье. Селекция крупного рогатого скота в настоящее время отличается рядом особенностей: длительное хранение генетического материала и возможность эффективного использования генофонда мировых пород позволило существенно увеличить масштабы и темп улучшения молочного скота, расширить диапазон распространения наследственной информации отдельных производителей. Поэтому в настоящее время особенно актуальным становится использование в работе молекулярно-генетических маркеров, несущих информацию о продуктивности животных на уровне генотипа, применение которых для поиска методов ускорения селекционной работы с молочными породами крупного рогатого скота является одним из актуальных направлений, которые в последнее время находят все более широкое распространение.

Утверждение зарубежных ученых о том, что «молекулярная генетика приходит на фермы» в последние годы становится

реальностью [67, 321]. Внедрение молекулярно-генетических методов в селекционные программы позволит достигнуть за короткий период такого эффекта, для получения которого в прошлом требовались годы. В тоже время, эффективность их использования в селекционной работе существенно зависит от выбора вида молекулярно-генетических маркеров и признаков, в контроле развития которых они принимают участие [237, 310, 313]. Так, принято считать, что экономически эффективно использовать молекулярно-генетические маркеры в работе с племенными животными в процессе оценки их племенной ценности с учетом подбора соответствующих вариантов скрещивания или чистопородного разведения [329].

Различия в уровне продуктивности между отдельными животными, линиями, породами обусловлены, с одной стороны, средовыми (факторы внешней среды), с другой стороны, генетическими факторами. Большинство хозяйственно-полезных признаков сельскохозяйственных животных относится к полигенным признакам, то есть их количественный уровень генетически определяется целым рядом генов, рассредоточенных по всему геному. Места расположения таких генов получили название локусов количественных признаков, обозначаемых QTL (Quantitative Trait Loci's). Использование в селекции методов анализа непосредственно QTL или сцепленных с ними генов имеет ряд преимуществ перед традиционными методами селекции, так как такая селекция основана на анализе генотипа, делает возможным селекцию в раннем возрасте независимо от пола животных, не учитывает изменчивость хозяйственно-полезных признаков, обусловленных внешней средой и в конечном счете повышает эффект селекции [84].

В ускорении совершенствования молочной продуктивности специализированных пород крупного рогатого скота выделяют два направления использования молекулярно-генетических маркеров. Одно из них – выявление у крупного рогатого скота генов молочной продуктивности [261, 298]. Применение в селекции скота молочного направления продуктивности методов QTL может привести к формированию принципиально нового этапа в селекции – селекции с помощью маркеров (Marker Assistant Selection – MAS). В тоже время анализ накопленных

данных о результатах такого приема оценки свидетельствует об их противоречивости. Например, при картировании QTL главных признаков молочной продуктивности (удой, содержание белка и жира в молоке) у животных голштинской породы установлена разная локализация таких генов в хромосомах в зависимости от страны, где проводились исследования [216]. Очевидно, что результаты таких исследований будут существенно зависеть от особенностей генофонда рассматриваемых пород животных, а также от факторов окружающей среды, в которой они разводятся. В генетическую дифференциацию между группами коров, отличающихся молочной продуктивностью, могут присоединяться и генетико-биохимические системы, полиморфизм которых ранее позволил выявить особенности между породами разного направления продуктивности [43].

Преимущество ДНК-технологий заключается в том, что они позволяют достоверно определить генотип животного независимо от пола, возраста и физиологического состояния тестируемых особей, это является важным фактором в селекционной работе. В странах с развитым молочным скотоводством в селекции внедряются достижения биотехнологии, например, тестирование животных, особенно быков-производителей по генам, контролирующим синтез белков молока [92]. До недавнего времени использование генетических методов в селекции животных со стороны практиков вызывало много вопросов, отчасти потому, что большинство количественных признаков имеют полигенный характер наследования, что осложняет ведение селекционной работы. Однако, разработка новых методов молекулярно-генетического анализа предоставила практическую возможность использования ДНК-маркеров в селекции. В настоящее время особое внимание уделяется локусу гена одного из основных молочных белков – каппа-казеина. Известно, что аллельные варианты молочного белка каппа-казеина связаны с показателями белкомолочности и технологическими свойствами молока при изготовлении творога и сыра.

В настоящее время комплекс традиционных показателей селекции с молекулярно-генетическими маркерами является главным направлением, позволяющим повысить эффективность племенной работы. Особенно широко этот прием применяется

при изучении ассоциации генетических маркеров с хозяйственно-полезными признаками и резистентностью к заболеваниям молочного скота [326].

Дальнейшую интенсификацию отрасли молочного скотоводства во многом сдерживают болезни молочной железы, среди которых первостепенную роль играют маститы. Маститы (воспаление молочной железы) – широко распространенное заболевание коров. Оно проявляется в клинической и особенно часто в субклинической, или скрытой, форме, причиняя значительный экономический ущерб из-за снижения молочной продуктивности коров, качества молока, ухудшения его технологических свойств, затрат на лечение и преждевременной выбраковки продуктивных коров [27, 295].

Многие авторы указывают на снижение при данной патологии жирности молока на 5-12 %, общего белка, витамина А, фосфора, лизоцимной активности и увеличение количества соматических клеток. Также известно, что при различных формах воспаления вымени изменяется состав белка. При этом на 7-14 % снижается содержание казеина и бета-глобулинов, но повышается количество иммуноглобулинов, альфа-лактоглобулинов.

В республике заболеваемость коров маститом составляет 20-40 %. У 80 % заболевших животных наблюдается микробная этиология. Наблюдается снижение продуктивности на 10-25 %, и в большинстве случаев полное функционирование молочной железы не восстанавливается.

В США ежегодные потери от маститов составляют более 2 миллиардов долларов [164]. Ситуация осложняется тем, что в 50 % случаев маститы протекают в скрытой форме. А это значит, что инфицированное стафилококками (известно более 40 видов) и стрептококками молоко попадает в пищу человека.

Различия методов диагностики маститов затрудняют изучение наследуемости предрасположения коров к этой болезни. Наследственная предрасположенность к маститам определяется полигенной системой, а фенотипическая изменчивость обусловлена множеством генов и большим влиянием модификационных факторов [79].

Научные исследования показывают, что в системе мер борьбы с маститом сельскохозяйственных животных важное место должен занимать метод ДНК-диагностики, основанный, главным образом, на выявлении специфического участка ДНК-возбудителя методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) [271].

В связи с чем, возникает необходимость в проведении исследований, направленных на увеличение белковомолочности, улучшение технологических свойств молока и устойчивости коров к маститу, что позволит повысить эффективность молочного скотоводства в Республике Беларусь.

# **1. Обоснование направления исследований**

## **1.1 Селекционные методы и приемы повышения эффективности племенной работы в молочном скотоводстве**

Современное сельское хозяйство требует значительного ускорения процесса создания новых сортов растений и пород животных, которые бы сочетали в себе высокую продуктивность с приспособленностью к унифицированным промышленным технологиям. В ряде случаев селекция по большинству хозяйственно-полезных признаков достигла биологически возможной верхней границы, где традиционные методы дальнейшего усовершенствования селекционного материала являются малоэффективными [169, 179].

Производство молока высокого качества - сложный технологический процесс, связанный с решением комплекса зоотехнических, ветеринарных, технологических и экономических вопросов [83, 132].

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что реализованная молочная продуктивность животного зависит от уровня кормления, генотипа, технологии содержания и условий среды (уход, комфорт и др.). Генотип, в свою очередь, определяет норму реакции организма на влияние условий среды, поэтому одно и то же животное (генотип) в разных условиях (среда) формирует различный уровень продуктивности (фенотип). Следует отметить, что крупный рогатый скот молочного направления продуктивности является одним из наиболее сложных объектов селекции сельскохозяйственных животных. В совершенствовании молочного скота первостепенная задача для селекционера – повышение продуктивного потенциала и его реализация у родителей и получаемого от них потомства [214].

Свежее натуральное молоко, полученное от здоровых животных, характеризуется определенными физико-химическими и органолептическими свойствами, которые могут резко разли-



чаться в начале и конце лактационного периода под влиянием болезней животных, при использовании разных видов кормов, при хранении молока в неохлажденном виде и при его фальсификации. Поэтому по физико-химическим и органолептическим свойствам молока можно оценить его натуральность и качество, т. е. его пригодность к промышленной переработке.

Физико-химические показатели и технологические свойства молока изменяются под воздействием многих факторов, как генетических, так и модификационных. Изучением их влияния занимались многие ученые. Однако многие вопросы остались мало изученными или же в условиях изменения экономической ситуации их значимость возросла. Молоко должно иметь оптимальное содержание белков, жира, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), кальция; образовывать под действием сычужного фермента плотный сгусток, хорошо отделяющий сыворотку, и быть благоприятной средой для развития молочнокислых бактерий [163].

Проявление количественных признаков, к числу которых относится молочная продуктивность коров, обычно оценивают по фенотипу, то есть по проявлению их в тех или иных условиях, в которых развивался организм [179].

Успех селекции, ее эффективность непосредственно связаны со степенью изменчивости селекционируемого признака: чем более изменчив по своей природе этот признак, тем легче и быстрее можно его улучшить и наоборот. Величина коэффициента изменчивости ( $C_v$ ) любого признака, даже применительно к одному и тому же стаду, неодинакова. Селекционный эффект любого признака определяется величиной изменчивости и наследуемости. В связи с этим выделяют наследственную и ненаследственную изменчивость. Наследственная обусловленность признаков определяется генетической изменчивостью. Отбор по селекционному признаку возможен только при определенной величине изменчивости. Поэтому зоотехник-селекционер, с одной стороны, стремится увеличить изменчивость, а с другой – снижает путем изъятия из популяции крайних минус-вариантов (особей). Так, коэффициент вариации удоя у коров симментальской породы был выше на 2,8%, чем у швицкой. Коэффициенты

вариации жира и белка в молоке у коров симментальской и швицкой пород имеют меньшую величину, чем удоя, и колеблются от 1,63 до 7,3% по жиру и от 0,5 до 3,1% по белку [63].

При решении проблемы повышения качества молока должны быть приняты во внимание и изучены многие факторы, способствующие увеличению в нем общего количества сухого вещества, в том числе жира и белка. По данным отдельных авторов, среднее содержание белка в молоке у коров голштинской породы составляет 3,15%, черно-пестрой – 3,05-3,37%, остфризской – 3,09%, айширской – 3,27-3,34%, красной степной – 3,22%, красной горбатовской – 3,51-3,56%, симментальской – 3,44-3,51%, швицкой – 3,43-3,50%, костромской – 3,60-3,70%, джерсейской – 3,78-4,20%, красной белорусской породной группы – 3,37-3,81%. При сравнении всех перечисленных пород с черно-пестрой, как самой распространенной в Беларуси, можно заметить, что разница между минимальными и максимальными величинами по белку довольно значительная. Существует сезонная изменчивость как по количеству, так и по качеству молочной продукции. Так, наилучшими показателями характеризуется осеннее молоко. Оно имеет повышенное содержание жира – 4,37%, белка – 3,42%, лактозы – 5,01%. Наименьшее значение этих показателей наблюдается летом и весной: жира – 3,86%, белка – 3,23%, лактозы – 4,72%. Сезонная изменчивость лактозы выражена слабее, чем жира и белка, содержание ее в молоке колебалось лишь в пределах 0,03-0,06%. Изменение количества сухого вещества в молоке в течение года было аналогичным изменению жира и белка. При этом наибольшее его содержание отмечено в осенний период – 12,79%, наименьшее – весной – 11% [133].

По данным некоторых авторов, прилитие крови голштинской породы к чёрно-пёстрой приводит к снижению содержания белка в молоке помесей. Однако работы других авторов, и их большинство, говорят о том, что дочери голштинских быков не отличаются от сверстниц по содержанию белка в молоке [42, 195].

Шендаковым А. было установлено, что использование в Орловской области черно-пестрых коров с кровностью 62,5-75%

по черно-пестрой голштинской породе способствует получению максимального пожизненного удоя 24903-25792 кг, что превышает таковой у чистопородных коров на 833-1722 кг молока. Черно-пестрые голштинизированные коровы данных генотипов в отдельных хозяйствах имеют высокую жирность молока – до 4,12% и наибольшую устойчивость удоя – 0,496, что превышает аналогичные показатели чистопородных коров на 0,344; при возвратном скрещивании возрастает устойчивость жирности молока до 0,410 [224].

Одним из основных средств совершенствования животных является подбор, который осуществляется как при чистопородном разведении, так и при скрещивании скота разных пород. Подбор в животноводстве представляет собой комбинацию генов или родительских гамет, в результате которой образуются зиготы и новые генотипы. Под подбором пар следует понимать подбор в случку коров и быков для достижения поставленной цели, а именно для получения потомства желательного качества [174]. Когда потомство превосходит своих родителей по продуктивности, крепости конституции, устойчивости к неблагоприятным условиям внешней среды, это означает, что произошло удачное сочетание родительских пар животных. В настоящее время индивидуальный подбор потерял свое значение и селекционеры перешли к массовой крупномасштабной селекции. При этом предусматривается создание максимального селекционного дифференциала за счет жесткого отбора производителей. Однако отбор матерей является более важным и значительным мероприятием. Различают генетическую (отбор животных по происхождению) и физическую (выбраковка низкопродуктивных животных) селекцию. При изучении данных вопросов в стадах коров черно-пестрой породы (учхоз «Сахарово», ЗАО «Калининское»), сычевской (колхоз «Родина») и ярославской (СПК «Подобино») в Тверской области установлено, что удой первотелок при селекции только по продуктивности во всех хозяйствах превосходил удой первотелок при селекции только по происхождению (продуктивности матерей за 3 лактации и наивысшую) в 2 раза. Интенсивная выбраковка низкопродуктивных коров по результатам 1-й лактации, с одной стороны, способствует селекции

онному прогрессу, повышению продуктивности стад за счет улучшения генетических характеристик животных, но, с другой стороны, обуславливает увеличение расходов на формирование основного стада, приводит к сокращению продолжительности продуктивного использования коров при высоких затратах на выращивание и содержание животных [199].

Увеличение молочной продуктивности крупного рогатого скота тесно связано с отбором, оценкой и интенсивным использованием высокоценных быков-производителей, которые в силу широкого применения в скотоводстве искусственного осеменения оказывают значительное влияние на повышение потенциала продуктивности молочного скота. Для селекционеров-практиков проблема выбора производителей в целях использования в конкретных производственных условиях является актуальной. Анализ литературных источников показывает, что использование быков без учета воспроизводительной способности может нанести огромный экономический ущерб животноводству, так как спермой одного производителя осеменяются десятки тысяч коров [183].

Снопва А.А. и Жебровский Л.С. в 70-80-е годы изучали влияние быков-производителей на белковомолочность дочерей в племязаводах «Лесное» и «Торасово» Ленинградской области. Ими были выявлены быки-производители, которые являлись ухудшателями белковомолочности дочерей, улучшателями и нейтральными. Интенсивное использование быков-производителей, признанных улучшателями, является важнейшим инструментом племенной работы [154, 191].

Белобокая О.Н. [19] изучала уровень белковомолочности белорусского черно-пестрого скота в передовых хозяйствах Гродненской, Брестской, Витебской и Минской областей с разным уровнем удоя стад. Исследования проводились в двух направлениях: анализ средней продуктивности стад и анализ продуктивности животных по конкретным хозяйствам. Общий объем выборки составил около 11962 коров различных возрастов и генотипов. В выборку вошли коровы черно-пестрой породы чистопородные и с различной кровностью по голштинской породе. Анализ средней продуктивности крупного рогатого скота по

белковомолочности показал, что в среднем по хозяйствам она находилась на достаточно низком уровне и в ряде хозяйств не достигала даже 3,0%. Содержание белка в молоке черно-пестрой породы, разводимой в Республике Беларусь колебалось от 2,2 до 3,8%. Средняя белковомолочность по всем хозяйствам выборки (всего 17) составляла 3,13%, однако она зависела от уровня удоя в стадах и составляла в стадах с удоем 2000-3000 кг молока на корову (7 хозяйств) – 3,01%; 3000-4000 кг (5 хозяйств) – 3,04%; 4000-5000 кг (2 хозяйства, племхозы) – 3,35%; 5000 кг и выше (3 хозяйства) – 3,22 %.

Согласно данным научных исследований Дунина И.М. и других исследователей, у коров разных пород содержание белка в молоке варьирует от 2,6 до 4,5% [73, 77, 178, 195, 196].

Белковомолочность чёрно-пёстрых коров селекции разных стран также колеблется, хотя и в меньших пределах (по данным разных авторов, от 2,9 до 3,4%). Это говорит о селекционных возможностях этой породы скота к улучшению белковомолочности методом чистопородного разведения [151].

Различается содержание казеина и сывороточных белков в молоке животных различных пород и помесей. Так, по данным Бич А.И., содержание казеина (2,84%) в молоке джерсей × чёрно-пёстрых помесей, разводимых в Ленинградской области, было достоверно выше по сравнению с чёрно-пёстрыми. Концентрация сывороточных белков была заметно выше у коров красной белорусской породы и джерсей х чёрно-пёстрых помесей [23].

Чёрно-пёстрые × голштино-фризские животные уступали чёрно-пёстрым по количеству в молоке лизина, аргинина, аланина, валина и лейцина с изолейцином, а преимущество имели по содержанию серина, глицина, глутаминовой кислоты и фенилаланина; общее содержание незаменимых аминокислот в молоке этих помесей было ниже, чем у чёрно-пёстрых на 0,021% [177, 178]. Сходные данные получены также в экспериментах Z. Navlichek et. al, M. Canigova et. al, A. Michalcova, E. Benzova, M. Canigova [276, 299, 311].

Следовательно, одним из методов увеличения содержания белка и отдельных аминокислот в молоке коров чёрно-пёстрой породы является чистопородное разведение [177].

Наследуемость белковомолочности молока при скрещивании освещена в литературе довольно широко. А.П. Пяновская [178, 179] установила промежуточное наследование содержания белка в молоке. По ее данным, в первом и втором поколениях изменчивость практически одинакова. По-видимому, состав белков молока определяется многими генами, а наследование идет по типу полимерии. При обратном скрещивании с одной из исходных пород наследование идет также промежуточно.

Ряд авторов [95, 309] констатируют, что среди разводимых пород самым низким содержанием белка в молоке характеризуются коровы черно-пестрой породы (2,89-3,17%). Лучшие показатели белковости молока у коров джерсейской породы (3,97-4,27%). По данным Л.С. Жебровского, межпородные различия по этому признаку составляют 1,1%. Им установлено, что внутрипородные колебания достигают еще больших значений. Так, в стаде коров айрширской породы при средней величине массовой доли белка в молоке 3,68% колебания находились в пределах 2,7-4,7% [77].

В литературе имеются сведения о влиянии скрещивания животных различных линий чёрно-пёстрой породы на содержание белка и сыропригодность молока потомков, то есть по сочетаемости различных линий. Различается белковомолочность разных стад, разных семейств, разных линий чёрно-пёстрого скота, а также белковомолочность дочерей различных быков-производителей [77, 177, 178].

Генетический прогресс достигается за счет использования внутрилинейных подборов и кроссов линий, тесно связанных между собой, они дополняют друг друга при последовательном сочетании гомогенного и гетерогенного подбора. Е. Воронина с сотрудниками, изучая эффективность разведения черно-пестрой породы скота при внутрилинейном подборе и кроссе линий, пришли к заключению, что лучший результат продуктивности получен в линии Монтвик Чифтейна – 7059 кг, что было больше, чем в линии Вис Бек Айдиала, на 1012 кг, или на 14,3%, и Реф-

лекшн Соверинга – на 559 кг. При кроссе линий полнее используются имеющиеся в породе потенциальные ресурсы. Ценные качества одной линии, дополняя качества другой, обогащают в своем сочетании наследственность потомства, получаемого при межлинейных кроссах. Так, при кроссе линии Вис Бек Айдиала – Рефлекшн Соверинга потомство имеет удой 6439 кг молока жирностью 3,86%. Обратное сочетание этих линий вызывает снижение удою на 173 кг, но несколько повышает содержание жира в молоке – на 0,08%. В кроссе линий Вис Бек Айдиала – Монтвик Чифтейна удой составил 6891 кг молока жирностью 3,72%, а при реципрокном варианте продуктивность потомков снизилась на 1089 кг, или на 15,8%, жирность уменьшилась на 0,05%, выход молочного жира – на 36,3 кг (14,2 %). Применение кросса линий Рефлекшн Соверинга – Силинг Трайджун Рокита позволило получить удой в 6024 кг молока, а обратное сочетание этих линий повысило продуктивность потомков до 7223 кг молока, то есть на 1199 кг, или на 16,6%. Следовательно, при подборе пар необходимо учитывать его тип (прямой или реципрокный), так как получаются различные результаты, даже если животные находились в одинаковых условиях содержания [34].

Как показывают исследования, форма вымени оказывает существенное влияние на продолжительность продуктивного периода у коров. Наиболее продолжительный период продуктивного использования наблюдается у коров с чашеобразной формой вымени, независимо от породности и способа содержания. Х.З. Валитов, М.С. Косырева, С.В. Карамеев отмечают, что у коров черно-пестрой породы по мере увеличения емкости вымени увеличивается удой за лактацию, самое главное, увеличивается период продуктивного использования животных. Увеличение емкости вымени способствует как увеличению удою за лактацию, так и продолжительности продуктивного периода. Самые высокие пожизненные удои получены от коров с емкостью молочной железы 14 л и более [29, 82].

Эффективность селекции животных по хозяйственно-полезным признакам определяется величиной наследственного улучшения нового поколения по сравнению с предыдущим. В значительной степени это наследственное улучшение зависит от

уровня изменчивости селекционируемых признаков вообще и в исследуемой популяции в частности.

Исследователями установлено, что в ряде случаев внутрипородная изменчивость содержания белка в молоке выше, чем межпородная. Коэффициенты наследуемости в разных стадах одной породы варьируют от 0,2 до 0,6. Установлено также, что в группах инбредных животных коэффициенты наследуемости выше, чем у аутбредных [190].

Имеются данные, что коровы, полученные от аутбредного подбора, имеют более высокие удои, чем инбредные животные. При этом разница между аутбредными животными и животными от тесного инбридинга по данному признаку достоверна ( $P > 0,99$ ), разница между аутбредными и животными умеренного инбридинга высокодостоверна ( $P > 0,999$ ). Незначительная разница наблюдается между удоем животных от умеренного и тесного инбридинга. Так, последние имеют преимущество в 53 кг. Содержание жира в молоке аутбредных коров составило 3,91%. Инбредные животные имеют жирномолочность 4,13 и 4,06% от умеренного и близкого инбридинга, соответственно. Вследствие более высоких удоев аутбредные коровы имеют и более высокий выход молочного жира, чем инбредные. Выход молочного жира при аутбредном подборе составил 167,8 кг, при умеренном инбридинге – 151,5 кг, при тесном инбридинге – 152 кг [190].

Установлено, что полиморфные различия большинства изученных белков контролируются серией множественных аллелей того или иного локуса и постоянны на протяжении жизни животного, а наследование родительских аллелей в потомстве подчиняется законам Менделя. В силу проявления эффекта сверхдоминирования, плейотропии или внутрихромосомного сцепления не исключена связь генов, контролирующих тот или иной белок, с хозяйственно-полезными признаками животных.

До настоящего времени белок никогда не был фактором ценообразования и не являлся селекционируемым показателем [215].

В результате мы пришли к тому, что в Беларуси среднее содержание белка в коровьем молоке ниже аналогичного показателя в развитых странах мира.



Однако содержание белка в молоке в большей степени, чем содержание жира, влияет на экономическое состояние молочноперерабатывающих предприятий, так как от этого показателя зависит выход и ассортимент изготавливаемой продукции, в частности, сыров.

Как любые другие белки, белки молока представляют собой высокомолекулярные азотистые соединения, которые имеют следующий химический состав: углерод – 50,6-54,5%, кислород – 21,5-23,5%, водород – 6,5-7,3%, азот – 15,0-17,6 %, сера – 0,3 - 2,5%.

Количество белка в молоке в течение лактации у одних коров не изменяется, у других – возрастает. Содержание жира к шестому месяцу лактации постепенно снижается, а затем повышается. В последние дни лактации значительно возрастает уровень лактозы и кислотность. Оно плохо свертывается от воздействия сычужного фермента, появляется горьковато-солончатый вкус. К концу периода лактации повышается активность каталазы, обусловлена она увеличением содержания в молоке соматических клеток [79].

В своём исследовании по изучению влияния стельности на содержание белка в молоке Жебровский Л.С. (1970) указал, что «уровень белка, белковых фракций и аминокислот молока имеет тенденцию к повышению в процессе лактации, но неизменно снижается в том её отрезке, который совпадает с 4-5 месяцем стельности животного, то есть с периодом начала наиболее интенсивного роста массы плода, независимо от месяца лактации, в котором произошло плодотворное осеменение» [77].

Относительно высокий процент белка отмечен у первотёлок, начало лактации которых приходилось на зимние месяцы, март и сентябрь, относительно низкий – на май, июнь и июль (по данным дисперсионного анализа, сезон отёла не влияет на белковомолочность первотёлок). Самый высокий процент белка был выявлен у полновозрастных коров, отелившихся в сентябре и на высоком уровне – летом и осенью. Самый низкий процент белка имели животные, отелившиеся в январе и марте. У полновозрастных коров самые высокие значения выхода жира и выхода белка были получены у коров, сезон отёла которых прихо-

дился на август, октябрь, ноябрь, январь, февраль и март, выхода жира + белка – на август, октябрь, ноябрь, январь, февраль и весенние месяцы. Самые низкие показатели выхода были получены у коров, отелившихся в июне, июле и сентябре [191].

Большое влияние на белковомолочность оказывает стадия лактации коров. В течение лактации происходит постепенное увеличение содержания белка в молоке с 3,43% в начале до 4,18% в конце лактации (чешская пестрая порода). В то же время имеются сведения, что от первой лактации ко второй и от второй к третьей количество белка за лактацию уменьшается на 0,1%.

С возрастом жирность молока изменяется не слишком резко. Считают, что до четвертого отела содержание жира и белка в молоке повышается, а затем в связи с уменьшением интенсивности обменных процессов жиरोобразования их синтез снижается. По витаминному составу лучшим качеством характеризуется молоко коров среднего и старшего возрастов, чем молодых. Однако титруемая кислотность и продолжительность свертывания молока сычужным ферментом с возрастом снижается. А.А. Снопова установила, что молоко коров среднего возраста обладает лучшими технологическими свойствами. Масло и сыр из него получаются более высокого качества [191].

Среди исследователей существуют разные точки зрения насчёт влияния возраста коров в отёлах на сыропригодность молока коров крупного рогатого скота. Ряд авторов выявили, что с возрастом животного белковость молока несколько снижается. По данным Сноповой А.А., коэффициент корреляции между возрастом коров и содержанием белка составляет – 0,17. Это явление связывают с двумя факторами: с увеличением удоя коров с возрастом, т.е. отрицательной корреляцией удоя и процента белка, а также со снижением интенсивности биосинтеза основных компонентов белка [191].

Жебровский Л.С. отмечает, что у коров от первой до шестой лактации наблюдается практически одинаковое содержание белка в молоке, с шестой лактации наблюдается тенденция к снижению его содержания [77].

В совхозе «Мухавец» Брестского района и племзаводе «Красная звезда» Минской области со средним удоём 5270 и

6032 кг молока на корову за 305 дней лактации, соответственно, тенденция была следующей: массовая доля белка была снижена у животных 1 лактации, у коров 2-6 лактации была одинаковой, но на более высоком уровне и после 6-й лактации снижалась. Разница между 1 и 2 лактациями и 1 лактацией и средним по стаду достоверна в обоих хозяйствах [77].

В хозяйствах с высоким уровнем удоя (и относительно высоким уровнем белковомолочности) ситуация была прямо противоположная: коровы в возрасте после 6-7 отёла имели сравнительно низкую (по сравнению с коровами других возрастов того же стада) белковомолочность. Это можно объяснить некоторым истощением секреторного аппарата молочной железы с возрастом, но более вероятно это объясняется тем, что коровы с высоким содержанием белка в молоке выбраковывались в более раннем возрасте и в стаде после 6-7 отёлов остались только животные с относительно пониженным процентом белка в молоке. Снопина А.А. изучила колебания жира и белка в молоке в зависимости от возраста коров. Она установила, что с первой до третьей лактации содержание жира возросло на 0,18 %, а содержание белка практически не изменилось; с четвертой по восьмую лактации содержание белка в молоке снизилось на 0,03 % [191].

Установлено, что по составу казеина летнее молоко ближе к весеннему, а зимнее – к осеннему; по белкам сыворотки существует несколько иная зависимость, то есть летнее молоко сходно с осенним, а зимнее – с весенним. В этой связи предприятиям молочной промышленности предлагается осуществлять производство молочных продуктов с учётом сезонных изменений белкового состава молочного сырья. Для производства сыра наиболее желательным является молоко, произведённое в осенний период, поскольку оно богато казеином и другими ценными компонентами. Весеннее молоко преимущественно следует направлять для выработки других молочных продуктов, а при использовании его для производства сыра требуется проведение корректировки химического состава сырья и изменение некоторых параметров технологического процесса, что позволит в опреде-

лённой степени стабилизировать качество выпускаемого продукта [23].

Сезонные изменения качества товарного молока изучали многие учёные. Так, К.В. Маркова (1969), анализируя среднемесячные данные состава молока, поступающего на молочные заводы, установила, что, начиная с января, содержание в нём общего количества сухого вещества, жира и белка постепенно снижалось и достигло минимума в апреле. Летом эти показатели приближались к средним данным за год. Более богатым по своему составу оказалось молоко в осенние месяцы. А.Тепел (1979) сделал вывод, что влияние сезона года на состав молока связано с условиями содержания и кормления скота [163].

Существует значительная сезонная изменчивость как по количеству, так и по качеству молочной продукции. Наибольшее количество молока производится в хозяйствах летом, наименьшее – весной. Кроме того, весеннее молоко отличается худшим качеством и низким содержанием технологически ценных белковых фракций. Установлено, что по составу казеина летнее молоко ближе к весеннему, а зимнее – к осеннему; по белкам сыворотки существует несколько иная зависимость, то есть летнее молоко сходно с осенним, а зимнее – с весенним. В этой связи предприятиям молочной промышленности предлагается осуществлять производство молочных продуктов с учётом сезонных изменений белкового состава молочного сырья. Для производства сыра наиболее желательным является молоко, произведённое в осенний период, поскольку оно богато казеином и другими ценными компонентами. Весеннее молоко преимущественно следует направить для выработки других молочных продуктов, а при использовании его для производства сыра требуется проведение корректировки химического состава сырья и изменение некоторых параметров технологического процесса, что позволит в определённой степени стабилизировать качество выпускаемого продукта.

## 1.2 Применение ДНК-технологий в скотоводстве

Традиционные методы оценки животных, основанные на фенотипических показателях родителей и потомков, на современном этапе не могут удовлетворить в полной мере требованиям, предъявляемым к селекции. Поэтому в последнее время все больше внимания уделяется изучению антигенного состава крови, полиморфных генетических систем белков крови и других тканей организма животных и их использованию в качестве методов более объективной оценки племенных достоинств животных и управления селекционными процессами [85, 126].

Дальнейший прогресс в разведении сельскохозяйственных животных может быть достигнут благодаря комбинированию традиционных селекционируемых параметров с молекулярно-генетической информацией о локусах количественных признаков – QTL. Последние являются наиболее предпочтительными для оценки генотипов и маркерной селекции в связи с меньшим влиянием рекомбинаций [33, 96, 261, 308].

Выявление предпочтительных генов для селекции позволит дополнительно к традиционному отбору животных проводить селекцию непосредственно на уровне ДНК, то есть по их генотипу [38]. Кроме маркирования генов количественных признаков, полиморфизм ДНК используется также для генотипирования, выявления дефектных генов, ответственных за развитие наследственных болезней и мутаций, для диагностики инфекций [96].

Главная задача молекулярной генетики состоит в расшифровке генома видов с конечной целью определения полной нуклеотидной последовательности в ДНК. В ряде стран разрабатываются долгосрочные проекты построения генетических карт для основных видов сельскохозяйственных животных. В связи с этим возникло новое направление в картировании хромосом, которое позволяет на молекулярном уровне исследовать тонкие структуры и функции генома, а также механизм наследования признаков [175].

В настоящее время на основе достижений молекулярной генетики разработаны эффективные методы, которые определяют связь локусов количественных признаков с продуктивностью и заболеваниями животных. Селекция, основанная на связи локусов и сцепленных с ними генов, носит название маркер-зависимой селекции [47, 48, 175].

Одним из перспективных направлений остается изучение генетического разнообразия популяции животных, направленное на повышение эффекта селекции и сохранение генофонда пород. Исследования показали, что таким путем можно увеличить продуктивность и сохранность молодняка за счет повышения резистентности к заболеваниям. К настоящему времени при помощи ДНК-маркеров выявлено более ста генетических дефектов сельскохозяйственных животных, которые существенно влияют на их племенные качества. Ряд генетических дефектов определяют по измененной структуре ДНК. Названия более десяти генетических дефектов должны вноситься в племенные каталоги и фиксироваться при продаже – покупке животных, также их семени либо эмбрионов (для трансплантации), которые не могут использоваться в селекции без анализа на эти наследуемые нарушения. Наличие таких дефектов значительно снижает выход телят из-за повышенной гибели эмбрионов и повышает отход молодняка в результате того, что некоторые наследуемые дефекты снижают резистентность к бактериальным заболеваниям, а скрытые заболевания уменьшают продуктивность. Так, дефицит функции лейкоцитов, связанный с пониженной сопротивляемостью к бактериальным инфекциям, передающийся потомкам, вызывает заболевания желудочно-кишечного тракта и легких молодняка, что может приводить к летальному исходу [175].

Вторым направлением молекулярной генетики, основанным на использовании генов-маркеров, является изучение полиморфизма структурных генов, вносящих существенный вклад в формирование продуктивности и использование их в маркерной селекции. Для молочного скота это, прежде всего, гены каппаказеина, лактоглобулинов молока, гены соматотропина, пролактин и др. Типы некоторых генов, как, например, ген каппаказеина, сейчас вносят в племенные документы, так как, с одной

стороны, необходимо контролировать генетическое равновесие в популяциях по типам этого гена, с другой – некоторые типы гена влияют на количество белка в молоке [175].

Широко используется технология анализа микро- и минисателлитов ДНК, позволяющая получить данные о генетическом расстоянии между отдельными популяциями крупного рогатого скота, уровень гетерозиготности, определять достоверность происхождения на уровне 100%-ной надежности и регистрировать истинную кровность (или уровень инбридинга) не по теоретическим расчетам, используя данные о происхождении, а по содержанию генетического материала того или иного предка [175].

В последние десятилетия молекулярная биология и молекулярная генетика обогатились рядом оригинальных методических подходов, которые принципиально изменили возможности указанных наук благодаря простоте, скорости анализа и высокой информативности. Одним из них является метод полимеразной цепной реакции (ПЦР), легший в основу современной диагностики [121].

Стандартным методом выявления полиморфизма структурных генов на уровне ДНК является ПЦР-анализ с последующим рестрикционным гидролизом образующихся фрагментов (ПЦР-ПДРФ). Суть метода заключается в амплификации определенного фрагмента ДНК, содержащего анализируемую точечную мутацию, с последующим расщеплением его соответствующей эндонуклеазой. По длине фрагментов (ПДРФ) делают вывод об отсутствии или наличии данного аллеля у индивидуума. Данный метод получил широкое распространение благодаря своей простоте и надежности. Он рутинно используется для диагностики аллельного полиморфизма ряда генов-кандидатов, связанных с локусами хозяйственно-полезных признаков сельскохозяйственных животных [209]. Данные, полученные современными методами оценки полиморфизма длин рестриктных фрагментов (ПДРФ) ДНК человека и животных, послужили основанием для использования в качестве генетических маркеров переменных участков ДНК [126]. Бесспорным преимуществом данного метода является возможность экспертизы не только мо-

лока, крови, но и другого материала, например, спермы или ткани [290].

Маркер-зависимая селекция имеет ряд преимуществ перед традиционными методами селекции (MAS). Она не учитывает изменчивости хозяйственно-полезных признаков, обусловленной внешней средой. ДНК-технологии позволяют определить генотип животного независимо от пола, возраста и физиологического состояния особи. Селекция по генотипу способствует идентификации и быстрому введению предпочтительных аллелей ресурсных генов в популяции реципиентов с целью повышения продуктивности и устойчивости к заболеваниям улучшаемых пород животных. Так, многие ученые отмечают, что с помощью ДНК-диагностики можно определить наличие гена в клетке, генотип еще не родившегося приплода, получить желаемый генотип, диагностировать дефекты и т.д. Авторы также указывают на признаки, которые фенотипически выражаются у животных одного пола, например, показатель молочной продуктивности. Однако необходимо принимать во внимание, что генотипическое влияние на признак отца и матери одинаковое. Следовательно, отбор по ним надо проводить у особей одного и другого пола. Есть признаки, которые проявляются только в определенном возрасте и физиологическом состоянии, а ДНК-технология позволяет диагностировать ген независимо от вышеперечисленных факторов [86, 96, 116, 136, 143, 207].

В скотоводстве основным направлением ДНК-технологий, применяемых к животным, является необходимость исследований их генофонда и создание желательных генотипов [49].

ПЦР и молекулярная гибридизация ДНК специфичны в той мере, в какой уникальны нуклеотидные последовательности генов каждого живого организма – от вируса до человека. На практике молекулярно-биологические методы чаще всего используются в диагностике вирусных инфекций. ПЦР-методы незаменимы и при выявлении ряда других инфекционных агентов (например, микоплазм, анаэробных микробов и др.), оценки их вирулентности, определения устойчивости микрофлоры к антибиотикам [121, 221]. Найманов А.Х. с сотрудниками считают, что этот способ позволяет получить положительный резуль-



тат при наличии в исследуемом материале единичных клеток возбудителя [175, 176].

Генетическая обусловленность устойчивости животных к отдельным болезням, высокой общей резистентности и иммунореактивности является общепринятым фактором. Первая селекционная программа, направленная на повышение генетической устойчивости к болезням, была введена в 1984 г. в Швеции. В рамках программы идентифицируются быки, которые несут гены как высокой продуктивности, так и крепкого здоровья [201].

Ахметов Т.М. отмечает, что с развитием молекулярной генетики и молекулярной биологии становится возможным определение генов, связанных с молочной продуктивностью животных. Выявление предпочтительных, с точки зрения селекции, вариантов таких генов позволит дополнительно к традиционному отбору животных проводить селекцию на уровне ДНК, т.е. по генотипу [8].

Использование генетических маркеров в качестве критериев при решении вопросов отбора и подбора сельскохозяйственных животных призвано обеспечить ускорение селекционного процесса и повысить его эффективность. Таким образом, молекулярная генетика представляет собой в будущем мощный инструмент изучения структуры и функции геномов, позволяющий в короткие сроки получить большой объем информации, которая может быть использована в решении ряда фундаментальных и прикладных проблем науки и практики [175].

Из многообразия существующих генов, вносящих весомый вклад в формирование продуктивности, был отобран ген каппаказеина, анализ полиморфизма которого, по нашему мнению, играет важную роль в повышении эффективности селекционного процесса, направленного на повышение удоя и содержания белка в молоке, и позволяет прогнозировать проявление количественных признаков животных в раннем возрасте.

Селекция сельскохозяйственных животных является составной частью сложной системы племенной работы, включающей государственные и внутрихозяйственные, организационно-экономические, научно-методические, технические приемы и средства. Цель селекции сельскохозяйственных животных – вы-

ведение высокопродуктивных животных и организация получения максимального количества высококачественной продукции при наименьших трудовых и материальных затратах. Одним из условий получения качественной продукции животноводства в больших объемах является внедрение в производство новых высокопродуктивных генетически консолидированных групп животных, отвечающих требованиям современных технологий, адаптированных к условиям эксплуатации [203].

Одной из главных задач молочного скотоводства республики в период становления рыночных отношений в АПК является повышение генетического потенциала животных по удою, содержанию в молоке белка и жира, на основе целенаправленной селекции и создания более широкой племенной базы.

### **1.3 Определение полиморфизма гена каппаказеина с использованием метода ДНК-диагностики**

Повышение генетического потенциала белорусской черно-пестрой породы крупного рогатого скота осуществляется на основе принципов и методов чистопородного разведения с использованием генотипов ценных родственных пород мирового генофонда. При улучшении существующего в нашей республике черно-пестрого скота селекционерами Беларуси используются животные черно-пестрой породы западноевропейской селекции – Германии, Швеции, Голландии, Венгрии. Большое влияние на селекционный процесс в республике оказала так же голштинская порода, имеющая высокий потенциал молочной продуктивности. На основе использования голштинской и других родственных ей пород в республике был выведен белорусский зональный тип черно-пестрого скота. Методикой работы предусматривалось на коровах черно-пестрой породы использование голштинских производителей по типу простого воспроизводительного скрещивания. На основании опытов БелНИИЖа установлено, что для получения животных желательного типа, обеспечиваю-

щих достижение целевых стандартов продуктивности, достаточно было в основном двукратного «прилития крови» голштинов. Для выполнения работ подбирались хозяйства, стада которых в значительной степени характеризовались молочным типом – племзаводы «Ведрич», «Березки» и «Носовичи» Гомельской, «Россь» Гродненской, «Луч» Брестской и «Заречье» Минской областей [230, 231].

Современная популяция черно-пестрого скота Гродненской области, как и других областей республики, представлена животными различных породных сочетаний и многих линий. За последние 20 лет генеалогическая структура популяции существенно изменилась. Если в 70-80 годы прошлого столетия большинство производителей Щучинского госплемпредприятия принадлежали к голландским линиям, то в последние годы наблюдается преобладание производителей голштинских линий [197].

При оценке продуктивности коров молочных пород большое значение имеет не только высокий уровень молочной продуктивности, но и качественные показатели молока. Селекция на жирномолочность – это норма отечественного скотоводства, селекции же на белковомолочность до сих пор уделялось мало внимания. Содержание белка в молоке и его структура имеют большое экономическое значение для перерабатывающей промышленности, так как в зависимости от этого изменяются затраты сырья, времени и энергии на производство молочных продуктов. Кроме того, этот показатель в значительной степени определяет и качество готовой продукции. В нашей республике до недавнего времени отсутствовала экономическая стимуляция селекции животных по данному признаку, в связи с чем совершенствование молочного скота по наличию белка в молоке осуществлялось недостаточно интенсивно. Постановлением № 6 Госстандарта Республики Беларусь от 31 января 2006 года утверждён и введён в действие новый стандарт СТБ 1598-2006 «Молоко коровье. Требования при закупках», согласно которому установлена базисная норма массовой доли белка в молоке – 3,0 % [146]. В связи с этим большой интерес вызывают исследования, направленные на изучение белковомолочности коров различных пород, разводимых в Республике Беларусь и разработку

способа, позволяющего эффективно влиять селекционными методами на повышение данного признака. В то же время, как показывает анализ процессов, происходящих в мировом скотоводстве высокоразвитых стран, белковомолочности коров придается огромное значение, как с хозяйственной, так и с экономической точки зрения. Однако в подавляющем большинстве хозяйств республики процент белка в молоке не определяется и в настоящее время.

Исследования, проводимые зарубежными учеными по поиску маркерных генов [50, 69, 99], связанных с белковомолочностью, свидетельствуют о взаимосвязи содержания белка в молоке с аллельным состоянием гена каппа-казеина. Молоко животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup> характеризуется уменьшенным размером мицелл, более высоким содержанием белка и лучшими свойствами для сыроделия (более короткое время коагуляции, коагулят более плотной консистенции). В связи с этим, большой интерес представляет метод ДНК-диагностики, позволяющий оценивать полиморфизм гена каппа-казеина на уровне нуклеотидной последовательности, аллельные варианты которого определяются на любых стадиях онтогенеза, независимо от пола и возраста животных [6].

Ранее генотипы молочных белков не включали в показатели селекции, так как их полиморфизм можно было оценить только у лактирующих коров, а быки-производители могли быть оценены только путем типизации молочных белков их дочерей. Белки молока давно привлекают внимание исследователей как потенциальные маркеры хозяйственно-полезных признаков, однако из-за низкого уровня их полиморфизма у крупного рогатого скота в этом качестве они находят ограниченное применение. В связи с этим, большой интерес представляет такой тип генетического полиморфизма, который позволяет оценивать полиморфизм генов на уровне нуклеотидной последовательности, и тестируемый на любых стадиях онтогенеза, независимо от доминантности или рецессивности признака и плейотропных эффектов. Электрофоретический анализ полиморфизма белков молока прост и удобен, доступен для выполнения в биохимической лаборатории, однако, он может быть применен только для лактирующих коров. Тестирование молодняка с его помощью вообще

невозможно, а генотипирование по локусу каппа-казеина быков-производителей является чрезвычайно трудоемким и растянутым во времени процессом, так как он носит опосредованный характер – через тестирование лактирующих дочерей. Применение же метода полимеразной цепной реакции-полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПЦР-ПДРФ) дает возможность определять аллельные варианты независимо от пола и возраста животных, даже у эмбрионов, что открывает новые возможности селекции желаемых генотипов по генам белков молока уже перед их пересадкой. Бесспорным преимуществом данного метода является возможность экспертизы не только молока, крови, но и другого биологического материала, например, спермы или образцов тканей организма. Благодаря методу полимеразной цепной реакции (ПЦР) с последующим рестрикционным анализом стало возможно идентифицировать генотип каппа-казеина на ранних стадиях жизни животных, что значительно ускоряет решение некоторых актуальных задач современной селекции [99]. Благодаря методу ДНК-диагностики стало возможным идентифицировать генотипы молочных белков у быков-производителей и молодняка, что позволяет эффективно использовать генетические ресурсы по гену каппа-казеина в селекционном процессе.

Для получения быков-производителей черно-пестрой породы с желательными генотипами каппа-казеина необходимо тестировать матерей быков и осуществлять заказные спаривания с учетом данных ДНК-диагностики. Использование быков-производителей, несущих аллель В гена каппа-казеина, в селекционных программах позволит повысить частоту встречаемости желательных генотипов в стадах и улучшить технологические свойства молока коров черно-пестрой породы [101].

В генетике и селекции молочного скота исследования направлены на выявление и изучение полиморфизма генов, кодирующих белки молока, с целью улучшения его технологических качеств. В первую очередь это касается полиморфизма молочного белка каппа-казеина. Для производства твердых сыров пригоден только молоко от коров, несущих В-аллель каппа-казеина, что говорит о перспективности использования данного аллеля в селекции молочного скота. С другой стороны, методы молеку-

лярно-генетического анализа являются составным элементом программ, направленных на сохранение и улучшение пород молочного скота [198].

Методы молекулярно-генетического анализа позволяют оценить генотип животных по данному признаку с высокой точностью. Это свидетельствует о необходимости применения современных методов молекулярной генетики в селекции, что позволит не только улучшить качество молочной продукции, но и сохранить и улучшить генофонд локальных пород [102].

Результаты исследований российских ученых показывают, что особую актуальность приобретает исследование аллельных вариантов гена каппа-казеина у животных черно-пестрой породы в связи с низкой частотой встречаемости желательных генотипов и неудовлетворительными технологическими качествами молока. Для того чтобы активно влиять на ситуацию в стаде, популяции и породе в целом, селекционерам важно иметь сведения о взаимосвязи различных генотипов по локусу генов каппа-казеина с показателями молочной продуктивности, воспроизводительными качествами животных и устойчивостью к заболеваниям. Большой интерес представляют работы, направленные на одновременное улучшение не только удоя, но и качественных показателей молока при его приемке, в первую очередь, по содержанию белка [206].

Значительную помощь в интенсификации селекции в молочном скотоводстве может оказать генетическая информация об аллельных вариантах генов, кодирующих молочные белки [144]. Каппа-казеин – один из немногих известных генов, маркирующих конкретные характеристики продуктивности. В конце 80-х годов XX века появились сообщения о том, что качество молока и возможность его использования в сыроварении в значительной степени зависит от аллельных вариантов каппа-казеина [44, 126, 136, 269, 314, 318, 319, 322]. Определение аллельных вариантов по белкам молока не представляет трудностей, но их нельзя определить у молодняка и производителей. Классическими способами на такие исследования требуется минимум 5 лет.

В ведущих генетических центрах мира проводятся исследования по идентификации и реальному использованию казеи-

новых генотипов (например, «Genmark Incorporation» в США). В Германии селекция на аллель CSN3<sup>B</sup> включена в программу по разведению крупного рогатого скота. На сегодняшний день идентифицировано девять аллелей каппа-казеина: А, В, С, Е, F, G, H, I, AI [144]. В то время, как генетические варианты А и В находятся у всех пород скота с различной частотой встречаемости, такие аллели, как С и Е – редкие для большинства пород [256, 270].

Molina L.H. et. al сообщают о полиморфизме гена CSN3, представленном четырьмя аллелями (А, В, С, Е). Наиболее распространенными являются аллели CSN3<sup>A</sup> и CSN3<sup>B</sup>. Аллель CSN3<sup>C</sup> был выявлен в венгерских стадах и у животных породы Tarentaise, разводимых во Французских Альпах. Аллель CSN3<sup>E</sup> был описан у животных симментальской породы, разводимой в Швейцарии и айширской породы в Шотландии [283].

В результате сравнения учеными теоретических распределений животных разных генотипов красной горбатовской породы показано, что частота аллелей гена каппа-казеина находится в генетическом равновесии. Очевидно, это связано с тем, что селекция животных в породе ведется на основе традиционных методов оценки молочной продуктивности без учета генетических факторов, влияющих на качественный состав молочных белков. Данные по результатам оценки полиморфизма гена каппа-казеина у животных различных популяций довольно противоречивы. Так, согласно результатам, полученным в Гейсенском университете, частота аллеля CSN3<sup>B</sup> у животных голштино-фризской породы составляет 9%, в популяции чистопородной немецкой черно-пестрой породы – 20%, у джерсейской породы – 45%. По данным словацких исследователей частота аллеля CSN3<sup>B</sup> у голштино-фризов составила 21%, у черно-пестрого скота немецкого типа – 22%, у симменталов – 56% [144, 262].

У крупного рогатого скота породы Pantaneiro, разводимой в Аргентине, частота встречаемости аллеля CSN3<sup>A</sup> составила 0,782, а аллеля CSN3<sup>B</sup> – 0,218; у породы Crioulo da Argentina – 0,647 и 0,353; Argentine Holstein – 0,656 и 0,344; Jersey – 0,112 и 0,888; Gyr – 0,930 и 0,070; Rubia Gallega – 0,515 и 0,485; Nelore – 0,910 и 0,090 соответственно [275, 291, 292].

За последние 30 лет у животных красной польской и голштинской пород, разводимых в Польше, выявлена тенденция увеличения аллеля CSN3<sup>A</sup>, и следовательно уменьшение ценного аллеля CSN3<sup>B</sup>. Отбор крупного рогатого скота молочного направления продуктивности был направлен на увеличение количества получаемого молока без учета белкомолочности, что и привело к снижению частоты встречаемости аллеля CSN3<sup>B</sup>. В связи с этим в голштинской породе в Польше отмечена низкая частота встречаемости генотипа CSN3<sup>BB</sup>. Klauzinska M. et. al отмечают существенное различие между частотой встречаемости аллеля В гена CSN3 у животных красной польской и голштинской пород (0,37 против 0,23) [308].

Частота аллеля CSN3<sup>B</sup> в популяциях черно-пестрого скота за рубежом близка к таковой у голштинского скота и не превышает 0,25 [66].

Cardak A.D. установил, что от коров голштино-фризской породы с генотипом CSN3<sup>AA</sup> получено за сутки на 1560 г, 50 г и 80 г больше молока, белка и жира соответственно, чем от животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup>. Коровы симментальской породы, обладающие генотипом CSN3<sup>AA</sup>, характеризовались высшим содержанием белка в молоке (на 60 г) и жира (на 100 г), по сравнению с животными, имеющими генотип CSN3<sup>BB</sup>. От коров, гетерозиготных по данному гену, за сутки получено молока на 1390 г больше, чем от гомозиготных животных [257]. Результаты исследований A.D. Cardak совпадают с данными, полученными H. Bovenhuis et. al [251].

Bovenhuis H., Van Arendonk J.M., Korver S. указывали на то, что коровы голштинской породы с генотипом CSN3<sup>BB</sup> и CSN3<sup>AB</sup> дают меньше молока, чем коровы с генотипом CSN3<sup>AA</sup> на 173 и 51 кг соответственно. Однако содержание белка в молоке коров с генотипом CSN3<sup>BB</sup> на 0,08% выше, чем у животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup> и на 0,05% выше, чем у животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup>. Также авторы указывают на высшее содержание жира в молоке коров с генотипом CSN3<sup>BB</sup> [251, 252]. О положительном влиянии аллеля CSN3<sup>B</sup> на содержание белка в молоке у голштинских коров также указывают Ng-Kwai-Hang et. al; E, Gonyon et. al; R. Aleandri et. al [244, 245, 327]. Jakob E. утверждает



ет, что аллели CSN3<sup>B</sup> и CSN3<sup>A</sup> не оказывают влияния на содержание жира в молоке [287].

Ряд авторов E.R. Crahan, S. Schaar, Ш.П. Суяркулов, R. Aleandri отмечают, что свойства молока в процессе переработки в сыр в значительной степени зависят от наличия в молоке гена CSN3<sup>BB</sup> [202, 259, 330, 327].

Зарубежные исследователи отмечают, что при производстве сыра из молока коров с генотипом CSN3<sup>BB</sup> время коагуляции было короче на 24%, и консистенция сгустка была лучше, чем при производстве сыра из молока коров, несущих гомозиготу AA (генотип CSN3<sup>AB</sup> занимал среднюю позицию). Кроме того, установлено, что молоко коров генотипом CSN3<sup>BB</sup> предопределяет на 5% больший выход сыра, в сравнении с генотипом CSN3<sup>AA</sup> [239, 246, 260, 262, 327].

То, что В-аллельный вариант каппа-казеина ассоциирован с более высоким содержанием белка в молоке и выходом сыра, а также лучшими коагуляционными свойствами молока объясняется меньшим диаметром мицелл в молоке животных, имеющих генотип CSN3<sup>BB</sup>. Сыр, сделанный из молока животных, имеющих генотип CSN3<sup>BB</sup>, содержит больше белка и меньше жира (24,70 и 33,18% соответственно), чем сыр, изготовленный из молока коров генотипа CSN3<sup>AA</sup> (24,22 и 33,71%) [50].

Michalцова A. et. al, установили, что в молоке голштинофризских коров с генотипом CSN3<sup>AA</sup> содержится больше казеина (2,187%), чем в молоке животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup> (2,059%) [336]. Сходные данные получены также в экспериментах Z. Havlichek et. al, M. Canigova et. al, A. Michalцова, E. Benczova, M. Canigova [276, 299, 311]. Исследования этих авторов не подтвердили, что аллель CSN3<sup>B</sup> оказывает позитивное влияние на количество казеина, что не совпадает с данными H. Bovenhuis, J.M. Van Arendonk, S. Korver; Van den Berg et. al; H. Hartung, E. Gernandt [251, 273, 280].

Devold T.G. et. al у норвежского красного скота (n = 58) выявили наличие четырех генотипов каппа-казеина: CSN3<sup>AA</sup>, CSN3<sup>AB</sup>, CSN3<sup>AE</sup> и CSN3<sup>BB</sup>. Частота встречаемости генотипов составила 65,5%, 13,8%, 19,0% и 1,7% соответственно. По содержанию белка в молоке отмечено превосходство коров с генотипом CSN3<sup>AB</sup> на 0,16% по сравнению с животными с генотипом

CSN3<sup>AA</sup>, на 0,12% – с генотипом CSN3<sup>AE</sup> и на 0,33% – с генотипом CSN3<sup>BB</sup>. Также в молоке животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup> содержалось на 0,08-0,24% больше казеина, чем в молоке животных трех других генотипов [324].

Creanga St. et. al установили, что у первотелок популяции В. N. R. (Baltata cu necru romaneasca) с генотипом CSN3<sup>BB</sup> белково-молочность была выше на 0,12%, в сравнении с животными с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и на 0,25% больше, в отличие от животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup>. Наличие аллеля CSN3<sup>B</sup> в геноме животных обеспечило и более высокое содержание казеина в молоке на 0,05-0,13%. Однако содержание жира было выше в молоке животных с генотипом каппа-казеина CSN3<sup>AB</sup> на 0,02% по сравнению с первотелками с генотипом CSN3<sup>BB</sup> и на 0,29% выше, чем с генотипом CSN3<sup>AA</sup>. Существенных различий между удоем первотелок изучаемых групп в популяции В. N. R. исследователями не выявлено [284].

По данным Е.В. Иванченко, серая украинская порода характеризуется статистически достоверно более высокой частотой встречаемости аллеля CSN3<sup>B</sup> по сравнению с белоголовой украинской породой. При этом молоко животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup> отличалось уменьшенным размером мицелл и значительно более высоким содержанием белка в сравнении с животными других генотипов [87].

Формирование стад коровами, которые являются носителями аллеля CSN3<sup>B</sup> с целью обеспечения более высокой сыропригодности молока, будет способствовать эффективному использованию генетического потенциала животных. Это особенно актуально в связи с тем, что у молочных пород крупного рогатого скота, кроме голштинской и полученных с ее участием новых пород наблюдается низкая частота встречаемости аллеля CSN3<sup>B</sup> [78].

В исследованиях М.И. Гиль, Т.А. Нагорнюк, О.В. Городна установлена низкая частота встречаемости аллеля CSN3<sup>B</sup> у животных двух заводских типов украинской красной молочной породы. Так у животных жирномолочного типа частота встречаемости аллеля CSN3<sup>B</sup> составила 0,125, а у голштинизированного типа – 0,224. Животных жирномолочного типа украинской красной молочной породы с генотипом CSN3<sup>BB</sup> не выявлено [46].

В России, по данным ВНИИплем, частота встречаемости аллеля  $CSN3^B$  у крупного рогатого скота черно-пестрой породы в отдельных популяциях достигает 40%. Однако, по сообщению Л.А. Калашниковой, у быков-производителей черно-пестрой породы, принадлежащим ФГУП «Красноярскгосплем», частота данного аллеля в 2 раза ниже и составляет всего 17%, а желательный генотип  $CSN3^{BB}$  не был обнаружен [100].

В исследованиях А.Ю. Маркаряна, А.С. Канапина, А.Ф. Яковлева было показано, что более 67% быков-производителей черно-пестрой породы племобъединения «Невское» Ленинградской области имеют гетерозиготный генотип  $CSN3^{AB}$ . Доля гомозиготных особей в данной популяции оказалась небольшая и составила:  $CSN3^{AA}$  – 28% и  $CSN3^{BB}$  – 5%. Выявлено ценных, с точки зрения сыроделия, носителей генотипа  $CSN3^{BB}$  всего 8 животных. Генотип  $CSN3^{BB}$  не был диагностирован у быков-производителей голштинской породы [204].

Дерябина Ю.М. и др. изучали генетический полиморфизм каппа-казеина у быков ярославской породы. В результате их исследований в чистопородной группе быков ярославской породы выявлены два аллеля:  $CSN3^A$  – 0,53 и  $CSN3^B$  – 0,47, которые обусловили наличие трех генотипов каппа-казеина:  $CSN3^{AA}$  – 28%,  $CSN3^{AB}$  – 50% и  $CSN3^{BB}$  – 22%. В группе быков-производителей нового типа, созданного путем воспроизводительного скрещивания коров ярославской породы с голштинскими быками, распределение частот аллелей и генотипов наблюдалось следующее:  $CSN3^A$  – 0,75,  $CSN3^B$  – 0,25 и  $CSN3^{AA}$  – 62%,  $CSN3^{AB}$  – 25% и  $CSN3^{BB}$  – 13% [67].

Исследованиями Н.А. Юхмановой и Л.А. Калашниковой установлено превосходство коров с генотипом  $CSN3^{BB}$  над животными с генотипами  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$  во все периоды лактации по содержанию белка в молоке. Количество полученного сыра из молока коров с генотипом  $CSN3^{BB}$  было больше по сравнению с таковым, изготовленным из молока животных с генотипом  $CSN3^{AB}$  и  $CSN3^{AA}$  на 0,4 кг (2,88%) и на 0,7 кг (5,04%) соответственно. Совершенно очевидно, что аллельные варианты гена каппа-казеина оказывают влияние на качественные показатели молока и его сыропригодность. Молоко от коров с генотипом  $CSN3^{BB}$  обладает лучшей свертываемостью под действием

сычужного фермента и позволяет приготовить на 5-10% больше сыра с более благоприятной композицией [229].

Частота встречаемости аллеля  $CSN3^B$  у крупного рогатого скота черно-пестрой породы в России имеет широкий размах изменчивости. По данным А.Ш. Тинаева, частота желательного аллельного варианта  $CSN3^B$  в Московской популяции достигала 0,40-0,43 [206]. В тоже время полученные данные значительно отличаются от результатов Л.С. Жебровского [76] и Г.Е. Сулимовой [200], которые указывают на более низкие частоты встречаемости аллеля  $CSN3^B$  у крупного рогатого скота черно-пестрой породы в других регионах от 0,10 до 0,26.

На протяжении 12 лет (1993-2005 гг) ученые проводили исследования по определению частоты генотипов гена каппа-казеина у животных черно-пестрой породы Московской области [4, 33, 93, 200, 205]. Так, И.С. Иолчев установил следующее распределение генотипов каппа-казеина:  $CSN3^{AA}$  – 34,3%,  $CSN3^{AB}$  – 51,8%,  $CSN3^{BB}$  – 13,9%. Сулимова Г.Е. и др., Зиновьева Н.А. и др., Алипанов М., указывают на незначительное варьирование частоты встречаемости генотипов каппа-казеина:  $CSN3^{AA}$  находилась в пределах от 64,96% до 69,44%,  $CSN3^{AB}$  – от 25,92% до 31,27% и  $CSN3^{BB}$  – от 3,77% до 4,17%.

Матюков В.С. установил, что у холмогорского скота синтез генетических вариантов каппа-казеина контролируется двумя аллелями  $CSN3^A$  и  $CSN3^B$ . Средняя частота встречаемости  $CSN3^A$  составила 0,689, а  $CSN3^B$  – 0,311. Высокая частота  $CSN3^B$  выявлена в субпопуляции холмогорского скота Республики Коми – 0,331. В стадах холмогорского скота поймы реки Печоры, которые находились в наиболее жестких природно-климатических и хозяйственных условиях, частота встречаемости  $CSN3^B$  достигала 0,520 и 0,575 [140].

Результаты исследований В.Ф. Максименко и др. показали, что популяция чистопородных коров ярославской породы характеризуется большим разнообразием генотипов каппа-казеина, по сравнению с животными Михайловского типа. У ярославских коров было выявлено 8 генотипов, среди них наиболее чаще встречающимися генотипами являются:  $CSN3^{AA}$  – 44%,  $CSN3^{AB}$  – 26%,  $CSN3^{BB}$  – 14%. У коров нового типа «Михайловский»:  $CSN3^{AA}$  – 40%,  $CSN3^{AB}$  – 50%, а животных с гомо-

зиготным генотипом  $CSN3^{BB}$  не выявлено. У коров стада СПК «Михайловское» диагностированы редкие аллельные варианты каппа-казеина, такие как E, F, C и G. Установлено смещение генного равновесия в сторону преобладания гомозиготного генотипа  $CSN3^{BB}$  в популяции чистопородных животных. В популяции коров нового типа – «Михайловский» генное равновесие было смещено в сторону преобладания гетерозиготного генотипа  $CSN3^{AB}$ . Исследование коров ярославской породы выявило тенденцию, указывающую на взаимосвязь генотипа  $CSN3^{BB}$  с отдельными параметрами молочной продуктивности: в стаде СПК «Михайловское» коровы с генотипом  $CSN3^{BB}$  превосходили животных с генотипом  $CSN3^{AA}$  по удою на 570 кг; жирномолочности – на 0,11%; количеству молочного жира – на 31,9 кг; белковомолочности – на 0,21% и количеству молочного белка – на 28,1 кг. Аналогичные тенденции наблюдались в стаде коров «Горшиха». Результаты исследований свидетельствуют о том, что ярославская порода представляет большую ценность для селекционной практики, поскольку является генетическим ресурсом, располагающим ценными генотипами каппа-казеина [152].

Исследования, проведенные Т.И. Епишко и О.П. Курак, свидетельствуют о том, что в среднем по популяциям быков-производителей РСУП «Минскплемпредприятие», РСУП «Брестплемпредприятие» и РУСП «Гродненское племпредприятие» только 17,8% животных являлись носителями аллеля  $CSN3^B$ . Частота встречаемости данного аллеля у ремонтных бычков, принадлежащих РУСХП «Оршанское племпредприятие» была на уровне 14,4%. В протестированных популяциях коров (РСУП «Заречье» и РУСП «Племенной завод «Красная звезда») количество животных – носителей ценного аллеля  $CSN3^B$  составило всего 14,3%. В исследованных популяциях быков-производителей преобладали животные с генотипом  $CSN3^{AA}$  (57,3-73,7%) над особями с генотипом  $CSN3^{AB}$  (26,3 – 41,3%), а наиболее редкий генотип  $CSN3^{BB}$  был идентифицирован только у двух быков-производителей (1,0%). Частота встречаемости генотипа  $CSN3^{BB}$  у ремонтных бычков, содержащихся на элеваторе РУСХП «Оршанское племпредприятие» составила 3,0%. В популяции коров РСУП «Заречье» (ГПП) генотип  $CSN3^{BB}$  отсутствовал, однако 3,7% животных, находящихся на ферме того же

хозяйства, имели данный генотип. В РУСП «Племенной завод «Красная звезда» у 72,4% племенных коров был выявлен гомозиготный генотип  $CSN3^{AA}$ , а носителями генотипа  $CSN3^{BB}$  являлись 1,9% животных [41, 75].

Существует ряд объективных и субъективных причин, препятствующих широкому развращиванию использования ДНК-маркеров в селекционной работе на уровне племенных и товарных хозяйств. Главной из них, безусловно, является неудовлетворительное материальное состояние животноводства в целом и отсутствие должного обеспечения научных исследований в этом направлении. Тем не менее, потребности селекционной практики в эффективном ДНК-маркировании продуктивных качеств животных возрастают с каждым годом, и результаты научных исследований оказываются востребованными. Генотип каппа-казеина следует считать экономически важным селекционным критерием для молочных пород крупного рогатого скота.

Таким образом, концентрация ценного аллеля каппа-казеина в стадах черно-пестрого скота ничтожно мала. Повысить этот показатель можно, используя быков с  $CSN3^B$ -аллелем, а также проведя заказные скрещивания с целью получения гомозиготных ( $CSN3^{BB}$ ) потомков. Используя таких быков в селекции, можно не только сохранять или поддерживать концентрацию В-аллеля в маточном поголовье, но и главное - получать весьма ощутимую экономическую прибыль.

Создание и внедрение в селекционный процесс ДНК-маркеров белковомолочности крупного рогатого скота белорусской черно-пестрой породы является актуальной проблемой, решение которой обеспечило бы проведение в нашей республике маркер-направленной селекции крупного рогатого скота с целью улучшения молочной продуктивности, формирования стад с улучшенным качеством молока, пригодным для получения высококачественных сыров и белковомолочных продуктов. Это особенно существенно при закупке импортного скота, отборе быков-производителей на племенных предприятиях, осуществлении процесса селекции в племенных и товарных хозяйствах.

## **1.4 Факторы, влияющие на технологические свойства молока**

Основной задачей молочного скотоводства является получение высокопродуктивных животных, дающих молоко с большим содержанием белка с хорошими технологическими свойствами.

Натуральное молоко содержит более 250 составных элементов, каждый из которых имеет определенное значение для жизнедеятельности человека [17]. Выход и качество молочных продуктов, потери при переработке зависят не только от количественного содержания жира и белка в молоке, но и физико-химических, технологических свойств его, структуры компонентов, которые обуславливаются зоотехническими факторами - породой, индивидуальными особенностями животного, возрастом, условиями содержания, частотой доения и другими факторами [13].

Калантар А.А. еще в 1884 году обратил внимание на то, что молоко с одним и тем же содержанием жира, но полученное от разных коров, давало разное количество масла. В этом, несомненно, большая роль принадлежит качественному составу, размеру и количеству жировых шариков, составляющих жировую фазу молока [160]. Количество жировых шариков в молоке непостоянно и колеблется от 2 до 5 млрд. в 1 мл молока [90].

Многолетние исследования состава и свойств молочных белков у коров 17 пород молочного и комбинированного направления, проведенные Н.В. Барабанщиковым, позволили ему сделать вывод, что каждая порода молочного скота имеет свои, присущие ей особенности в составе и свойствах молока. По его мнению, эти особенности молока являются стабильными, генетически обусловленными и могут являться тестами при целенаправленной селекционной работе [17].

По времени свертывания молока разных пород можно отнести к трем группам: 1 группа – свертываемость молока происходит в течение 15 минут. Такая свертываемость молока наблюдается у коров шортгорнской и сычевской пород; 2 группа –

свертываемость от 15 до 30 минут – у ярославской, костромской, красной горбатовской, симментальской, швицкой, казахской белоголовой и холмогорской пород и 3 группа - свертываемость свыше 30 минут – у черно-пестрой, красной степной, бурой латвийской, эстонской и бестужевской пород.

Комаров Н.Г. установил, что молоко коров айрширской породы характеризуется лучшими технологическими свойствами при выработке сыра по сравнению с молоком коров черно-пестрой породы. В нем отмечается большее содержание казеина [117].

Давидов Р.Б. отмечает, что ни на одном из молочных продуктов так резко не отражаются изменения рационов и типов кормления, как на сыре [60].

При получении молока с желательными технологическими свойствами для сыроделия необходимо кормить коров полноценными, хорошо сбалансированными рационами. При этом необходимо иметь в виду, что некоторые растения (сурепка, полынь и т.д.) оказывают специфическое действие на молоко [142].

При неполноценном кормлении – недокорме или перекорме – происходит изменение не только количества получаемого молока, но и химического состава, что отрицательно отражается на технологических и биологических свойствах молока при его переработке в сыр [13].

По данным Б.Р. Освищера, максимальное насыщение рациона коров кукурузным силосом при круглогодичном скормлении в опытах приводит к снижению абсолютного выхода основных компонентов молока, к ухудшению его технологических свойств: увеличению содержания наименее ценной в технологическом отношении фракции гамма-казеина, ухудшению сычужной свертываемости молока и уменьшению плотности сгустка, снижению ценности молока, как среды для развития полезной молочнокислой микрофлоры [156].

Барабанщиков Н.В. и Овчинникова В.Т. установили, что в пастбищный период по сравнению со стойловым увеличилось содержание в молоке белка и жира. В пастбищный период молоко коров быстрее свертывалось сычужным ферментом, сгусток получался более плотным [13].



Преимущество пастбищного содержания по сравнению с круглогодичной стойловой системой отмечают также Т.И. Березенко, Ю.П. Дуксин, И.П. Баранова [17]. В то же время А.Н. Белов [20] предупреждает, что качество молока, его технологические свойства могут резко снизиться при переводе скота на стойловое и пастбищное содержание из-за недостаточной подготовленности скота к этим мероприятиям.

Анализируя влияние сезона года на состав и свойства молока некоторые исследователи (З.А. Бирюкова, В.А. Гармаш) сходятся во мнении: основные показатели (жир, белки, сухое вещество) уменьшаются весной (март, апрель, май) и увеличиваются осенью и в начале зимы (октябрь, ноябрь, декабрь) [22, 40].

По данным А.П. Ярошкевича максимальный средний диаметр мицелл казеина в молоке отмечен в январе, минимальный – в июне. То есть, зимой мицеллы более крупные, их размер уменьшается к весне, достигая минимума в молоке летнего периода. Отмечены изменения размера частиц казеина и по периодам лактации. Наиболее крупные мицеллы казеина в молоке встречаются на 3-4 месяце лактации коров [234]. К концу лактации средний размер частиц казеина уменьшается за счет увеличения доли мелких и снижения – крупных частиц. Николаева Г.Н. наблюдала тенденцию к постепенному повышению содержания аминокислот в молоке коров от начала к концу лактации [149]. На седьмом, восьмом месяцах лактации молоко приобретает большую питательную ценность в связи с повышением в нем качественных показателей [1]. Книга М.И. изучал содержание молочного сахара в молоке коров разного периода лактации и отметил, что молочный сахар является наиболее устойчивым компонентом молока, который почти не изменяется с ходом лактации [115].

Известно, что сборное молоко с примесью маститного медленнее свертывается сычужным ферментом, сгусток получается дряблый, затягивается процесс выработки, сыр получается низкого качества. В результате молочная промышленность терпит большие убытки. Установлено, что при наличии в сборном молоке более 6 % маститного, оно становится непригодным для

выработки высококачественных молочных продуктов из-за снижения его биологической ценности [61, 103].

Однако объяснить отмеченные различия только количественным содержанием в молоке тех или иных компонентов невозможно. Эти различия, несомненно, обусловлены особенностями составных частей молока. Строение же компонентов молока зависит от биологических особенностей и обмена веществ в организме животного, которые в свою очередь обусловлены наследственными факторами [137].

Термоустойчивость молока является важным технологическим свойством, определяющим его пригодность к высокотемпературной обработке. Это свойство особенно важно учитывать при производстве продуктов детского питания, стерилизованных молока и молочных консервов [3].

Под термостойкостью молока понимается сохранение его исходных коллоидных свойств при воздействии высокой температуры. Термоустойчивость молока обуславливается способностью казеина при воздействии высоких температур оставаться в коллоидальной суспензии, а сывороточных белков – в растворе. Чем выше термостойкость молока, тем меньше изменяется его белковый и минеральный состав и тем в большей степени сохраняются его питательные свойства [22, 68]. Устойчивость казеинового комплекса при нагревании может зависеть от его концентрации, состава и соотношения его структурных компонентов, а также от белково-солевого состава и рН водной фазы, в которой он диспергирован. Термостойкость молока характеризуется совокупностью ряда факторов: рН, концентрацией свободных ионов Са, Mg, P и цитратов, содержанием СОМО, общего белка (в т.ч. отдельных белков), степенью дисперсности и гидратации белковых частиц. Алексеева Н.Ю. утверждает, что термоустойчивость молока зависит от равновесия между катионами (кальций, магний и др.) и анионами (цитраты, фосфаты и др.). Избыток тех или других нарушает солевое равновесие системы, что может привести к коагуляции белков [3, 112].

Важную роль в термостойкости молока играют изменения в составе казеинового комплекса, степень дисперсности мицелл казеина и количества в них бета + каппа фракций [22]. С увели-

чением дисперсности мицелл казеина степень их гидрофильности и количество поверхностных зарядов возрастают, что приводит к повышению их коллоидной стойкости. Крупные мицеллы, содержащие больше коллоидного фосфата и меньше каппа-фракций, обладают большей склонностью к коагуляции, чем мелкие [267].

Сывороточные белки не влияют на термоустойчивость молока, пока их содержание в молоке не увеличивается до определенного уровня. По-видимому, существует критическая концентрация сывороточных белков, которая должна быть превышена, прежде чем казеиновый комплекс станет ненормально чувствительным к нагреванию [22, 68].

Исследования А.А. Ионкиной показали, что летом степень изменения белков молока при пастеризации меньше, чем осенью и зимой. Очевидно, в летний период наиболее благоприятные условия для синтеза молока с таким соотношением компонентов, при котором термоустойчивость его бывает максимальной [94].

По данным И.А. Икряникова на протяжении всей лактации молоко коров черно-пестрой породы было более термоустойчиво, чем молоко коров айрширской породы. Межпородные различия в термоустойчивости молока обусловлены особенностями его химического состава. В сыроделии, помимо общих требований для всех отраслей молочной промышленности к качеству молока, предъявляют специфические требования, определяемые понятием сыропригодности молока [89].

Под сыропригодностью молока понимают возможность беспрепятственно вырабатывать из него высококачественный сыр [65]. Молоко считается пригодным для производства сыра, если оно обладает необходимыми органолептическими, физико-химическими, биологическими свойствами и получено с соблюдением санитарно-гигиенических требований [68, 180].

От качества молока зависит направление технологического процесса при переработке молока в сыр. При изменении качества молока необходимо изменять и технологический процесс так, чтобы устранить или по возможности ослабить влияние изменившихся свойств молока на получаемый продукт. Но все же,

степень сыропригодности молока влияет на качество сыра больше, чем любой из факторов обработки.

Одним из основных показателей пригодности молока для производства сыра является его способность свертываться под действием сычужного фермента с образованием нормального по плотности сгустка [148].

Скобелев В.И. также отмечает, что наиболее строгие требования в отношении состава, физико-химических и ферментативных свойств и характера микрофлоры предъявляются к молоку, используемому в производстве сыров [188]. Для оценки качества такого молока ряд ученых считает необходимым иметь детальную информацию о содержании в нем белка, казеина, сывороточных белков, незаменимых аминокислот, жиров, жирных кислот, углеводов, фосфолипидов, соматических клеток, микроорганизмов, антибактериальных веществ, витаминов, макро- и микроэлементов.

Белки молока имеют большое значение для питания человека. Они содержат все незаменимые аминокислоты и лучше усваиваются организмом, чем белки других продуктов питания животного и растительного происхождения. Из целой системы белков молока выделяют две группы: казеины и сывороточные белки [206].

Белки являются главной составной частью клеток, уникальность которых заключается в их разнообразии. Синтез белков контролируется генами, то есть, аминокислотная последовательность белков закодирована в ДНК клеток. С использованием ДНК-технологий расшифрована последовательность некоторых генов крупного рогатого скота, что дает возможность определить генотип животных по этим генам [92].

С технологической точки зрения главным белком молока является казеин. Его содержание в молоке колеблется в пределах от 2,1 до 2,9 %. Элементарный состав казеина (в %) следующий: углерод – 53,1; водород – 7,1; кислород – 22,8; азот – 15,4; сера – 0,8; фосфор – 0,8 [52].

Белок коровьего молока включает 6 основных фракций ( $\alpha$ S<sub>1</sub>-казеин,  $\alpha$ S<sub>2</sub>- казеин,  $\beta$ -казеин,  $\kappa$ -казеин,  $\alpha$ -лактальбумин,  $\beta$ -лактоглобулин), которыми управляют кододоминантные аутосом-

ные гены согласно наследованию по Менделю. После открытия полиморфизма белков сыворотки [240, 241], исследователи заинтересовались генетическим полиморфизмом белков молока [242, 243, 306]. В настоящее время известно, что существует, по крайней мере, 39 генетических вариантов 6 фракций белка молока [248-250, 265, 279, 282, 286, 301]. Генетический полиморфизм белков позволил генетическим вариантам быть связанными с составом и технологическими свойствами молока [274, 281, 288, 296, 312, 316]. Эти генетические варианты образуются при замене или удалении аминокислот в пределах полипептидной цепи [301]. Казеины ( $\alpha$ S<sub>1</sub>-казеин,  $\alpha$ S<sub>2</sub>-казеин,  $\beta$ -казеин,  $\kappa$ -казеин) закодированы четырьмя сгруппированными аутосомными генами, расположенными на 6 хромосоме [258, 302, 325, 328], в то время, как ген  $\alpha$ -лактальбумина находится на 5 хромосоме [266], а ген  $\beta$ -лактоглобулина – на 11 [236, 238, 243, 303, 317].

Наиболее высокие требования в сыроделии предъявляются к казеину. Сыропригодность молока определяется как удельным весом казеина, так и дисперсностью и фракционным составом его мицелл, количеством кальция и фосфора, входящих в их состав, а также активной кислотностью молока [68, 72]. Казеин относится к фосфопротеинам и отличается от других белков молока тем, что содержит в своей молекуле большое количество фосфора, при помощи которого образуется казеин-кальцийфосфатный комплекс [182].

В молоке казеин находится в виде специфических частиц или мицелл (от лат. *micella* – крошечка, крупица), представляющих собой сложные комплексы фракций казеина с коллоидным фосфатом кальция. Казеин – комплекс 4-х фракций:  $\alpha$ S<sub>1</sub>,  $\alpha$ S<sub>2</sub>,  $\beta$ ,  $\kappa$  [52, 277, 285, 289, 306, 333]. Все фракции казеина являются фосфопротеинами, т.е. содержат остатки фосфорной кислоты, присоединенные к аминокислоте серину моноэфирной связью. Содержание остатков фосфорной кислоты (серинфосфата) в полипептидных цепях белка определяет его чувствительность к ионам кальция. Содержание остатков серинфосфата по фракциям казеина следующее:  $\alpha$ S<sub>1</sub> – 8;  $\alpha$ S<sub>2</sub> – 11;  $\beta$  – 5;  $\kappa$  – 1. Следовательно,  $\alpha$ S<sub>1</sub>,  $\alpha$ S<sub>2</sub> и  $\beta$ -казеины наиболее чувствительны к ионам кальция. В

их присутствии они агрегируют при образовании кольцевых мостиков и выпадают в осадок [52, 53, 301, 333].

Каппа-казеин не осаждается ионами кальция и в казеиновых мицеллах, располагаясь на поверхности, выполняет защитную роль по отношению к чувствительным  $\alpha_{S1}$ ,  $\alpha_{S2}$  и  $\beta$ -казеину. Однако каппа-казеин содержит чувствительную к сычужному ферменту пептидную связь, образованную остатками фенилаланина в положении 105 и метионина в положении 106. Под действием сычужного фермента молекула каппа-казеина распадается на две части: гидрофобный пара-каппа-казеин (аминокислотные остатки с 1 по 105) и гидрофильный макропептид (остатки со 106 по 169) [66].

Казеина в молоке, предназначенном для производства сыра, должно быть не менее 2,4-3,0%. При низком содержании белка снижаются структурно-механические свойства сгустка, увеличиваются потери при обработке сырного зерна [192].

Установлено, что казеин молока представляет собой смесь нескольких фракций. Современные методы исследований позволяют проводить глубокий анализ состава казеина и выделить из него до 14-20 фракций [71].

Все фракции казеина являются производными от одной из четырех основных (альфа, бета, каппа, гамма). Группа альфа-казеинов составляет 43-55%, бета-казеинов 24-35%, каппа-казеинов 8-15%, группа гамма-казеинов 3-7% [3].

Wheelock J.V. et. al, Zittle C.A. высказывают предположение, что при нагревании нерастворимая часть каппа-казеина коровьего молока может вступать в реакцию с углеводами, что может значительно увеличить продолжительность коагуляции под действием сычужного фермента [330, 335].

Исследования Н.Г. Комарова свидетельствуют о лучшей сыропригодности молока с повышенным содержанием сухого вещества, в котором отмечается больший удельный вес казеина, больший средний размер и масса мицелл казеина, при этом сокращается продолжительность сычужного свертывания, увеличивается плотность и эластичность сычужного сгустка. Кроме того, происходит уменьшение расхода сырья на получение 1 кг сыра, сокращается продолжительность обработки сырной массы,

достоверно улучшается степень использования сухого вещества и жира [117]. К подобным выводам при исследовании влияния уровня казеина на сыропригодность молока и качество сыра пришел также Н.Н. Липатов [128].

Исследованиями Т.М. Ахметова, Р.Р. Вафина, Ш.К. Шакирова при оценке помесных холмогор х голштинских первотелок по технологическим свойствам молока установлено, что присутствие в генотипе аллеля В каппа-казеина значительно улучшило состояние казеинового сгустка. Доля молока с плотным состоянием сгустка у животных с генотипом  $CSN3^{BB}$  составила 100%,  $CSN3^{AB}$  – 84%,  $CSN3^{AA}$  – 52,5%. Наибольшее содержание белка выявлено в молоке животных с генотипом  $CSN3^{BB}$  – 3,49%, что выше на 0,3% и 0,21% по сравнению с аналогичным показателем у коров с генотипом  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$  соответственно [9].

По данным Т.И. Епишко и О.П. Курак, животные белорусской черно-пестрой породы с генотипом  $CSN3^{BB}$  по белково-молочности превосходили особей с генотипами  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$  по первой лактации на 0,10% и 0,05% соответственно; по второй лактации – на 0,1% [75].

Также установлено положительное влияние аллеля  $CSN3^B$  на содержание СОМО (сухой обезжиренный молочный остаток) и плотность молока. Время свертывания молока уменьшалось при увеличении в нем доли аллельного варианта  $CSN3^B$  [14].

О существовании связи между составом молока и генетическими вариантами белков молока указывают Л.С. Жебровский и А.Д. Комисаренко [76, 118].

В производстве сыра сычужный фермент выполняет две функции. Служит средством для свертывания свежего молока и возбудителем ферментативного расщепления белков при созревании сыра. От свойств сычужного сгустка зависит скорость выделения сыворотки из сырного зерна при обработке его в ванне и содержание влаги, которое, в свою очередь, влияет на ход ферментативных процессов сырного теста и тем самым на качество сыра. Протеолитическое расщепление белков сычужным ферментом сопровождается образованием различных азотистых продуктов, которые содействуют развитию молочнокислых бактерий и служат производными вкусовых веществ.

Способность молока к сычужному свертыванию считается важным признаком его пригодности для выработки сыра. Поэтому, отклонение от нормы в длительности образования геля должно служить поводом для выяснения причин этого явления [113]. Технологический процесс производства сыра рассчитан на использование молока второго типа, когда сырный сгусток получается хорошего качества [68].

Дьяченко П.Ф. установил, что сычужный фермент катализирует гидролиз фосфоамидной связи казеина, который не сопровождается отщеплением фосфорной кислоты, а ведет к освобождению в параказеине инклюдных гуанидиновых групп, с одной стороны, и фосфорных – с другой. Появившиеся в результате действия сычужного фермента функциональные группы (-ОН) связывают ионы Са, образуя «кальциевые мостики» между молекулами параказеина. Частицы последнего увеличиваются и молоко свертывается [74].

Барабанщиков Н.В. отмечает зависимость сычужной свертываемости молока и плотности сырного сгустка от состава и свойств казеина. С повышением количества гамма-казеина удлиняется сычужная свертываемость молока, а с увеличением размера мицелл и увеличением фракции альфа-казеина она уменьшается [13].

Зайковский Я.С. считает, что сычужная вялость молока зависит от содержания в нем альбулина и глобулина, действующих как защитные коллоиды [81].

Многочисленными опытами Г.С. Инихов подтверждает, что излишнее или недостаточное количество кальция в молоке отрицательно сказывается на его свертывании [90]. Дьяченко П.Ф. с сотрудниками считают, что для нормального свертывания молока необходимо присутствие растворимых солей кальция [74]. Климовский И.И. отмечает, что на способность молока свертываться под действием сычужного фермента наибольшее влияние оказывает активная форма кальция, т.е. кальций, связанный с казеином [59].

Антила В., Альсаари Э. выясняя, является ли медленная сычужная свертываемость молока наследственной особенностью животных, пришли к выводу, что сыропригодность молока мож-



но улучшить путем селекции скота и благодаря этому повысить рентабельность процессов в сыроделии [7].

Горбатова К.К. считает, что кислотность молока влияет как на скорость свертывания, так и на структурно-механические свойства сычужного сгустка. При низкой кислотности образуется неплотный вялый сгусток, при повышенной – излишне плотный сгусток, из которого получается сыр крошливой консистенции [54].

Яхонтов П.И. на основании опыта делает вывод, что при использовании в сыроделии молока с повышенной титруемой кислотностью, снижается использование его составных частей и резко ухудшает качество сыра [235].

Несмотря на то, что в большинстве работ основное внимание уделяется коровьему молоку, во многих странах используют козье и овечье молоко. Исследования различий между казеинами этих типов молока, в частности, изучение химического состава  $\alpha$ -казеинов молока различных пород коз показали, что слабость сгустка, образованного при коагуляции козьего молока, объясняется: а) более высоким содержанием  $\beta$ -казеина по сравнению с коровьим молоком, б) отличающейся структурой  $\alpha$ -казеинов [297]. Химический состав казеинов овечьего молока изучен менее детально [315].

Таким образом, многочисленные научные исследования и практический опыт показали, что качество продуктов, получаемых из молока, напрямую зависит от его технологических свойств.

## **1.5 Основные причины возникновения и методы диагностики маститов**

Главными задачами селекции и генетики молочного скота является разработка и совершенствование методов создания высокопродуктивных пород, линий, типов и стад животных, приспособленных к современным условиям эксплуатации. Однако селекцию на продуктивность можно считать только тогда ус-

пешной, когда высокие показатели получены при сохранении здоровья и долголетнем периоде хозяйственного использования животных. Замечено, что интенсивное использование коров в промышленных комплексах, а также односторонняя селекция по признакам продуктивности способствуют снижению резистентности и возникновению инфекционных заболеваний [155]. При обнаружении достоверного влияния генотипа животных на резистентность к тому или иному заболеванию появляется возможность бороться с этим заболеванием не только ветеринарными, но и селекционно-генетическими методами. Как считает Л.К. Эрнст [227], одним из главных направлений генетического совершенствования сельскохозяйственных животных в XXI веке будет селекция на устойчивость к заболеваниям. Согласно мнению Т.М. Шуайбова, качественные особенности маркеров крови могут быть связаны с разнообразием устойчивости к определенным заболеваниям [226].

Таким образом, одной из важнейших задач молочного скотоводства является не только увеличение объемов производства молока, но и самое главное – сохранение его биологической ценности и санитарного качества, от которого зависит здоровье человека, а также экономический потенциал хозяйств и предприятий перерабатывающей промышленности. Одной из основных причин, вызывающих снижение качества молочной продукции, является мастит – заболевание молочной железы, вызванное полиэтиологическими факторами.

*Мастит (Mastitis)* – воспаление молочной железы, которое является сложной реакцией организма, возникающей в ответ на действие болезнетворных факторов, характеризуется патологическими изменениями как в тканях, так и в секрете молока.

Заболевание широко распространено среди коров разных пород. Те или иные формы маститов охватывают значительное поголовье (15-28% от общего стада, а по отдельным данным и до 50-55%) [134, 150, 185].

По сообщению В. М. Карташовой, А. И. Ивашура [109], до 75% коров болеют маститами. Мастит может проявляться клиническими признаками или протекать в субклинической (скрытой) форме. Некоторые животноводы сравнивают эту бо-

лезнь с айсбергом, поскольку многие виды маститов невозможно диагностировать визуально в результате проявления их в субклинических формах. Так, по данным многих исследователей, ежегодно у 20-25% коров регистрируются клинически выраженные маститы, протекающие в скрытой форме – у 50% и более животных [130].

Из клинических форм маститов 45% приходится на серозный, 38% на катаральный и 17% на остальные формы [80].

Экономический ущерб от маститов складывается из снижения молочной продуктивности, преждевременной выбраковки коров, заболеваемости телят и увеличения числа бесплодных коров. Ухудшаются также питательные и технологические свойства молока, появляются различные патологии в половой системе [27, 293, 295].

По данным В.А. Сидоркина и С.А. Староверова, экономический ущерб от мастита, вследствие снижения надоя молока как во время, так и после болезни, а также ухудшения его качества, составляет 30-40% от потерь, наносимых коровам всеми болезнями. Около 30% коров ежегодно выбраковываются из-за агалактии, вызванной той или иной формой воспаления молочной железы [186].

Согласно исследованию J.H. Kirk, большую часть ущерба наносят неклинические формы мастита, которые обуславливают 70 % всех потерь от этой болезни. Это выражается в уменьшении молочной продуктивности коров [293]. Pluvinage P. с сотрудниками пришли к выводу, что заболевание клиническим и субклиническим маститом приводило к недополучению от каждого больного животного за год 275 и 485 кг молока, соответственно. Кроме того, клинический мастит был причиной выбраковки 3% коров, причем около 20% животных приходилось выбраковывать в первые три месяца после лактации [307].

В Нидерландах экономические потери от мастита составляют 6-60 датских гульденов в год на корову. Затраты при мастите складываются из стоимости лечения (антибиотики, обработки, вызов специалиста), снижения ценности пораженного животного, возможной потери ценности породы, потому что дочери быков высокого класса по породе могут быть поражены в

большой степени. Разведение животных в областях с повышенным риском заболевания маститом может приводить к потери молодняка [323].

Изучая патогенность и виды возбудителей, вызывающих инфекцию вымени, Н. Vrentrup определил процент оздоровления молочных стад, зараженных золотистым стафилококком. Он выделялся у 20% первотелок. Для выздоровления таких стад требуются большие усилия и финансовые затраты [255].

Систематическое применение антимикробных препаратов для лечения коров, больных маститом, привело к значительному снижению эффективности терапевтических мероприятий. Кроме того, широкое применение антибиотиков приводит к тому, что содержание их в молоке постоянно возрастает. Антибиотики, попадая с молоком в организм человека, приводят к появлению у него устойчивых штаммов микроорганизмов, снижая эффективность применения антибактериальных препаратов в медицинской практике [64, 332].

Анализ причин выбраковки коров, поступивших на мясокомбинат, показывает, что от 33 до 42% животных было выбраковано по причине атрофии или разрастания соединительной ткани молочной железы в возрасте от 3,5 до 5 лет. В результате преждевременной выбраковки коров теряется 20-30% молока и 5-6 телят от каждой коровы. Яловость коров, по данным И.С. Загаевского, при клиническом мастите в 2,7 раза, а при субклиническом в 1,5 раза выше, чем у здоровых животных [80]. Разница в молокоотдаче между здоровой и пораженной долями вымени составляет 75-90%. При субклиническом мастите удой из пораженных долей вымени уменьшается на 17-25% [80, 106, 119]. У части коров, больных маститом, увеличивается продолжительность сервис-периода, межотельного периода и особенно сухостойного [119].

Согласно сообщениям Н.И. Полянцева и А.Н. Синявина [170], из 30 телят, потребляющих молозиво от коров, больных субклиническим маститом, заболело диспепсией 28 (93,3%), тогда как из 79 телят, получавших молозиво от здоровых коров, только 12 (15,2%). Телята, которым выпаивают молоко от «маститных» коров, отстают в росте и развитии, чаще болеют и не-

редко погибают [134, 184, 185, 186]. Согласно исследованиям В.П. Урбана с сотрудниками, маститоз матерей, больных маститом или имеющих скрытый мастит, является причиной дисбактериоза в желудочно-кишечном тракте молодняка с последующим развитием тяжелых, включая и токсичные, форм диспепсий [210]. Молоко, полученное от коров, больных маститом, может содержать большое количество бактерий – десятки и сотни тысяч в 1 мл. Употребление в пищу такого молока может вызвать у человека различные заболевания: пищевые отравления, ангины, пневмонии [134, 185, 220]. В США стадо считается благополучным по маститу в случае, если соматических клеток в молоке не более 200 тыс./см<sup>3</sup>. В Финляндии, если молоко соответствует наивысшему сорту E1 (до 250 тыс./см<sup>3</sup>), за него идет доплата до 9 пенни/л, E2 (до 400 тыс./см<sup>3</sup>) – до 3 пенни/л. По данным исследований, проведенных в Германии, установлено, что при наличии в молоке 500 тыс./см<sup>3</sup> соматических клеток продуктивность снижается на 10 %, до 5 млн – на 30 % [62].

По расчетам А. Данкверта и Л. Зернаевой, стадо можно считать благополучным по маститу, если болеет субклинической формой не более 5-8% коров [62].

При выявлении причин возникновения маститов следует исходить из следующих основных положений: во-первых, заболевает не только молочная железа, но и организм животного; во-вторых, действует комплекс болезнетворных факторов, в сочетании с предрасполагающими условиями: климатические (жара, холод), возрастные изменения в организме, неполноценное кормление, отсутствие достаточного моциона, использование неисправной доильной аппаратуры, генетическая предрасположенность, аномалии развития вымени и сосков, молочная продуктивность, физиологическое состояние организма и молочной железы (запуск, роды, послеродовой период и др.) [51].

Доклинические изменения возникают при действии неблагоприятных экзогенных и эндогенных факторов, обнаруживаются в самом вымени и во всем организме животного и зависят как от силы, продолжительности воздействия раздражителя, так и состояния механизмов локальной защиты органа и общей неспецифической резистентности.

Наиболее частыми причинами возникновения мастита являются нарушения технологии машинного доения: завышенный и колеблющийся вакуум, повышенная частота пульсаций при машинном доении, надевание доильных стаканов до припуска молока, передержка аппаратов, неправильное их снятие. При этих нарушениях повреждается слизистая оболочка молочной цистерны, воспаляются стенки соска и деформируется отверстие соскового канала. Слабость сфинктера соска значительно увеличивает возможность инфицирования вымени через сосковый канал, в который микроорганизмы попадают вместе с обратным током молока [88].

Раздражителями тканей молочной железы являются условно-патогенные и слабовирулентные микроорганизмы, проникающие в молочную железу, их продукты жизнедеятельности, токсические вещества, поступающие в организм с кормом и водой, токсические продукты, образующиеся при патологических процессах в желудочно-кишечном тракте, половых и других органах [161, 172].

Отклонения от зоогигиенических требований приводят к заболеваемости животных и снижению качества производимой ими продукции [62].

Зверева Г.В. с соавторами [84] отмечают, что в возникновении маститов у коров на фоне нарушения правил машинного доения и санитарных норм содержания решающее значение имеют микроорганизмы.

При маститах выделяют самую разнообразную микрофлору: стрептококки, стафилококки, кишечная палочка, псевдомонады, микоплазмы. В последнее время в связи с широким применением антибиотиков регистрируют мастит грибкового происхождения. Следует также отметить, что возможна и вирусная природа маститов [55, 220].

Резервуар контагиозных микроорганизмов: *Staph. aureus*, *Str. agalactiae* и др. – инфицированные четверти; заражение происходит обычно во время доения [268].

Париков В.А. с соавторами утверждают, что при длительном воздействии неадекватных раздражителей нарушается структура тканей вымени, снижается локальная резистентность,

развивается асептическое воспаление, которое, как правило, осложняется наслаивающейся микрофлорой. Процесс принимает форму субклинического (скрытого) мастита. Острый мастит может развиваться сразу при действии раздражителя большой силы или высоко вирулентного микроба [161].

Возникновение инфекционного мастита у коров зависит от многих причин и, прежде всего, от проникновения в молочную железу инфекционных агентов, которые в настоящее время из-за возросшего влияния на микромир антропогенных факторов повысили свой адаптивный потенциал, позволяющий им преодолевать естественные неспецифические барьеры микроорганизмов. Патоген мастита обнаружен и у здоровых лактирующих и сухостойных коров, содержащихся с больными животными [218].

Наиболее опасной формой мастита является инфекционный, основной возбудитель которого – золотистый стафилококк, – попадая в организм вместе с молоком, выделяет токсины. Причем при термической обработке молоко обезвредить не удастся [62, 108, 110, 219].

Weller R.F. и Davies D.W.R. отмечают, что при бактериологическом исследовании секрета от коров с высоким содержанием соматических клеток наиболее часто выделяется *Staphylococcus aureus* [334].

Если мастит возникает по причинам незаразного характера, дальнейшее течение болезни, как правило, осложняется микробным фактором. Чаще причиной возникновения мастита становятся бактерии группы стафилококков, кишечной палочки, стрептококки. При проведении бактериологических исследований молока в хозяйствах Брестской и Витебской областей в 81% проб были выделены чистые культуры микроорганизмов. Среди них стафилококков было выделено 71,1%, из них 42,1 % приходилось на золотистый стафилококк. Стрептококки диагностированы в 11,5% случаев исследуемых проб, бактерии группы кишечной палочки – в 15,4% проб [10, 31, 83, 104, 105, 218].

По данным А. Deutz., золотистый стафилококк имеет широкое распространение, обладает высокой патогенностью и является основным возбудителем мастита [263]. Способность золотистого стафилококка образовывать защитную экзополисаха-

ридную капсулу является главным препятствием к попытке создания вакцины против мастита коров на основе этого агента, а также наличия большого количества серотипов и низкого уровня иммунного ответа на экзополисахариды. Авторы делают вывод, что при разработке вакцин против мастита коров необходимо учитывать региональное варьирование серотипов *St. aureus* [278].

Учеными из Дании подтверждена гипотеза о том, что некоторые штаммы *St. aureus*, вызывающие маститы у коров, являются более контагиозными, вирулентными и персистентными, чем другие штаммы этого возбудителя [326].

В Финляндии V.Muylly с сотрудниками, анализируя причину низкого уровня выздоровления коров при мастите, вызванном золотистым стафилококком, пришли к выводу, что природа хронической инфекции этого возбудителя обусловлена его персистенцией в молочной железе коров, но не исключается и вероятность реинфекций, поскольку на каждой ферме чаще доминирует один тип золотистого стафилококка [305].

Клинические исследования Л.Д. Демидовой и В.М. Сотниковой показывают, что применение антибиотиков при лечении мастита коров провоцирует реверсию золотистого стафилококка из L-формы в вегетативную, что приводит к повторной вспышке воспалительного процесса в молочной железе – рецидиву заболеваний [64].

Bennett R.H. и другие ученые, изучая взаимосвязь качества молока с заболеваемостью маститом, в качестве показателя наличия мастита в стаде использовали выделение из секрета возбудителей мастита: *Staph. aureus* – 16,2%, *Str. agalactiae* – 9,0%, другие виды стафилококков и стрептококков 48,9% и 12,9%, соответственно [97, 247, 253, 304].

В исследованиях J. Flinois и C. David представлена характеристика случаев мастита с выделением микроорганизмов. Выделенные микроорганизмы включали стафилококки (22,9%), стрептококки (47,1%), эшерихии коли и энтеробактерии (17,5%), различные другие виды (9,3%), дрожжи и грибы (2,7%). Отмечено также, что при переходе от острой к латентной форме мастита изменяется видовой состав микрофлоры вымени. В частности,



при латентной форме происходит выраженное повышение числа случаев стрептококковой и стафилококковой инфекции [228, 272].

Полиморфные маститы возникают только при проникновении возбудителя в молочную железу извне через сосковый канал [88].

В сухостойный период возбудителями мастита являются те же микроорганизмы, что и в период лактации. Ю.Н. Полянцев установил, что в 85% проб секрета из долей вымени коров, поражённых маститом в период сухостоя, выделяются патогенные стафилококки, стрептококки, диплококки, сальмонеллы, кишечная палочка [171].

На заболеваемость коров маститом, как предрасполагающий фактор влияют плохие корма с низким содержанием витаминов и микроэлементов, а также однообразное силосно-концентратное кормление животных [31, 62, 147, 220, 294, 300].

По данным А.И. Ивашуры [88], в первую очередь заболевание выявляют у коров, место которых находится у проходов и тамбуров. Зимой при открывании дверей холодный воздух проникает в помещение и вызывает переохлаждение животных. Весной возникающие при проветривании сквозняки также приводят к неравномерному охлаждению тела. Животные, стоящие в центральной части коровника, менее подвержены действию низких температур, повышенной влажности, сквознякам и поэтому болеют реже [10, 21].

Согласно данным некоторых исследователей неблагоприятные условия внешней среды снижают общую резистентность и функцию саморегулирующих систем организма, что приводит к патологическим процессам в вымени [10, 129].

Установлено, что около половины (46,9%) от всех заболевших маститами коров приходится на конец зимнего стойлового (март-апрель) и начало пастбищного (май) периода содержания животных. Чаще всего это совпадает с первыми днями послеродового периода. В это время на фоне общего нервного стресса (перевод на пастбищный период содержания, несоблюдение сроков доения, быстрые перегоны) состояние защитных сил организма животного снижено, а ослабление сфинктера сос-

кового канала при несоблюдении ветеринарно-санитарных правил доения и содержания коров способствует проникновению микробов в ткани вымени. Обильное кровоснабжение тканей молочной железы предрасполагает к быстрому развитию воспалительного процесса. При изучении заболеваемости коров маститами в зависимости от сезона года установлено, что резкий подъем данной патологии приходится на апрель-май. Такая ситуация возникает в связи с массовыми отелами крупного рогатого скота в хозяйствах с резким переходом со стойлового на пастбищное содержание. Снижение заболеваемости коров маститами наблюдается в июне, и наибольший спад регистрируется в ноябре. Вероятнее всего, такое состояние объясняется активным моционом и полноценным рационом, сбалансированным по большинству питательных веществ [31, 331].

По данным Г.Ф. Кочан и Л.П. Гориновой [220], большинство маститов наблюдается в весенний период в результате резкой смены кормления, когда снижается резистентность организма животных и увеличивается заболеваемость.

Считается, что серозные маститы в большинстве случаев возникают на почве воздействия стресс-факторов, наиболее сильным из которых являются роды, травмы и кормовые интоксикации [31]. Хронические стрессы вызывают морфологические изменения в тканях молочной железы [10].

Высокая молочная продуктивность с низким содержанием жира и белка в молоке являются предрасполагающими факторами к возникновению мастита [35].

Меуег F. утверждает, что у заболевших коров средняя жирность молока понижается на 0,25%, белка – на 0,05%, в том числе  $\alpha$ - и  $\beta$ -лактальбумина – более чем в 2 раза, а количество соматических клеток в молоке увеличивается 5-30 раз. Изменяется состав жирных кислот. Сокращается количество фосфолипидов, уменьшается количество  $\alpha$ - и  $\beta$ -казеина, но возрастает количество каппа-казеина. Резко увеличивается содержание иммуноглобулинов, пептона и лактоферрина. В связи с этим снижается молочная продуктивность, теряется качество молока.

Солдатов А.П. и Любимов А.И. отмечают, что коровы, в молоке в молоке которых содержится повышенное количество

лизоцима, болеют маститами реже по сравнению с коровами, имеющими низкий титр лизоцима. Летом и в зимний период этот показатель повышается, данный факт связывают с более полноценным кормлением и активизацией обменных процессов в организме животных. Исследователи пришли к выводу, что наибольшее число маститов приходится на переходные периоды – весна и осень [193].

Установлена заболеваемость коров маститами в зависимости от скорости молокоотдачи и возраста. Скорость молокоотдачи зависит от типа нервной системы животного и свойств вымени, технологии доения, конструкции и параметров доильного аппарата. Считается, что для машинного доения пригодны коровы со средней скоростью молокоотдачи 1,2 кг/мин и более [111]. Повышение скорости молокоотдачи свыше 2,5 кг/мин. приводит к увеличению заболеваемости на 3-15 %, а в среднем по всем группам животных на 10 % [173].

Коровы от 5 лет и старше заболевают маститом в 3-4 раза чаще, чем молодые животные [30, 220].

По данным ученых, заболеваемость маститами у коров с возрастом увеличивается. Так, наименьший процент заболевших животных наблюдался по первой, второй, третьей и четвертой лактациям. По пятой и далее лактациям в сравнении с четвертой количество больных удваивалось [39, 153, 155]. С возрастом коровы становятся менее устойчивы к заболеванию маститом. И.Н. Гринько установил, что первотелки болеют маститом значительно реже, чем животные старших лактаций [18, 57, 189]. Поэтому Х.К. Тухбатуллин указывает на целесообразность интенсивного использования животных лишь до 6 лактации, т.к. в этот возрастной период у коров резко снижается и продуктивность [208].

Ярочкин В.В., изучая частоту распространения маститов в Гродненской области, также установил, что риск возникновения данного заболевания у коров тесно связан с их возрастом: если у коров первой лактации клинический мастит был отмечен у 2,1 %, то у коров четвертой и пятой лактации поражаемость маститом достигла более высоких показателей: 6,0; 19,3% и 8,8; 27,2%, соответственно. Анализируя заболеваемость коров по

периодам лактации, следует отметить, что воспаление вымени возникало в течение всего производственного цикла при различном физиологическом состоянии молочной железы. При этом наблюдалась тенденция к нарастанию количества больных коров в начале лактации (32,7%), в период запуска (28,5%) и сухостоя (26,7%) [233].

Исследованиями М.А. Багманова и Ю.Б. Никульшиной также установлено, что у коров 5-7-летнего возраста мастит встречается чаще, чем у молодых, что связано со снижением общей устойчивости организма. Так, в ходе исследований авторы установили, что в возрасте 3-4 лет данное заболевание встречается у 5% коров, 5-7 – у 38%, свыше 7 лет – более чем у 65% [10].

Однако, по данным В.К. Копытина и О.Г. Новикова, возраст животных не влияет на частоту заболевания маститами. Максимальное количество больных (50,3%) выявляли в первые три месяца лактации, к восьмому месяцу это количество больных уменьшилось до 2,8%, на девятый и десятый месяц – возросло до 4,5-4,8%, а в период запуска – до 8,8% [121, 300].

В то же время учеными установлено, что основную роль в этиологии мастита у коров играют не только паратипические, но и генетические факторы, так как выявлены отдельные породы, линии и семейства крупного рогатого скота, устойчивые или, наоборот, предрасположенные к нему [88]. Имеются данные, что у голштинского скота заболеваемость составляет до 58%, у гернсейского – 33,6%, айрширов – 5,6%, породы хариан – 2%. У буйволиц и зебу частота встречаемости маститов намного меньше, чем у коров молочных пород [42]. Попов Л.К. в процессе исследований установил, что животные линии голштинского скота Монтвик Чифтейна 95672, Рефлекшн Соверинга 0198998, Говернор Корнейшна 629472 являются более выровненными по заболеванию животных маститом и в общей совокупности реже подвержены данному заболеванию по сравнению с линиями симментальского скота [173]. Шуайбов Т.М. также в своей работе дает информацию о наличии межвидовых, межпородных и индивидуальных различий в восприимчивости животных к оп-

ределенным заболеваниями генетической предрасположенности к заболеванию [208, 226, 332].

Исследования, проведенные О.А. Калмыковой [104] подтверждают, что резистентность коров к заболеванию маститами имеет генетическую детерминированность. Ведущим приемом при разработке селекционных программ являются оценка быков-производителей по маститоустойчивости дочерей. Приоритетное использование должны иметь животные, улучшающие данный признак.

Brade. W., изучая генетическую корреляцию между молочной продуктивностью и маститом, указывает, что причиной неудач при разведении животных, устойчивых к маститу, является односторонняя селекция на улучшение продуктивности. Селекционная работа должна предусматривать такие моменты, как исключение из племенного стада коров, пораженных маститом, в качестве матерей быков-производителей, чьи дочери наиболее восприимчивы к маститу [254].

Важнейшим морфологическим признаком вымени коров является его форма. Установлено, что коровы с большим железистым выменем чашеобразной или округлой формами, с равномерно развитыми долями, оптимальными для машинного доения размерами сосков и их расположением характеризуются высокой продуктивностью и относительно редко болеют маститом. При машинном доении коров большое значение имеют величина, форма и расположение сосков. Нежелательны соски слишком толстые (диаметр более 3,2 см), длинные (более 9 см) и тонкие (1,8 см). Передние соски обычно на 1-1,5 см длиннее задних, однако желательная их длина 6-8 см. Нежелательны как сближенные соски (расстояние менее 6 см), так и чрезмерно широко расставленные (расстояние между кончиками более 20 см) [111].

Маститы широко распространены в хозяйствах, где много коров с формой вымени, непригодной для машинного доения [51].

Баймишева Д.Ш., Коростелева Л.А., Котенков С.В. в своих научно-хозяйственных опытах установили, что заболеванию маститом более подвержены коровы, имеющие козью форму вымени (50%), а наименее – с чашеобразной (15,7%) [11]. Со-

гласно исследованиям В.В. Пилько, Л.В. Аленицкой, которые изучали влияние формы вымени коров на частоту заболеваний маститом в условиях Витебской области, установлена зависимость частоты заболеваемости от формы вымени. Наибольшее число больных животных обнаружено среди коров с козьей формой вымени, меньше всего среди животных с чашеобразной. Разница по частоте мастита между этими группами составила 44,9% (критерий достоверности ( $t_d = 4,9$ ), а между группой коров с округлой формой вымени и козьею – 26,2% ( $t_d = 3,1$ ) [165].

Связь формы сосков с восприимчивостью коров к маститу отмечают многие исследователи [2, 10, 84, 264]. В своих исследованиях М.А. Багманов и Ю.Б. Никульшина выявили, что в Ульяновской области у коров черно-пестрой породы с цилиндрической формой сосков мастит регистрировался в 11,84% случаев, с конической – в 34% [10].

Singh N. et al, изучая влияние морфофункциональных свойств вымени на заболеваемость коров маститами в условиях Индии, установили, что среди коров с отвислым выменем маститы наблюдали в 5,5 раз чаще, чем у животных с нормальной формой вымени. Также у коров, имевших длину сосков 5-6 см, частота заболеваемости маститом составила 10,7%, у животных с длинными (более 6 см) и короткими (менее 5 см) сосками – 26,7% и 14,3%, соответственно [264].

Предрасполагающими к заболеванию факторами, по мнению В.М. Воскобойникова, являются неравномерное развитие четвертей, чрезмерная легкодойность или тугодойность коров. Так, у легкодойных коров вакуум легко повреждает ткани. При машинном доении чаще подвергаются заболеванию четверти вымени, отклоняющиеся в сторону увеличения или уменьшения от нормального развития. Маломолочные четверти вымени чаще подвергаются воздействию вакуума, обильномолочные недодаиваются, что и является причиной поражения их маститами [36, 217]. По данным Л. Кибкало и Г. Пономаревой, идеальным является вымя, каждая четверть которого дает 25 % молока от общего удоя. Хорошим по равномерности можно считать вымя, каждая передняя доля которого продуцирует не менее 20 % всего удоя [111].

Ложкин Э.Ф. [129] отмечает, что коровы, перенесшие хронические маститы, в следующую лактацию заболевают вновь. По данным М.В. Morcos, et al, вторичный мастит отмечают в 4 раза чаще, чем первичный (88,8% против 22,0%) [253].

При маститах, возникающих в результате заноса микроорганизмов с током крови, создаются предпосылки к диффузному распространению воспаления. В патологический процесс при этом вовлекается половина или вся молочная железа. Если микробы внедряются в ткани через лимфатическую систему (раны, трещины, ссадины), то воспалительный процесс начинается в подкожной или промежуточной соединительной ткани. Маститы, возникающие в результате внедрения микрофлоры в ткани вымени через сосковый канал (галактогенный путь), первично поражают слизистую оболочку этих отделов вымени. Затем процесс может быстро распространиться на мелкие молочные протоки и альвеолы. Под влиянием микрофлоры происходит распад белков молока с образованием аммиака, уменьшается рН секрета в щелочную сторону, появляются сгустки и крошки казеина или плёнки фибрина. Под действием щелочной реакции снижается способность секретирующих клеток синтезировать лактозу, казеин и жир [51, 88]. По данным А.А. Ивашуры [88], мигрировавшие в молочную железу в результате нанесённого раздражения лейкоциты выделяют фермент миелопероксидазу, который тормозит секрецию молока лактоцитами.

Солдатов А.П. с соавторами [35] установили, что в молоке больных маститом коров содержание жира было снижено на 27,3%, общего белка на 25,5%, снижен уровень лактозы, количество казеина, активность ферментов, титруемая кислотность. Вместе с тем увеличилось содержание соматических клеток до  $3827 \times 10^3/\text{мл}$  против  $555 \times 10^3/\text{мл}$  в молоке из здоровых четвертей. Такое молоко утрачивает технологические свойства: плотность, свертываемость, термическую устойчивость, время коагуляции [138]. В результате изменения вышеуказанных свойств молока задерживается развитие молочно-кислых бактерий, используемых для закваски при производстве молочных продуктов. Примесь 5-10% молока от коров, больных маститом, снижает качество изготавливаемой продукции [88].

В исследованиях Б.Л. Белкина с сотрудниками установлены определенные закономерности изменения ряда клинических показателей коров при заболевании их маститами. С развитием воспалительного процесса в вымени у коров с клинической формой мастита содержание эритроцитов в крови снижается на 17,7%, гемоглобина на 10,1%. Содержание лейкоцитов у животных с субклинической и клинической формой мастита было выше, чем у здоровых коров на 1,1 и 1,9 раза, соответственно. Увеличилось содержание эозинофилов в 1,6 и 2,8 раза, сегментоядерных нейтрофилов в крови коров со скрытой формой мастита в 1,2 и 1,4 раза. Фагоцитарная активность нейтрофилов в крови коров с субклинической формой мастита повысилась на 10,6 %, с клинической формой – на 46,8%. Содержание В-лимфоцитов возрастало в 3,1 и 7 раза. В крови коров обеих групп увеличилось содержание общего белка на 4,6 и 12,2%. В молоке больных коров обеих групп увеличилось содержание соматических клеток соответственно в 2,6 и 6,4 раза, общего белка – в 1,6 и 1,3 раза, иммуноглобулинов на 17,8 и 46,0%.

Аленичкиной Г.Е. и Севастьяновой В.М. изучена взаимосвязь клеток, белков крови и молока коров в разные периоды лактации и при маститах. Авторы отмечают снижение общего белка крови, лейкоцитов и нейтрофилов в молозивный период. Число соматических клеток в молозиве возрастает в десять раз. В сыворотке молока в этот период общее содержание белка увеличивается в два раза, возрастает количество иммуноглобулинов и др. Повышение количества лейкоцитов в крови при мастите обусловлено поступлением их в молочную железу, в цитограммах секрета которой число нейтрофилов достигает 60 %. Возрастание моноцитов крови при мастите вызывает увеличение макрофагов в секрете молочной железы [5].

Заболеваемость коров маститом возрастает с повышением уровня молочной продуктивности. Установлено, что начиная с удоя 3500 кг вероятность заболевания коров маститом увеличивается. Причем такая закономерность просматривалась как при заболевании коров клиническим, так и скрытым воспалением вымени. [139, 194, 233].



По мнению Н.И. Полянцева и А.Н. Синявина [170], маститы снижают генетический потенциал стада и эффективность целенаправленной селекционной работы, вызывают болевые ощущения, которые рефлекторно передаются из молочной железы к половым органам, способствуя расстройству их функции: происходит прямой перенос возбудителей из молочной железы к половым органам.

Учитывая то, что маститы наносят огромный экономический ущерб отрасли молочного скотоводства, во всех странах принимаются и действуют специальные программы по профилактике и борьбе с этим заболеванием.

Одним из основных вопросов в системе борьбы с маститом является ранняя его диагностика. От своевременного и правильно поставленного диагноза зависит эффективность проводимых мероприятий. В задачу диагностики входит не только обнаружение каких-либо нарушений в молочной железе, но и определение их сущности. Поэтому необходимо выявить не только явно больных животных, но и коров с нарушением секреции молока или раздражением вымени, а также животных – носителей патогенных микроорганизмов.

Диагностика мастита, лечение и предупреждение заболеваний молочной железы коров является одной из важных и актуальных задач, стоящих перед животноводами Республики Беларусь.

В настоящее время существуют различные методы диагностики заболевания молочной железы: клиническое обследование общего состояния животного, органолептическая, физико-химическая и бактериологическая оценки секрета молочной железы, используется лазерная диагностика. Недостатком существующих способов является необходимость использования лабораторного оборудования, дорогостоящих реактивов, иногда сложных технических средств, большие затраты времени [127].

Изменение химического состава молока, полученное от коров с субклинической формой мастита (или с примесью такого молока), вызывает нарушение биохимических процессов при его переработке в молочные продукты. Такое молоко менее термостойчиво и сыропригодно. Отмечается повышенная вязкость,

меньшая плотность и медленное отделение сыворотки у кислотно-сычужных сгустков. Особенно это важно в сыроделии, поэтому для производства сыра такое молоко не применяется. Примесь 15-25 % маститного молока в сборном (содержание соматических клеток более 1 млн/см<sup>3</sup>) снижает качество кисломолочных продуктов, масла. Установлено ухудшение вкуса пастеризованного молока в хранении при 6° С при его производстве из сырого с примесью аномального [25, 28, 59, 187].

Для определения аномальности молока используют различные методы. Одна группа основана на контроле изменения химического состава и физико-химических свойств молока (рН, содержания натрия, хлора и лактозы, ферментативной активности и др), другая группа методов основана на определении в молоке количества соматических клеток путем прямого подсчета под микроскопом или специальных счетчиков. Используют и косвенные способы подсчета соматических клеток по изменению вязкости молока при добавлении к нему мастоприма, димастина и др. [25].

Применяемые в настоящее время методы выявления мастита несовершенны, они не позволяют эффективно диагностировать возбудителя, а, следовательно, и проводить эффективное лечение [88, 110]. Не разработаны методы, позволяющие на генном уровне проводить селекцию на устойчивость животных к данному заболеванию.

Известно, что мастит является полиэтиологическим и полифакторным заболеванием. Микробную этиологию имеют 80% маститов. Если же мастит возникает по иным причинам, то все равно дальнейшее течение болезни осложняется микробным фактором, который в этом случае будет вторичным. Чаще причиной возникновения мастита становятся бактерии группы кишечной палочки, стафилококки, стрептококки. В последние годы наблюдается увеличение роли антибиотикоустойчивых микробов в этиологии маститов, что является результатом отсутствия эффективной диагностики возбудителя и предварительного проведения определения чувствительности микроорганизмов к антибиотикам с целью выбора наиболее эффективного препарата.

Массированное и часто необоснованное применение в ветеринарной медицине антибиотиков и химиотерапевтических препаратов, особенно широкого спектра действия, привело к появлению и распространению циркуляции бактерий с высокой резистентностью к данным препаратам [162].

Для диагностики скрытой формы мастита чаще всего применяют экспресс – методы исследования молока с различными реактивами. Однако чувствительность последних неодинакова, они не всегда надежны и являются основанием для проведения отбора коров, подозрительных по заболеванию маститом [110].

Идентификация бактериальных патогенов в молоке коров рассматривается как окончательный диагноз мастита. Она также дает информацию для профилактики и контроля этого заболевания. В большинстве клинических лабораторий методы идентификации основываются на микробиологическом анализе проб молока и биохимических тестах выделенных бактерий. Преимущество микробиологического исследования заключается в возможности идентифицировать бактерии и определить антимикробную чувствительность, т.е. получить информацию, на основании которой назначается лечение. Однако этот метод имеет ряд недостатков. Ограничивающим фактором является динамика инфекции. У коров с субклиническим маститом степень инфицированности в течение лактации колеблется от низкой до высокой. В культуре молока из долей вымени с субклиническим маститом можно не выявить бактерии из-за очень низкого количества патогенов или же присутствия в пробах остаточных антибиотиков, которые ингибируют рост бактерий *in vitro*. Кроме того, биологическое культивирование молока – это трудоемкий процесс. Идентификация видов бактерий стандартными биохимическими методами требует более 48 часов [271].

Особую надежность для постановки диагноза мастита представляет полимеразная цепная реакция. Некоторые традиционные методы диагностики, например иммуноферментный анализ, выявляют белки-маркеры, являющиеся продуктами жизнедеятельности инфекционных агентов, что лишь дает опосредованное свидетельство наличия инфекции. Выявление специфического участка ДНК возбудителя методом ПЦР диагности-

рует присутствие возбудителя инфекции. ПЦР позволяет одновременно выявить многие патогены, которые могут быть причиной мастита. В этом случае в одну реакцию включены несколько пар праймеров, специфичных к различным сегментам ДНК, что дает возможность амплификации множественных последовательностей-мишеней в одном анализе. Идентификация бактерий основывается на амплификации гена-мишени, очень консервативного в пределах вида и изменчивого между видами. В настоящее время полимеразная цепная реакция используется для одновременного выявления и типирования нескольких видов бактерий и вирусов [271].

Наличие патогенной флоры можно обнаружить на ранних стадиях инфекции у животных-носителей, когда число бактерий в молоке очень низкое.

Инфекционное заболевание молочной железы, вызываемое *Staph. aureus*, до сих пор является одной из наиболее серьезных проблем молочных ферм во всем мире. Для дифференцировки штаммов *Staph. aureus*, выделенных у крупного рогатого скота, больного маститом, в настоящее время широко и успешно используется метод типирования фагов, но он имеет ряд недостатков, так как является технически требовательным. Как известно, повышенная патогенность микроорганизмов связана с наличием у них специфических факторов, которыми могут быть клеточные токсины, ферменты, разрушающие окружающие ткани, белки, подавляющие иммунный ответ и др. Выработка этих факторов контролируется соответствующими генами, которые часто образуют в геноме так называемые островки патогенности [211].

Наличие специфического продукта ПЦР можно выявить разными методами: путем электрофоретического разделения, а в последнее время – по накоплению геноспецифичного флюоресцирующего продукта. Однако для более точной диагностики нередко применяется гибридизация исследуемых нуклеиновых кислот со специфическими молекулами-зондами по принципу комплементарности [221].

Поэтому в настоящее время селекционная работа в скотоводстве должна быть направлена не только на создание новых

пород и популяций скота с ценными хозяйственно-полезными признаками (высокая молочная продуктивность, жирномолочность, хорошая скорость молокоотдачи, пригодность к машинному доению, длительность хозяйственного использования, высокие репродуктивные качества, крепкая конституция), но и на резистентность к различным заболеваниям, в том числе к маститу. Все эти качества должны стойко передаваться по наследству как со стороны отцов, так и матерей [173].

Исследования, проводимые во многих странах мира, свидетельствуют, что среди множества причин, способствующих возникновению заболевания молочной железы коров маститом, наиболее значимой является генетическая предрасположенность животных, а степень маститоустойчивости в определенной степени зависит от наследственных качеств отцов (быков-производителей). В связи с этим интерес представляют исследования, направленные на выявление не только тест-систем, диагностирующих возбудителя, но и ДНК-маркеров предрасположенности и устойчивости животных к данному заболеванию, дающих возможность проводить селекционные программы на устойчивость молочного скота к маститам.

Сейчас уже становится очевидным, что инфекционное заболевание есть результат взаимодействия генов вирулентности инфекционного агента, генов иммунного ответа и факторов внешней среды (в том числе лечебных препаратов). Современные молекулярно-биологические методы позволяют быстро и успешно проводить идентификацию известных генов и их вариантов (аллелей), дополняя существующие микробиологические и иммунологические подходы [221].

## **1.6 Взаимосвязь между количественными признаками у крупного рогатого скота**

Известно, что сельскохозяйственные животные обладают большим разнообразием морфологических, физиологических хозяйственно-полезных признаков. Многие из них имеют боль-

шое значение для практики животноводства. Племенная работа с животными направлена на улучшение и совершенствование многих из них. Все хозяйственно-полезные признаки сельскохозяйственных животных подразделяются на количественные и качественные. К количественным признакам относятся: удой, жирномолочность, белковомолочность, содержание жира и белка в молоке и другие. Одним из важнейших показателей, позволяющим изучить связь между варьирующими признаками, определить их величину и направление является коэффициент корреляции ( $r$ ). Он позволяет сделать анализ связи между признаками и имеет большое практическое значение. Коэффициент корреляции позволяет определить долю влияния наследственности отца и матери на генотип и фенотип потомства, его используют для прогнозирования продуктивности отдельного животного или всего стада и породы [15, 16].

Коэффициент корреляции – это показатель, изменяющийся в пределах от  $-1$  до  $+1$ . Положительная корреляция предполагает, что высокие значения одного признака имеют тенденцию случаться одновременно с высокими значениями другого, и низкие значения обоих признаков также обычно встречаются одновременно. С другой стороны, отрицательная корреляция двух признаков предполагает, что высокие значения одного признака имеют место при низких значениях другого, и наоборот. Корреляция вблизи нуля показывает, что два признака не изменяются одновременно, а скорее, они не зависят друг от друга. Данные о корреляции между удоем и содержанием жира в молоке, удоем и содержанием белка в молоке за первую и лучшую лактации с учетом метода подбора, предоставляют возможность селекционеру учесть при планировании возможный сдвиг в жирномолочности и белковомолочности стада [98].

По данным Д.М. Бубена коэффициент корреляции между удоем и жирномолочностью у коров красного белорусского скота в племязаводе «Василишковский» ( $n = 276$ ) составил  $+0,11$ , что указывает на низкую положительную связь между данными признаками. Также исследователь отметил среднюю положительную корреляцию между жирномолочностью и белковомолочностью ( $r = +0,41$ ). В связи с этим Д.М. Бубен предположил, что отбор коров по высокой жирномолочности будет способст-

вывать в какой-то мере повышению белковомолочности в данной популяции животных. Коэффициенты корреляции между жирномолочностью и количеством молочного жира и между удоем и белковомолочностью являлись низкими отрицательными ( $r = -0,01$  и  $r = -0,18$  соответственно) [26].

Герасимчук Л.Д., Клименок В.И. и Селезнев В.И. установили, что у голштиinizированных черно-пестрых коров Сибири ( $n = 198$ ) связь между удоем и жирномолочностью по трем лактациям низкая отрицательная ( $r = -0,216... - 0,179$ ); между удоем и белковомолочностью – низкая отрицательная и низкая положительная ( $r = -0,176... + 0,081$ ); между жирномолочностью и белковомолочностью – низкая положительная ( $r = +0,006... + 0,080$ ). Исследователи утверждают, что отбор животных по белковомолочности не окажет значительного влияния на удои и жирномолочность исследуемого поголовья [45].

Взаимосвязь удои и содержания жира в молоке коров айрширских стад низкая отрицательная, коэффициент корреляции равен  $-0,291... - 0,266$ . Корреляционная связь между удоем и содержанием белка в молоке также отрицательная, но несколько выше, чем между удоем и жирностью молока ( $r = -0,193... - 0,129$ ). Между содержанием жира и белка в молоке связь низкая положительная ( $r = +0,257... + 0,276$ ) [225].

Корреляционная связь между удоем и жирномолочностью у животных черно-пестрой породы, завезенных из России в Казахстан, оказалась низкой отрицательной ( $r = -0,212... - 0,011$ ), а у дочерей Ампера и Финала слабopоложительная ( $r = +0,009... + 0,012$ ). Коэффициент корреляции между удоем и белковомолочностью у коров линии Посейдона составил от  $-0,220$  до  $+0,002$ , у линии Франса от  $-0,011$  до  $+0,019$  и линии Монтвик Чифтейна от  $+0,018$  до  $+0,021$  [159].

При оценке коэффициентов корреляции у коров черно-пестрой породы Московской области высокая степень взаимосвязи обнаружена в сочетаниях: «удой – молочный жир» ( $r = +0,873$ ), «удой – молочный белок» ( $r = +0,962$ ) и «молочный жир – молочный белок» ( $r = +0,674$ ). Средней и низкой положительной коррелятивной связью отличаются сочетания «молочный жир – % содержания жира в молоке»; «молочный жир – % содержания белка в молоке»; «% содержания жира в молоке – мо-

лочный белок» и «молочный белок – % содержания белка в молоке» ( $r = + 0,330$ ;  $r = + 0,148$ ;  $r = + 0,206$  и  $r = + 0,084$  соответственно) [232].

По данным А.А. Дорожки коэффициент корреляции между удоем и жирномолочностью у первотелок белорусской черно-пестрой породы голландского и голштинского корня был низким положительным ( $r = + 0,090 - + 0,179$ ) и отрицательным ( $r = - 0,076 - - 0,203$ ). По второй лактации величина ( $r$ ) между удоем и жирномолочностью являлась низкой положительной за исключением коров голландского корня в учхозе УО «Волковисский государственный аграрный колледж» и СПК «Хатьковцы» ( $r = - 0,153$  и  $r = - 0,093$ ). По третьей лактации наблюдалась низкая отрицательная корреляция среди всех подопытных групп животных за исключением коров голландского корня в РУСП «Племзавод «Россь». Корреляция между удоем и выходом молочного жира у животных голландского и голштинского корня по трем лактациям была высокой положительной ( $r = + 0,899 - 0,986$ ). Взаимосвязь между жирномолочностью и количеством молочного жира являлась низкой отрицательной как среди животных голландского, так и голштинского корня в учхозе УО «ВГАК» и СПК «Хатьковцы». В РУСП «Племзавод «Россь» корреляция между вышеуказанными признаками имела положительное низкое и среднее значение ( $r = + 0,176 - 0,412$ ) [70].

Фенченко Н.Г. и Назарченко О.В. установили, что корреляция между удоем за 305 дней лактации и молочным жиром у черно-пестрых коров полукровных по голштинам была положительной и колебалась в зависимости от лактации от 0,89 до 0,96, а между удоем и содержанием жира в молоке – отрицательной от  $- 0,12$  до  $- 0,76$ . Выявлена отрицательная корреляция между удоем и содержанием жира в молоке у черно-пестрых датских коров ( $r = - 0,02$  и  $- 0,15$ ) и их матерей по третьей лактации ( $r = - 0,48$ ) [213].

Казаровец Н.В. и др. в своих исследованиях отмечает, что высокий надой молока связан с небольшим снижением содержания жира ( $r = - 0,18$ ) и белка ( $r = - 0,07$ ) в молоке. Так, коэффициент корреляции удой – жирномолочность и удой – белкомолочность в п/з «Ленино» составил  $- 0,21$  и  $- 0,26$  соответственно. Также отрицательная корреляция установлена между этими при-



знаками в п/с им. Чкалова, учхозе БСХА и САО «Нива» ( $r = -0,17$  и  $r = -0,08$ ;  $r = -0,01$  и  $r = -0,03$ ;  $r = -0,11$  и  $r = -0,10$  соответственно). Существенные различия в корреляционных связях различных дойных стад подтверждают необходимость их постоянной корректировки и вычисления для конкретных стад и популяций [98].

Танана Л.А. и др. установили, что по взаимосвязи обильномолочности и жирномолочности у подопытных животных белорусской черно-пестрой породы наблюдалась низкая разнонаправленная корреляция. Исключение составили только животные линии Валериана-Блекстера, у которых по третьей лактации наблюдалась средняя положительная корреляция ( $r = +0,373$ ), и животные кросса Валериана-Блекстера х Старбука-Кляйтуса ( $r = +0,341$ ). Взаимосвязь между обильномолочностью и содержанием молочного жира в молоке по всем изучаемым группам была средней величины и положительной. У животных линии Валериана-Блекстера по всем трем лактациям выявлен положительный коэффициент корреляции, низкий по первым двум лактациям ( $r = +0,254$  и  $r = +0,279$  соответственно) и средний по третьей ( $r = +0,443$ ). Также средней величины положительный коэффициент корреляции отмечен у животных кросса Валериана-Блекстера х Старбука-Кляйтуса по третьей лактации ( $r = +0,390$ ) [168].

Данные, полученные С.А. Гриценко, свидетельствуют о том, что коэффициенты корреляции между удоем и содержанием в молоке СОМО, общего белка, казеина, сывороточных белков, кальция и лактозы, являются отрицательными, что указывает на снижение показателей качественного состава молока при увеличении удоя животного. Высокий положительный коэффициент корреляции наблюдался между содержанием в молоке общего белка, казеина, сывороточных белков и содержанием жира в молоке ( $r = +0,96$ ;  $r = +0,81$  и  $r = +0,83$  соответственно). Средний уровень взаимосвязи отмечен между содержанием жира в молоке, лактозой и кальцием, коэффициенты корреляции составляют соответственно 0,46 и 0,40. Была установлена положительная связь между СОМО и общим белком ( $r = +0,53$ ). Высокая положительная корреляция выявлена между содержанием в молоке белка и казеина ( $r = +0,84$ ). Связь общего белка молока

с содержанием в нем кальция и лактозой носит положительное направление и средний уровень (коэффициенты корреляции составляют, соответственно, + 0,40 и + 0,50). Отмечена положительная средняя связь казеина молока с сывороточными белками ( $r = + 0,51$ ), лактозой ( $r = + 0,59$ ) и кальцием ( $r = + 0,35$ ). Также выявлены высокие и средние взаимосвязи между самими показателями химического состава молока, что позволяет косвенно улучшать качество молока при ведении селекции по одному или двум показателям (например, по величине содержания в молоке жира и белка) [58].

Коэффициенты корреляции у дочерей быков-производителей кавказской бурой породы между удоем и жирномолочностью являются низкими отрицательными. Положительная корреляция между удоем и жирномолочностью выявлена в группе дочерей быков-производителей Харвиста 1716946 и Аврала 1795. Среднюю положительную корреляцию между жирномолочностью и белковомолочностью имели дочери быка Музыканта 7709, Мелиса 1394 и Харвиста 1716946 ( $r = + 0,428$ ;  $r = + 0,595$ ;  $r = + 0,613$  соответственно).

Таким образом, отбор и широкое использование животных, в потомстве которых выявлена положительная коррелятивная связь между удоем и жирномолочностью, между удоем и белковомолочностью, будет способствовать быстрому преодолению отрицательной зависимости между этими признаками.

## **1.7 История создания и современное состояние крупного рогатого скота красной белорусской породной группы**

В процессе интенсификации животноводства в мире произошло резкое уменьшение численности локальных пород сельскохозяйственных животных, обладающих целым рядом ценных хозяйственно-полезных качеств, но не отличающихся высокой продуктивностью. За последние десятилетия исчезло около 30 пород крупного рогатого скота. На грани исчезновения находят-

ся 13 аборигенных пород скота, среди которых значится и породная группа красного белорусского скота. Сокращение генофонда – процесс негативный, так как приводит к обеднению генетических ресурсов и снижению возможностей создания новых пород сельскохозяйственных животных, отвечающих запросам общества и требованиям времени. Организация ООН по вопросам продовольствия и сельского хозяйства (ФАО) рекомендует в целях сохранения ценных мировых генетических ресурсов животных воссоздать популяцию красного белорусского скота.

Красный белорусский скот являлся породной группой крупного рогатого скота Беларуси молочного направления. Как и остальные красные породы скота Европы, он принадлежит ветви западнославянского скота, который, в свою очередь, был ветвью короткорогатого скота древнего Египта [37]. По типу и происхождению он родственен другим красным породам, в образовании которых решающую роль сыграло использование ангельнской, а затем красной датской пород [122].

Красная белорусская породная группа крупного рогатого скота начала создаваться со второй половины XIX столетия, когда в имения помещиков, расположенных на территории Беларуси, были завезены чистопородные животные, в основном красных пород, из Германии, Дании и Польши. Эти животные завозились с целью улучшения местного скота, который в то время отличался устойчивостью, хорошей приспособленностью к местным условиям, но был позднеспелым, мелким и низкопродуктивным. Однако использовались завозные быки только в крупных имениях, где были созданы лучшие условия кормления и содержания, а также в близлежащих к ним крестьянских хозяйствах. Основная масса же крестьянского скота не улучшалась и разводилась «в себе» в примитивных условиях. Коровы были мелкие, живой массой 240-250 кг, с продуктивностью 600-800 кг молока за год [37, 122].

С целью дальнейшего совершенствования красного скота в начале XX столетия в западные районы Беларуси было завезено 350 быков ангельнской и красной польской пород. Они размещались в имениях помещиков и хозяйствах зажиточных крестьян. В это же время начали создаваться контрольные союзы по

разведению красного белорусского скота. В отчете Самохваловичского союза отмечалось, что в условиях крестьянских хозяйств удои коров достигали 1560 кг молока при жирности 4 % [37].

Красный белорусский скот в 20-30-е годы XX века экспонировался на сельскохозяйственных выставках и получил высокую оценку со стороны экспертных комиссий. В 1935 году в Минском и Дзержинском районах был создан государственный племенной рассадник красного белорусского скота, и издана государственная племенная книга. Все это говорит о высокой ценности красного скота [212].

23 февраля 1960 года красный белорусский скот был утвержден породной группой крупного рогатого скота. Были созданы государственные станции по племенной работе и искусственному осеменению сельскохозяйственных животных. В 1967 году издан I том государственной племенной книги, где записано 102 быка-производителя и 169 коров [56].

Для красного белорусского скота были утверждены следующие стандарты по хозяйственно-полезным признакам. По удою за 305 дней лактации: по I лактации – 2600 кг, по II лактации – 3000 кг и по III лактации – 3400 кг молока. Стандарт по содержанию жира в молоке составил 3,8%, а по содержанию белка в молоке – 3,3%. Требования стандарта по количеству молочного жира за 305 дней лактации составили 99 кг по I лактации, 114 кг по II лактации и 129 кг по III лактации. Живая масса коров первого отела была не менее 380 кг, второго отела – 420 кг и третьего – 450 кг и более [91].

Красный белорусский скот разводили во всех областях Беларуси. Однако наибольшее распространение он получил в Гродненской области и в смежных районах Минской и Брестской областей. Основная масса красного белорусского скота была сосредоточена в Неманской низменности [37].

Параметры экстерьера у взрослых животных были следующими: масть красная и рыжая с оттенком от светло-рыжей и светло-красной до темно-красной и вишневой. Особенности экстерьера были тесно связаны с условиями, в которых порода возникла и существовала. Характеризовался экстерьер следующими

особенностями: голова средних размеров, удлинённая; у быков массивная и более широкая; шея тонкая, плоская с кожей, собранной в мелкие складки; у быков относительно короткая, более толстая и мускулистая. Холка нормальных размеров, встречались животные с продолговатой и слегка выступающей на туловище. Иногда отмечалась острая и раздвоенная.

Грудь относительно глубокая и широкая. Ребра косо расположены по отношению к позвоночнику, расстояние между ребрами большое. У быков грудь глубокая и широкая, что характеризовало лучшее развитие передней части туловища. Спина и поясница достаточно длинные, ровные и умеренно широкие. У быков спина и поясница широкие, мускулистые и крепкие. Средняя часть туловища хорошо развита. Брюхо объёмистое, вместительное и неотвислое. Крестец ровный, слегка выступающий над туловищем. Зад достаточно длинный и умеренно широкий. У быков зад достаточно развит, крестец составляет прямую линию с поясницей и спиной. Конечности крепкие, не грубые, сухие с блестящими копытами. Суставы четко очерчены [37, 122].

Вымя округлое, железистое, различных размеров по объёму. Часто встречались животные, имеющие чашеобразную форму вымени. Кожа тонкая, плотная и эластичная, покрыта коротким и густым волосом.

Установлено, что в благоприятных условиях выращивания и кормления молодняк и взрослые животные красной белорусской породной группы по промерам не уступали черно-пестрому скоту [37, 122].

Необходимо также отметить, что скот красной белорусской породной группы являлся ценным по таким показателям, как жирномолочность и белковомолочность. Не следует также забывать, что данная породная группа выведена на основе местного скота, то есть скота, хорошо приспособленного к природным условиям нашей республики.

К сожалению, достижения селекционеров, других специалистов, руководителей хозяйств и племенной службы, работавших над совершенствованием красного белорусского скота не были полностью востребованы из-за недокорма животных. Без

достаточного научного обоснования в 1975 г. Министерством сельского хозяйства БССР был издан приказ (во исполнение постановления Совета Министров БССР от 12.02.1975 г., № 29), которым предусматривалось «...полностью заменить симментализированный скот и скот красных и бурых пород животными черно-пестрой породы в Брестской, Гомельской и Минской областях к 1982 г., Витебской, Гродненской и Могилевской областях к 1995 г.». По этой причине была прекращена целенаправленная селекционно-племенная работа с красной белорусской породной группой крупного рогатого скота. Однако до настоящего времени в бывшем племзаводе «Новый двор» и других хозяйствах используются животные красной белорусской породной группы. Из-за неприхотливости, выносливости, крепкого здоровья, хорошей молочной продуктивности и вкусовых качеств молока крестьяне многих районов Гродненской, Витебской, Брестской и Минской областей разводят этот скот методом «народной селекции».

Однако в мире существуют породы крупного рогатого скота, родственные красной белорусской породной группе.

Одной из них является красная горбатовская порода крупного рогатого скота молочно-мясного направления продуктивности. Выведена в конце XIX начале XX века в Богородской волости Горбатовского уезда Нижегородской губернии (ныне Богородский район Горьковской области) скрещиванием местного великорусского скота с тирольским и последующим длительным разведением помесей «в себе». Скот имеет удлиненное туловище, низкие конечности, крестец несколько приподнят, костяк крепкий и лёгкий. Масть вишнёво-красная, иногда с белыми отметинами на нижней части брюха, вымени и кисти хвоста. Быки имеют массу 680-800, коровы – 420-500 кг. Средний годовой удой составляет 2500-3300 (до 4300) кг, жирность молока – 4,2-4,3%, содержание белка – 3,4-3,5%. Скот хорошо откармливается. Убойный выход 60-62%. Разводят в Горьковской, Владимирской, Ивановской областях Российской Федерации.

Красная датская порода крупного рогатого скота, молочно направленного продуктивности. Выведена в XIX веке в Дании скрещиванием местного (фюненского) скота с ангельской, северошлезвингской и баллумской породами. Одна из лучших

молочных пород мира. Животные имеют длинное, глубокое и широкое туловище на низких ногах, широкие грудь и зад. Конституция крепкая. Быки имеют массу 800-1000 и более кг, коровы – 550-600 (иногда до 800) кг. Средний годовой удой – 4500-4800 кг, жирность молока – 4,0%, наибольшая – 5,4%, белково-молочность – 3,4%. Животные скороспелые – ремонтные бычки к 12 месяцам весят около 420 кг, к 18 месяцам – 600 кг. Разводят в Дании, Польше. Красную датскую породу использовали при выведении бурой латвийской, красной литовской и красной эстонской пород.

Красная литовская порода крупного рогатого скота, молочного направления продуктивности. Выведена в конце XIX начале XX века на территории Литвы скрещиванием местного скота с ангельнской, красной датской и другими породами. Конституция крепкая, плотная, костяк лёгкий, крепкий, голова небольшая, туловище длинное. Масть красная. Быки имеют массу 700-900, коровы – 450-500 кг. Средний годовой удой – 3500-4000 кг, жирность молока – 3,7-3,9%, наибольшая – 4,45%, белково-молочность – 3,1-3,2%. Разводят в основном в Литовской республике.

Красная степная порода крупного рогатого скота, молочного направления продуктивности. Формировалась с конца XVIII века на территории современной Запорожской области Украины. Применяли скрещивание серого степного скота с красным остфрисляндским, красным немецким, ангельским. До конца XIX века помесей на Украине разводили «в себе», в других районах их скрещивали с местным скотом. С 20-х годов XX века ведется планомерная работа по разведению породы. Животные сухой, плотной, крепкой конституции. Масть красная, разных оттенков: у многих животных белые отметины на голове и туловище. Взрослые племенные быки имеют массу 800 – 900 (иногда до 1200) кг, коровы – 450-550 (иногда до 700) кг. Средний годовой удой достигает 3800-4500 кг, жирность молока – 3,6-3,8%, содержание белка – 3,2%. Животные приспособлены к жаркому климату, хорошо акклиматизируются. Основные районы разведения – Украина, Западная Сибирь, Казахстан.

Красная тамбовская порода крупного рогатого скота, молочно-мясного направления продуктивности. Выведена в 30 –

40-х годах XX века в Тамбовской и Воронежской областях скрещиванием местного скота сначала с пашковским, а затем с тирольским и симментальским. Масть красная, разных оттенков, встречаются животные с белыми отметинами на брюхе и груди. Быки имеют массу 700-900, коровы – 500-570 кг. Средний годовым удой достигает 3000-4000 кг, жирность молока – 3,8-3,9%, белкомолочность – 3,3%. Разводят в Тамбовской области Российской Федерации.

Красная эстонская порода крупного рогатого скота, молочного направления продуктивности. Выведена в конце XIX начале XX века в Эстонии скрещиванием местного скота с ангельнской породой. Для совершенствования помесей использовали быков красной датской и северошлезвигской пород. У животных крепкая, плотная конституция. Масть светло- и тёмно-красная. Быки имеют массу 800-900, коровы – 500-600 кг. Средний годовым удой составляет 3500-4000 кг, жирность молока – 3,9-4,1%, содержание белка – 3,3-3,4%. Породу используют для улучшения красного скота в Республике Молдова.

Таким образом, красная белорусская породная группа является ценной популяцией местного скота, отличающейся приспособленностью животных к местным условиям, неприхотливостью, крепким здоровьем, хорошими воспроизводительными качествами, молочной продуктивностью, повышенным содержанием в молоке белка и жира. Несмотря на большие потери в поголовье и качестве животных, произошедшие в результате непоследовательной деятельности руководящих органов, красный белорусский скот еще можно и нужно сохранить для использования в пороодообразовательном процессе. При этом основополагающим фактором, при воссоздании стад красного белорусского скота, является использование ДНК-технологий в селекционном процессе, позволяющим отбирать животных с лучшим качеством молока, пригодным для получения высококачественных молочных продуктов.



## 1.8 Выводы

1. Исходя из анализа литературных источников, можно утверждать, что важное значение в достижении высоких показателей молочной продуктивности белорусской черно-пестрой породы крупного рогатого скота имеют традиционные методы селекции животных – отбор и подбор. Повышение эффективности отрасли молочного скотоводства возможно за счет совершенствования пород, линий по увеличению удоя, жира и белка в молоке коров.

2. Использование методов молекулярной генетики при отборе и подборе сельскохозяйственных животных позволит ускорить селекционные процессы и повысить продуктивность коров.

3. Возрастающее значение производства белковой продукции диктует необходимость использования генетических и селекционных методов для повышения экономической эффективности этого производства. В связи с этим предлагается считать генотип каппа-казеина экономически важным селекционным критерием для пород крупного рогатого скота, специализированных в молочном направлении продуктивности. Современные методы ДНК-технологии позволяют идентифицировать генотипы молочных белков у производителей и молодняка, что значительно ускоряет решение задач современной селекции. Генотипы каппа-казеина можно использовать в качестве генетических маркеров и селекционным путем закреплять наиболее ценные из них в следующих поколениях.

4. На качественные показатели и технологические свойства молока оказывает влияние достаточное количество различных факторов. Основными из них являются: порода, полноценное кормление, технология содержания, состояние здоровья животного.

5. Маститы снижают генетический потенциал стада и эффективность целенаправленной селекции. На устойчивость коров к маститам оказывают влияние множество паратипических факторов: форма вымени и сосков, длина и диаметр сосков, интенсивность молокоотдачи, возраст, сезонность. Установлена зависимость маститоустойчивости от генотипа отца и матери,

кровности улучшающих пород, линейной принадлежности. Важное место в профилактике маститов, наряду с общепринятыми ветеринарно-санитарными мероприятиями, следует отводить селекционно-генетическим методам. ДНК-диагностика позволит быстро проводить идентификацию известных генов, дополнив существующие микробиологические подходы.

6. Белковомолочность и жирномолочность находятся в отрицательной связи с основным селекционируемым признаком молочного скота – величиной надоев. Жирномолочность с белковомолочностью коррелирует положительно. Следовательно, селекция по одному из этих признаков будет способствовать увеличению другого.

7. Красная белорусская породная группа крупного рогатого скота по типу и происхождению родственна другим красным породам, в выведении которых решающую роль сыграло использование ангельнской, а затем красной датской пород. При воссоздании скота красной белорусской породной группы важно сохранить высокие качественные показатели и технологические свойства молока, присущие животным исходной породной группы.

## 2. Материалы и методы исследований

Экспериментальная часть работы выполнялась в 2006-2011 гг. в УО «Гродненский государственный аграрный университет» и УО «Витебская ордена «Знак почета» государственная академия ветеринарной медицины». ДНК-тестирование животных по генам CSN3 проводили в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству», а ДНК-диагностику возбудителей мастита – в ГНУ «Институт биоорганической химии» НАН Беларуси.

Полиморфизм гена каппа-казеина изучен в популяции 72 быков-производителей, принадлежащих Шучинскому филиалу РУСП «Гродненское племпредприятии» (50 производителей черно-пестрой породы белорусской селекции, 13 производителей голштинской породы шведской селекции и 9 производителей голштинской породы венгерской селекции); 20 быков РСУП «Минскплемпредприятие»; 160 – РСУП «Брестплемпредприятие»; 83 – РСУП «Витебскплемпредприятие»; 71 – РСУП «Гомельплемпредприятие»; 94 – РСУП «Могилевплемпредприятие» и 232 ремонтных бычков РУСХП «Оршанское племпредприятие». Также было протестировано 68 коров красной белорусской породной группы и 80 коров белорусской черно-пестрой породы в ЧСУП «Новый Двор – Агро» Свислочского района Гродненской области (средний уровень продуктивности), 81 высокопродуктивная корова белорусской черно-пестрой породы с удоем не ниже 7500 кг, принадлежащих СПК «Обухово» Гродненского района Гродненской области и 380 коров в СПК «Ольговское» Витебского района Витебской области.

Ядерную ДНК выделяли из разбавленной спермы (пайеты) и ткани (ухо) перхлоратным методом. Основные растворы для выделения ДНК, амплификации и рестрикции готовили по Т. Маниатису, Э. Фрич, Дж. Сэмбруку [135].

Для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) использовали олигонуклеотидные праймеры:

CAS1: 5' - ATA GCC AAA TAT ATC CCA ATT CAG T - 3'  
CAS2: 5' - TTT ATT AAT AAG TCC ATG AAT CTT G -3'.

Концентрацию ДНК, специфичность амплификата и результаты рестрикции оценивали электрофоретическим методом в агарозном геле, окрашенном бромистым этидием, с помощью трансиллюминатора в проходящем УФ-свете с длиной волны 260 нм. В качестве маркера использовали ДНК плазмиды pBR322, расщепленную рестриктазой AluI. По 10 мкл амплификата расщепляли рестриктазой HindIII при температуре 37°C в течение 4-х часов. Продукты рестрикции разделяли электрофоретически в 4% агарозном геле при напряжении 100 вольт, в течение 1 часа. Для анализа распределения рестрикционных фрагментов ДНК в агарозном геле после электрофореза использовали компьютерную видеосистему и программу VITran [313] (рисунок 1).

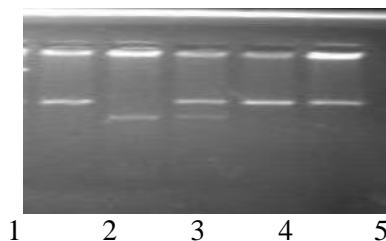


Рисунок 1 – Рестрикция амплификатов (№ 1-5), полученных с помощью лизиса, проведенного в течение 8-10 часов с использованием рестриктазы HindIII. Электрофорез проводили в 2% агарозном геле, 30 мин, 130 В

Дорожки 1, 4, 5 – генотип CSN3<sup>AA</sup> – фрагмент 530 п.о.

Дорожка 3 – генотип CSN3<sup>AB</sup> – фрагменты 530, 400 и 130 п.о.

Дорожка 2 – генотип CSN3<sup>BB</sup> – фрагменты 400 и 130 п.о.

Для изучения молочной продуктивности подопытные коровы белорусской черно-пестрой породы были сгруппированы в зависимости от возраста: первотелки, коровы второго и третьего отелов. Молочную продуктивность коров красной белорусской породной группы изучали только по полновозрастной лактации. В обработку включали показатели по тем животным, у которых продолжительность лактации была не меньше 240 дней, а возраст при первом отеле составлял 25-30 месяцев. В каждом хозяйстве у животных учитывали удой, содержание жира и белка, выход молочного жира и белка за 305 дней лактации. Молочную

продуктивность подопытных коров определяли при помощи проведения ежемесячных контрольных доений.

Перед тем, как отобрать молоко для исследования его технологических свойств, мы провели биохимическое исследование крови подопытных животных в лаборатории УО «ГГАУ». При этом определяли содержание общего белка (в том числе альбуминов), эритроцитов, лейкоцитов, кальция, фосфора и гемоглобина. Пробы крови для анализа брали из яремной вены у 43 животных (в ЧСУП «Новый Двор – Агро» 16 коров красной белорусской породной группы и 12 коров белорусской черно-пестрой породы; в СПК «Обухово» 15 высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы) утром до кормления. Гематологические показатели определяли в соответствии с «Методическими указаниями по применению унифицированных биохимических методов исследований крови, мочи и молока в ветеринарных лабораториях» [145].

Кислотность молока ( $^{\circ}\text{T}$ ) определяли арбитражным методом по П.В. Кугеневу, Н.В. Барабаншикову [124], плотность молока,  $\text{г/см}^3$  – ареометром в молочном цехе СПК «Агро-Лозы» Волковысского района Гродненской области. Показатели качества молока коров (содержание сухого вещества, %; белка, %; жира, %; лактозы, %; количество соматических клеток, тыс./мл) определяли в Гродненской молочной лаборатории РУСП «Гродненское племпредприятие» методом проточной цитометрии при помощи прибора «Комбископ». Процентное содержание сухого обезжиренного остатка (СОМО) вычисляли по формуле:

$$СОМО = С - Ж, \quad (2.1)$$

где: *СОМО* – сухой обезжиренный молочный остаток, %;

*С* – сухое вещество молока, %;

*Ж* – содержание жира, %.

Для изучения технологических свойств молока были сформированы опытные группы коров, согласно идентифицированным генотипам каппа-казеина.

Опытные образцы твердого сыра из молока коров с различными генотипами каппа-казеина были приготовлены в мо-

лочном цехе СПК «Агро-Лозы» Волковысского района Гродненской области по следующей технологии. По 10 кг молока, полученного от животных каждой генотипической группы по гену  $CSN3^{AA}$ ,  $CSN3^{AB}$ ,  $CSN3^{BB}$  заливали в ушат и пастеризовали 20 минут при температуре 65 °С, а затем сразу же охлаждали до 32 – 34 °С. Молоко перемещали в сыродельную ванну и вносили 40 %-ный раствор хлористого кальция из расчета 1,2 – 1,5 г на 10 кг и закваску из чистых культур молочнокислых бактерий в количестве до 1 %. 2 г сычужного порошка и 2 г поваренной соли растворяли в 0,25 л воды, подогретой до температуры 30 – 32 °С. Через 10 минут определяли крепость раствора. Для этого из молока, находящегося в ванне, отбирали 100 мл, в которые добавляли пипеткой 10 мл сычужного раствора. Содержимое быстро перемешивали и определяли продолжительность образования сгустка. Время с момента внесения раствора до появления сгустка характеризует крепость сычужного раствора, выраженную в секундах. Потребность в сычужном растворе для всего перерабатываемого молока определяли по формуле:

$$P = \frac{M \times K \times 0,1}{B \times 60}, \quad (2.2)$$

где:  $P$  – количество сычужного раствора, л;  
 $M$  – количество молока, л;  
 $K$  – крепость сычужного раствора, с;  
 $B$  – заданное время свертывания молока, мин.

Сычужный раствор вливали в ванну тонкой струей при постоянном перемешивании. После этого молоко оставляли в покое для свертывания. Одновременно с этим отмечали время свертывания молока. Образовавшийся сгусток разрезали ножом до получения кубиков. В таком состоянии сырная масса оставалась в покое 5 минут. Затем сырную массу измельчали до образования зерен размером 4-6 мм. После измельчения сырное зерно оставалось в покое 3 минуты. Далее через сито удаляли сыворотку. Часть изъятной сыворотки использовали для второго нагревания сырного зерна до 40 °С. Сыворотку, нагретую до 50 °С,

вливали в ванну с сырным зерном и хорошо перемешивали. Через 10 минут удаляли сыворотку. Для удаления избыточной сыворотки сырную массу прессовали при давлении пресса 15 кг на 1 кг сыра. После прессования приготовленный сыр взвешивали на электронных весах. Содержание жира в сыре определяли кислотным методом а содержание влаги – экспресс-методом по П.В. Кугеневу, Н.В. Барабаншикову [124].

Опытные образцы творога из молока коров с различными генотипами каппа-казеина были приготовлены в молочной лаборатории ОАО «Беллакт» г. Волковыск Гродненской области по следующей технологии. По 10 кг молока, полученного от животных каждой генотипической группы по гену CSN3<sup>AA</sup>, CSN3<sup>AB</sup>, CSN3<sup>BB</sup> пастеризовали в течение 25 секунд при температуре 80 °С. Затем его охлаждали до температуры сквашивания (33 °С). После этого использовали закваску культур молочнокислых бактерий в количестве 5-8 % с кислотностью 85-90 °Т. Через 3 часа, когда кислотность молока достигла 32-34 °Т, добавляли хлористый кальций из расчета 5 г на 10 кг молока в виде заранее приготовленного 40%-ного водного раствора. После этого молоко перемешивали каждый час. Этим достигалось равномерное распределение закваски и предотвращалось отстаивание жира. Сквашивали молоко 6 часов при температуре 18-20 °С. Образовавшийся сгусток разрезали ножом и оставляли в покое для отделения сыворотки. Вновь выделившуюся сыворотку удаляли. Сгусток без сыворотки помещали в емкость для взвешивания. Вес полученного творога определяли на электронных весах. Содержание жира в твороге определяли в молочном жиромере, а содержание влаги – экспресс-методом по П.В. Кугеневу, Н.В. Барабаншикову [124].

Для выявления плеiotропного действия гена каппа-казеина изучали ассоциацию с воспроизводительными качествами подопытных животных путем анализа данных зоотехнического учета. По каждому животному определяли возраст первого отела (месяцев), продолжительность стельности, сервис-периода, сухостойного и межотельного периодов (дней), индекс осеменения животных.

Заболееваемость коров маститами изучали в зависимости от сезона года, морфофункциональных свойств вымени, возраст-

та. При этом диагностировали клинически выраженный мастит и субклинический. Клиническое исследование животных включало осмотр вымени, пальпацию молочной железы, пробное сдаивание и отбор молока для лабораторного исследования. Осмотром определяли форму вымени, симметричность и развитость долей вымени, целостность молочной железы. При пальпации обращали внимание на температуру, болезненность, консистенцию тканей вымени. По наличию примесей в секрете молочной железы и характеру клинических признаков диагностировали клинически выраженный мастит. Если секрет вымени не отличался от нормального молока, то для определения субклинического мастита использовали диагностикум бромтимоловый синий и прибор мастит-тест. Постановку реакции осуществляли следующим образом: в лунку молочно-контрольной пластинки (после доения) вносили 1 мл исследуемого молока и добавляли 1 мл реактива, содержимое перемешивали. При положительной реакции наблюдали окрашивание молока в зеленый, при отрицательной реакции - в салатовый или светло-зеленый цвет.

В осенне-зимний период времени коровы содержались в основных помещениях на привязи, в стойлах, на полах из полой керамической плитки. В качестве подстилки использовали древесные опилки. Доение коров производили на доильной установке АДМ-8.

Морфофункциональные свойства вымени коров изучали согласно методическим материалам «Оценка вымени и молокоотдачи коров молочных и молочно-мясных пород» [158].

Форму вымени коров определяли в период раздоя с 30 по 90 день. Длину сосков измеряли сантиметровой лентой с делением 1мм от основания до кончика соска, диаметр – в средней части соска, кутиметром перед доением. Скорость молокоотдачи у 227 коров определяли путем деления количества молока в разовом удое на продолжительность доения. Разовый удой (кг) и время доения коров (мин) определяли во время проведения контрольной дойки.

Возраст коров, удой за предыдущую лактацию учитывали по данным зоотехнического учета хозяйства.

Исследования крови проводили в центральной научно-исследовательской лаборатории УО «Витебская государственная



академия ветеринарной медицины». Для изучения морфологического состава пробы крови брали из яремной вены с соблюдением правил асептики [107]. Для определения количества лейкоцитов, эритроцитов, гемоглобина кровь стабилизировали раствором гепарина.

В крови определяли количество эритроцитов и лейкоцитов, концентрацию гемоглобина, гематокрита – на гематологическом анализаторе Medonic SA – 620.

Биохимические исследования сыворотки крови включали:

- определение общего белка – рефрактометрическим методом,

- общего кальция – фотометрическим методом,

- неорганического фосфора - по Полсу в модификации В.Ф. Коромылова и Л.А. Кудрявцевой,

- глюкозы – глюкозооксидантным методом,

- щелочного резерва – диффузионным методом по И.П. Кондрахину.

Для обнаружения микроорганизмов из пораженных долей брали секрет вымени коров, реагирующих на диагностикум бромтимоловый синий.

Проведены исследования по изучению ассоциации полиморфных вариантов гена CSN3 с частотой заболеваемости коров маститами.

Использовали ПЦР для диагностики возбудителей золотистого стафилококка.

ДНК выделяли из молока больных маститом животных с использованием наборов, изготовленных в институте биоорганической химии (реагент А и реагент В).

Для более точной постановки диагноза мастита у молочных коров был применен метод мультиплексной полимеразной цепной реакции, который позволил параллельно выявить двух основных бактериальных агентов, вызывающих мастит у коров: *S. aureus*, *S. agalactiae*.

При проведении мультиплексной ПЦР использовали праймеры, нуклеотидные последовательности которых соответствовали последовательностям, предложенным Forsman, al., 1997:

*S. aureus*: TCTTCAGAAGATGCCGAATA  
TAAGTCAAACGTTAACATACG

*S. agalactiae*: AAGGAAACCTGCCATTTG  
TTAACSTAGTTTCTTTAAAACTAGAA

Для проведения ПЦР *S. aureus* и *S. agalactiae* использовали реакционную смесь в объеме 50 мкл: 200 мкМ dATP , 10 мм буфер для проведения ПЦР (pH = 8,3), 50 мМ KCL и 200 нг экстрагированной ДНК.

ПЦР – программа: «горячий старт» – 95°C – 5мин; 36 циклов: денатурация – 95°C – 1мин, отжиг – 59°C – 30 сек, синтез – 72°C – 30 сек; элонгация – 72°C – 7 мин.

Продукты расщепления амплификата рестриктазой HaeIII представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Чувствительность мультиплексной ПЦР для обнаружения ДНК из *S. aureus*, *S. agalactiae* с использованием рестриктазы HaeIII.

Различий в уровне кормления и условиях содержания животных за учетный период в хозяйстве не наблюдалось.

Средняя арифметическая для качественных признаков отражает процент, или долю, особей, имеющих данный признак. В этом случае совокупность состоит из двух групп. Численность первой группы ( $p_1$ ), численность второй – ( $p_2$ ).

Долю животных, имеющих изучаемый признак ( $p$ ), определяют по формуле:

$$p = \frac{P_1}{n} \quad (2.3)$$

где:  $n$  – число животных.

Здесь  $p$  соответствует средней арифметической при количественной изменчивости. Доля остальных животных составляет:

$$p = \frac{P_2}{n} \quad (2.4)$$

Частота качественного признака, выраженная в долях единицы, или процентах, также имеет свою ошибку:

$$m = \sqrt{\frac{p \times q}{n}}; \quad (2.5)$$

Ошибка является одинаковой для доли больных и здоровых животных:  $p \pm m$  [164].

Селекционно-генетические параметры основных хозяйственно-полезных признаков определяли методами биологической статистики в описании Н.А. Плохинского [167], используя при этом компьютерные программы (Microsoft Excel, Minitab 14 Demo и SPSS).

В работе приняты следующие условные обозначения уровня значимости:

\* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ .

## 2.1 Выводы

Впервые в Республике Беларусь выполнены исследования с применением современных методических подходов в области ДНК-технологий, результаты которых применены для организации селекционного процесса в сельскохозяйственных предприятиях в дополнение к традиционным методам селекционно-племенной работы. Представленная методика исследований разработана для изучения возможности применения маркерных генов в селекции крупного рогатого скота для повышения молочной продуктивности и устойчивости к маститу.

### 3. Результаты исследований

#### 3.1 Ген каппа-казеина, как маркер в селекции крупного рогатого скота

##### 3.1.1 Полиморфизм гена каппа-казеина у быков-производителей различной селекции

Одной из возможностей увеличения содержания белка в молоке является проведение селекции с учетом существующего полиморфизма гена каппа-казеина, аллельный вариант CSN3<sup>B</sup> которого положительно влияет на признаки белкомолочности. Многочисленные исследования показали, что частота встречаемости желательного аллеля CSN3<sup>B</sup> в популяциях крупного рогатого скота черно-пестрой породы очень низкая и систематически продолжает снижаться, по мнению некоторых специалистов [44], вследствие широкого использования голштинской породы.

В результате тестирования быков-производителей, содержащихся на племпредприятиях Республики Беларусь, выявлено наличие полиморфизма по гену каппа-казеина, представленного двумя аллелями: CSN3<sup>A</sup> и CSN3<sup>B</sup> (таблица 1)\*.

Таблица 1 – Частота встречаемости аллелей гена каппа-казеина у быков-производителей и ремонтных бычков различных племпредприятий республики\*

Принадлежность	Возрастная группа	n	Частота встречаемости аллелей	
			CSN3 <sup>A</sup>	CSN3 <sup>B</sup>
1	2	3	4	5
РСУП «Минскплем-предприятие»*	быки-производители	20	0,875	0,125
РСУП «Брестплем-предприятие»*	быки-производители	160	0,834	0,166
РУСП «Гродненское племпредприятие»	быки-производители	72	0,833	0,167

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
РСУП «Витебскплем-предприятие»*	быки-производители	83	0,886	0,114
РСУП «Гомельплем-предприятие»*	быки-производители	71	0,901	0,099
РСУП «Могилевплем-предприятие»*	быки-производители	94	0,851	0,149
В среднем по быкам-производителям		500	0,863	0,137
РУСХП «Оршанское племпредприятие»*	ремонтные бычки	232	0,856	0,144
В среднем по быкам-производителям и ремонтным бычкам		732	0,858	0,142

\* примечание: данные представлены с согласия И.П. Шейко и Т.И. Епишко [223].

Анализ частоты встречаемости аллельных вариантов по гену каппа-казеина показал превосходство в концентрации аллеля CSN3<sup>A</sup> над аллелем CSN3<sup>B</sup>. Установлено, что 85,8% протестированных быков и ремонтных бычков являются носителями аллеля CSN3<sup>A</sup>, и лишь 14,2% животных имело в своем генотипе желательный аллель CSN3<sup>B</sup>, причем частоты встречаемости данного аллеля у быков-производителей и ремонтных бычков находились практически на одном уровне (13,7% и 14,4% соответственно).

Частота встречаемости аллеля CSN3A гена каппа-казеина в зависимости от принадлежности производителей различным племпредприятиям составила 83,3-90,1%. Концентрация аллеля CSN3B в исследованных племпредприятиях варьировала в пределах от 9,9% (РСУП «Гомельплемпредприятие») до 16,7% (РУСП «Гродненское племпредприятие»).

В таблице 2 представлена генетическая структура быков-производителей различной селекции по гену каппа-казеина в РУСП «Гродненское племпредприятие».

Таблица 2 – Генетическая структура быков-производителей различной селекции по гену каппа-казеина в РУСП «Гродненское племпредприятие»

Селекция	п, гол	Частота встречаемости				
		генотипов, %			аллелей	
		АА	АВ	ВВ	А	В
Белорусская	50	68,0	32,0	–	0,840	0,160
в т. ч.						
голландские линии	17	70,6	29,4	–	0,853	0,147
голландские линии	33	66,7	33,3	–	0,833	0,167
Шведская	13	53,8	46,2	–	0,769	0,231
Венгерская	9	77,8	22,2	–	0,889	0,111
В среднем по быкам-производителям	72	66,7	33,3	–	0,833	0,167

Из данных таблицы 2 видно, что среди быков Щучинского филиала РУСП «Гродненское племпредприятие» чаще встречаются производители с генотипом  $CSN3^{AA}$ : белорусской селекции – 68,0 % (34 головы); шведской селекции – 53,8 % (7 голов); венгерской селекции – 77,8 % (7 голов). Быков-производителей с генотипом  $CSN3^{BB}$  не обнаружено. Частота встречаемости аллелей А и В гена каппа-казеина у быков белорусской селекции составляет 0,840 и 0,160; шведской селекции – 0,769 и 0,231; венгерской селекции – 0,889 и 0,111 соответственно. Сходные данные получены Л.А. Калашниковой [100].

В РСУП «Витебскплемпредприятие» наибольшее распространение имеют быки-производители линий Монтвик Чифтейна 95679 (26,5 %) и Вис Айдиала 933122 (13,35 %) (таблица 3).

Таблица 3 – Частота встречаемости аллелей по локусу гена каппа-казеина в популяции быков-производителей различных линий РСУП «Витебскплемпредприятие»

Породная и линейная принадлежность	n	Частота аллелей	
		А	В
<b>Голландские линии:</b>			
Аннас Адема 30587	4	0,875	0,125
Нико 31652,31831	6	1	0
Рутъес Эдуарда 2, 31646	1	1	0
Хильтъес Адема 37910	8	0,875	0,125
Адема 25437	1	1	0
В среднем по голландским линиям:	20	0,925	0,075
<b>Голштинские линии:</b>			
Вис Айдиала 933122	11	0,860	0,140
Рефлекшн Соверинга 198998	10	0,950	0,050
Монтвик Чифтейна 95679	22	0,840	0,160
Силинг Трайджун Рокита 252803	9	0,945	0,055
В среднем по голштинским линиям:	52	0,880	0,120
<b>Британо-фризские линии:</b>			
Пабст Говернера 882933	9	0,770	0,230
<b>Герефордские:</b>			
не распределенные	2	1	0
В среднем по линиям:	83	0,886	0,114

Наибольшее количество животных, которые имеют в своем геноме аллель CSN3<sup>B</sup>, принадлежат к британо-фризской породе и относятся к линии Пабст Говернера 882933 – 23 %. В среднем этот показатель по быкам-производителям голландских линий составляет – 7,5 %, по голштинским – 12 %. В геноме животных, принадлежащих к герефордской породе, данный аллель не идентифицирова

Таблица 4 – Генетическая структура популяции быков-производителей различных линий по гену каппа-казеина РСУП «Витебскплемпредприятие»

Породная и линейная принадлежность	n	Частота встречаемости генотипов					
		AA		AB		BB	
		n	%	n	%	n	%
<b>Голландские линии:</b>							
Аннас Адема 30587	4	3	75,00	1	25,00	-	-
Нико 31652,31831	6	6	100	-	-	-	-
Рутьес Эдуарда 2,31646	1	1	100	-	-	-	-
Хильтьес Адема 37910	8	6	75,00	2	25,0	-	-
Адема 25437	1	1	100	-	0	-	-
В среднем:	20	17	85,00	3	15,0	-	-
<b>Голштинские линии:</b>							
Вис Айдиал 933122	11	8	72,70	3	27,30	-	-
Рефлекшн Соверинга 198998	10	8	90,00	1	10,00	-	-
Монтвик Чифтейна 95679	22	15	68,20	7	31,80	-	-
Силинг Трайджун Рокита 252803	9	8	88,80	1	11,20	-	-
В среднем:	52	40	76,93	12	23,0	-	-
<b>Британо-фризские линии:</b>							
Пабст Говернера 882933	9	6	66,70	2	22,20	1	11,10
<b>Геррефордские:</b>							
не распределенные	2	2	100	-	-	-	-
В среднем по линиям:	83	65	78,30	17	20,50	1	1,20

Среди протестированных быков-производителей частота встречаемости животных с гомозиготным генотипом  $CSN3^{AA}$  составила – 78,30 %, гетерозиготным  $CSN3^{AB}$  – 20,50 % и гомозиготным  $CSN3^{BB}$  – 1,20 %. Один бык, принадлежащий к британо-фризской породе линии Пабст Говернера 882933, имел гомозиготный генотип  $CSN3^{BB}$ . Наибольшее количество быков-



производителей с гетерозиготным генотипом выявлено в линии Монтвик Чифтейна 95679 – 31,80 %.

Таким образом, оценка генотипа племенных быков по локусу гена каппа-казеина дает возможность эффективного использования тех производителей, которые являются носителями аллеля  $CSN3^B$ . В результате использования быков-производителей, несущих в своем генотипе аллель  $CSN3^B$ , частота встречаемости генотипов  $CSN3^{AB}$  и  $CSN3^{BB}$  у коров различных пород может быть повышена, что позволит более быстрым темпом улучшать качественные и технологические показатели молока.

### **3.1.2 Полиморфизм гена каппа-казеина у коров красной белорусской породной группы и белорусской черно-пестрой породы**

В настоящее время в Республике Беларусь практически отсутствует характеристика генофонда сельскохозяйственных животных по полиморфизму генов, связанных с продуктивностью, устойчивостью к заболеваниям, адаптационной способностью. В тоже время эта характеристика является необходимой для принятия решений по вопросам сохранения и рационального использования генофонда сельскохозяйственных животных. Особую значимость маркирование признаков молочной продуктивности приобретает при воссоздании отечественного генофонда крупного рогатого скота красной белорусской породной группы, характеризующегося высокой адаптационной способностью к природным условиям Беларуси и высокой белкомолочностью.

Анализ распределения генотипов каппа-казеина в популяции коров красной белорусской породной группы в ЧСУП «Новый Двор – Агро» (рисунок 3) позволил установить преобладание животных с генотипом  $CSN3^{AA}$  (67,6 %) над животными с генотипом  $CSN3^{AB}$  (26,5 %). Генотип  $CSN3^{BB}$  был выявлен только у четырех животных из исследуемой группы (5,9 %). Соот-

ношение частот аллеля  $CSN3^A$  и  $CSN3^B$  в популяции коров красной белорусской породной группы находится на уровне 0,809 и 0,191 соответственно (рисунок 4).

Среди коров белорусской черно-пестрой породы чаще встречались животные с генотипом  $CSN3^{AA}$  – 56 голов (70,0 %), чем с генотипом  $CSN3^{AB}$  – 24 головы (30,0 %). В изучаемой популяции животных с генотипом  $CSN3^{BB}$  не было обнаружено. Соотношение частот аллеля  $CSN3^A$  и  $CSN3^B$  в популяции белорусской черно-пестрой породы – 0,850 и 0,150 соответственно.

Проведенные исследования указывают на то, что в ЧСУП «Новый Двор – Агро» в популяции коров красной белорусской породной группы обнаружено три генотипа каппа-казеина:  $CSN3^{AA}$ ,  $CSN3^{AB}$  и  $CSN3^{BB}$ , а у коров белорусской черно-пестрой породы – два генотипа:  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$ . Среди животных различных пород чаще встречались коровы с генотипом  $CSN3^{AA}$  (67,6 % и 70 % соответственно). В обеих популяциях установлена низкая частота встречаемости аллеля  $CSN3^B$  (0,191 и 0,150 соответственно).

В СПК «Ольговское» распределение коров по генотипам было следующее: 264 животных или 69,5 %, имели генотип  $CSN3^{AA}$  (ответственный за синтез белка А каппа-казеина); 100 животных, либо 26,3 %, имели генотип  $CSN3^{AB}$  (белок, который сочетает в себе свойства А и В белков каппа-казеина); 16 животных, либо 4,2 % – генотип  $CSN3^{BB}$ .

Анализ частот встречаемости аллелей гена каппа-казеина в популяции коров показал превосходство в концентрации аллеля  $CSN3^A$  над аллелем  $CSN3^B$ . Частота аллеля  $CSN3^A$  составила 0,83, аллеля  $CSN3^B$  – 0,17.

Представленные данные свидетельствуют о том, что из 81 отобранной высокопродуктивной коровы белорусской черно-пестрой породы 52 (63,0 %) имели генотип  $CSN3^{AA}$ . Генотип  $CSN3^{BB}$  был выявлен только у 4 животных (6,1 %), а 25 голов (30,9 %) являлись носителями двух аллелей ( $CSN3^A$  и  $CSN3^B$ ) гена каппа-казеина. Соотношение частот аллеля  $CSN3^A$  и  $CSN3^B$  в популяции высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы находилось на уровне 0,796 и 0,204. Сходные данные получены Сулимовой Г.Е. и др. [44] и Зиновьевой Н.А [84].

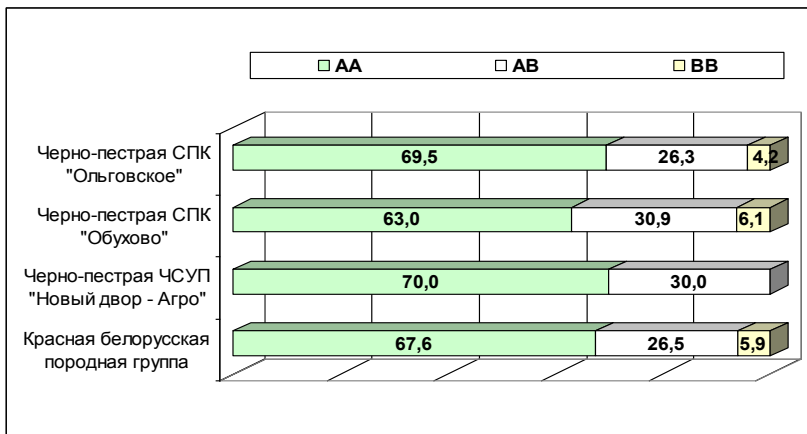


Рисунок 3 – Частота встречаемости генотипов каппа-казеина в популяциях коров различных пород, %

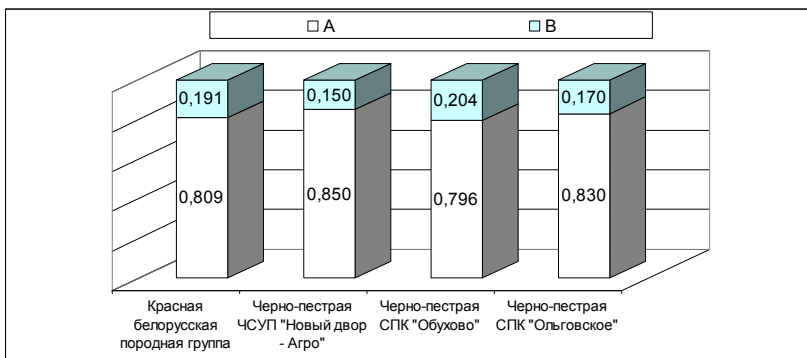


Рисунок 4 – Частота встречаемости аллелей гена каппа-казеина в популяции коров красной белорусской породной группы

Результаты исследований свидетельствуют о возможности проведения селекции на повышение частоты встречаемости аллеля CSN3<sup>B</sup> у высокопродуктивных коров с целью увеличения белкомолочности и улучшения технологических свойств молока.

### **3.1.3 Молочная продуктивность коров красной белорусской породной группы и белорусской черно-пестрой породы в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина**

Увеличение продуктивности скота и производства высококачественных продуктов животноводства во многом зависит от эффективности селекционно-племенной работы. При решении данной проблемы необходимо быстрое, широкое и целенаправленное внедрение новых научных достижений и передового опыта в области качественного совершенствования существующих, а также создание на их базе новых, более высокопродуктивных пород, линий и типов, отвечающих требованиям промышленной технологии. Характерная особенность современного развития молочного скотоводства заключается в быстром росте генетического потенциала продуктивности молочных коров, который позволяет повышать не только удои, но и белковомолочность и жирномолочность.

Необходимо отметить, что животные красной белорусской породной группы характеризуются невысоким удоем. Это связано с тем, что в соответствии с политикой, проводимой в 70-е годы прошлого столетия, скот красной белорусской породы был вытеснен черно-пестрой породой и постепенно был утрачен ценный генофонд. В настоящее время Национальной академией наук Беларуси принято решение о сохранении генофонда и создании стад красного белорусского скота. Изучаемая популяция была сформирована в основном из животных, оставшихся в ЧСУП «Новый Двор – Агро» и животных из частного сектора, чем и объясняется невысокий удои животных.

Результаты оценки показателей молочной продуктивности полновозрастных коров красной белорусской породной группы представлены в таблице 5. Из данных таблицы видно, что животные с генотипом  $CSN3^{BB}$  имели удои на 192,4 кг (4,7 %) и 24,6 кг (0,6 %) выше, по сравнению с животными с генотипом  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$  соответственно. Коровы, обладающие генотипом  $CSN3^{BB}$  высокодостоверно ( $P < 0,001$ ) превосходили живот-

ных двух других групп по жирномолочности на 0,19 – 0,28 %; по белковомолочности – на 0,39 – 0,44 %; по количеству молочного жира – на 9,2 – 20,5 кг (4,9 – 11,5 %); по количеству молочного белка – на 17,5 – 25,5 кг (12,0 – 18,5 %).

Таблица 5 – Молочная продуктивность полновозрастных коров красной белорусской породной группы

Показатели	Генотип		
	CSN3 <sup>AA</sup> (n=46)	CSN3 <sup>AB</sup> (n=18)	CSN3 <sup>BB</sup> (n=4)
Удой, кг	4108,6±87,4	4276,4±55,5	4301,0±82,4
Жир, %	4,34±0,04	4,43±0,04	4,62±0,08***
Белок, %	3,37±0,03	3,42±0,03	3,81±0,04***
Молочный жир, кг	178,0±3,7	189,3±2,8	198,5±3,7***
Молочный белок, кг	138,1±3,03	146,1±1,9	163,6±2,4***

В результате 20-летней (с 1980 по 2001 г.) целенаправленной совместной работы РУП «БелНИИЖ», специалистов племотдела Министерства сельского хозяйства и продовольствия, Белплемяживобъединения и племенных хозяйств выведена белорусская черно-пестрая порода крупного рогатого скота, путем простого воспроизводительного скрещивания местного черно-пестрого с голштинской породой и черно-пестрыми породами западноевропейской селекции. В настоящее время генетический потенциал белорусской черно-пестрой породы в стадах лучших хозяйств республики находится на уровне 7 – 8 тыс. кг молока от коровы в год.

Совершенствование созданной породы продолжается и по сегодняшний день. Так, в октябре 2005 года был апробирован новый заводской тип молочного скота белорусской черно-пестрой породы. Основанием для выполнения работ по выведению заводского типа молочного скота была Республиканская комплексная программа по племенному делу в животноводстве на 1997-2005 гг., одобренная Постановлением коллегии Минсельхозпрода (приказ № 74 от 20.03.1997 г.) и задание 08.03 Го-

сударственной научно-технической программы «Агрокомплекс», раздел «Животноводство и ветеринарная медицина».

Республиканской комплексной программой по племенному делу в животноводстве на период 2005-2010 гг., одобренной постановлением коллегии Минсельхозпрода (приказ № 34 от 23.06.2004 г.), в области племенного дела было намечено повысить в среднем по республике потенциал молочной продуктивности племенных коров до 9-10 тыс. кг молока с содержанием жира 3,6-3,9 % и белка 3,2-3,3 %.

СПК «Обухово» являлось базовым при выведении белорусской черно-пестрой породы крупного рогатого скота и входит в состав хозяйств, от животных которых, согласно Республиканской комплексной программой по племенному делу в животноводстве, необходимо получить молодняк для создания селекционного стада.

Молоко и молочные продукты были и остаются наиболее доступными для населения, незаменимыми для детского и диетического питания. Увеличение их производства желательно путем использования высокопродуктивных животных пород молочного направления продуктивности, которые полностью удовлетворяют современным требованиям и к молочной продуктивности, и к качеству молока.

Таблица 6 – Молочная продуктивность первотелок белорусской черно-пестрой породы

Показатели	Генотип	
	CSN3 <sup>AA</sup> (n=56)	CSN3 <sup>AB</sup> (n=24)
Удой, кг	4335,4±25,6	4379,4±37,3
Жир, %	3,70±0,02	3,69±0,02
Белок, %	3,10±0,02	3,17±0,03
Молочный жир, кг	160,6±1,3	161,9±1,5
Молочный белок, кг	134,6±1,2	138,9±1,6*

Анализ данных о молочной продуктивности подопытных первотелок белорусской черно-пестрой породы в ЧСУП «Новый Двор – Агро» (таблица 6) свидетельствует о том, что животные с

генотипом CSN3<sup>AB</sup> характеризовались более высоким удоем (на 44,0 кг или 1,0 %), по сравнению с особями с генотипом CSN3<sup>AA</sup> (P>0,05). Содержание белка в молоке у животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup> было на 0,07 % выше, чем у животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup> (P>0,05).

Таблица 7 – Молочная продуктивность коров белорусской черно-пестрой породы по второй лактации

Показатели	Генотип	
	CSN3 <sup>AA</sup> (n=56)	CSN3 <sup>AB</sup> (n=24)
Удой, кг	4508,6±39,2	4544,0±64,7
Жир, %	3,72±0,02	3,71±0,02
Белок, %	3,11±0,03	3,19±0,03
Молочный жир, кг	167,7±1,5	168,7±2,3
Молочный белок, кг	140,4±1,7	144,7±2,1

Таблица 8 – Молочная продуктивность коров белорусской черно-пестрой породы по третьей лактации

Показатели	Генотип	
	CSN3 <sup>AA</sup> (n=53)	CSN3 <sup>AB</sup> (n=23)
Удой, кг	4670,7±42,3	4724,2±77,7
Жир, %	3,72±0,02	3,74±0,02
Белок, %	3,12±0,02	3,21±0,03*
Молочный жир, кг	173,8±1,7	176,8±3,1
Молочный белок, кг	145,7±1,6	151,6±2,3

В то же время более высоким содержанием жира в молоке (на 0,01 %) характеризовались первотелки-носители генотипа CSN3<sup>AA</sup> (P>0,05). Отмечено незначительное превосходство гетерозиготных (CSN3<sup>AB</sup>) животных над гомозиготными (CSN3<sup>AA</sup>) по выходу молочного жира на 1,3 кг (P>0,05), и выходу молочного белка на 4,3 кг (P<0,05).

Аналогичная тенденция установлена у коров белорусской черно-пестрой породы и по второй лактации (таблица 7). Так, животные с генотипом  $CSN3^{AB}$  отличались удоем на 35,4 кг или 0,8 % выше, по сравнению со сверстницами с генотипом  $CSN3^{AA}$ . Выявлено, что содержание белка в молоке на 0,08 % выше, а жира – на 0,01 % ниже было у гетерозиготных ( $CSN3^{AB}$ ) коров ( $P>0,05$ ). Количество молочного жира на 1,0 кг и молочного белка на 4,3 кг было ниже у коров, обладающих генотипом  $CSN3^{AA}$  ( $P>0,05$ ).

Анализируя молочную продуктивность подопытных разновозрастных животных белорусской черно-пестрой породы (таблица 8), можно констатировать, что коровы с генотипом  $CSN3^{AB}$ , как и в предыдущие лактации, превосходили сверстниц с генотипом  $CSN3^{AA}$  по удою на 53,5 кг (1,1 %), по содержанию белка – на 0,09 % ( $P<0,05$ ), по количеству молочного жира и белка – на 3,0 кг и 5,9 кг соответственно. В отличие от предыдущих лактаций, у разновозрастных животных с генотипом  $CSN3^{AB}$  содержание жира в молоке было выше на 0,02 %, по сравнению с коровами, обладающими генотипом  $CSN3^{AA}$  ( $P>0,05$ ). Полученные результаты согласуются с данными, полученными Т.И. Епишко и О.П. Курак [40].

Показатели молочной продуктивности высокопродуктивных животных с различными генотипами каппа-казеина представлены в таблицах 9-11.

Анализ молочной продуктивности первотелок белорусской черно-пестрой породы (таблица 9) свидетельствует о том, что животные с генотипом  $CSN3^{BB}$  имели удой на 4,1 и 53,3 кг (0,05% и 0,7 %), жирномолочность на 0,02 и 0,03 % и количество молочного жира на 1,8 и 3,7 (0,6 и 1,2 %) кг выше, по сравнению с животными двух других генотипов ( $P>0,05$ ). У животных с генотипом  $CSN3^{BB}$  содержание белка в молоке и количество молочного белка было больше на 0,1 % и 0,16 %; 8,3 кг и 14,7 кг (3,1 % и 5,6 %), чем у животных с генотипом  $CSN3^{AB}$  и  $CSN3^{AA}$  соответственно ( $P<0,001$ ;  $P<0,01$ ).

По второй лактации (таблица 10) установлено достоверное превосходство животных с генотипом  $CSN3^{BB}$  по содержанию белка в молоке на 0,08 и 0,17 % и по количеству молочного белка – на 7,1 и 16,2 кг (2,6 и 6,2 %), по сравнению с животными с



генотипом CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>AA</sup> (P<0,001; P<0,01). По удою, жирномолочности и количеству молочного жира достоверных различий не выявлено.

Таблица 9 – Молочная продуктивность высокопродуктивных первотелок

Показатели	Генотип		
	CSN3 <sup>AA</sup> (n=52)	CSN3 <sup>AB</sup> (n=25)	CSN3 <sup>BB</sup> (n=4)
Удой, кг	8086,0 ±171,7	8135,2 ±195,6	8139,3 ±183,9
Жир, %	3,92±0,02	3,92±0,03	3,94±0,03
Белок, %	3,22 ±0,02	3,28 ±0,02	3,38 ±0,02***
Молочный жир, кг	317,0±4,5	318,9±5,0	320,7±5,1
Молочный белок, кг	260,4 ±3,9	266,8 ±4,5	275,1 ±4,3**

Таблица 10 – Молочная продуктивность высокопродуктивных коров по второй лактации

Показатели	Генотип		
	CSN3 <sup>AA</sup> (n=52)	CSN3 <sup>AB</sup> (n=25)	CSN3 <sup>BB</sup> (n=4)
Удой, кг	8180,9 ±121,4	8234,5 ±189,7	8250,5 ±163,3
Жир, %	3,89±0,03	3,93±0,03	3,94±0,03
Белок, %	3,20 ±0,02	3,29 ±0,02	3,37 ±0,02***
Молочный жир, кг	318,2±4,5	323,6±4,6	324,2±4,9
Молочный белок, кг	261,8 ±4,0	270,9 ±5,0	278,0 ±4,6**

Таблица 11 – Молочная продуктивность высокопродуктивных коров по третьей лактации

Показатели	Генотип		
	CSN3 <sup>AA</sup> (n=50)	CSN3 <sup>AB</sup> (n=24)	CSN3 <sup>BB</sup> (n=4)
Удой, кг	8218,4 ±138,0	8287,6 ±138,6	8276,3 ±238,4
Жир, %	3,90±0,03	3,92±0,03	3,93±0,03
Белок, %	3,23 ±0,02	3,28 ±0,03	3,38 ±0,02***
Молочный жир, кг	320,5±4,4	324,9±5,1	325,3±5,0
Молочный белок, кг	265,5±3,8	271,8±4,6	279,7±5,2*

Аналогичная тенденция отмечена у подопытных животных и по третьей лактации (таблица 11). Так, у животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup> содержание белка в молоке было выше на 0,1 % и 0,15 % ( $P<0,001$ ) и количество молочного белка было больше на 7,9 и 14,3 кг (2,9 и 5,3 %) ( $P<0,05$ ) по сравнению с животными двух других групп. Достоверных различий по жирномолочности и количеству молочного жира не установлено. Необходимо отметить, что животные с генотипом CSN3<sup>AB</sup> имели удой на 11,3 кг (0,1 %) больше, чем коровы с генотипом CSN3<sup>BB</sup> и на 69,2 кг (0,8 %) больше, чем сверстницы с генотипом CSN3<sup>AA</sup>.

Таким образом установлено, что животные, несущие в своем геноме аллель CSN3<sup>B</sup>, характеризуются более высокой белкомолочностью и большим содержанием молочного белка.

В ходе исследований были учтены показатели молочной продуктивности по стаду у 380 коров различных генотипов, в том числе 264 - генотипа CSN3<sup>AA</sup>, 100 – генотипа CSN3<sup>AB</sup> и 16 – генотипа CSN3<sup>BB</sup> (таблица 12).

Таблица 12 – Ассоциация полиморфных вариантов гена каппаказеина с удоем, содержанием жира и белка в молоке коров по стаду СПК «Ольговское»

Показатели	Генотипы		
	AA	AB	BB
Количество коров	264	100	16
Удой за 305 дн., кг	4578 ± 63,9	5094 ± 93,3*	5984 ± 308,7***
Жир, %	3,60 ± 0,01	3,61 ± 0,02**	3,72 ± 0,02**
Молочный жир, кг	165,2 ± 2,32	184,4 ± 3,84*	223,0 ± 11,78**
Белок, %	3,18 ± 0,01	3,19 ± 0,01**	3,28 ± 0,02*
Молочный белок, кг	146,0 ± 2,07	163,3 ± 3,38*	196,8 ± 10,4***

Анализ таблицы 12 свидетельствует, что выход белка у коров варьирует в зависимости от генотипа животных. В целом содержание белка в молоке коров, имеющих генотип CSN3<sup>AA</sup>, составило 3,18 %; CSN3<sup>AB</sup> – 3,19 %; CSN3<sup>BB</sup> – 3,28 %. У животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup> содержание белка в молоке было выше, чем у животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup> на 0,1 %, с генотипом CSN3<sup>AB</sup> – на 0,09 %. Гомозиготные особи с генотипом CSN3<sup>AA</sup> уступали животным с генотипами CSN3<sup>AB</sup>, CSN3<sup>BB</sup> по удою и количеству молочного белка: в том числе по удою на 1406 кг и 890 кг, количеству молочного белка на 50,8 и 17,3 кг, соответственно. По содержанию жира в молоке в среднем коровы с генотипом CSN3<sup>AA</sup> уступали животным генотипа CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>BB</sup> на 0,11 % и 0,12 %, соответственно. Установлено, что по количеству молочного жира в молоке за лактацию коровы с гомозиготным генотипом CSN3<sup>BB</sup> превосходили особей с генотипами CSN3<sup>AB</sup> на 38,6 кг и CSN3<sup>AA</sup> на 57,8 кг.

### 3.1.4 Технологические свойства молока коров с различными генотипами по гену каппа-казеина

Продуктивные качества животных в значительной степени зависят от их физиологического состояния. В свою очередь, о здоровье животных можно судить исходя из результатов прове-

денного биохимического анализа крови. Нельзя также не отметить тот факт, что по количественному содержанию различных биохимических компонентов в крови высокопродуктивные животные значительно отличаются от малопродуктивных. У высокопродуктивных коров в сыворотке крови уровень общего белка и остаточного азота выше, чем у менее продуктивных, а более жирномолочные коровы характеризуются высоким уровнем белкового и жирового обменов, о чем свидетельствует повышенное содержание в крови за весь период лактации остаточного азота, свободных аминокислот, общих липидов [32].

Перед тем, как отобрать молоко для исследования его технологических свойств, мы провели биохимическое исследование крови подопытных животных. При этом определяли содержание общего белка (в том числе альбуминов), эритроцитов, лейкоцитов, кальция, фосфора и гемоглобина.

Таблица 13 – Гематологические показатели подопытных животных

Группы	Показатели						
	эритроциты, $\times 10^{12}$ / л	лейкоциты, $\times 10^9$ / л	белковые фракции		кальций, ммоль / л	фосфор, ммоль / л	гемоглобин, г / л
			общий белок, г / л	в том числе альбумины, %			
1	2	3	4	5	6	7	8
ЧСУП «Новый Двор – Агро» (красная белорусская породная группа)							
CSN3 <sup>AA</sup> (n=6)	6,12 $\pm 0,16$	6,98 $\pm 0,14$	72,33 $\pm 1,35$	52,17 $\pm 1,04$	3,16 $\pm 0,06$	2,00 $\pm 0,08$	117,62 $\pm 2,17$
CSN3 <sup>AB</sup> (n=6)	6,10 $\pm 0,11$	7,20 $\pm 0,14$	72,10 $\pm 1,03$	51,93 $\pm 1,86$	3,20 $\pm 0,09$	2,03 $\pm 0,08$	116,00 $\pm 1,05$
CSN3 <sup>BB</sup> (n=4)	6,18 $\pm 0,11$	7,15 $\pm 0,10$	73,83 $\pm 1,07$	51,18 $\pm 1,88$	3,11 $\pm 0,09$	2,00 $\pm 0,12$	117,43 $\pm 2,35$
ЧСУП «Новый Двор – Агро» (белорусская черно-пестрая порода)							
CSN3 <sup>AA</sup> (n=6)	6,15 $\pm 0,18$	7,02 $\pm 0,14$	70,78 $\pm 1,23$	52,00 $\pm 0,82$	3,20 $\pm 0,10$	1,99 $\pm 0,08$	116,65 $\pm 1,13$
CSN3 <sup>AB</sup> (n=6)	6,20 $\pm 0,16$	7,25 $\pm 0,10$	71,68 $\pm 1,35$	52,32 $\pm 1,10$	3,21 $\pm 0,11$	1,99 $\pm 0,07$	116,25 $\pm 1,11$

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8
СПК «Обухово» (белорусская черно-пестрая порода)							
CSN3 <sup>AA</sup> (n=6)	6,20 ±0,24	7,05 ±0,13	72,48 ±1,45	52,47 ±0,09	3,18 ±0,04	2,03 ±0,09	118,15 ±1,91
CSN3 <sup>AB</sup> (n=6)	6,32 ±0,15	7,23 ±0,14	72,43 ±1,14	52,27 ±1,91	3,21 ±0,09	2,05 ±0,08	118,57 ±1,10
CSN3 <sup>BB</sup> (n=3)	6,30 ±0,17	7,27 ±0,27	74,70 ±0,86	52,93 ±1,22	3,13 ±0,09	2,04 ±0,12	117,97 ±1,88

Результаты определения гематологических показателей подопытных животных (таблица 13) свидетельствуют о том, что статистически достоверных различий по гематологическим показателям между группами подопытных животных с различным генотипом каппа-казеина не выявлено ( $P>0,05$ ). Установлена тенденция увеличения значений всех изучаемых показателей крови у высокопродуктивных животных. Это может быть связано с большей интенсивностью процессов обмена веществ у них в организме.

Изучаемые показатели крови у всех подопытных животных находились в пределах физиологической нормы, что говорит о том, что во время проведения исследований все животные были здоровыми.

Для изучения качественной характеристики и технологических свойств молока коров красной белорусской породной группы и белорусской черно-пестрой породы были сформированы опытные группы согласно идентифицированным генотипам каппа-казеина. Полученные результаты представлены в таблицах 14 и 15.

В ходе проведения исследований выявлено, что суточный удой у коров красной белорусской породной группы с генотипом CSN3<sup>BB</sup> на 0,9 кг (6,9 %) и на 0,2 кг (1,5 %) выше, чем у животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup> и CSN3<sup>AB</sup> соответственно ( $P>0,05$ ).

Таблица 14 – Качественная характеристика и технологические свойства молока коров красной белорусской породной группы с различными генотипами каппа-казеина

Показатели	Генотип		
	CSN3 <sup>AA</sup> (n=6)	CSN3 <sup>AB</sup> (n=6)	CSN3 <sup>BB</sup> (n=4)
Среднесуточный удой, кг	13,0±0,71	13,7±0,35	13,9±0,59
Кислотность молока, °Т	17	18	17
Плотность молока, г/см <sup>3</sup>	1,029	1,028	1,028
СОМО, %	8,74±0,05	8,75±0,05	8,55±0,04
Сухое вещество, %	13,12±0,07	13,19±0,09	13,21±0,06
Содержание белка, %	3,29 ±0,03	3,45 ±0,05	3,81 ±0,10***
Содержание белка, кг	0,43 ±0,01	0,47 ±0,01	0,53 ±0,03**
Содержание жира, %	4,38 ±0,06	4,43 ±0,07	4,67 ±0,05***
Содержание жира, кг	0,57±0,02	0,61±0,02	0,65±0,04
Содержание лактозы, %	5,37±0,06	5,56±0,09	5,62±0,09*
Соматические клетки, тыс/мл	384,6 ±64,0	361,8 ±153,0	274,0 ±63,0
Соотношение белок/жир	75,1	77,9	81,6
Время свертывания, мин.	17,0	15,0	14,0

В тоже время содержание белка в молоке у животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup> на 0,36 и 0,52 %; жира на 0,24 и 0,29 % было достоверно выше, по сравнению с животными, обладающими генотипом CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>AA</sup> (P<0,001) соответственно.

Таблица 15 – Качественная характеристика молока коров белорусской черно-пестрой породы с различными генотипами каппа-казеина

Показатели	Генотип	
	CSN3 <sup>AA</sup> (n=6)	CSN3 <sup>AB</sup> (n=6)
Среднесуточный удой, кг	13,9±0,71	14,2±0,50
Кислотность молока, °Т	17	16
Плотность молока, г/см <sup>3</sup>	1,029	1,029
СОМО, %	8,59±0,01	8,60±0,01
Сухое вещество, %	12,32±0,04	12,39±0,02
Содержание белка, %	3,09±0,03	3,17±0,05
Содержание белка, кг	0,43±0,01	0,45±0,02
Содержание жира, %	3,73±0,03	3,79±0,02
Содержание жира, кг	0,52±0,02	0,54±0,02
Содержание лактозы, %	5,44±0,06	5,47±0,08
Соматические клетки, тыс/мл	386,8±48,7	269,1±54,2
Соотношение белок/жир	82,8	83,6
Время свертывания, мин.	17,5	16,0

В результате исследований установлено, что коровы белорусской черно-пестрой породы с генотипом CSN3<sup>AB</sup> имели суточный удой на 0,3 кг (2,2 %) больший, чем животные с генотипом CSN3<sup>AA</sup>, и содержание белка и жира в молоке у них было выше на 0,08 % и 0,06 % соответственно. Время свертывания молока, полученного от животных, несущих в своем генотипе аллель CSN3<sup>B</sup> было заметно ниже, по сравнению с молоком, отобранном от животных, не имеющих данного аллеля. Сходные данные получены А. D. Cardak [257] в популяции коров голштинской породы.

Изучение качественной характеристики молока коров (таблица 14, 15) свидетельствует о пригодности его для производства сыра и творога (плотность – 1,028-1,029 г/см<sup>3</sup>, кислотность – 16-18 °Т, содержание соматических клеток – 274,0-386,8 тыс/мл).

Согласно методике проводимых исследований, из 10 кг молока от каждой группы коров с различными генотипами каппа-казеина были приготовлены образцы сыра в молочном цехе СПК «Агро-Лозы» Волковысского района Гродненской области. Качественная характеристика сыра, изготовленного из молока коров красной белорусской породной группы с различными генотипами каппа-казеина, представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Качественная характеристика сыра, изготовленного из молока коров красной белорусской породной группы с различными генотипами каппа-казеина

Показатели	Генотип		
	CSN3 <sup>AA</sup>	CSN3 <sup>AB</sup>	CSN3 <sup>BB</sup>
Количество сыра, г	1266	1334	1400
Влага, %	43,0	42,6	42,9
Содержание белка в сухом веществе, %	39,9	40,6	45,1
Содержание жира в сухом веществе, %	52,7	52,0	55,0

Полученные данные свидетельствуют о том, что количество сыра, изготовленного из 10 кг молока коров красной белорусской породной группы с генотипом CSN3<sup>BB</sup>, составило 1400 г, что на 66 г (4,9 %) и 134 г (10,6 %) больше, чем от животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>AA</sup> соответственно. Содержание белка в сухом веществе сыра, полученном из молока коров с генотипом CSN3<sup>BB</sup>, на 4,5 % и 5,2 %, а жира – на 3,0 % и 2,3 % было выше, по сравнению с молоком животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>AA</sup>.

Качественная характеристика сыра, изготовленного из молока коров белорусской черно-пестрой породы с различными генотипами каппа-казеина, представлена в таблице 17.



Таблица 17 – Качественная характеристика сыра, изготовленного из молока коров белорусской черно-пестрой породы с различными генотипами каппа-казеина

Показатели	Генотип	
	CSN3 <sup>AA</sup>	CSN3 <sup>AB</sup>
Количество сыра, г	1255	1321
Влага, %	42,6	43,0
Содержание белка в сухом веществе, %	40,8	44,3
Содержание жира в сухом веществе, %	48,6	52,7

Данные таблицы 17 показывают, что из молока коров белорусской черно-пестрой породы с генотипом CSN3<sup>AB</sup> было получено сыра на 66 г (5,3 %) больше, чем из молока животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup>. Содержание белка в сухом веществе сыра, полученном из молока коров с генотипом CSN3<sup>AB</sup>, на 3,5 %, а жира – на 4,1 % было выше, по сравнению с молоком животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup>.

Качественная характеристика творога, изготовленного из молока коров с различными генотипами каппа-казеина, представлена в таблицах 18 и 19.

Таблица 18 – Качественная характеристика творога, изготовленного из молока коров красной белорусской породной группы с различными генотипами каппа-казеина

Показатели	Генотип		
	CSN3 <sup>AA</sup>	CSN3 <sup>AB</sup>	CSN3 <sup>BB</sup>
Количество творога, г	1388	1480	1543
Влага, %	76,1	76,5	75,9
Содержание белка в твороге, %	9,2	9,2	9,5
Содержание жира в твороге, %	12,0	10,5	11,0

Данные таблицы 18 свидетельствуют о том, что из 10 кг молока, полученного от коров красной белорусской породной группы с генотипом CSN3<sup>BB</sup>, было приготовлено на 63 г (4,3 %) больше творога, чем из такого же количества молока коров с ге-

нотипом CSN3<sup>AB</sup> и на 155 г (11,2 %) больше, чем из молока коров с генотипом CSN3<sup>AA</sup>. Содержание белка в твороге, полученном из молока коров с генотипом CSN3<sup>BB</sup>, было на 0,3 % выше, по сравнению с молоком животных двух других генотипов. В то же время, содержание жира в твороге, приготовленном из молока особей с генотипом CSN3<sup>AA</sup>, было выше на 1,0 % и 1,5 %, по сравнению с молоком животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup> и CSN3<sup>AB</sup> соответственно.

Таблица 19 – Качественная характеристика творога, изготовленного из молока коров белорусской черно-пестрой породы с различными генотипами каппа-казеина

Показатели	Генотип	
	CSN3 <sup>AA</sup>	CSN3 <sup>AB</sup>
Количество творога, г	1250	1370
Влага, %	77,3	76,7
Содержание белка в твороге, %	9,5	10,3
Содержание жира в твороге, %	10,5	11,0

Полученные результаты свидетельствуют о том, что из молока коров белорусской черно-пестрой породы с генотипом CSN3<sup>AB</sup> было получено на 120 г (9,6 %) больше творога, чем из молока животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup>. Содержание белка в твороге, полученном из молока коров с генотипом CSN3<sup>AB</sup>, на 0,8 %, а жира – на 0,5 % было выше, по сравнению с молоком животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup>.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что животные красной белорусской породной группы характеризуются высокой белкомолочностью, что в среднем на 0,25 % выше в сравнении с белорусской черно-пестрой породой. От животных красной белорусской породной группы с генотипом CSN3<sup>BB</sup> получено на 4,9 и 10,6 % больше сыра и 4,3 и 11,2 % больше творога, чем от животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>AA</sup>. Полученные данные свидетельствуют о возможности использования генотипа CSN3<sup>BB</sup> в качестве маркера при создании селекционных стад крупного рогатого скота с лучшими технологическими свойствами молока.

В таблице 20 представлена качественная характеристика и технологические свойства молока высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы с различными генотипами каппа-казеина.

Таблица 20 – Качественная характеристика и технологические свойства молока высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы с различными генотипами каппа-казеина

Показатели	Генотип		
	CSN3 <sup>AA</sup> (n=6)	CSN3 <sup>AB</sup> (n=6)	CSN3 <sup>BB</sup> (n=4)
Среднесуточный удой, кг	22,5±0,77	23,2±0,71	24,3±0,60
Кислотность молока, °Т	17	16	17
Плотность молока, г/см <sup>3</sup>	1,029	1,029	1,028
СОМО, %	8,84±0,11	8,95±0,04	9,03±0,04
Сухое вещество, %	12,75 ±0,12	12,87 ±0,04	12,96 ±0,03
Содержание белка, %	3,22 ±0,01	3,27 ±0,01	3,39 ±0,02***
Содержание белка, кг	0,73 ±0,03	0,76 ±0,02	0,83 ±0,02**
Содержание жира, %	3,91±0,01	3,92±0,01	3,93±0,01
Содержание жира, кг	0,88 ±0,03	0,91 ±0,03	0,96 ±0,02*
Содержание лактозы, %	5,58±0,11	5,64±0,05	5,59±0,04
Соматические клетки, тыс/мл	282,5 ±22,4	259,7 ±29,0	265,7 ±57,4
Соотношение белок/жир	82,4	83,5	86,3
Время свертывания, мин.	18	16,5	15,5

Изучение качественной характеристики молока высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы свидетельствует о пригодности его для производства сыра и творога (плотность – 1,028 – 1,029 г/см<sup>3</sup>, кислотность – 16 – 17 °Т, содержание соматических клеток – 259,7 – 282,5 тыс/мл). Среднесуточный удой у животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup> был на 1,1 кг и

1,8 кг выше, чем у животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>AA</sup> соответственно ( $P>0,05$ ). Также, молоко, полученное от животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup> характеризовалось более высоким содержанием белка – на 0,12 % и 0,17 % ( $P<0,001$ ); содержанием сухого вещества – на 0,09 % и 0,21 % ( $P>0,05$ ); СОМО – на 0,08 % и 0,19 % ( $P>0,05$ ) по сравнению с животными других групп. Количество молочного белка и молочного жира за сутки было достоверно выше у коров с генотипом CSN3<sup>BB</sup> на 0,07 кг и 0,10 кг и на 0,05 кг и 0,08 кг соответственно, по сравнению с животными с генотипами CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>AA</sup>. Существенных различий по жирномолочности и содержанию лактозы в молоке исследуемых групп животных не выявлено.

Качественная характеристика сыра, изготовленного из молока высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы с различными генотипами каппа-казеина, представлена в таблице 21, а качественная характеристика творога – в таблице 22.

Таблица 21 – Качественная характеристика сыра, изготовленного из молока высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы с различными генотипами каппа-казеина

Показатели	Генотип		
	CSN3 <sup>AA</sup>	CSN3 <sup>AB</sup>	CSN3 <sup>BB</sup>
Количество сыра, г	1028	1080	1167
Влага, %	42,2	42,4	42,2
Содержание белка в сухом веществе, %	38,5	38,7	39,0
Содержание жира в сухом веществе, %	45,9	46,0	45,6

Полученные данные свидетельствуют о том, что из молока животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup> получено на 87 г и 139 г (8,0 % и 13,5 %) больше сыра, чем из такого же количества молока от животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>AA</sup>. Кроме того, содержание белка в сухом веществе сыра, приготовленного из молока животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup>, было на 0,3 % и 0,5 % выше, по сравнению с сыром, полученным из молока животных двух дру-

гих генотипов. Результаты исследований согласуются с данными E.R. Crahan [259] и R. Aleandri et al [327].

Таблица 22 – Качественная характеристика творога, изготовленного из молока высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы с различными генотипами каппа-казеина

Показатели	Генотип каппа-казеина		
	CSN3 <sup>AA</sup>	CSN3 <sup>AB</sup>	CSN3 <sup>BB</sup>
Количество творога, г	1326	1375	1434
Влага, %	75,6	75,5	75,2
Содержание белка в твороге, %	9,8	10,1	10,3
Содержание жира в твороге, %	10,0	11,0	10,5

В ходе исследований установлено, что из молока животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup> было приготовлено на 59 г и 108 г (4,3 % и 8,1 %) больше творога, чем из молока животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>AA</sup> соответственно. Содержание белка в твороге, полученном из молока животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup>, было на 0,2 % и 0,5 % выше, по сравнению с творогом, приготовленным из молока животных двух других генотипов.

Таким образом, в условиях СПК «Обухово» высокопродуктивные коровы с генотипом CSN3<sup>BB</sup> существенно превосходят животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>AA</sup> по белковомолочности на 0,12 % и 0,17 % и выходу молочного белка на 9,2 % и 13,7 %. При этом из молока высокопродуктивных животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup> было приготовлено на 8,0 % и 13,5 % больше сыра и на 4,3 % и 8,1 % больше творога, по сравнению с животными двух других генотипов. Полученные результаты свидетельствуют о возможности совершенствования молочного скота с использованием гена каппа-казеина в качестве генетического маркера для повышения белковомолочности.

### 3.1.5 Заболеваемость маститами коров с различными генотипами в СПК «Ольговское» Витебской области

В последние годы в Республике Беларусь остро отмечается проблема заболеваемости коров маститом. Причинами воспаления вымени могут быть биологические, (стрептококки, стафилококки и т.д.), механические, термические и химические факторы. В основе предупреждения болезни лежит знание ее причин. Знание причин необходимо не только для профилактики, но и для успешной диагностики и выбора эффективного лечения заболевания.

В СПК «Ольговское» не менее остро стоит проблема снижения продуктивности и, как следствие, недополучение продукции из-за заболеваемости коров маститами. В ходе исследования было установлено, что средняя заболеваемость коров маститами за год составила 24,9 %. В результате проведенного анализа выявлена динамика изменчивости заболеваемости маститами в зависимости от сезона года (рисунок 5)

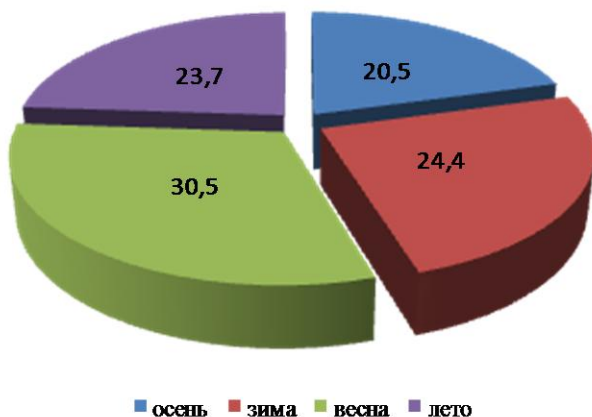


Рисунок 5 – Заболеваемость коров маститами по сезонам года в СПК «Ольговское» Витебского района Витебской области, %

Сезон года оказывает большое влияние на заболеваемость животных маститами. Так, по данным Э. Ф. Ложкина [129], пик заболеваний, до 30 % стада, наблюдается в феврале – апреле, наименьшее число больных животных – в июле – августе (12,4 %).

Наибольшую заболеваемость коров маститами регистрировали в апреле 30,5 %. Такая высокая степень заболеваемости коров зависит от выраженной сезонности отелов, которые приходятся в основном на весенне-зимний период. К этому времени понижается естественная резистентность организма (рисунок 6).

В осенний период заболеваемость животных снижалась и составила 20,5 %. На наш взгляд, это происходит в результате более высокой резистентности организма коров. Зимой и летом болели маститом 23,7 и 24,4 % животных, соответственно.

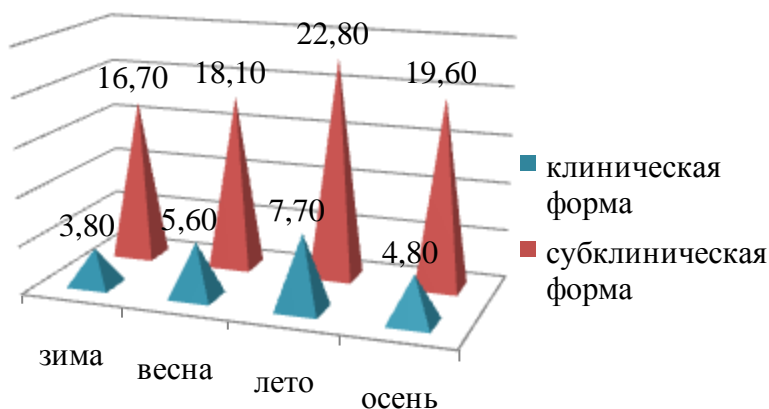


Рисунок 6 – Заболеваемость коров маститами клинической и субклинической формами по сезонам года, %

В апреле клинически выраженными маститами болело – 39, или 7,7 % коров, субклиническими – 116, или 22,8 %. Осенью – 19, или 3,8 % коров от всей заболеваемости приходилось на клиническую форму мастита и 85, или 16,7 % – субклиническую форму. Зимой клиническую форму заболевания молочной

железы регистрировали у 24, или 4,8 % коров, субклиническую – у 92, или 19,6 % животных. Летом клинической формой мастита болело – 28, или 5,6 %, субклинической – 92, или 18,1 % коров.

Таким образом, проведенные исследования заболеваемости коров маститом выявили сезонную динамику распространения данной патологии у коров.

Известно, что развитие любого организма определяется генотипом и условиями жизни. Влияние количественных признаков, к числу которых относится молочная продуктивность, обычно оценивают по фенотипу, то есть по проявлению их в тех или иных условиях.

Для селекционной работы особый интерес представляет разработка методов оценки и отбора коров на устойчивость к маститам. Во многих исследованиях установлено влияние наследственности родителей на проявление маститов в потомстве.

Видовые, породные и индивидуальные свойства естественной резистентности у животных обусловлены наследственностью, которая отражает генетические особенности организмов [12]. Отдельные линии характеризуются повышенной восприимчивостью или, наоборот, большей устойчивостью к маститам [79].

В СПК «Ольговское» наиболее широко распространены линии голштинского и голландского корня. В таблице 23 представлены данные о заболеваемости коров в зависимости от породной и линейной принадлежности.

Среди линий голштинской селекции наименьший процент больных маститом коров принадлежал линии Вис Айдиала 933122 – 21,4 %. Среди животных голландского корня также имелись межлинейные различия в маститоустойчивости.

Так, наименьшее количество больных маститом коров в линии Рутъес Эдуарда 2, 31646 (Кудесника 3453,7545-Атлета 4435,6405) – 20,0 %, наибольшее - в линии Аннас Адема 30587 (Меткого 4585-Кассира 6411) – 29,6 %.



Таблица 23 – Заболеваемость коров маститами в зависимости от принадлежности к линиям

Линейная принадлежность	Всего обследовано коров	больных	
		голов	%
<b>Голландские линии:</b>			
Аннас Адема 30587 (Меткого 4585 - Кассира 6411)	27	8	29,6
Нико 31652,31831 (Реванша 921 - Нагана 2523)	72	16	22,2
Рутьес Эдуарда 2, 31646 (Кудесника 3453,7545 - Атлета 4435,6405)	15	3	20,0
Хильтьес Адема 37910 (Верного 1187 - Гороха 470)	35	10	28,5
В среднем по голландским линиям:	149	37	24,8
<b>Голштинские линии:</b>			
Вис Айдиала 933122	140	30	21,4
Рефлекшн Соверинга 198998 (Валериана 1650414-Теск Холм Роки 1841366)	194	52	26,8
Монтвик Чифтейна 95679 (Белла 1667363)	22	5	22,7
Силинг Трайджун Рокита 252803	2	-	-
В среднем по голштинским линиям:	358	87	24,3

Несмотря на то, что проведенный анализ не выявил статистически достоверных различий устойчивости к маститам дочерей быков-производителей линии Рутьес Эдуарда 2, 31646 и Нико 31652,31831 в сравнении с дочерьми быков линии Аннас Адема 30587, считаем целесообразным проводить закрепление быков определенных линий, характеризующихся повышенной устойчивостью к маститам, к коровам, имеющим предрасположенность к данному заболеванию.

По мнению Э.К. Бороздина с соавторами [24], районирование молочных пород и совершенствование продуктивных качеств животных должно проводиться с учетом их оценки по заболеваемости маститом в определенных природно-климатических и технологических условиях. Уровень заболеваемости в стаде может служить индикатором адаптационных возможностей животных к среде их обитания, которая включает в себя всю сумму паратипических факторов.

Повышение уровня естественной резистентности к маститам у коров может быть следствием целенаправленного отбора и подбора, обеспечивающих распространение и закрепление в популяции желательных генотипов путем селекции. Способность животных проявлять повышенную резистентность к болезням становится важным селекционным признаком [12].

В этой связи одной из задач нашей работы был анализ заболеваемости маститами коров белорусской черно-пестрой породы в условиях СПК «Ольговское», различающихся по гену каппа-казеина (таблица 24).

Таблица 24 – Заболеваемость коров маститами в зависимости от генотипа по гену каппа-казеина

Генотип	Всего обследовано коров	из них больных маститами	
		голов	%
AA	264	75	28,4
AB	100	19	19,0
BB	16	4	25,0
Итого по генотипам	380	98	25,7

Исследованиями установлено, что резистентность животных к маститу определяется их генотипом. Среди животных, имеющих генотипы  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{BB}$ , наблюдалось наибольшее количество коров, заболевших маститами – 28,4 % и 25,0 %, соответственно. Наименьший процент больных коров имели гетерозиготный генотип  $CSN3^{AB}$  – 19,0 %, что на 9,4 % и на 6 % ниже в сравнении с  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{BB}$ .

В зоотехнии, ветеринарии приходится сравнивать между собой средние величины выборочных совокупностей (породы, линии, семейства, опытные и контрольные группы и т.д.) [164].

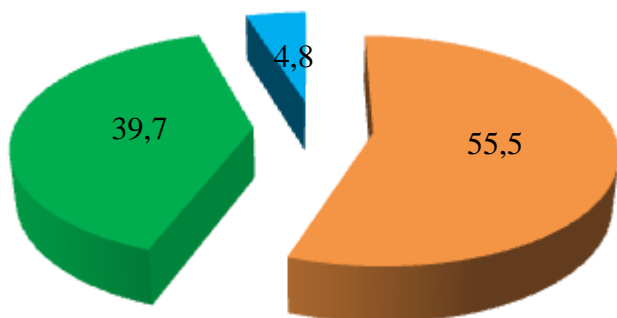
Рассчитанный критерий достоверности разности между средними арифметическими двух групп коров составил 2,25, что указывает на достоверное влияние генотипа по гену каппаказеина на заболеваемость их маститом.

Таким образом, выявленная закономерность позитивного влияния гетерозиготного генотипа  $CSN3^{AB}$  по гену каппаказеина на устойчивость к заболеванию коров белорусской черно-пестрой породы маститами свидетельствует о генетически обусловленной резистентности к данному заболеванию.

Реализацию генетической резистентности животных к маститам можно усилить, используя различные методы, такие как целенаправленный отбор, подбор по ряду паратипических факторов.

Морфологические свойства вымени неоднозначно характеризуют его пригодность к машинной технологии доения. Они показывают соответствие вымени требованиям машинного доения и возможность применения доильных аппаратов. Установлено, что в условиях машинного доения маститы чаще возникают у коров с неправильной формой вымени. В современных условиях ведения молочного скотоводства с использованием машинного доения резистентность к возбудителям маститов во многом определяется морфологией вымени и сосков. Оценивают, главным образом, длину, диаметр, форму и направление соскового канала. Общепринято, что микроорганизмы, инфицирующие вымя, попадают в молочную железу через просвет соскового канала [79].

С этой целью в своей работе мы определяли форму вымени животных, а также длину и диаметр сосков (рисунок 7).



■ Округлая ■ Чашеобразная ■ Козья

Рисунок 7 – Форма вымени коров

Как видно из представленного рисунка, преобладающей формой вымени у животных была округлая. Ее имели 211 коров, что составляет 55,5 %. Коров с чашеобразной формой вымени насчитывалось 151, или 39,7 %, с козьей – 18 животных, что составило 4,8 %.

Характеристика животных разных генотипов по гену каппа-казеина с различной формой вымени указана в таблице 25.

Таблица 25 – Характеристика животных разных генотипов по гену каппа-казеина с различной формой вымени

Форма вымени	Генотипы					
	АА		АВ		ВВ	
	гол.	%	гол.	%	гол.	%
Округлая	144	54,5	59	59,0	8	50,0
Чашеобразная	109	41,2	36	36,0	6	37,5
Козья	11	4,2	5	5,0	2	12,5
ИТОГО	264	100	100	100	16	100

Исходя из данных таблицы 25, установлено, что наибольшее количество животных по всем генотипам CSN3 имели ок-

руглую форму вымени. У коров с гетерозиготным генотипом CSN3<sup>AB</sup> этот показатель составил 59,0 %, что на 4,5 % и 9,0 % выше, чем у животных с гомозиготными генотипами CSN3<sup>AA</sup> и CSN3<sup>BB</sup>, соответственно.

Заболееваемость коров маститом в зависимости от генотипа по гену каппа-казеина и формы вымени представлена в таблице 26.

Таблица 26 – Заболееваемость коров маститом с разными генотипами по гену каппа-казеина в зависимости от формы вымени

Форма вымени	Все-го коров	Генотипы					
		AA (n=264)		AB (n=100)		BB (n=16)	
		из них больных маститом					
		гол.	%	гол.	%	гол.	%
Округлая	211	44*	30,5	10*	16,9	2	25,0
Чашеобразная	151	27	24,7	5	13,8	0	-
Козья	18	4	36,3	4	80,0	2	100

В меньшей степени поражаются маститами коровы с чашеобразной формой вымени. Это связано с тем, что из-за равномерного развития долей вымени они более приспособлены к машинному доению. Больше всего болеют маститами коровы с козьим выменем. Козья форма вымени непригодна для машинного доения из-за неравномерности развития четвертей. Наибольшую заболееваемость коров с козьим выменем регистрировали в группе животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup> – 100 %. Наименьшую заболееваемость коров маститом с чашеобразной и округлой формой молочной железы регистрировали у коров, имеющих генотип CSN3<sup>AB</sup>: 13,8 % и 16,9 %, соответственно. Всего с округлой формой вымени болело 56 голов, что составляет 26,5 %, с чашеобразной – 32, или 21,2 %, с козьей – 10 или 55,5 %. Наши исследования подтверждают, что путем отбора коров по форме вымени можно повысить их устойчивость к маститу при машинном доении.

При машинном доении коров большое значение имеют величина, форма и диаметр сосков. Результаты опыта показывают, что 90 % коров в стаде СПК «Ольговское» имеют желательную цилиндрическую и коническую форму сосков. Длина и диаметр сосков также тесно связаны с заболеваемостью животных маститами, так как в процессе молокоотдачи соски вымени у коровы являются связующим звеном между доильным аппаратом и животными и служат барьером на пути проникновения микроорганизмов в молочную железу.

Анализ данных, представленных в таблице 27, показывает, что наиболее часто поражаются маститами коровы с короткими (3,0-3,9 см) и длинными сосками (свыше 9,0 см). Заболеваемость у животных с такими сосками составила – 60,0 % и 45,4 %, соответственно.

Таблица 27 – Заболеваемость коров маститами в зависимости от длины сосков

Длина сосков, см	Обследовано коров, n=507	Из них больных маститом	
		гол.	%
3,0-3,9	5	3	60,0
4,0-4,9	32	8	25,0
5,0-5,9	64	16	24,9
6,0-6,9	133	29	21,8
7,0-7,9	111	23	20,7
8,0-8,9	102	25	24,5
9,0-9,9	49	15	30,6
10,0-10,9	11	5	45,4

Это объясняется тем, что при длинных сосках доильные стаканы пережимают сфинктер соска, при этом сужается полость соска и его канал, дойка замедляется или вовсе прекращается. С коротких сосков доильные стаканы часто спадают, загрязняются, что также способствует возникновению маститов. Нами было изучено влияние диаметра сосков на заболеваемость коров маститом (таблица 28).

Таблица 28 – Связь диаметра сосков с заболеваемостью коров маститами

Диаметр сосков, см	Всего обследовано коров (n=507)	из них больных маститами	
		гол.	%
1,7-1,9	22	10**	45,4
2,0-2,2	105	26	24,7
2,3-2,5	122	24**	19,6
2,6-2,8	95	22	23,1
2,9-3,1	89	22	24,7
3,2-3,4	59	15	25,4
3,5-3,7	15	5	33,3

Полученные данные свидетельствуют о том, что коровы, имеющие диаметр сосков менее 2 см, более восприимчивы к маститу и заболеваемость у этих животных составила 45,4 %. Более устойчивы к маститам коровы с диаметром сосков от 2,3 см до 3,1 см – мастит регистрировали в пределах 22,4 % ( $P < 0,01$ ). При диаметре сосков свыше 3,2 см процент заболевших животных возрастает до 33,3 %. Следовательно, для машинного доения пригодны коровы с диаметром сосков 2,0-3,2 см, наиболее желательны – с диаметром 2,2–2,7 см.

Это можно связать с полнотой выдаивания. Слишком толстые (диаметром более 3 см) соски сильно зажимаются сосковой резиной при доении, вследствие чего нарушается кровообращение и наступает торможение молокоотдачи. На очень тонких сосках (диаметр менее 2 см) доильные стаканы плохо удерживаются, в них засасывается воздух. Такие соски слабо массируются сосковой резиной, что также может быть причиной торможения молокоотдачи и неполного выдаивания коровы.

Наряду с морфологической оценкой вымени коров не менее важными являются и его функциональные свойства. Оценка свойств молокоотдачи позволяет полнее определить пригодность коров к машинному доению, так как становится известной их фактическая, а не предполагаемая способность к легкому, быстрому, равномерному и полному выведению молока из долей

вымени аппаратом. Скорость молокоотдачи зависит от типа нервной системы животного и свойств вымени, технологии доения, конституции коровы и параметров доильного аппарата.

Непригодны к машинному доению коровы, скорость доения которых составляет меньше, чем 1,2 кг молока за одну минуту.

Таблица 29 – Заболеваемость коров маститом в зависимости от скорости молокоотдачи

Скорость молокоотдачи, кг/мин	Всего обследовано коров (n=227)	из них больных маститами	
		гол.	%
до 1,20	8	5**	62,5
1,21-1,50	11	4	36,3
1,51-1,80	32	11	34,3
1,81-2,10	169	31**	18,3
свыше 2,11	7	2	28,5

Данные опыта показали, что с увеличением скорости выведения молочного секрета из вымени число коров, больных маститами, уменьшается. Анализируя полученные нами результаты, можно сказать о том, что при скорости молокоотдачи до 1,20 кг/мин количество больных коров составило 62,5 %, при скорости доения 1,51 – 1,80 кг/мин – 34,3 %, 1,81-2,10 кг/мин – 18,3 % ( $P > 0,99$ ). При скорости молокоотдачи свыше 2,11 кг/мин этот показатель опять возрастает до 28,5 %. Полученные данные подтверждаются исследованиями Попова Л.К. [172]. Автор отмечает, что повышение скорости молокоотдачи свыше 2,5 кг/мин приводит к росту заболеваемости на 3-15 %, а в среднем по всем группам животных – на 10 %.

С возрастом наблюдается повышенная восприимчивость к маститам. Поэтому у старых коров сосковый канал становится менее эффективным барьером, так как его диаметр с возрастом животного увеличивается, а бактерицидная активность эпителиальных клеток снижается.

Нами изучена заболеваемость коров маститом в зависимости от возраста, для этого было выделено три группы животных.



Таблица 30 – Заболеваемость коров маститами в зависимости от возраста

Возраст в отелах	Всего обследовано коров (n=507)	из них больных маститами	
		гол.	%
I-II	314	78	24,7
III-VI	170	41*	24,0
старше VII	23	11*	47,8

В первой группе объединены коровы 1 и 2 лактации, заболеваемость которых составила 24,7 %, во вторую группу вошли животные 3-6 лактаций. У животных этих групп существенных различий в заболеваемости маститами нами не выявлено и в среднем этот показатель составил – 24,4 %. В третью группу вошли коровы старше 7 лактации. Эта группа животных малочисленная, однако заболеваемость них находится на достаточно высоком уровне – 47,8 % ( $P > 0,95$ ). Это говорит о том, что с возрастом резистентность коров снижается, что способствует увеличению заболевания животных.

Исходя из вышесказанного, в своей работе мы установили предрасполагающие факторы, которые способствуют возникновению мастита у коров: сезон года, морфофункциональные свойства вымени, возраст.

На наш взгляд, правильное и сбалансированное кормление, хорошие условия содержания животных в стойловый период позволяют повысить естественную резистентность организма коров и противостоять заболеванию маститом. С другой стороны, отбор животных, по морфофункциональным свойствам вымени пригодных для машинного доения, и своевременная браковка старых животных с пороками молочной железы и сосков будет способствовать снижению заболеваемости маститом в молочном скотоводстве.

В условиях интенсификации животноводства и создания крупных специализированных комплексов с высокой концентрацией поголовья продуктивных животных особые требования предъявляются к здоровью животных как важнейшему фактору

производства. Выращивание выносливых и устойчивых к заболеваниям животных является важной предпосылкой многолетнего их использования.

Изучение причин возникновения мастита представляет большой научный и практический интерес.

К факторам, способствующим возникновению данного заболевания, относятся недостаточное и неполноценное кормление, неудовлетворительные условия содержания животных и ухода за ними. В связи с этим нами проведены гематологические и биохимические исследования крови больных и здоровых коров: количество лейкоцитов, эритроцитов, гемоглобина, гематокрита, общего белка, глюкозы, фосфора и кальция, уровень которых свидетельствует о физиологическом состоянии животных.

Кровь является важнейшей средой, через которую осуществляется постоянная взаимосвязь между внутренними органами. Она отражает динамику физиологических процессов во все периоды жизни животных.

В СПК «Ольговское» Витебской области по принципу парных аналогов белорусской черно-пестрой породы были сформированы две группы коров, средней упитанности живой массой 420-500 кг.

По гематологическим показателям судят о физиологическом состоянии животных. Гематологические исследования в сочетании с показателями других методов исследований позволяют выявить скрыто протекающие патологические процессы, определять проявление осложнений, следить за эффективностью лечения, уточнять диагноз, определять прогноз и проводить диагностику заболеваний. Результаты гематологических исследований приобретают большую ценность в сочетании с показателями других методов [114]. Лейкоциты обладают фагоцитозом, который является важным показателем неспецифической иммунной реактивности организма животных. Гемоглобин переносит молекулярный кислород из легких в ткани, обеспечивая нормальное течение энергетических процессов в организме [73].

Гематологические показатели крови больных и здоровых маститом коров представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Гематологические показатели крови здоровых и больных маститом коров

Показатели	Ед. измер.	Группы коров	
		опытная (n=16)	контрольная (n=16)
Лейкоциты:			
$\bar{x} \pm m$	$10^9/\text{л}$	$9,20 \pm 0,82$	$7,50 \pm 0,37$
$\sigma \pm m$	$10^9/\text{л}$	$3,28 \pm 0,58$	$1,51 \pm 0,26$
$Cv \pm m$	%	$35,60 \pm 6,30$	$20,20 \pm 3,56$
Эритроциты:			
$\bar{x} \pm m$	$10^{12}/\text{л}$	$4,77^{**} \pm 0,12$	$5,60^{**} \pm 0,25$
$\sigma \pm m$	$10^{12}/\text{л}$	$0,50 \pm 0,09$	$1,01 \pm 0,17$
$Cv \pm m$	%	$10,60 \pm 1,88$	$17,90 \pm 3,17$
Гемоглобин:			
$\bar{x} \pm m$	г/л	$86,20^{***} \pm 2,10$	$101,60^{***} \pm 4,0$
$\sigma \pm m$	г/л	$8,41 \pm 1,41$	$16,02 \pm 2,83$
$Cv \pm m$	%	$9,75 \pm 1,72$	$15,85 \pm 2,80$
Гематокрит:			
$\bar{x} \pm m$	%	$21,06 \pm 0,65$	$35,05 \pm 1,30$
$\sigma \pm m$	%	$2,66 \pm 0,46$	$5,20 \pm 0,92$
$Cv \pm m$	%	$12,40 \pm 2,18$	$14,80 \pm 2,6$

Результаты исследований показывают, что у коров, больных маститом, достоверно снижено количество эритроцитов и гемоглобина на 14,8 ( $P > 0,99$ ) и 15,1 % ( $P > 0,99$ ), соответственно. Гематокрит у больных животных снизился на 13,99 % ( $P > 0,999$ ). Содержание лейкоцитов в крови у больных и здоровых животных в пределах физиологической нормы, но на 23 % выше у коров, больных маститами, по сравнению со здоровыми ( $P > 0,95$ ).

Судить об обмене веществ в организме животных позволяют биохимические исследования крови. В сыворотке крови из всех веществ сухого остатка больше всего содержится белка (у крупного рогатого скота 72-86 г/л). Белки играют существенную роль в поддержании вязкости крови, в обеспечении транспорта многих веществ, которые, соединяясь с белками, переносятся к тканям, в свертывании крови, в иммунных процессах организма

и т.д [69]. Основным источником энергии в организме является глюкоза. Кальций входит в состав минеральной части костей; участвует в процессе свертывания крови; повышает защитные функции организма и т.д. [69]

В таблице 32 представлены биохимические показатели сыворотки крови больных маститом и здоровых коров.

Таблица 32 – Биохимические показатели сыворотки крови больных маститом и здоровых коров

Показатели	Ед. измер.	Группы коров	
		Опытная (n=16)	Контрольная (n=16)
Общий белок:			
$\bar{x} \pm m$	г/л	72,20±1,43	74,70±1,26
$\sigma \pm m$	г/л	5,74±1,01	5,06±0,89
Cv ± m	%	7,95±1,40	6,78±1,11
Глюкоза:			
$\bar{x} \pm m$	mmol/L	3,96±0,04***	5,05±0,20***
$\sigma \pm m$	mmol/L	0,20±0,03	0,80±0,14
Cv ± m	%	4,43±0,78	15,95±2,82
Кальций:			
$\bar{x} \pm m$	mmol/L	1,68±0,49	2,32±0,09
$\sigma \pm m$	mmol/L	0,20±0,034	0,38±0,06
Cv ± m	%	11,60±2,05	16,35±2,89
Фосфор:			
$\bar{x} \pm m$	mmol/L	1,56±0,08	2,00±1,30
$\sigma \pm m$	mmol/L	0,33±0,06	0,34±0,06
Cv ± m	%	21,60±3,81	17,18±3,03

Анализ биохимических показателей сыворотки крови больных и здоровых животных свидетельствует о том, что в опытной группе количество глюкозы было достоверно ниже на 21,6 % (P>0,999) по сравнению с контрольной (однако находилось в пределах физиологической нормы). Уровень кальция снижался на 27,6 %, количество фосфора ниже – 53,5 %. Отмечалось также незначительное снижение общего белка в опытной группе.

В связи с изложенным можно отметить, что у коров, больных маститом, при повышенном содержании лейкоцитов в крови снижалась концентрация эритроцитов, гемоглобина, гематокрита. В сыворотке крови здоровых коров более высокими, чем у больных животных, были такие показатели, как содержание общего белка, глюкозы, фосфора и кальция, что свидетельствует о физиологической нестабильности организма животного. Одну из главных ролей в этиологии и патогенезе мастита играет микрофлора, которая является одним из источников заболевания [105, 110]. Как правило, именно антибиотикорезистентные штаммы обуславливают длительное и безуспешное лечение коров, поэтому определение микробного фона молочного секрета является необходимым условием в подборе методов лечения [97]. Бактериологическое исследование молока проводится для определения общей бактериальной загрязненности, выделения микроорганизмов, вызвавших заболевание молочной железы [125].

Поэтому в своей работе мы провели бактериальный анализ проб секрета вымени коров в СПК «Ольговское» Витебского района Витебской области. Пробы отбирали у животных с клинической и субклинической формами мастита. Полученные результаты представлены на рисунке 8.

В результате бактериологического исследования 20 проб секрета вымени, проведенного на кафедре микробиологии и вирусологии УО «ВГАВМ», были выделены следующие микроорганизмы: 7 проб, или 35 % обнаруживали *Strep. agalactiae*, 5 проб, или 25,0 % - *Staph. aureus*, 4 пробы, или 20 % - *E. coli*, 3 пробы, или 15 %, находились в ассоциации - *E. coli*, *Staph. epidermidis*, *Strep. agalactiae*. В одной из проб возбудителей заболевания не выявлено, что является доказательством того, что в возникновении мастита микробный фактор не является единственным.

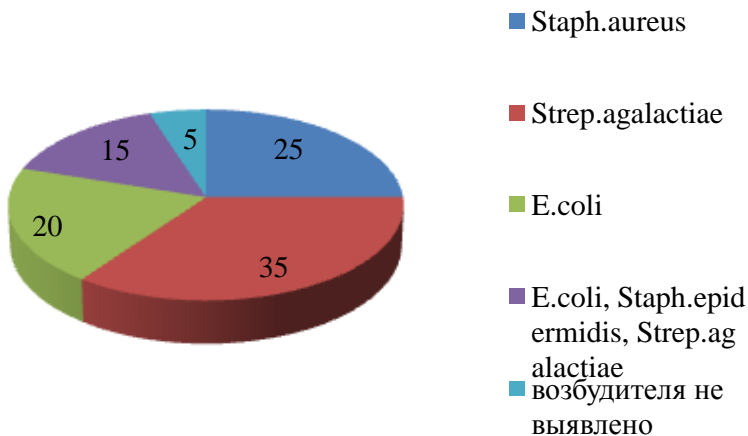


Рисунок 8 – Бактериологическое исследование проб молочного секрета вымени коров, больных маститом, %

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что основная доля случаев приходится на маститы микробной этиологии. Его возбудителями являются *Staph. aureus* и *Strep. Agalactiae* (в нашем случае это 60 %). Полученные нами результаты исследований согласуются с данными К.Д. Валушкина и Р. Phuektes, которые указывают на высокую патогенность данных возбудителей, занимающих первое место в ранге распространения и причин, вызывающих заболевание молочной железы [31, 305].

Это подтверждает то, что в этиологии мастита основную роль выполняют микроорганизмы, которые приводят к развитию воспаления в тканях молочной железы. Однако существуют мас-

титы, особенно субклинический, которые развиваются асептически при раздражении тканей вымени. Например, при неправильном машинном доении коров и способствующих паратипических факторах. Используемые лекарственные препараты и способы их введения не оказывают эффективного действия на микрофлору вымени вследствие специфического строения молочной железы, в результате чего острое воспаление переходит в хроническое.

В связи с этим возникает необходимость в ранней диагностике возбудителей воспаления молочной железы с помощью ДНК-тестов.

Идентификацию бактериальных патогенов рассматривают как окончательный диагноз мастита. Она также дает возможную информацию о профилактике и контроле этого заболевания. В большинстве клинических лабораторий методы тестирования основываются на микробиологическом анализе проб молока. Однако этот метод имеет ряд недостатков. Ограничивающим фактором является динамика инфекции. У коров с субклинической формой мастита степень инфицированности колеблется от низкой до высокой. В культуре молока с субклиническим маститом можно не выявить бактерии из-за очень небольшого количества патогенов или же остаточного присутствия антибиотиков, которые ингибируют рост бактерий *in vitro*. Идентификация видов бактерий стандартными бактериологическими методами требует более 48 часов. Метод ПЦР, разработанный для тестирования различных патогенов мастита, не имеет этих недостатков [305].

Методы, используемые в эпидемиологических исследованиях, должны идентифицировать множество различных типов и должны быть недорогими, быстро и легко выполнимыми.

Для более точной постановки диагноза мастита у молочных коров использовали метод мультиплексной полимеразной цепной реакции, обеспечивающий параллельное выявление основных бактериальных агентов: *Staph. aureus* и *Strep. agalactiae*. Все олигонуклеотидные праймеры соответствовали опубликованным последовательностям (Forsman et al, 1997) [271].

Исходя из предварительного бактериологического анализа проб молока коров СПК «Ольговское» (таблица 33) провели

ПЦР. Для этого взяли 12 проб молока, инфицированного *Staph. aureus* и *Strep. Agalactiae*, из отдельных долей вымени коров, больных маститом.

Оптимальная концентрация праймеров соответствовала количеству, необходимому для получения одновременной амплификации патогенов: *Staph. aureus* и *Strep. agalactiae*. Ни одна из пар праймеров не дала продуктов с ДНК от другого бактериального вида.

Из 12 проб молока выделили 5 проб - *Staph. aureus*, 7 проб - *Strep. agalactiae*, что на 100 % подтверждает данные, полученные при бактериологическом исследовании секрета вымени.

Таблица 33 – Результаты мультиплексной ПЦР проб молока у коров, больных маститом

Вид возбудителя	Количество проб
<i>Staph. aureus</i>	5
<i>Strep. agalactiae</i>	7
ИТОГО	12

Видоспецифическая ПЦР была разработана нами для двух основных возбудителей мастита: *Staph. aureus* и *Strep. agalactiae*. Мультикомплексная ПЦР позволяет одновременно обнаружить множественные патогены в одной реакции. При этом используется небольшое количество реактивов, по сравнению с бактериологическим анализом молока, экономится время, что облегчает применение мультикомплексная ПЦР для диагностики мастита.

Проведенные исследования свидетельствуют о целесообразности использования данных маркеров в качестве тест-систем для идентификации основных возбудителей мастита: *Staph. aureus* и *Strep. agalactiae*.



### **3.1.6 Плейотропное действие гена каппа-казеина на воспроизводительные качества коров различных генотипов**

Необходимо признать, что для использования гена каппа-казеина в качестве маркера в селекции на повышение белково-молочности коров недостаточно изучить полиморфизм и выявить его достоверное влияние на продуктивные качества животных, необходимо исключить возможность отрицательного плейотропного эффекта данного гена на ряд селекционируемых признаков и показателей жизнедеятельности. В связи с чем нами изучено плейотропное действие гена каппа-казеина на воспроизводительные качества коров различных пород.

С повышением потенциала молочной продуктивности крупного рогатого скота большое значение приобрели такие его характеристики, как здоровье и воспроизводительные качества коров, от которых в значительной мере зависит протекание технологического процесса, направленного на получение молока. Для достижения высокого уровня воспроизводства стада необходим регулярный контроль показателей, характеризующих плодовитость каждого животного в отдельности и стада в целом.

На сегодняшний день основным критерием воспроизводства стада в хозяйствах Беларуси является выход телят на 100 коров и нетелей, имеющих на начало года. Однако этот показатель не отвечает современным требованиям и не характеризует воспроизводительный статус коров. Напротив, зарубежный опыт ведения животноводства рекомендует использование такого показателя, как межотельный период. Он наиболее точно характеризует состояние воспроизводства стада с экономической, физиологической и селекционной точек зрения.

Межотельный период – обобщающий показатель, один из ключевых индикаторов среди характеристик воспроизводительных способностей коров. Для определения фактического значения данного показателя необходимы сведения о дате отелов (двух или более) по каждому животному. Для этого сначала высчитывают продолжительность интервалов по каждой корове, а затем сред-

ний показатель (индекс) для группы животных. Прогнозируемый интервал (или прогнозируемый индекс) определяют путем сложения продолжительности сервис-периода и стельности (СП + 279) по каждому животному, затем высчитывают индекс по группе. Оптимальная величина интервала между отелами составляет 365 дней. Это связано с показателем выхода телят на 100 коров. При продолжительности межотельного периода 365 дней этот показатель равен 100 %, что и является физиологической нормой. Межотельный период в 361 – 380 дней означает хороший статус плодовитости, увеличение от 381 до 400 дней связывают со значительными нарушениями в кормлении и содержании, более 400 дней – неприемлемо, если только молочная продуктивность коровы значительно не превышает среднюю по стаду [166].

Продолжительность сервис-периода оказывает самое большое влияние на вариабельность длительности лактации. Этот показатель определяют для оценки состояния воспроизводительных функций коров [123]. Величина сервис-периода зависит от скорости инволюции матки (восстановление ее нормальной формы, размеров и половой цикличности), на что требуется от 28 до 80 дней. При раннем осеменении (до 30-ти дней после отела) наблюдается очень низкая эффективность осеменений (10 – 15 %), высокая эмбриональная смертность, заболевания полового аппарата и другие отклонения, создающие условия для последующих многочисленных перегулов [166].

При коротком сервис-периоде (21-30 дней) значительное снижение удоев отмечается сразу же через 2-3 месяца после оплодотворения. Этот факт объясняется возникновением в организме животного доминанты беременности, которая в определенной степени является антагонистом лактационной доминанты, что и снижает молочную продуктивность. Для получения теленка каждый год и максимальной продуктивности за лактацию, сервис-период не должен превышать 80-85 дней, а при быстрой смене поколений наиболее эффективны коровы с сервис-периодом 45-60 дней [123].

Показателем кратности осеменений является индекс осеменения – число осеменений необходимых для оплодотворения. При оптимальном сроке осеменения индекс составляет 1,5; при раннем и позднем сроке осеменения он колеблется от 1,85 до

2,25 [120]. Стандартным считается индекс осеменения 2,0 и ниже [181].

Характеристика воспроизводительных качеств полновозрастных коров различных пород в зависимости от генотипа по гену каппа-казеина представлена в таблицах 34-36.

Таблица 34 – Характеристика воспроизводительных качеств полновозрастных коров красной белорусской породной группы различных генетических групп по гену каппа-казеина

Показатели	Генотип		
	CSN3 <sup>AA</sup>	CSN3 <sup>AB</sup>	CSN3 <sup>BB</sup>
Продолжительность сервис-периода, дней	112±45,7	115±35,9	107±16,2
Продолжительность сухостойного периода, дней	54±1,2	55±1,4	55±2,1
Продолжительность стельности, дней	278±1,7	279±1,8	279±0,5
Продолжительность межотельного периода, дней	390±16,9	394±36,2	386±25,1
Индекс осеменения	1,94	1,90	2,00

Анализ данных таблицы 34 свидетельствует о том, что у коров красной белорусской породной группы с генотипом CSN3<sup>BB</sup> продолжительность сервис-периода была на 5 дней короче, чем у животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup> и на 8 дней короче, чем у животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup>. У коров с генотипом CSN3<sup>AA</sup> отмечено снижение продолжительности сухостойного периода и стельности на 1 день, по сравнению с животными двух других групп. Межотельный период у всех подопытных групп животных превысил 365 дней, что является негативной тенденцией и причиной недополучения телят на 100 коров. Индекс осеменения у животных красной белорусской породной группы находился в пределах 1,90 – 2,00.

Таблица 35 – Характеристика воспроизводительных качеств полновозрастных коров белорусской черно-пестрой породы различных генетических групп по гену каппа-казеина

Показатели	Генотип	
	CSN3 <sup>AA</sup>	CSN3 <sup>AB</sup>
Продолжительность сервис-периода, дней	101±4,8	106±8,8
Продолжительность сухостойного периода, дней	59±0,2	60±0,6
Продолжительность стельности, дней	281±0,3	280±1,3
Продолжительность межотельного периода, дней	383±4,8	386±9,0
Индекс осеменения	1,89	1,78

Из данных таблицы 35 видно, что у коров белорусской черно-пестрой породы с генотипом CSN3<sup>AB</sup> в условиях ЧСУП «Новый Двор – Агро» продолжительность сервис-периода была на 5 дней длиннее, чем у животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup> и находилась в пределах физиологической нормы. Однако, установлена тенденция увеличения продолжительности сухостойного периода на 5-6 дней, а стельности – на 2-3 дня, по сравнению с аналогичными показателями коров красной белорусской породной группы. Межотельный период у животных белорусской черно-пестрой породы находился в пределах 383-386 дней. Индекс осеменения был ниже у животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup> – 1,78, против 1,89 у животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup>.

Результаты исследования воспроизводительных качеств полновозрастных высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы в СПК «Обухово» (таблица 36) показывают, что продолжительность сервис-периода по всем изучаемым группам животных составила 105-109 дней, что соответствует нормативному показателю у животных с продуктивностью 6,5 тыс кг молока и выше [181].

Таблица 36 – Характеристика воспроизводительных качеств полновозрастных высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы различных генетических групп по гену каппа-казеина

Показатели	Генотип каппа-казеина		
	CSN3 <sup>AA</sup>	CSN3 <sup>AB</sup>	CSN3 <sup>BB</sup>
Продолжительность сервис-периода, дней	108±10,4	109±9,5	105±9,8
Продолжительность сухостойного периода, дней	58±1,6	59±1,2	58±1,3
Продолжительность стельности, дней	279±1,6	279±1,3	279±1,7
Продолжительность межотельного периода, дней	387±10,5	388±9,5	384±9,4
Индекс осеменения	1,90	1,89	1,75

Существенных различий по продолжительности сухостойного периода, продолжительности стельности и межотельного периода у высокопродуктивных коров не установлено. Индекс осеменения находился в пределах 1,75-1,90. Следует отметить, что за период проведения исследований из подопытных групп животных из-за послеродовых осложнений и гинекологических заболеваний, а также травм конечностей выбыло 2 коровы красной белорусской породной группы (по 1 голове с генотипом CSN3<sup>AA</sup> и CSN3<sup>AB</sup>), 4 коровы белорусской черно-пестрой породы в ЧСУП «Новый Двор – Агро» (3 головы с генотипом CSN3<sup>AA</sup> и 1 – с генотипом CSN3<sup>AB</sup>) и 3 высокопродуктивные коровы в СПК «Обухово» (2 головы с генотипом CSN3<sup>AA</sup> и 1 – с генотипом CSN3<sup>AB</sup>).

Полученные данные свидетельствуют о том, что между животными различных генетических групп по гену каппа-казеина по показателям воспроизводительной способности (продолжительность сервис-периода, стельности, сухостойного и межотельного периодов, индекс осеменения) различия были не-

значительными и недостоверными, что указывает на отсутствие негативного действия аллеля  $CSN3^B$  на данные показатели коров красной белорусской породной группы и белорусской чернопестрой породы.

### **3.1.7 Взаимосвязь между основными показателями молочной продуктивности у крупного рогатого скота различных генотипов**

Одним из важнейших показателей, позволяющим изучить связь между варьирующими признаками, определить их величину и направление является коэффициент корреляции ( $r$ ). При выявлении взаимосвязей между признаками можно проводить косвенную селекцию, так как, отбирая особей по одному какому-либо желательному признаку, косвенно осуществляют отбор по другому ценному признаку, связанному с основным селекционным признаком [131, 141, 167, 222].

Анализ взаимосвязи обильномолочности и жирномолочности у полновозрастных коров красной белорусской породной группы (рисунок 9) указывает на то, что между данными показателями у животных с генотипом  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$  существует низкая отрицательная корреляция ( $r = -0,28$  и  $r = -0,13$  соответственно), а у животных с генотипом  $CSN3^{BB}$  – средняя отрицательная ( $r = -0,51$ ). Также отрицательная связь отмечена и между обильномолочностью и белковомолочностью: животные с генотипом  $CSN3^{AB}$  и  $CSN3^{BB}$  – характеризовались средней ( $r = -0,33$  и  $r = -0,64$  соответственно), а животные с генотипом  $CSN3^{AA}$  – низкой ( $r = -0,11$ ) взаимосвязью этих признаков. Между жирномолочностью и белковомолочностью отмечена низкая положительная корреляция у коров с генотипом  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$  ( $r = +0,17$  и  $r = +0,05$ ) и высокая положительная у животных с генотипом  $CSN3^{BB}$  ( $r = +0,88$ ). Взаимосвязь обильномолочности и количества молочного жира (рисунок 10) у коров красной белорусской породной группы положительная средняя и высокая. Так, коэффициент корреляции составил  $+0,51 - +$

0,91 соответственно. Только высокая положительная корреляция у животных всех групп отмечена между обильномолочностью и содержанием молочного белка ( $r = + 0,80 - + 0,93$ ). У коров с генотипом  $CSN3^{AB}$  и  $CSN3^{BB}$  также высоко коррелирует содержание молочного жира и молочного белка ( $r = + 0,87 - + 0,83$ ).

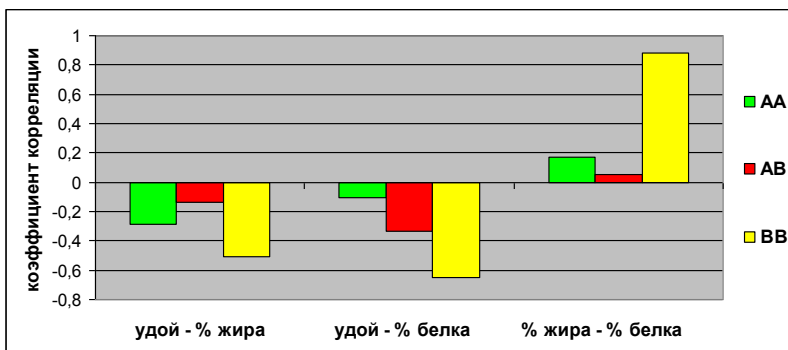


Рисунок 9 – Значение коэффициента корреляции между некоторыми показателями молочной продуктивности у животных красной белорусской породной группы

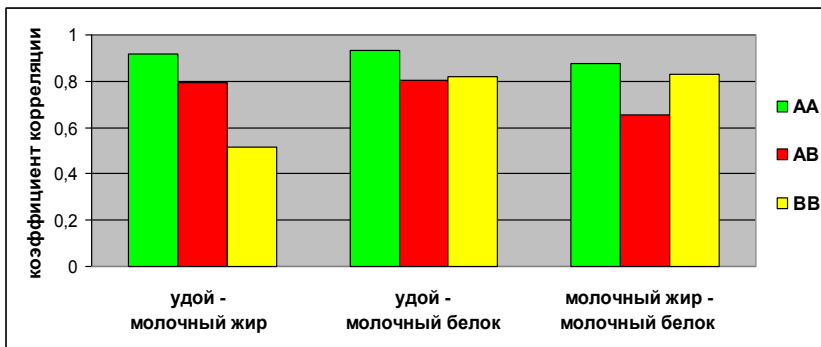


Рисунок 10 – Значение коэффициента корреляции между некоторыми показателями молочной продуктивности у животных красной белорусской породной группы

У животных белорусской черно-пестрой породы с генотипом  $CSN3^{AA}$  (рисунок 11) по трем лактациям коэффициент корреляции между удоем и жирномолочностью был низким отрицательным ( $r = -0,05$  и  $r = -0,28$ ); у животных с генотипом  $CSN3^{AB}$  по первой и третьей лактациям – низким ( $r = -0,09$  и  $-0,18$ ), а по второй лактации – средним отрицательным ( $r = -0,32$ ). Также низкая отрицательная корреляция была установлена между удоем и белковомолочностью у животных с генотипом  $CSN3^{AA}$  по трем лактациям; коровы, обладающие генотипом  $CSN3^{AB}$ , имели среднюю отрицательную связь ( $r = -0,31$  –  $-0,37$ ). По трем лактациям установлена положительная корреляция между жирномолочностью и белковомолочностью. У исследуемых групп животных выявлена высокая положительная связь между обильномолочностью и содержанием молочного белка ( $r = +0,72$  –  $+0,96$ ) (рисунок 12). Средняя и высокая положительная корреляция отмечена у животных двух групп по трем лактациям между обильномолочностью и содержанием молочного белка –  $r = +0,53$  –  $+0,85$  и содержанием молочного жира и содержанием молочного белка –  $r = +0,39$  –  $+0,81$ .

Аналогичная тенденция установлена и у высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы (рисунок 13). Так, коэффициент корреляции между удоем и жирномолочностью по всем группам животных по трем лактациям был низким отрицательным ( $r = -0,15$  –  $-0,28$ ). Низкая отрицательная взаимосвязь отмечена между обильномолочностью и белковомолочностью у всех групп высокопродуктивных животных по первой и второй лактациям ( $r = -0,17$  –  $-0,28$ ). По третьей лактации у коров с генотипом  $CSN3^{AB}$  коэффициент корреляции составил  $-0,32$  (связь средняя отрицательная). Выявлено, что жирномолочность с белковомолочностью коррелирует положительно, однако значение коэффициента низкое –  $r = +0,13$  –  $+0,20$ . Коэффициент корреляции между удоем и содержанием молочного жира (рисунок 14) у всех подопытных групп по трем лактациям составил от  $+0,75$  до  $+0,89$  (связь высокая положительная). У высокопродуктивных коров с генотипом  $CSN3^{AB}$  и  $CSN3^{BB}$  связь между удоем и содержанием белка по трем лактациям была высокой положительной ( $r = +0,73$  –  $+0,84$ ), а у коров с генотипом  $CSN3^{AA}$  – средней положительной ( $r = +0,59$  –  $+0,69$ ). По трем



лактациям у животных с генотипом  $CSN3^{AA}$  и у животных с генотипом  $CSN3^{AB}$  и  $CSN3^{BB}$  по первой лактации взаимосвязь между содержанием молочного жира и содержанием молочного белка являлась средней положительной ( $r = +0,51 - +0,69$ ). У коров с генотипом  $CSN3^{AB}$  и  $CSN3^{BB}$  по второй и третьей лактациям взаимосвязь между данными показателями была высокая и положительная ( $r = +0,76 - +0,82$ ).

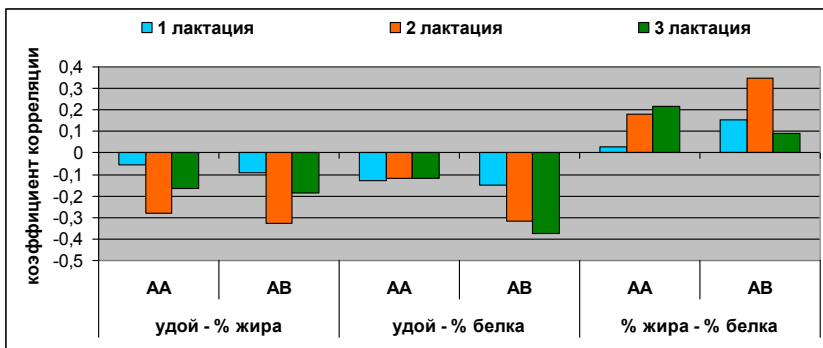


Рисунок 11 – Значение коэффициента корреляции между некоторыми показателями молочной продуктивности у животных белорусской черно-пестрой породы

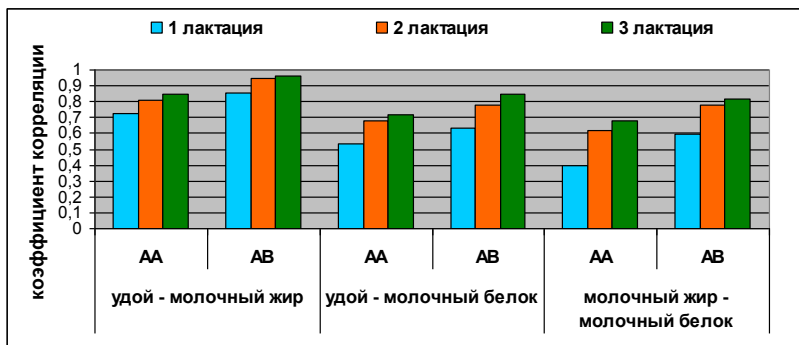


Рисунок 12 – Значение коэффициента корреляции между некоторыми показателями молочной продуктивности у животных белорусской черно-пестрой породы

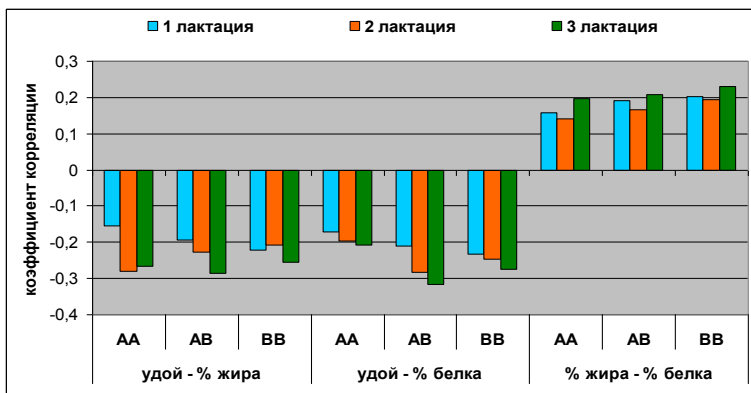


Рисунок 13 – Значение коэффициента корреляции между некоторыми показателями молочной продуктивности у высокопродуктивных животных белорусской черно-пестрой породы

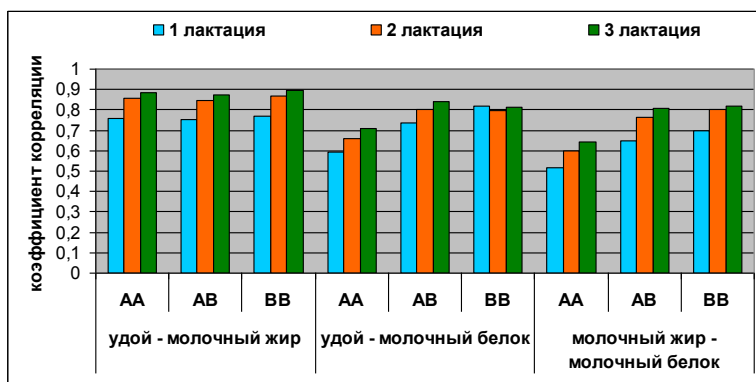


Рисунок 14 – Значение коэффициента корреляции между некоторыми показателями молочной продуктивности у высокопродуктивных животных белорусской черно-пестрой породы

Установленные коэффициенты корреляции между основными хозяйственно-полезными признаками у животных различных пород свидетельствуют о том, что при увеличении обильномолочности, белкомолочность не повышалась, а проведение селекции на повышение жирномолочности в какой-то степени способствовало увеличению белкомолочности. Однако, значительно повысить содержание белка в молоке таким образом не предоставляется возможным.

## 3.2 Выводы

1. Результаты тестирования производителей по локусу гена каппа-казеина свидетельствуют о том, что среди исследуемых быков-производителей Республики Беларусь частота встречаемости аллеля  $CSN3^B$  находится на уровне 0,142. В связи с чем, существует необходимость проведения селекции на повышение частоты встречаемости данного аллеля в популяции быков-производителей для закрепления ценного генотипа  $CSN3^{BB}$  в потомстве с целью увеличения белковомолочности и улучшения технологических свойств молока.

2. При помощи метода ДНК диагностики в популяции крупного рогатого скота красной белорусской породной группы выявлены три генотипа каппа-казеина –  $CSN3^{AA}$ ,  $CSN3^{AB}$  и  $CSN3^{BB}$ . Частота встречаемости генотипов составила 67,6 %, 26,5 % и 5,9 % соответственно. В популяции коров белорусской черно-пестрой породы в ЧСУП «Новый двор – Агро» генотип  $CSN3^{BB}$  не был идентифицирован ни у одной головы. Чаще встречались животные с генотипом  $CSN3^{AA}$  – 70,0 %. У высокопродуктивных коров в СПК «Обухово» частота встречаемости генотипа  $CSN3^{AA}$  была на уровне 63,0 %,  $CSN3^{AB}$  – 30,9 %,  $CSN3^{BB}$  – 6,1 %. Соотношение частот аллеля  $CSN3^A$  и  $CSN3^B$  у коров красной белорусской породной группы находилось на уровне 0,809 и 0,191; у коров белорусской черно-пестрой породы – 0,850 и 0,150; в популяции высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы – 0,796 и 0,204 соответственно.

3. Установлено, что коровы красной белорусской породной группы с генотипом  $CSN3^{BB}$  превосходили животных с генотипом  $CSN3^{AB}$  и  $CSN3^{AA}$  по белковомолочности на 0,39 % и 0,44 %; по жирномолочности – на 0,19 % и 0,28 %; количеству молочного белка – на 17,5 кг и 25,5 кг и количеству молочного жира – на 9,2 кг и 20,5 кг. Животные белорусской черно-пестрой породы с генотипом  $CSN3^{AB}$  характеризовались высшей белковомолочностью (на 0,07 % – 0,09 %) и количеством молочного белка (на 4,3 кг – 5,9 кг) по сравнению с животными генотипа  $CSN3^{AA}$ . Белковомолочность и количество молочного белка у

высокопродуктивных животных с генотипом CSN3<sup>BB</sup> были на 0,15% – 0,17 % и 14,2 кг – 16,2 кг соответственно выше, чем у коров с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и на 0,08 % – 0,10 % и 7,1 кг – 8,3 кг соответственно выше, чем у животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup>. В СПК «Ольговское» наиболее высокая молочная продуктивность за 305 дней лактации выявлена у коров с гомозиготным генотипом CSN3<sup>BB</sup> (5984 кг), что на 890 кг больше, чем у животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup> (5094 кг), и на 1406 кг больше ( $P>0,95$ ), чем у особей с генотипом CSN3<sup>AA</sup> (4578 кг). Коровы, которые в своем геноме имели аллель CSN3<sup>B</sup>, характеризовались более высоким содержанием жира в молоке (CSN3<sup>AB</sup> – 3,61 %, CSN3<sup>BB</sup> – 3,72 %), чем животные с генотипом CSN3<sup>AA</sup> – 3,60 %. Коровы с генотипом CSN3<sup>BB</sup> имели более высокий уровень белка в молоке (3,28 %) по сравнению с животными с генотипом CSN3<sup>AA</sup> (3,18 %). У животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup> этот показатель составил 3,19 % и имел промежуточное значение.

Изучение качественной характеристики молока коров (плотность, кислотность, содержание соматических клеток на уровне нормативных показателей) позволяет дать заключение о его пригодности для производства сыра и творога. Выявлено, что в молоке коров красной белорусской породной группы содержится сухого вещества в среднем на 0,81 % больше, чем в молоке животных белорусской черно-пестрой породы и на 0,31 % больше, чем в молоке высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы. Однако, содержание СОМО в среднем на 0,26 % и 0,34 % выше у высокопродуктивных животных, по сравнению с коровами красной белорусской породной группы и белорусской черно-пестрой породы. Установлена тенденция снижения времени свертывания молока, полученного от животных, несущих в своем генотипе аллель CSN3<sup>B</sup>.

4. Установлено, что из молока животных красной белорусской породной группы с генотипом CSN3<sup>BB</sup> получено на 4,9 % и 10,6 % больше сыра и 4,3 % и 11,2 % больше творога, чем от коров с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>AA</sup> соответственно. Из молока коров белорусской черно-пестрой породы с генотипом CSN3<sup>AB</sup> было приготовлено на 5,3 % больше сыра и на 9,6 % больше творога, по сравнению с молоком животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup>. На 8,0 % и 13,5 % больше сыра и на 4,3 % и 8,1 %

больше творога, было получено из молока высокопродуктивных коров с генотипом CSN3<sup>BB</sup>, по сравнению с животными двух других генотипов.

5. Доказано влияние паратипических факторов на устойчивость коров к маститам: форма вымени, длина и диаметр сосков, возраст коров, скорость молокоотдачи. Установлена наименьшая заболеваемость маститами коров с чашеобразной и округлой формами молочной железы, имеющих генотип по гену CSN3<sup>AB</sup> - 13,8 % и 16,9 %, соответственно. Наиболее часто поражаются маститами коровы с короткими (3,0-3,9 см) и длинными сосками (свыше 9,0 см), заболеваемость у животных с такими сосками составила – 60,0 % и 45,4 %, соответственно ( $P>0,95$ ); коровы, имеющие диаметр сосков менее 2 см, более восприимчивы к маститу, и заболеваемость у этих животных составила 45,4 %. При скорости молокоотдачи до 1,20 кг/мин количество больных коров составило 62,5 %, 1,51 – 1,80 кг/мин – 34,3 %, 1,81-2,10 кг/мин – 18,3 % ( $P>0,99$ ). При скорости молокоотдачи свыше 2,11 кг/мин этот показатель опять возрастает до 28,5 %.

6. Установлена ассоциация полиморфных вариантов гена CSN3 с устойчивостью животных к маститам, наименьший процент больных коров был отмечен у гетерозиготных генотипов CSN3<sup>AB</sup> - 19 %, что на – 9,4 % ниже в сравнении с CSN3<sup>AA</sup> (28,4 %) и CSN3<sup>BB</sup> (25,0 %).

7. Выявлен основной фактор возникновения маститов микробной этиологии на основе бактериологического исследования секрета молока, возбудителями которого являются *Staph. aureus* и *Strep. agalactiae* - 60 %. Разработаны ДНК-тесты для диагностики возбудителей мастита *Staph. aureus* и *Strep. agalactiae* у крупного рогатого скота белорусской черно-пестрой породы.

8. Достоверных различий между показателями воспроизводительных качеств между животными различных генетических групп по гену каппа-казеина не установлено. Отрицательное влияние аллеля CSN3<sup>B</sup> на воспроизводительную способность коров не выявлено.

9. Коэффициенты корреляции «удой – % жира», «удой – % белка», «% жира – % белка», «удой – количество молочного жира», «удой – количество молочного белка» и «количество молочного жира – количество молочного белка» у животных различных пород находятся в пределах биологической нормы.

#### 4. Экономическая эффективность проведенных исследований

Возрастающее значение производства белковой продукции с пониженным содержанием жира диктует необходимость использования генетических и селекционных методов для повышения экономической эффективности этого производства. В связи с этим было предложено считать генотип каппа-казеина экономически важным селекционным критерием для молочных пород крупного рогатого скота.

На протяжении всего периода работы с молочным скотом, ученые ставят перед собой задачу повышения молочной продуктивности животных. Как известно, стоимость одного литра молока включает в себя все затраты и расходы, потраченные на его производство (себестоимость). Сюда входят стоимость кормов, оплата труда, транспортные услуги и другие затраты. Таким образом, с увеличением количества и повышением качества надаиваемого молока, при прежних затратах на его производство, снижается себестоимость и тем самым увеличивается доход предприятия, удешевляется производство молочных продуктов. Для того чтобы рассчитать экономическую эффективность производства молока от коров с различными генотипами каппа-казеина учитывали средний удой животных по полновозрастной лактации, среднее содержание белка в молоке и базисную белковомолочность (3,0 %) [146], себестоимость производства молока и цену его реализации в хозяйствах, где проводились исследования.

Расчет экономической эффективности производства молока от коров с различными генотипами каппа-казеина (таблица 37) свидетельствует о том, что от животных красной белорусской породной группы с генотипом  $CSN3^{BB}$  получен чистый доход на одну голову на 94,0 – 135,5 тыс. руб (12,1 – 18,3 %) больше, чем от животных с генотипом  $CSN3^{AB}$  и  $CSN3^{AA}$ . От коров белорусской черно-пестрой породы с генотипом  $CSN3^{AB}$  чистый доход на одну голову составил на 31,6 тыс. руб (4,1 %) больше, по сравнению с животными с генотипом  $CSN3^{AA}$ . Аналогичная

тенденция установлена и у высокопродуктивных животных. Так, от коров с генотипом CSN3<sup>BB</sup> получен чистый доход на одну голову на 76,2 тыс. руб (5,4 %) больше, чем от животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup> и на 42,2 (2,9 %) тыс. руб больше, чем от животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup> (в ценах 2008 года).

Таблица 37 – Экономическая эффективность производства молока от коров с различными генотипами каппа-казеина

Генотип каппа-казеина	Удой, кг	Содержание белка, %	Удой в пересчете на базисную белково-молочность, кг	Стоимость молока, тыс. руб.	Затраты на производство молока, тыс. руб	Чистый доход на одну голову, тыс. руб.
Красная белорусская породная группа						
CSN3 <sup>AA</sup>	4108,6	3,37	4615,3	3184,6	2446,1	738,5
CSN3 <sup>AB</sup>	4276,4	3,42	4875,1	3363,8	2583,8	780,0
CSN3 <sup>BB</sup>	4301,0	3,81	5462,3	3769,0	2895,0	874,0
Белорусская черно-пестрая порода						
CSN3 <sup>AA</sup>	4670,7	3,12	4857,5	3351,7	2574,5	777,2
CSN3 <sup>AB</sup>	4724,2	3,21	5054,9	3487,9	2679,1	808,8
Белорусская черно-пестрая порода (высокопродуктивные животные)						
CSN3 <sup>AA</sup>	8218,4	3,23	8848,5	6105,5	4689,7	1415,8
CSN3 <sup>AB</sup>	8287,6	3,28	9061,5	6252,4	4802,6	1449,8
CSN3 <sup>BB</sup>	8276,3	3,38	9324,6	6434,0	4942,0	1492,0

Расчет экономического эффекта от производства сыра из молока коров с различными генотипами каппа-казеина представлен в таблице 38.

Таблица 38 – Экономический эффект от производства сыра из молока коров с различными генотипами каппа-казеина (в ценах 2008 года)

Показатели	Генотип		
	CSN3 <sup>AA</sup>	CSN3 <sup>AB</sup>	CSN3 <sup>BB</sup>
1	2	3	4
красная белорусская породная группа			
Выход сыра из 10 кг молока, кг	1,266	1,334	1,400
Себестоимость 1 кг сыра, руб	5440	5440	5440
Цена реализации 1 кг сыра	8800	8800	8800
Затраты на производство сыра, руб	6887,04	7256,96	7616,00
Стоимость сыра, руб	11140,80	11739,20	12320,00
Чистый доход, руб	4253,76	4482,24	4704,00
Экономический эффект, руб			
CSN3 <sup>BB</sup> ± CSN3 <sup>AA</sup>		+ 450,24	
CSN3 <sup>AB</sup> ± CSN3 <sup>AA</sup>		+ 228,48	
CSN3 <sup>BB</sup> ± CSN3 <sup>AB</sup>		+ 221,76	
белорусская черно-пестрая порода (ЧСУП «Новый Двор – Агро»)			
Выход сыра из 10 кг молока, кг	1,255	1,321	–
Себестоимость 1 кг сыра, руб	5440	5440	–
Цена реализации 1 кг сыра	8800	8800	–
Затраты на производство сыра, руб	6827,20	7186,24	–
Стоимость сыра, руб	11044,0	11624,8	–
Чистый доход, руб	4216,80	4438,56	–
Экономический эффект, руб			
CSN3 <sup>AB</sup> ± CSN3 <sup>AA</sup>		+ 221,76	
белорусская черно-пестрая порода (СПК «Обухово»)			
Выход сыра из 10 кг молока, кг	1,028	1,080	1,167
Себестоимость 1 кг сыра, руб	5440	5440	5440



Продолжение таблицы 38

1	2	3	4
Цена реализации 1 кг сыра	8800	8800	8800
Затраты на производство сыра, руб	5592,32	5875,20	6348,48
Стоимость сыра, руб	9046,4	9504,0	10269,6
Чистый доход, руб	3454,08	3628,80	3921,12
Экономический эффект, руб			
CSN3 <sup>BB</sup> ± CSN3 <sup>AA</sup>		+ 467,04	
CSN3 <sup>AB</sup> ± CSN3 <sup>AA</sup>		+ 174,72	
CSN3 <sup>BB</sup> ± CSN3 <sup>AB</sup>		+ 292,32	

В процессе исследований выявлено, что экономически выгоднее производить сыр из молока коров, несущих в своем генотипе аллель CSN3<sup>B</sup>. Так, экономический эффект при приготовлении сыра из 10 кг молока животных красной белорусской породной группы с генотипом CSN3<sup>BB</sup> составил на 450,24 руб (10,6 %) и на 221,76 руб (4,9 %) больше, по сравнению с молоком коров с генотипом CSN3<sup>AA</sup> и CSN3<sup>AB</sup> (в расчете на 1 тонну молока 45024 руб (20,8 у.е.) и 22176 руб (10,3 у.е.), соответственно). Аналогичная тенденция установлена и при производстве сыра из молока коров белорусской черно-пестрой породы. В ЧСУП «Новый Двор – Агро» наличие у коров белорусской черно-пестрой породы аллеля CSN3<sup>B</sup> также способствовало получению более высокого (на 221,76 руб или 5,3 %) экономического эффекта при производстве сыра, в отличие от животных, не имеющих в своем генотипе данного аллеля. В СПК «Обухово» экономический эффект производства сыра из 10 кг молока коров с генотипом CSN3<sup>BB</sup> был выше на 467,04 руб (13,5 %), по сравнению с животными с генотипом CSN3<sup>AA</sup> и на 292,32 (8,1 %) выше, чем от коров-носительниц генотипа CSN3<sup>AB</sup> (в расчете на 1 тонну молока 46704 руб (21,6 у.е.) и 29232 руб (13,5 у.е.) соответственно). Также экономический эффект был выше при производстве сыра из молока коров с генотипом CSN3<sup>AB</sup> по сравнению с животными с генотипом CSN3<sup>AA</sup> на 174,72 руб (5,1 %). Расчет произведен

по курсу Национального банка Республики Беларусь на 1.12.2008 года.

Экономическая эффективность от внедрения в производственную практику отбора коров, устойчивых к маститам, исчисляется существенным увеличением молочной продуктивности, повышением качества продукции, снижением затрат на проведение ветеринарных мероприятий и лечение больных животных.

Установлено, что от каждой больной коровы недополучают в среднем 15- 25 % молока [80, 106]. На этом основании смоделирован ожидаемый экономический эффект при использовании в стадах нашей республики коров, устойчивых к данному заболеванию (таблица 39).

Таблица 39 – Расчет эффективности производства молока коров с разными генотипами по гену CSN3 (в ценах 2010 года)

Показатели	Единицы измерения	Варианты		
		CSN3 AA	CSN3 AB	CSN3 BB
Удой за 305 дней в пересчете на базисную жирность на 1 корову	кг	4578	5108	6183
Заболеваемость коров маститами	%	28,4	19,0	25,0
Недополучено молока вследствие заболевания маститом на 1 корову	кг	915,6	1021,6	1236,6
Дополнительно получено молока вследствие снижения заболевания коров маститом на сумму	кг		9194	3710
	тыс. руб.		6574	2652,5

Таким образом, если бы все коровы были здоровые, дополнительно было бы получено 9194,4 кг молока у коров с гено-

типом  $CSN3^{AB}$  и с  $CSN3^{BB}$  – 3710 кг, что в денежном выражении составляет 6574 и 2652,5 тыс. руб., соответственно.

#### 4.1 Выводы

Расчет экономической эффективности производства молока свидетельствует о том, что от коров красной белорусской породной группы с генотипом  $CSN3^{BB}$  получен чистый доход на 94,0 тыс. руб и 135,5 тыс. руб (12,1% и 18,3 %) больше, а от высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы с генотипом  $CSN3^{BB}$  – на 42,2 тыс. руб и 76,2 тыс. руб (2,9 % и 5,4 %), чем от животных с генотипом  $CSN3^{AB}$  и  $CSN3^{AA}$  соответственно. От коров белорусской черно-пестрой породы с генотипом  $CSN3^{AA}$  (ЧСУП «Новый Двор – Агро») чистый доход составил на 31,6 тыс. руб (4,1 %) меньше, по сравнению с гетерозиготными животными. Экономический эффект при производстве сыра из молока животных красной белорусской породной группы с генотипом  $CSN3^{BB}$  составил на 45024 руб и 22176 руб больше, а из молока коров белорусской черно-пестрой породы с генотипом  $CSN3^{BB}$  на 46704 руб и 29232 руб больше, по сравнению с молоком коров с генотипом  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$  соответственно (в расчете на 1 тонну молока).

## Заключение

1. Впервые в Республике Беларусь разработан и научно обоснован метод использования гена каппа-казеина в качестве маркера в селекции крупного рогатого скота, выразившийся в превосходстве животных белорусской черно-пестрой породы и красной белорусской породной группы с генотипом  $CSN3^{BB}$  по белковомолочности на 0,15 % – 0,44 %, по количеству молочного белка – на 14,2 кг – 25,5 кг; позволяющий приготовить больше сыра на 4,9 % – 13,5 % и творога на 4,3 % – 11,2 % в сравнении с животными генотипов  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$ .

2. Определена генетическая структура популяций быков-производителей Щучинского филиала РУСП «Гродненское племпредприятие», а также коров красной белорусской породной группы и белорусской черно-пестрой породы по гену каппа-казеина и идентифицированы аллели  $CSN3^A$  и  $CSN3^B$ . Среди быков-производителей белорусской селекции частота встречаемости аллелей  $CSN3^A$  и  $CSN3^B$  гена каппа-казеина составила 0,840 и 0,160; шведской селекции – 0,769 и 0,231; венгерской селекции – 0,889 и 0,111, соответственно. Частота встречаемости генотипа  $CSN3^{AA}$  у быков белорусской селекции была равна 68,0 %; шведской селекции – 53,8 %; венгерской селекции – 77,8 %. Быков-производителей с генотипом  $CSN3^{BB}$  не выявлено. В популяции коров красной белорусской породной группы частота встречаемости генотипов  $CSN3^{AA}$ ,  $CSN3^{AB}$  и  $CSN3^{BB}$  составила 67,6 %, 26,5 % и 5,9 %, соответственно. В популяции коров белорусской черно-пестрой породы на фоне средней продуктивности генотип  $CSN3^{BB}$  не был идентифицирован, а частота встречаемости генотипов  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$  была следующей – 70,0 % и 30,0 %. У высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы частота встречаемости генотипа  $CSN3^{AA}$  составила 63,0 %,  $CSN3^{AB}$  – 30,9 %,  $CSN3^{BB}$  – 6,1 %. Соотношение частот аллеля  $CSN3^A$  и  $CSN3^B$  у животных красной белорусской породной группы находилось на уровне 0,809 и 0,191; у белорусской черно-пестрой породы на фоне средней продуктивности – 0,850 и 0,150; среди высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы – 0,796 и 0,204, соответственно.

3. Установлено превосходство коров красной белорусской породной группы с генотипом CSN3<sup>BB</sup> по белковомолочности на 0,39 % и 0,44 % ( $P < 0,001$ ); по жирномолочности – на 0,19 % и 0,28 % ( $P < 0,001$ ); количеству молочного белка – на 17,5 кг и 25,5 кг ( $P < 0,001$ ) и количеству молочного жира – на 9,2 кг и 20,5 кг ( $P < 0,001$ ) над животными с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>AA</sup>. Животные белорусской черно-пестрой породы с генотипом CSN3<sup>AB</sup> на фоне средней продуктивности характеризовались более высокой белковомолочностью (на 0,07 % – 0,09 %,  $P < 0,05$ ) и количеством молочного белка (на 4,3 кг – 5,9 кг,  $P < 0,05$ ) по сравнению с животными генотипа CSN3<sup>AA</sup>. У высокопродуктивных животных белорусской черно-пестрой породы с генотипом CSN3<sup>BB</sup> уровень белковомолочности и количество молочного белка были на 0,15 % – 0,17 % и 14,2 кг – 16,2 кг, соответственно выше, чем у коров с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и на 0,08 % – 0,10 % и 7,1 кг – 8,3 кг выше, чем у животных с генотипом CSN3<sup>AA</sup> ( $P < 0,01$ ,  $P < 0,001$ ).

4. Выявлено, что из молока животных красной белорусской породной группы с генотипом CSN3<sup>BB</sup> получено на 4,9 % и 10,6 % больше сыра и на 4,3 % и 11,2 % творога, чем от коров с генотипом CSN3<sup>AB</sup> и CSN3<sup>AA</sup>, соответственно. Из молока коров белорусской черно-пестрой породы с генотипом CSN3<sup>AB</sup> при среднем уровне продуктивности было приготовлено на 5,3 % больше сыра и на 9,6 % творога, по сравнению с животными генотипа CSN3<sup>AA</sup>. Из молока высокопродуктивных коров с генотипом CSN3<sup>BB</sup> было получено на 8,0 % и 13,5 % больше сыра и на 4,3 % и 8,1 % больше творога, по сравнению с животными генотипов CSN3<sup>AA</sup> и CSN3<sup>AB</sup>.

5. Установлена ассоциация полиморфных вариантов гена CSN3 с устойчивостью животных к маститам. Наименьший процент больных маститом коров был отмечен у животных с генотипом CSN3<sup>AB</sup>, что на 9,4 % и 6 % ( $P > 0,95$ ) ниже в сравнении с коровами, имеющими генотипы CSN3<sup>AA</sup> и CSN3<sup>BB</sup>. Выявленная закономерность позволяет рекомендовать использование генотипа CSN3<sup>AB</sup> в качестве маркера для селекции коров на устойчивость к маститам.

6. Исследованиями установлено, что 60% случаев приходится на маститы микробной этиологии, возбудителями которых являются *Staph. aureus* и *Strep. Agalactiae*. Разработаны ДНК-

тесты для диагностики возбудителей мастита: *Staph. aureus* и *Strep. agalactiae* у крупного рогатого скота белорусской черно-пестрой породы, позволяющие проводить достоверное и быстрое диагностирование данных возбудителей.

7. Проведенные исследования свидетельствуют об отсутствии отрицательного влияния аллеля  $CSN3^B$  на воспроизводительные качества коров красной белорусской породной группы и белорусской черно-пестрой породы с различными генотипами каппа-казеина.

8. Установлено, что использование коров красной белорусской породной группы и белорусской черно-пестрой породы с генотипом  $CSN3^{BB}$  в селекционном процессе обеспечивает получение экономического эффекта на 45024 руб (20,8 у.е.) и 22176 руб (10,3 у.е.) больше (ЧСУП «Новый Двор – Агро»), а из молока высокопродуктивных коров белорусской черно-пестрой породы на 46704 руб (21,6 у.е.) и 29232 руб (13,5 у.е.) больше (СПК «Обухово»), по сравнению с животными генотипов  $CSN3^{AA}$  и  $CSN3^{AB}$ , соответственно по курсу Национального банка Республики Беларусь на 1.12.2008 года (в расчете на 1 тонну молока).

## Предложения производству

1. В целях увеличения молочной продуктивности коров белорусской черно-пестрой породы и красной белорусской породной группы предлагаем считать генотип каппа-казеина экономически важным селекционным критерием, так как животные, несущие в своем геноме аллель CSN3<sup>B</sup>, характеризуются более высокой белкомолочностью и большим содержанием молочного белка, а также лучшими технологическими свойствами молока.

2. Проводить ДНК-диагностику крупного рогатого скота по гену каппа-казеина и учитывать полученные результаты при разработке перспективных планов селекционно-племенной работы, направленных на совершенствование хозяйственно-полезных признаков и технологических свойств молока животных белорусской черно-пестрой породы и красной белорусской породной группы, отдавая предпочтение животным-носителям аллеля CSN3<sup>B</sup>.

3. Использовать разработанные ДНК-тесты для диагностики возбудителей мастита *Staph. aureus* и *Strep. agalactiae* у крупного рогатого скота белорусской черно-пестрой породы.

## Список литературы

1. Авакова, Ч.А. Влияние сезона года и стадии лактации на биологические свойства молока: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / Ч.А. Авакова; ТСХА. – М., 1976. – 19 с.

2. Акимов, Е.П. Зависимость маститов от формы вымени, скорости молокоотдачи и происхождения коров / Е.П. Акимов, Н.Н. Зубова, М.И. Хомякова // Сборник научных трудов / Ленинградский сельскохозяйственный институт. – Ленинград, 1974. – Т. 243. – С. 37–43.

3. Алексеева, Н.Ю. Современная номенклатура белков молока / Н.Ю. Алексеева // Молочная промышленность. – 1983. – № 4. – С. 27–31.

4. Аллипанах, М. Генотипирование популяции крупного рогатого скота по локусу гена каппа-казеина / М. Аллипанах // Материалы научной конференции молодых ученых и специалистов МСХА. – Москва, 2005. – С. 245–247.

5. Аленичкина, Г.Е. Белки, клетки крови и молока в разные периоды функционального состояния и при скрытых маститах / Г.Е. Аленичкина, В.М. Севастьянова // Вопросы физико-химической биологии в ветеринарии. – Москва, 1997. – С. 23–25.

6. Анализ полиморфизма гена каппа-казеина у быков-производителей белорусской черно-пестрой породы / О.П. Курак [и др.] // Сб. науч. тр. / Ин-т животноводства Нац. акад. наук Беларуси. – Жодино, 2005. – Т. 40: Зоотехническая наука Беларуси. – С. 78–81.

7. Антила, В. Сычужная активность молока / В. Антила, Э. Альсадри // Материалы XXI Международной молочной конф. / ЦНИИТЭИ мясомолпром. – Москва, 1982. – Т. 1. – Кн. 1. – С. 294–295.

8. Ахметов, Т.М. Изучение хозяйственно-полезных признаков продуктивности коров с разными генотипами по локусу гена каппа-казеина / Т.М. Ахметов // Современные технологические и селекционные аспекты развития животноводства России: материалы 3 Международной научно-практической конференции. – Дубровицы, 2005. – Т. 2. – С. 174–177.



9. Ахметов, Т.М. Продуктивные признаки помесных холмогор х голштинских первотелок с разными генотипами по локусу гена каппа-казеина / Т.М. Ахметов, Р.Р. Вафина, Ш.К. Шакиров // Сб. науч. тр. / ВНИИплем. – Лесные поляны, 2005. – Вып. 18: Селекция, кормление, содержание сельскохозяйственных животных и технология производства продуктов животноводства. – С. 3-8.

10. Багманов, М.А. Этиологические факторы мастита у коров / М.А. Багманов, Ю.Б. Никульшина // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2003. – № 2. – С. 75–76.

11. Баймишева, Д.Ш. Факторы, обуславливающие возникновение маститов / Д.Ш. Баймишева, Л.А. Коростелева, С.В. Котенков // Зоотехния. – 2007. – № 8. – С. 22–24.

12. Бакай, А.В. Генетика : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Зоотехния" / А.В. Бакай, И.И. Кошиш, Г.Г. Скрипниченко. – Москва : КолосС, 2007. – 448 с.

13. Барабанщиков, Н.В. Качество молока и молочных продуктов / Н.В. Барабанщиков. – М.: Колос, 1980. – 255 с.

14. Баршинова, А.В. Влияние локуса гена каппа-казеина на технологические показатели молока первотелок красно-пестрой породы / А.В. Баршинова, Л.А. Калашникова, Я.В. Авдалян // Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных. - Дубровицы, 2004. – С. 36-38.

15. Басовский, Н.З. Информационные системы в селекции животных / Н. З. Басовский, В.И. Власов. – М.: Урожай, 1990. – 208 с.

16. Басовский, Н.З. Популяционная генетика в селекции молочного скота / Н.З. Басовский. – М.: Колос, 1983. – 280 с.

17. Безенко, Т.И. Влияние технологии производства молока на его качество Т.И. Безенко, Ю.П. Дуксин, И.П. Баранова // Докл. / ВАСХНИЛ. – Москва, 1988. – Вып. 31: Улучшение качества и сокращение потерь продукции животноводства. – С. 154-159.

18. Бекерис, З.Я. Свойства вымени и заболеваемость первотелок субклиническими маститами / З.Я. Бекерис // Материалы III конференции молодых ученых по генетике и разведению сельскохозяйственных животных. – Ленинград, 1973. – С. 374–376.

19. Белобокая, О.Н. Белковомолочность белорусского черно-пестрого скота и взаимосвязь ее с другими признаками молочной продуктивности / О.Н. Белобокая // Известия Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2002. – № 2. – С. 15-18.

20. Белов, А.Н. Анализ сыропригодности молока в зонах деятельности сыродельных заводов Алтайского края / А.Н. Белов // Сб. науч. тр. / ВМИ. – Вологда, 1989. – Вып. 46: Актуальные проблемы переработки молока и производства молочных продуктов. – С. 28-30.

21. Беркович, О.В. Сезонная динамика распространения маститов у коров / О.В. Беркович // Клинико-биохимические исследования и лечение незаразных болезней сельскохозяйственных животных : сборник научных трудов / А.А. Акулинин [и др.] ; Омский сельскохозяйственный институт. – Омск, 1984. – С. 35–38.

22. Бирюкова, З.А. Термостойкость молока коров в течение лактации и по сезонам года: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / З.А. Бирюкова; ТСХА. – М., 1968. – 16 с.

23. Бич, А.И. Генетический потенциал черно-пестрого скота и методы его повышения / А.И. Бич // Повышение генетического потенциала молочного скота : сборник научных трудов / ВНИИРГЖ. – Ленинград, 1985. – С. 28–39.

24. Бороздин, Э.К. Устойчивость крупного рогатого скота к маститу / Э.К. Бороздин, К.В. Клееберг, Г.Я. Зимин. – Москва : ВНИИплем, 1993. – 207 с.

25. Брусиловский, Л.П. Ионметрический метод определения фальсификации молока содой или аммонийными соединениями / Л.П. Брусиловский, В.П. Шидловская // Молочная промышленность. – 1996. – № 1. – С. 19–21.

26. Бубен, Д.М. Производственные типы красного белорусского скота и их использование в племенной работе: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Д.М. Бубен; ТСХА. – М., 1970. – 18 с.

27. Бузук, Б.В. Качество молока в зависимости от заболевания вымени коров маститами / Б.В. Бузук, В.Г. Коломоец // Наука – производству : материалы пятой Международной научно-практической конференции. – Гродно, 2002. – С. 256–258.

28. Буйлова, Л.А. К вопросу об определении аномального молока / Л.А. Буйлова, М.В. Соболева, Р.Н. Зеленева // Технология молока и молочных продуктов : материалы научно-практической конференции, 23-24 мая 1990 г. / Вологодский молочный институт. – Вологда, 1991. – С. 48–50.

29. Валитов, Х.З. Влияние морфофункциональных свойств вымени на продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы при разных способах содержания / Х.З. Валитов, М.С. Косырева, С.В. Карамеев // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 9. – С. 19–22.

30. Валюшкин, К.Д. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных : учебник для вузов по специальности СО202 "Ветеринарная медицина", "Акушерство и биотехника размножения животных", СО20 "Зоотехния" / К.Д. Валюшкин, Г.Ф. Медведев. – Минск : Ураджай, 1997. – 718 с.

31. Валюшкин, К.Д. Рекомендации по совершенствованию лечения и профилактики маститов у коров / К.Д. Валюшкин, С.Н. Ковальчук. – Витебск, 2005. – 17 с.

32. Васильева, Е.А. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных / Е.А. Васильева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 254 с.

33. Введение в молекулярную генную диагностику сельскохозяйственных животных / Н.А. Зиновьева [и др.]. – ВИЖ, 2002 – 122 с.

34. Влияние вариантов подбора коров на их молочную продуктивность / Е. Воронина [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 4. – С. 8–9.

35. Влияние различных факторов на заболевание молочной железы и селекция коров холмогорской и швицкой пород на устойчивость к маститам / А.П. Солдатов [и др.] // Повышение генетического потенциала молочного скота. – Москва, 1986. – С. 152–159.

36. Воскобойников, В.М. Маститы коров / В.М. Воскобойников. – Минск : Ураджай, 1981. – 135 с.

37. Гайко, А.А. Красный белорусский скот / А.А. Гайко, С.И. Тузов, М.П. Гринь. – Минск: Ураджай, 1968. – 142 с.

38. Галлямова, А. Каппа-казеин – важнейший селекционный критерий в молочном скотоводстве / А. Галлямова, С. Исламова // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 2. – С. 17–18.

39. Гаркавий, Ф. Селекционно-генетические параметры формы вымени и молокоотдачи у литовских черно-пестрых и красных литовских коров / Ф. Гаркавий, К. Стролис, А. Кирвела // Проблемы кормления и разведения сельскохозяйственных животных : сборник научных трудов. – Вильнюс : Москлас, 1978. – С. 3–17.

40. Гармаш, В.А. Влияние различных дач льняного жмыха на состав и качество сыра: автореф. дис. ... канд с.-х. наук: 06.02.02 / В.А. Гармаш; ТСХА. – М., 1951. – 17 с.

41. Генетическая структура поголовья быков-производителей различных популяций по локусу гена каппа-казеина / Т.И. Епишко [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. Т. 2. – Гродно, 2006. – С. 243-246.

42. Генетические основы селекции животных / В.Л. Петухов [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 448 с.

43. Генетичний компонент біорізноманітності великої рогатої худоби / В.І. Глазко. – Київ: КВІЦ, 2005. – 200 с.

44. Генотипирование локуса каппа-казеина у крупного рогатого скота с помощью полимеразной цепной реакции / Г.Е. Сулимова [и др.] // Генетика. – 1991. – Т. 27. – № 12. – С. 2053-2062.

45. Герасимчук, Л.Д. Белковомолочность голштинизированных черно-пестрых коров / Л.Д. Герасимчук, В.И. Клименок, В.И. Селезнев // Зоотехния. – 2003. – № 7. – С.20-22.

46. Гиль, М.И. Молекулярно-генетична диференціація заводських типів української червоної молочної породи за ознаками молочної продуктивності / М.И. Гиль, Т.А. Нагорнюк, О.В. Городна // Наукові доповіді НАУ. – 2007. – № 3. – С. 1-15.

47. Глазко, В.И. Введение в ДНК – технологию / В.И. Глазко, И.М. Дунин, Г.В. Глазко, Л.А. Калашникова // - М., ФГНУ «Росинформротех», 2001.- С. 434.

48. Глазко, В.И. ДНК-технологии животных / В.И. Глазко. – Киев: Урожай, 1997. – 173 с.

49. Глазко, В.И. Современный этап селекционной работы и ДНК-технологии / В.И. Глазко // Молекулярные механизмы ге-

нетических процессов и биотехнология : материалы Международного симпозиума, 18–21 ноября, Минск, 22–24 ноября, Москва. – Москва. – 2001. – С. 34–36.

50. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применения / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М: Мир, 2002. – 589 с.

51. Гончаров, В.П. Профилактика и лечение маститов у животных / В.П. Гончаров, В.А. Карпов, И.Л. Якимчук. – Москва : Россельхозиздат, 1987. – 205 с.

52. Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова. – 3-е изд. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 320 с.

53. Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К.К. Горбатова. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 352 с.

54. Горбатова, К.К. Химия и физика белка молока / К.К. Горбатова. – М.: Колос, 1993. – 193 с.

55. Гордеева, И.В. Роль микрофлоры в возникновении маститов коров и возможности КВЧ и фаготерапии при воспалительных заболеваниях вымени / И.В. Гордеева, О.В. Андронов, Г.И. Григорьева // Инфекционные и инвазионные болезни животных в современных условиях: материалы научно-практической конференции по итогам 2001–2004 гг. / НГСХА. – Нижний Новгород, 2004. – С. 271–274.

56. Государственная племенная книга красного белорусского скота. – Минск: Ураджай, 1966. – Т. 1. – 263 с.

57. Гринько, И.Н. О заболеваемости первотелок маститом / И.Н. Гринько // Генетическая устойчивость сельскохозяйственных животных к заболеваниям. Пути повышения резистентности животных / ВНИИплем. – М, 1983. – Вып. 3.– С. 56.

58. Гриценко, С.А. Показатели химического состава молока и их взаимосвязь с хозяйственно-полезными признаками / С.А. Гриценко // Актуальные проблемы современного животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. Конф., посвящ. юбилею П.А. Кормщикова, Троицк, 12-14 июля 2003 г. / Урал. госуд. акад. вет. мед. – Троицк, 2003. – С. 45-47.

59. Гуськова, В.П. Ионметрическое определение хлоридов в молоке и молочных продуктов / В.П. Гуськова, Л.С. Сизова // Журнал аналитической химии. – 1994. – Т. 49, № 2. – С. 233–235.

60. Давидов, Р.Б. Влияние породы животных на технологические свойства молока / Р.Б. Давидов // Докл. ТСХА. – Москва. – 1958. – Вып. 37. – С. 35-36.
61. Давидов, Р.Б. Молоко / Р.Б. Давидов. – М.: Колос, 1969. – 327 с.
62. Данкверт, А. Пути улучшения качества молока. / А. Данкверт, Л. Зерновая // Молочное и мясное скотоводство. – 2003 г. – № 8. – С. 2–6.
63. Датукишвили, Е.Р. Изменчивость признаков и ее значение в селекции животных / Е.Р. Датукишвили // Молочное и мясное скотоводство. – 2008.– № 11. – С. 6–8.
64. Демидова, Л.Д. Значение L–трансформации стафилококков при мастите коров / Л.Д. Демидова, В.М. Сотникова // Сборник научных трудов / Всероссийский НИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2003. – Т. 115. – С. 40–51.
65. Демуров, М.Г. Технология молочных продуктов и технологический контроль / М.Г. Демуров. – М.: Пищепромиздат, 1962. – 447 с.
66. Денисенко, Е.А. Генотипирование популяции крупного рогатого скота черно-пестрой породы по локусу гена каппаказеина в Красноярском крае Е.А. Денисенко, Л.А. Калашникова // Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных: материалы межд. науч. конф. – Дубровицы, 2003.
67. Дерябина, Ю.М. Генетический полиморфизм каппаказеина и гормона роста у быков Ярославской породы / Ю.М. Дерябина, О.В. Костюнина, Н.А. Зиновьева // Новые методы генодиагностики и генотерапии: современное состояние и перспективы использования в сохранении генофонда сельскохозяйственных животных: материалы межд. науч. конф. – Дубровицы, 2005. – С. 58-61.
68. Диланян, З.Х. Сыроделие / З.Х. Диланян. – М.: Колос, 1973. – 378 с.
69. Димань, Т.М. Поліморфна система к-казеїну, і зв'язок з продуктивними якостями великої рогатої худоби / Т.М. Димань // Вісник аграрної науки. – 1998. – № 2. – С. 33-35.
70. Дорожко, А.А. Хозяйственно-полезные и биологические признаки животных белорусской черно-пестрой породы гол-

ландского и голштинского корня при различном уровне кормления: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01 / А.А. Дорожко. – Гродно, 2007. – 120 с.

71. ДНК-технологии оценки сельскохозяйственных животных / Л.А. Калашникова [и др.] // – Лесные Поляны, 1999. – С. 147.

72. Думбур, К.Ф. К теории сычужной ферментации казеина / К.Ф. Думбур // Докл. Всесоюзн. конф. по молочному делу. – М.: Сельхозиздат, 1958. – С. 305-313.

73. Дунин, И.М. Совершенствование скота черно-пестрой породы в Среднем Поволжье / И.М. Дунин, К.К. Аджибеков. – Москва : Изд-во ВНИИплем, 1998. – 172 с.

74. Дьяченко, П.Ф. Технология молока и молочных продуктов / П.Ф. Дьяченко. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 447 с.

75. Епишко, Т.И. Полиморфизм гена каппа-казеина различных популяций крупного рогатого скота черно-пестрой породы / Т.И. Епишко, О.П. Курак // Известия Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2008. – № 3. – С. 71-75.

76. Жебровский, Л.С. Использование полиморфных белковых систем в селекции / Л.С. Жебровский, В.Е. Митютько. – Ленинград: Колос, Ленинградское отделение, 1979. – 181 с.

77. Жебровский, Л.С. Селекционные показатели содержания белка в молоке коров черно-пестрой породы / Л.С. Жебровский, М.А. Иванова // Генетика и новые методы селекции молочных пород скота. – Москва : Колос, 1970. – С. 247–257.

78. Журавель, Е.В. Розподіл аллельних і генотипічних частот по локусі каппа-казеїна в різних порід великої рогатої худоби / Е.В. Журавель, В.И. Глазко // С.-г. біологія. – 1998. – № 6. – С. 87-92.

79. Завертяев, Б.П. Генетические методы оценки племенных качеств молочного скота / Б.П. Завертяев. – Ленинград : Агропромиздат, 1986. – 256 с.

80. Загаевский, И.С. Профилактика мастита и качество молока при машинном доении коров // Профилактика и лечение болезней крупного рогатого скота. – Киев, 1986. – С. 34–38.

81. Зайковский, Я.С. Химия и физика молока и молочных продуктов / Я.С. Зайковский. – М.: Пищепромиздат, 1950. – 372 с.

82. Закономерности типовой изменчивости выводной системы вымени коров / З.П. Андреева [и др.] // Повышение генетического потенциала молочного скота : сборник научных трудов. – Москва : Агропромиздат, 1987. – С. 160–164.

83. Зверева, Г.В. Борьба с маститами коров в условиях промышленных животноводческих комплексов // Актуальные проблемы ветеринарии в промышленном животноводстве : труды / Всесоюзный институт экспериментальной ветеринарии. – Москва, 1984. – Т. 60. – С. 15–17.

84. Зиновьева, Н.А. Введение в ДНК-диагностику / Н.А. Зиновьева // Методы исследования в биотехнологии сельскохозяйственных животных : материалы Международной научной конференции. – Дубровицы, 2005. – С. 38–49.

85. Зиновьева, Н.А. Некоторые аспекты генодиагностики генетической устойчивости кур к вирусу птичьего гриппа / Н.А. Зиновьева, С.А. Гладырь, Л.К. Эрнст // Новые методы генодиагностики и генотерапии: современное состояние и перспективы использования в сохранении генофонда сельскохозяйственных животных / Центр биотехнологии и молекулярной диагностики ВИЖ. – Дубровицы, 2005. – С. 79–81.

86. Зиновьева, Н.А. Перспективы использования молекулярной генной диагностики сельскохозяйственных животных / Н.А. Зиновьева, С.А. Гладырь // ДНК-технологии в клеточной инженерии и маркировании признаков сельскохозяйственных животных: материалы Международной конференции. – Дубровицы, 2001. – С. 44–49.

87. Иванченко, Е.В. Полиморфизм хозяйственно-ценных генов (бетта-лактоглобулин, каппа-казеин) у аутохтонных пород Украины / Е.В. Иванченко, В.И. Глазко // Вестник РУДН. – 2001. – №6. – С. 21–23.

88. Ивашура, А.И. Система мероприятий по борьбе с маститами коров / А.И. Ивашура. – Москва : Росагропромиздат, 1991. – 240 с.

89. Икряников, И.А. Состав и свойства молозива и молока коров айрширской и черно-пестрой пород: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / И.А. Икряников; ТСХА, – М., 1971. – 17 с.

90. Инихов, Г.С. Биохимия молока / Г.С. Инихов. – М.: Пищепромиздат, 1956. – 353 с.



91. Инструкция по бонитировке крупного рогатого скота молочных и молочно-мясных пород. – М.: Колос, 1990 – 20 с.

92. Иолчиев Б.С. Использование ДНК-технологий в молочном скотоводстве / Б.С. Иолчиев, В.И. Сельцов // ДНК-технологии в клеточной инженерии и маркировании признаков сельскохозяйственных животных: материалы межд. науч. конф. – Дубровицы, 2001. – С. 67-70.

93. Иолчев, В.С. Частота аллелей и распределение фенотипов белковых фракций молока дочерей разных быков / В.С. Иолчев // Сб. науч. тр. / ВИЖ. – Дубровицы, 1993. – Вып. 56: Новое в селекции сельскохозяйственных животных. – С. 129-132.

94. Ионкина, А.А. Свойства белков молока в зависимости от сезона года и термической обработки: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.04 / А.А. Ионкина; ТСХА. – М., 1965. – 18 с.

95. Использование генетических маркеров в селекционно-племенной работе / Н. Ковалюк [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2003. – С. 20–21.

96. Использование ДНК-технологий в селекции сельскохозяйственных животных / И.П. Шейко [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки, 2005. – Вып. 8, ч. 2. – С. 217–222.

97. Исследование биосенсорного анализатора «Биолак» с целью определения бактериальной обсемененности молока / Л.П. Брусиловский [и др.] // Научно-технический сборник : новые инструментальные методы контроля состава и качества молока и молочных продуктов / Всероссийский НИИ молочной промышленности. – Москва, 1998. – Вып. 8. – С. 14–23.

98. Казаровец, Н.В. Совершенствование черно-пестрого скота на основе принципов крупномасштабной селекции: моногр. / Н.В. Казаровец – Горки: «БГСХА», 1998. – 261 с.

99. Калашникова, Л.А. Возможности использования ДНК-маркеров продуктивных качеств животных в практической селекционной работе / Л. А. Калашникова // Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных: материалы межд. науч. конф. – Дубровицы, 2003. – С. 33-39.

100. Калашникова, Л.А. Влияние генотипа каппа-казеина на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы / Л.А. Калашникова, Е.А. Денисенко, А.Ш. Тинаев // Сб. науч. тр. / Ин-т животноводства Нац. акад. наук Беларуси. – Жодино, 2004. – Т. 39: Зоотехническая наука Беларуси. – С. 50-55.
101. Калашникова, Л.А. Перспективы улучшения технологических свойств молока коров черно-пестрой породы с использованием ДНК-маркеров по гену каппа-казеина / Л.А. Калашникова, Е.А. Денисенко // Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных: материалы междунауч. конф. – Дубровицы, 2004. – С. 12-18.
102. Карамчакова, О.Н. Молекулярно-генетический анализ вариантов гена каппа-казеина у коров красной горбатовской породы / О.Н. Карамчакова, Ю.А. Столповский // Вестник РУДН. – 2001. – №6. – С. 15-17.
103. Карликанова, С.Н. Микробиологические исследования молока в сыроделии / С.Н. Карликанова // Маслодельная и сыродельная промышленность. – 1977. – №7. – С. 5-7.
104. Карликова, Г. Г. Качество молока – решающий фактор / Г. Карликова // Молочное и мясное скотоводство. – 2005. – № 7. – С. 2–5.
105. Карликова, Г.Г. Бактериальная загрязненность молока коров / Г.Г. Карликова // Ветеринария. – 2005. – № 8. – С. 46.
106. Карманова, Е.П. О способах диагностики маститов у коров / Е.П. Карманова, В.Е. Макарова // Пути повышения продуктивности сельскохозяйственных животных Северно-Западной зоны РСФСР. – Петрозаводск, 1985. – С. 8–15.
107. Карпуть, И.М. Гематологический атлас сельскохозяйственных животных / И.М. Карпуть. – Минск: Ураджай, 1986. – 183 с.
108. Карташова, В.М. Быстрые маститные тесты / В.М. Карташова, Ю.Н. Проскурин, Г.Н. Кузьмин // Ветеринария. – 1998. – № 5. – С. 32–33.
109. Карташова, В.М. Маститы коров / В.М. Карташова, А.И. Ивашура. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 256 с.
110. Карташова, О.Л. Диагностика скрытых форм мастита у коров / О.Л. Карташова, С.Б. Киргизова, Е.Ю. Исайкина // Ветеринария. – 2004. – № 10. – С. 32–34.

111. Кибкало, Л. Морфологические и функциональные свойства вымени коров / Л. Кибкало, Г. Пономарева // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – № 5. – С. 22–23.

112. Климов, Н.И. Содержание кальция и фосфора в молоке коров разных пород / Н.И. Климов // Докл. по молочному делу. – Москва. – 1958. – С. 101-105.

113. Климовский, И.И. Биохимические и микробиологические основы производства сыров / И.И. Климовский. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 207 с.

114. Клиническая диагностика внутринних незаразных болезней / А.М. Смирнов [и др.]. – Москва : Агропромиздат. – 1988. – 512 с.

115. Книга, М.И. Кормовые факторы, обуславливающие качество молока для сыроделия / М.И. Книга // Докл. ВАСХНИЛ. – Москва. – 1966. – Вып. 9. – С. 24-29.

116. Ковалюк, Н.В. Использование генетических маркеров для повышения молочной продуктивности коров / Н.В. Ковалюк, В.Ф. Сацюк, Е.В. Мачульская // Зоотехния. – 2007. – № 8. – С. 2–4.

117. Комаров, Н.Г. Состав и технологические свойства молока коров черно-пестрой и айрширской пород с разным уровнем в нем сухого вещества: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / Н.Г. Комаров; ТСХА, – М., 1987. – 17 с.

118. Комисаренко, А.Д. Изменчивость хозяйственно-полезных признаков у крупного рогатого скота с различными типами полиморфных систем белков молока / А.Д. Комисаренко // Сб. науч. тр. / ЛСХИ. – Ленинград, 1987. – Совершенствование племенных качеств крупного рогатого скота в условиях промышленной технологии. – С. 65-69.

119. Копытин, В.К. Мастит коров / В.П. Копытин, О.Г. Новиков // Ветеринария. – 1999. – № 2. – С. 12–14.

120. Коршун, С.И. Использование конституциональных особенностей телок для раннего прогнозирования молочной продуктивности коров: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01 / С.И. Коршун. – Жодино, 2001. – 22 с.

121. Костюк, С.А. Полимеразная цепная реакция в режиме реального времени (REAL-TIME PCR) – современный метод молекулярной биологии / С.А. Костюк, Л.А. Баранова, В.П. Емель-

янова // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. – 2006. – № 4. – С. 103–112.

122. Красный белорусский крупный рогатый скот / С.И. Тузов [и др.]. – Минск: Госиздат БССР, 1961. – 50 с.

123. Красота, В.Ф. Разведение сельскохозяйственных животных / В.Ф. Красота, В.Т. Лобанов, Т.Г. Джапаридзе. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 463 с.

124. Кугенев, П.В., Практикум по молочному делу / П.В. Кугенев, Н.В. Барабанщиков. – М.: Агропромиздат, 1988. – 224 с.

125. Кузьмич, Р.Г. Клиническое акушерство и гинекология животных / Р.Г. Кузьмич. – Витебск : ВГАВМ, 2002. – 313 с.

126. Лавровский, В.В. Оценка генетического разнообразия быков-производителей по генам каппа-казеина, *BoLA-DRB 3* и полиморфным белкам крови и их дочерей / В.В. Лавровский, Л.В. Денисенко // Стратегия развития животноводства России – 21 век / Российская академия сельскохозяйственных наук. – Москва, 2001. – Ч. 1. – С. 264–273.

127. Ланская, Н.В. Электропунктурная диагностика и терапия мастита у коров / Н.В. Ланская, А.А. Тихонова // Проблемы акушерско-гинекологической патологии и воспроизводства сельскохозяйственных животных : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию А.П. Студенцова. – Казань, 2003. – Ч. 1. – С. 193–198.

128. Липатов, Н.Н. Влияние концентрации казеиновой фазы обезжиренного молока на прочность кислотно-сычужного сгустка / Н.Н. Липатов // Молочная промышленность. – 1980. – №6. – С. 41–43.

129. Ложкин, Э.Ф. Выявление коров с повышенной восприимчивостью к маститам / Э.Ф. Ложкин // Повышение эффективности производства молока и мяса в Нечерноземной зоне РСФСР. – Москва, 1985. – С. 73–77.

130. Лысенко, С.Е. Некоторые показатели качества молока при субклиническом мастите / С.В. Лысенко // Вісн. Полтав. держ. аграр. акад. – 2002. – № 2/3. – С. 100–101.

131. Лэсли, Дж.Ф. Генетические основы селекции сельскохозяйственных животных / Дж.Ф. Лэсли. – М.: Колос, 1982. – 392 с.

132. Макаренко, М. Пути повышения качества молока в приморском крае / М. Макаренко // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 8. – С. 13–14.

133. Максименко, В. Качество молока – основа конкурентоспособности выпускаемой продукции / В. Максименко // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 6. – С. 5–6.

134. Малашко, Д.В. Лазерные технологии при маститах коров / Д.В. Малашко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сборник научных трудов / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки. 2005. – Вып. 8, ч. 2. – С. 51–53.

135. Маниатис, Т. Молекулярное клонирование / Т. Маниатис, Э. Фрич, Дж. Сэмбрук. – Москва: Мир, 1984. – 480 с.

136. Маркарян, А.Ю. Использование метода ПЦР в технологии генотипирования к-казеинов крупного рогатого скота / А.Ю. Маркарян, Г.О. Шайхаев, Г.Е. Сулимова // Бюл. науч. тр. / ВНИИРГЖ, 1991. – Т.124. – С. 17-23.

137. Маркова, К.В. Какие факторы влияют на состав молока / К.В. Маркова. – М.: Колос, 1963. – 156 с.

138. Мартынов П. Мастит и качество молока / П. Мартынов, А. Симаков // Молочное и мясное скотоводство. – 2001. – № 7. – С. 43–44.

139. Маслянюк, Р.Б. Заболеваемость коров скрытыми маститами в условиях промышленной технологии промышленного животноводства / Р.Б. Маслянюк, О.И. Дзивиц // Ветеринарные проблемы промышленного животноводства : тезисы докладов научно-практической конференции. – Белая Церковь, 1985. – Ч. 3. – С. 110.

140. Матюков, В.С. Внутрипопуляционная дифференциация чистопородного холмогорского скота по генным частотам локуса каппа-казеина / В.С. Матюков // Цитология и генетика. – 2004. – Т. 38, № 2. – С. 46-50.

141. Меркурьева, Е.К. Биометрия в селекции и генетике. / Е.К. Меркурьева. – М.: Колос, 1970. – 423 с.

142. Месяцев, В.И. Некоторые вопросы производства молока / В.И. Месяцев // Сб. науч. тр. / ВМИ. – Вологда, 1989. – Вып. 46: Актуальные проблемы переработки молока и производства молочных продуктов. – С. 8-9.

143. Метод ДНК-диагностики для маркирования животных по локусу каппа-казеина / Т. Миносян [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2003. – № 3. – С. 38–40.

144. Методические рекомендации по применению ДНК-тестирования в животноводстве Беларуси / И.П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2006. – 26 с.

145. Методические указания по применению унифицированных биохимических методов исследований крови, мочи и молока в ветеринарных лабораториях. – Минск: Ураджай, 1981. – 25 с.

146. Молоко коровье. Требования при закупках: ГОСТ СТБ 1598-2006. – Введ. 01.08.06. – Минск: Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров: РУП «БЕЛНИКТИММП» и РУП «Ин-т животноводства НАН Беларуси», 2006. – 12 с.

147. Мутовин, В. И. Борьба с маститами коров / В.И. Мутовин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 1974. – 254 с.

148. Николаев, А.М. Основные факторы повышения качества сыров / А.М. Николаев // Молочная промышленность. – 1979. – № 7. – С. 19-23.

149. Николаева, Г.Н. Белковый состав молока и крови и его особенности у коров разных пород: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Г.Н. Николаева; ПСХИ. – Петрозаводск, 1971. – 18 с.

150. Никоноров, П.Н. Распространение маститов у коров и эффективность новых способов их терапии / П.Н. Никоноров, Ю.Г. Юшков, Е.Ю. Смертина // Эпизоотология, диагностика, профилактика и меры борьбы с болезнями животных. – Новосибирск, 1997. – С. 287–292.

151. Новиков, Е.А. Основы чистопородного разведения молочного скота / Е.А. Новиков. – Москва : Сельхозгиздат, 1957. – 456 с.

152. Новое в селекции ярославского скота [Электронный ресурс] / ГНУ ЯНИИЖК, 2006. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru/diss/05/0707/050707049.pdf>. Дата доступа: 12.02.2007.

153. Об утверждении зоотехнических правил по определению продуктивности племенных животных и определению племен-

ной ценности животных: постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 30 ноября 2006 г., № 81. – Минск, 2006. – 33 с.

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

155. Оксамитный, Н.К. Профилактика мастита при промышленной технологии производства молока / Н.К. Оксамитный // Ветеринария. – 1984. – № 2. – С. 51–52.

156. Освищер, Б.Р. Состав молока и качество сыра при длительном кормлении коров кукурузным силосом: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / Б.Р. Освищер; ТСХА. – М., 1963. – 17 с.

157. Охапкин, В.Е. Использование генетических маркеров в селекции молочного скота на устойчивость к маститу / В.Е. Охапкин, Ю.И. Рожков // Пути повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных: сборник научных трудов. – Москва, 1989. – С. 16–20.

158. Оценка вымени и молокоотдача коров молочных и молочно-мясных пород: методические материалы. – Москва: Колос, 1970. – 39 с.

159. Павлий, А.В. Создание племенных айрширских стад методом поглотительного скрещивания: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01 / А.В. Павлий; Всероссийский НИИ генетики и разведения с.-х. животных РАСХН. – Санкт-Петербург, Пушкин, 2008. – 20 с.

160. Парашук, С.В. Молоковедение и молочное дело / С.В. Парашук. 3-е изд. – М.: Гос. издат., 1931 – 430 с.

161. Париков, В.А. Проблемы мастита у коров в свете современных достижений ветеринарной науки и практики / В.А. Париков, В.И. Слободяник, Н.Т. Климов // Проблемы акушерско-гинекологической патологии и воспроизводства сельскохозяйственных животных: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию А.П. Студенцова / Казанская государственная академия ветеринарной медицины. – Казань. – 2003. – Ч. 2. – С. 79–85.

162. Перспективы применения бактериофагов в ветеринарной практике // И.В. Гордеева [и др.] // Инфекционные и инвазион-

ные болезни животных в современных условиях : материалы научно-практической конференции по итогам 2001–2004 гг. / Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. – Нижний Новгород, 2004. – С. 130–132.

163. Петрушко, С.А. Изучение генетического полиморфизма белков молока крупного рогатого скота БССР : автореф. дис. ... канд. биологических наук : 06.550 / С.А. Петрушко ; Бел НИВИ. – Минск, 1970. – 21с. – Библиогр.: С. 20–21.

164. Петухов, В.Л. Ветеринарная генетика : учебник / В.Л. Петухов, А.И. Жигачев, Г.А. Назарова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 1996. – 384 с. : ил.

165. Пилько, В.В. Влияние некоторых факторов на частоту субклинических маститов у коров черно-пестрой породы / В.В. Пилько, Л.В. Аленицкая // Ученые записки : сборник научных трудов / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск, 1998. – Т. 34. – С. 262–264.

166. Племенная работа и воспроизводство стада в молочном скотоводстве: моногр. / Н.В. Казаровец [и др.]. – Горки: «БГСХА», 2001. – 212 с.

167. Плохинский, Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. – М.: АН СССР, 1969. – 360 с.

168. Подбор при совершенствовании белорусской черно-пестрой породы крупного рогатого скота: моногр. / Л.А. Танана [и др.]. – Гродно: УО «ГГАУ», 2006. – 106 с.

169. Полиморфные системы лактопротеинов крупного рогатого скота как генные маркеры / Г.Е. Маринчук [ и др.] ; под общ. ред. В.И. Барабаша. – Днепропетровск, 2007. – 260 с.

170. Полянцев, Н.И. Акушерско-гинекологическая диспансеризация на молочных фермах / Н.И. Полянцев, А.Н. Синявин. – Москва : Россельхозиздат, 1985 – 175 с.

171. Полянцев, Ю.Н. Гистологическая картина вымени при гнойно-катаральном мастите // Новое в борьбе с незаразными болезнями, бесплодием и маститами крупного рогатого скота. – Персиановка, 1986. – С. 79–82.

172. Попов, Л.К. Генотипические аспекты мастита у коров / Л.К. Попов // Проблемы акушерско-гинекологической патологии и воспроизводства сельскохозяйственных животных : материалы международной научно-практической конференции, посвящен-



ной 100-летию А.П. Студенцова / Казанская государственная академия ветеринарной медицины. – Казань, 2003. – Ч. 2. – С. 79–85.

173. Попов, Л.К. Генотипические аспекты мастита у коров и его фитотерапия : автореф. дис. ... доктора вет. наук : 16.00.07 / Л.К. Попов. – Воронеж, 1998. – 30 с.

174. Поставанева, Е. Эффективность подбора кроссов и линий при создании высокопродуктивного стада / Е. Поставанева, Ю. Герасимов // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 6. – С. 25–26.

175. Прохоренко, П.Н. Прошлое, настоящее, и будущее генетики и селекции в животноводстве / П.Н. Прохоренко // Зоотехния. – 2008. – №1. – С. 8–10.

176. ПЦР при диагностике туберкулеза крупного рогатого скота / А.Х. Найманов [и др.] // Ветеринария. – 2004. – № 10. – С. 19–23.

177. Пяновская, Л.П. О влиянии ряда факторов на содержание белка в молоке / Л.П. Пяновская // Животноводство. – 1961. – № 12. – С. 8–12.

178. Пяновская, Л.П. Оценка коров по содержанию белка в молоке / Л.П. Пяновская // Новое в методах зоотехнических исследований: сборник научных трудов. – Харьков, 1964. – С. 104.

179. Равенко, В. Наследуемость и изменчивость хозяйственно полезных признаков у коров разных генотипов / В. Равенко // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 7. – С. 31–32.

180. Республиканская комплексная программа по племенному делу в животноводстве на 2005-2010 гг. – Минск, 2005. – 126 с.

181. Решетникова, Н. Воспроизводство стада – проблема комплексная / Н. Решетникова // Новое сельское хозяйство. – 2002. – № 2. – С. 45-50.

182. Ростроса, Н.К. Основные факторы повышение качества сыров / Н.К. Ростроса // Молочная промышленность. – 1979. – № 7. – С. 19-23.

183. Сарапкин, В. Комплексная оценка быков-производителей черно-пестрой породы / В. Сарапкин, Т. Бялькина // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 5. – С. 4–9.

184. Саргаев, П.М. Некоторые аспекты экспресс-диагностики мастита / П.М. Саргаев // Ветеринарная практика : научно-практический журнал последипломного образования. – 1997. – № 2. – С. 27–33.

185. Сидоркин, В.А. Применение мастомицина при воспалении молочной железы у коров / В.А. Сидоркин, В.А. Оробец // Ветеринария. – 2007. – № 10. – С. 35–37.

186. Сидоркин, В.А. Эффективность мастомицина при мастите у коров / В.А. Сидоркин, С.А. Староверов // Ветеринария. – 2004. – № 8. – С. 11–13.

187. Сизова, Л.С. Исследование и разработка научных и практических основ использования ионометрии для контроля качества молока : автореф. дис. ... канд. технических наук : / Л.С. Сизова ; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово.– 1996.– 20 с.

188. Скобелев, В.И. Повышение качества сливочного масла / В.И. Скобелев. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 127 с.

189. Слободяник, В.И. Локальные факторы защиты молочной железы коров от инфекции / В.И. Слободяник // Ветеринария. – 1998. – № 11. – С. 32–34.

190. Смирнов, В.Н. Влияние инбридинга на продуктивные качества и воспроизводительные качества коров / В.Н. Смирнов, О.В. Руденко // Зоотехния. – 2008. – № 8. – С. 3–6.

191. Снопина, А.А. Пути повышения белковости молока / А.А. Снопина. – Москва : Россельхозиздат, 1986. – 84 с.

192. Соколова, З.С. Руководство по молочному делу и гигиене молока / З.С. Соколова. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 205 с.

193. Солдатов, А.П. Возрастная и сезонная изменчивость активности лизоцима молока у коров / А.П. Солдатов, А.И. Любимов // Доклады ВАСХНИЛ. – 1986. – № 2. – С. 37–38.

194. Солдатов, А.П. Частота заболеваемости коров маститом и факторы ее определяющие / А.П. Солдатов, Н.И. Дубинская, В.И. Остроухова // Доклады ВАСХНИЛ. – 1986. – № 3. – С.23.

195. Соминич, Л.С. Предварительная оценка быков-производителей по протеиномолочности их дочерей / Л.С. Соминич, Л.С. Жебровский // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1968. – № 5. – С.19.

196. Справочник животновода – 3-изд., перераб. и доп. – Минск : Ураджай, 1973. – 480 с.

197. Сравнительная оценка генетического потенциала быков-производителей голштинской и черно-пестрой породы / Л.А. Танана [и др.] // Сб. науч. тр. / Гродн. гос. аграрн. ун-т. – Гродно: УО «ГГАУ», 2004. – Т. 3. – Ч. 4: Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. – С.196-199.

198. Столповский, Ю.А. Консервация генетических ресурсов сельскохозяйственных животных: проблемы и принципы их решения / Ю.А. Столповский. – М: Мир, 1997. – 115 с.

199. Сударев, Н. Отбор коров по происхождению и продуктивности / Н. Сударев // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 4. – С. 10–11.

200. Сулимова, Г.Е. Полиморфизм гена каппа-казеина в популяциях подсемейства Bovinae / Г.Е. Сулимова, Ю.Н. Бадагуева, И.Г. Удина // Генетика, 1996. – Т. 32. – № 11. – С. 1576-1582.

201. Сулимова, Г.Е. Полиморфизм генов DQB и DRB главного комплекса гистосовместимости у крупного рогатого скота // Г.Е. Сулимова, С.С. Соколова // Селекция сельскохозяйственных животных на устойчивость к болезням, повышение резистентности и продуктивного долголетия. – Москва, 1992. – Вып. 9. – С. 94–96.

202. Суяркулов, Ш.Р. Белковомолочность черно-пестрого голштинизированного скота и ее связь с технологическими свойствами молока: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук 06.02.01 / Ш.Р. Суяркулов; Моск. вет. акад. им. К. И. Скрябина. – М., 1987. – 13 с.

203. Теоретические и практические аспекты селекционно-племенной работы в скотоводстве: моногр. / Н.В. Казаровец [и др.]. – Минск: «БГАТУ», 2005. – 311 с.

204. Терлецкий, В.П. Оценка племенных животных по полиморфизму генов и ДНК / В.П. Терлецкий // Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных: материалы межд. науч. конф. – Дубровицы, 2004. – С. 43-45.

205. Тинаев, А.Ш. Генотипирование популяции крупного рогатого скота черно-пестрой породы по локусу гена каппа-казеина / А.Ш. Тинаев, Л.А. Калашникова, И.Ю. Павлова // Сб.

науч. тр. / ВНИИплем. – Лесные поляны, 2003. – Вып. 15: Селекция, кормление, содержание сельскохозяйственных животных и технология производства продуктов животноводства. – С. 39-43.

206. Тинаев, А.Ш. Хозяйственно-полезные признаки черно-пестрого скота с разными генотипами каппа-казеина / А.Ш. Тинаев, Л.А. Калашникова, К. Аджибеков // Молочное и мясное скотоводство. – 2005. – №5. – С. 30-32.

207. Труфанов, В.Г. Использование методов ДНК-диагностики в селекции коров холмогорской породы / В.Г. Труфанов, Г.Н. Глотова // Зоотехния. – 2006. – № 9. – С. 10–11.

208. Тухбатуллин, Х.К. Влияние генетических факторов, возраста и продуктивности коров на заболеваемость маститом / Х.К. Тухбатуллин // Увеличение производства молока и говядины в Башкирии и Татарии. – 1984. – 1. – С. 29–30.

209. Улучшение качества молока коров черно-пестрой породы с использованием ДНК-диагностики : методические рекомендации / Л.А. Калашникова, А.Ш. Тинаев, Е.А. Денисенко, Н.Е. Калашникова, И.Ю Павлова ; Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела. – Москва, 2007. – 33 с.

210. Урбан, В.П. Болезни молодняка в промышленном животноводстве / В.П. Урбан, И.Л. Найманов. – Москва : Колос, 1984. – 207 с.

211. Факторы и генетика патогенности стрептококков группы В / А.В. Дмитриев [и др.] // Микробиология. – 2000. – № 5. – С. 92–97.

212. Федов, С.И. Потенциал молочных пород скота / С.И. Федов, Ю.П. Тимофеев, А.Б. Котлова. – М., 1990. – 140 с.

213. Фенченко, Н.Г., Назарченко, О.В. Наследуемость хозяйственно-полезных признаков и взаимосвязи между ними у скота черно-пестрой породы различного происхождения / Н.Г. Фенченко, О.В. Назарченко // Актуальные проблемы современного животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. Конф., посвящ. юбилею П.А. Кормщикова, Троицк, 12-14 июля 2003 г. / Урал. госуд. акад. вет. мед. – Троицк, 2003. – С. 117-119.

214. Формирование и реализация продуктивного потенциала коров / В.И. Стрельцов [и др.] // Зоотехния. – 2008. – № 3. – С. 2–4.
215. Хаердинов, Р.А. Влияние породности коров на качество и сыродельческие свойства молока / Р.А. Хаердинов, М. Нургалиев, А.А. Гатауллин // Молочное и мясное скотоводство. – 2004. – № 7. – С. 23–24.
216. Харченко, П.Н. ДНК технології в розвитку агробіології / П.Н. Харченко, В.И. Глазко; під ред. член-корр. Б.Ф. Ванюшина. – М: Неділя, 2006. – 473 с.
217. Хилькевич, Н.М., Этиология и лечение маститов / Н.М. Хилькевич, Н.С. Редькин, Н.С. Хилькевич // Вестник ветеринарии. – 1998. – № 9 (3). – С. 62–65.
218. Черепихина, Л.А. Эпизоотология инфекционного мастита у коров / Л.А. Черепихина // Ветеринария. – 2007. – № 2. – С. 7–8.
219. Чернова, О.Л. Воздействие лазерного излучения на микрофлору вымени / О.Л. Чернова, Н.К. Комарова // Ветеринария. – 1998. – № 10. – С. 35–37.
220. Чувствительность микрофлоры, выделенной от коров, больных маститами, к антибиотикам и комплексным препаратам / Г.Ф. Кочан [и др.] // Ветеринарная наука – производству : межведомственный тематический сборник / Белорусский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии. – Минск, 1990. – Вып. 28. – С. 214–216.
221. Чухловин, А.Б. Генодиагностика возбудителей инфекционных заболеваний и поиск специфических «генов риска» / А.Б. Чухловин, А.А. Тотолян // Клиническая лабораторная диагностика. – 2005. – № 7. – С. 21–36.
222. Шейко, И.П. Оценка и отбор сельскохозяйственных животных желательного типа: учебно-методическое пособие / И.П. Шейко, В.И. Караба; – Минск: ГУ «Учебно-методический центр Минсельхозпрода», 2004. – 77 с.
223. Шейко, И.П. Перспективы использования ДНК-технологий в селекционной работе животноводства Республики Беларусь / И.П. Шейко, Т.И. Епишко // Сб. науч. тр. / Минск, 2007. – Т. 6: Молекулярная прикладная генетика. – С. 37–44.

224. Шендаков, А. Модернизация селекции в молочном скотоводстве Орловской области / А. Шендаков // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 6. – С. 15–19.

225. Шпис, А.А. Продуктивные особенности первотелок черно-пестрой породы в зависимости от различной линейной принадлежности и селекции: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04 / А.А. Шпис; Костанайский госуд. унив. им. А. Байтурсынова. – Астана, 2007. – 20 с.

226. Шуайбов, Т.М. Использование иммуногенетических маркеров в селекции скота на резистентность / Т.М. Шуайбов, Ш.З. Бахарчиев // Зоотехния. – 2007. – № 7. – С. 9–11.

227. Эрнст, Л.К. Профилактика генетических аномалий крупного рогатого скота / Л.К. Эрнст, А.И. Жигачев. – Ленинград : Агропромиздат, 1990. – 240 с.

228. Этиопатогенез и терапия мастита у коров / А.И. Головки [и др.] // Ветеринария. – 2001. – № 12. – С. 35–38.

229. Юхманова, Н.А. Влияние каппа-казеина на качество молока и сыропригодность / Н.А. Юхманова, Л.А. Калашникова // Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных: материалы межд. науч. конф. – Дубровицы, 2004. – С. 27-29.

230. Якусевич, А. М. Молочная продуктивность голштинизированных коров / А. М. Якусевич, М. П. Гринь, С. И. Бекиш // Межвед. сб. / Минск, 1988. – Вып. 18: Научные основы развития животноводства в БССР. – С. 114-120.

231. Якусевич, А. М. Рост и экстерьер телок черно-пестрой и голштинской пород и их помесей / А. М. Якусевич // Сб. науч. тр. / Ин-т животноводства Нац. акад. наук Беларуси. – Минск, 1986. – Т. 27: Зоотехническая наука Белоруссии – С. 19-24.

232. Янчуков, И.Н. Перспективы совершенствования племенной работы с быками-производителями в молочном скотоводстве московской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01 / И.Н. Янчуков; Всероссийский госуд. НИИ животноводства. – Москва, 2006. – 18 с.

233. Ярочкин, В.В. Частота возникновения маститов в хозяйствах Гродненской области / В.В. Ярочкин // Наука – производству : материалы пятой Международной научно-практической конференции. – Гродно, 2002. – С. 244–245.

234. Ярошкевич, А.П. Требования к качеству молока в сыроделии / А.П. Ярошкевич // Молочная промышленность. – 1987. – № 4. – С. 29-33.

235. Яхонтов, П.И. Физиология лактации с.-х. животных / П.И. Яхонтов. – М.: Колос, 1974. – 274 с.

236. A genetic and physical map of bovine Chromosome 11 / D. Vaiman [et al.] // Mamm. Genome. – 1994. – Vol. 5. – P. 553-556.

237. A method for k-casein genotyping of bulls / S. Rogne [et al.] // Animal Genetics. – 1989. – Vol. 20. – P. 317-321.

238. Addeo, F. Susceptibility of buffalo and cow k-caseins to chymosin action / F. Addeo, P. Martin, B. Ribadeau-Dumas // Milchwissenschaft. – 1984. – Vol. 39. – P. 202-205.

239. Altonen, M.L. Milk renneting properties and the genetic variants of proteins / M.L. Altonen, V. Antila // Milchwissenschaft, 1987. – Vol. 42. – P. 490-492.

240. Aschaffenburg, R. Genetics of the  $\beta$ -lactoglobulins of cow's milk / R. Aschaffenburg, J. Drewry // Nature. – 1957. – Vol. 180. – P. 376-378.

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

242. Aschaffenburg, R. Reviews of the progress of dairy science. Genetics variants of milk proteins: their breed distribution / R. Aschaffenburg // J. of Dairy Research. – 1968. – Vol. 35. – P. 447-460.

243. Aschaffenburg, R. Simultaneous phenotyping procedure for milk proteins – improved resolution of the  $\beta$ -lactoglobulins / R. Aschaffenburg, W. Michalak // J. of Dairy Science. – 1968. – Vol. 51. – P. 1849.

244. Association of bovine blood and milk polymorphisms with lactation traits Holsteins / E. Gonyon [et al.] // J. Dairy Sciens. – 1987. – Vol. 70. – P. 2585-2595.

245. Association of genetic variants of casein and milk serum proteins with milk fat and protein production by dairy cattle / Ng-Kwai-Hang [et al.] // J. Dairy Sciens. – 1984. – Vol. 67. – P. 835-840.

246. Bastian, E.D. Plasmin activity and milk coagulation / E.D. Bastian, R.J. Brown, C.A. Ernstrom // J. Dairy Sciens. – 1991. – Vol. 74. – P. 3677-3685.

247. Bennett, R.H. Milk quality and mastitis: the management connection / R.H. Bennett // Proceedings. – 1987. – P. 133–150.

248. Biochemical characterization of bovine  $\alpha_{s1}$ -casein F and genotyping with sequence-specific primers / E.M. Prinzenberg [et al.] // J. Dairy Research. – 1998. – Vol. 65 – P. 223-231.

249. Biochemical characterization of the bovine genetic  $\kappa$ -casein C and E variants / G. Miranda [et al.] // Animal Genetic. – 1993. – Vol. 24. – P. 27-31.

250. Bouniol, C. Bovine  $\alpha_{s2}$ -casein D is generated by exon VIII skipping / C. Bouniol, C. Printz, J.C. Mercier // Gene. – 1993. – Vol. 128. – P. 289-293.

251. Bovenhuis, H. Association between milk protein polymorphisms and milk production traits / H. Bovenhuis, J.M. Van Arendonk, S. Korver // J. Dairy Sci. – 1992. – Vol. 75. – P. 2549-2559.

252. Bovenhuis, H. Estimation of milk protein gene frequencies in crossbreed cattle by maximum likelihood / H. Bovenhuis // J. Dairy Sci. – 1991. – Vol. 74. – P. 2728-2736.

253. Bovine mastitis concomitant with post-partum metritis / M.B. Morcos [et al.] // Assiut veter. Med. J. – 1988. – Vol. 18, № 38. – P. 47–55.

254. Brade, W. Zuchtung gegen Mastitisanfalligkeit / W. Brade // Tierarztl. Umsch. – 1998. – Jg. 53, № 9. – S. 539–546.

255. Brentrup, H. Euterinfektionen bei nErstkalbinnen – Vorkommen, Bedeutung, prophylaktische Massnahmen / H. Brentrup // Tierarztl. Umsch. – 1998. – Jg. 53, № 1. – S. 15–18.

256. Buchberger, J. Beeinflusst die Zucht den technologischen Wert der Milch / J. Buchberger // Lebensmittelindustrie und Milchwirtschaft. – 1990. – Vol. 111. – P. 80-88.

257. Cardak, A.D. Effects of genetic variants in milk protein on yield and composition of milk from Holstein-Friesian and Simmentaler cows / A.D. Cardak // J. of Animal Science. – 2005. – Vol. 35, № 1. – P. 41-47.

258. Complete nucleotide sequences of bovine  $\alpha_{s2}$ -casein and  $\beta$ -casein cDNAs: comparisons with related sequences in other species / A.F. Stewart [et al.] // Molecular Biology and Evolution. – 1987. – Vol. 4. – P. 231-241.



259. Craham, E.R. The effect of milk protein genotypes on the cheesemaking properties of milk and on the yield of cheese / E.R. Craham, D.M. Melean, P. Zviedraws // Proceedings of the 4 th Conference of the Australian Association of Animal Breeding and Genetics Adelaide, 1984. – P. 136-137.
260. Davoli, R. Effect of k-casein genotype on the coagulation properties of milk / R. Davoli, S. Dall'Olio, V. Russo // J. Animal Breeding Genetics. – 1990. – Vol. 107. – P. 458-464.
261. Dekkers, J. C. M. Commercial application of marker- and gene-assisted selection in livestock: Strategies and lessons / J. C. M. Dekkers // J. Animal Sci. – 2004. – Vol. 82. – P. 313-328.
262. Denicourt, D. Detection of bovine K-casein genomic variants by the polymerase chain reaction method / D. Denicourt, M. Sabour, A. McAlister // Animal Genetics. – 1990. – Vol. 21. – P. 215-216.
263. Deutz, A. Zur Resistenz von Staphylokokken im Mastitisgeschehen unter besonderes Berücksichtigung der Penicillinase-Bildung / A. Deutz, W. Obritzhauser, J. Kofer // Tierarztl. Umsch. – 1998. – Jg. 53, № 10. – S. 597–601.
264. Effect of udder morphology on udder infection in crossbred cows / N. Singh [et al.] // J. Res. – 1987. – Vol. 24, № 2. – P. 304–306.
265. Effetidell'allele  $\alpha_{S1}$ -Cn G sulla ripartizione percentuale delle caseine  $\alpha_{S1}$ ,  $\alpha_{S2}$ ,  $\beta$ ,  $\kappa$  casein in vacche die razze Bruna / P. Mariani [et al.] // L'industria del latte. – 1995. – Vol. 31. – P. 3-13.
266. Eggen, A. An integrated cytogenetic and meiotic map of the bovine genome / A. Eggen, R. Fries // Animal Genetic. – 1995. – Vol. 26. – P. 215-236.
267. Eggena, F.R. Die Untersuchung von Kasein genen mittels DNA-Analyse / F. R. Eggena // ETH Lan-dwirtschaft Schweb Band. – 1992. – P. 231 – 235.
268. Environmental effects on teat skin microflora // R.J. Eberhart, [et al.] // Proceedings. – 1987. – P. 71–80.
269. Erhardt, G. Kappa-casein in milk. Evidence of a further allele (kappa-casein E) in different breeds / G. Erhardt // J. Animal Breeding and Genetics. – 1989. – P. 225-231.

270. Ernst, J. Beziehungen zwischen dem genetischen Polymorphismus der Milchproteine und der Labfäähigkeit von Milch / J. Ernst // ETH. – Zurich, 1993. – 219 s.

271. Fhuetes, P. Multiplex polymerase chain reaction assay for simultaneous detection of Staphylococcus causes of bovine mastitis / P. Fhuetes, P.D. Manaell // J. Dairy Sci. – 2001. – Vol. 84. – P. 1140–1148.

272. Flinois, J. Considerations sur la flore des mammites bovines banales subaigues / J. Flinois, C. David // Bull. Soc. Veter. Prat. Fr. – 1984. – Vol. 68, № 8. – P. 521–528.

273. Genetic polymorphisms of K-casein and B-lactoglobulin in relation to milk composition and processing properties / Van den Berg [et al.] // Neth. Milk Dairy J. – 1992. – Vol. 46. – P. 145–168.

274. Genetic polymorphism of milk proteins in Hungarian spotted and Hungarian grey cattle: a possible new genetic variant of  $\beta$ -lactoglobulin / M. Baranyi [et al.] // J. of Dairy Science. – 1993. – Vol. 76. – P. 630–636.

275. Genetic variability and population structure in loci related to milk production traits in native Argentine Creole and commercial Argentine Holstein cattle / Golijow C.D. [et al.] // Braz. J. Genetic. – 1999. – Vol. 22. – P. 395–398.

276. Genotyp K-CN a syrarske vlastnosti mleka / Z. Havlicek [et al.] // VSP AF a vyvoj polnohospodarstva na Slovensku. – 1996. – P. 30–32.

277. Grosclaude, F. Le polymorphisme genetique des principales lactoproteines bovines / F. Grosclaude // INRA Productions Animales. – 1988. – Vol. 1. – P. 5–17.

278. Guidru, A. Prevalence of capsular serotypes among Staphylococcus aureus isolates from cows with mastitis in the United States / A. Guidru, A. Patel, C. O. Braen // Veter. Microbiol. – 1997. – Vol. 59, № 1. – P. 53–58.

279. Han, S.K. Biochemical, molecular and physiological characterization of a new  $\beta$ -casein variant detected in Korean cattle / S.K. Han, Y.C. Hin, H.D. Byun // Animal Genetic. – 2000. – Vol. 31. – P. 49–51.

280. Hartung, H. Influence of protein genotypes of B- and K-casein in milk from German Black Pied dairy cows on milk composi-

tion and coagulation properties / H. Hartung, E. Gernandt // DSA. – 1994. – Vol. 56, № 6. – P. 415-423.

281. Horne, D. Genetic polymorphism of milk proteins: understanding the technological effects / D. Horne, J. Banks, D. Muir // In Annual Report / Hanna Research Institute. – 1996. – P. 70-78.

282. Identification of a new genetic variant of bovine  $\beta$ -casein using reversed-phase high-performance liquid chromatography and mass spectrometric analysis / S. Visser [et al.] // J. Chromatography. – 1995. – Vol. 711. – P. 141-150.

283. Identification of the genetic variants of  $\kappa$ -casein in milk by isoelectric focusing electrophoresis / L.H. Molina [et al.] // International J. of Dairy Technology. – 2003. – Vol. 56, № 4. – P. 211-214.

284. Influenta polimorfismului genetical kappa-cazeinei asupra caracteristicilor prductiei de lapte, la o populatie de vaci din rasa baltata cu necru romaneasca, aflanta in prima lactatie / St. Creanga [et al.] // Cercetari de genetica vegetala si animala. – 1998. – Vol. 5. – P. 373-378.

285. Isolation and characterization of the bovine  $\kappa$ -casein gene / L.J. Alexander [et al.] // European J. of Biochemistry. – 1988. – Vol. 178. – P. 395-401.

286. Isolation and rapid sequence characterisation of two novel bovine beta-lactoglobulins I and J / J. Godovac-Zimmermann [et al.] // J. Protein Chemistry. – 1996. – Vol. 15. – P. 743-750.

287. Jakob, E. Effect of genetic polymorphisms on milk protein composition / E. Jakob // Bulletin IDF 304, 1995. – P. 7-8.

288. Jakob, E. Genetic Polymorphism of Milk Proteins / E. Jakob // International Dairy Federation. – Brussels, 1994. – Bulletin № 298.

289. Jimines-Flores, R. Cloning and sequence analysis of bovine  $\beta$ -casein cDNA / R. Jimines-Flores, Y.C. Kang, T. Richardson // Biochemical and Biophysical Research Communications. – 1987. – Vol. 142. – P. 617-621.

290. Kapa-kasein a jeha testace molekularne genetickou metodou / J. Pasdera [et al.] // Nas Chov. – 1994. – R. 54, № 11. – S. 15-16.

291.  $\kappa$ -casein,  $\beta$ -lactoglobulin na growth hormone allele frequencies and genetic distances in Nelore, Gyr, guzerá, Caracu, Charolais, Canchin and Santa Gertrudis cattle / P.A. Kemenes [et al.] // Genet. Mol. Biol. – 1999. – Vol. 22. – P. 539-541.

292. K-casein gene frequencies support subdivision and historical origin of Argentine Creole cattle / Golijow C.D. [et al.] // *Braz. J. Genetic.* – 1996. – Vol. 19. – P. 583-586.

293. Kirk, J.H. Economic impact of mastitis in Michigan Holstein dairy herds using a computerized records system / J.H. Kirk, P.C. Bartlett // *Agri-Pract.* – 1988. – Vol. 9, № 1. – P. 3–6.

294. Kurek, C. O probiemie mastitis u bydla, produkcji i jakosci mlecaa. // *C. Kurek Przegl. Hodowl.* – 1988. – R. 56, № 13. – S. 10–13.

295. Leslie, K. Decision-making in clinical mastitis therapy programmes / K. Leslie, G. Keefe // *Bull. Of the IDF / Intern. Dairy federation.* – Brussels, 1997. – № 330. – P. 21–23.

296. Mariani, P. Polimorfismo delle proteine ed attitudine tecnologico casearia del latte / P. Mariani, A. Summer // *Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia.* – 1990. – Vol. 50. – P. 197–230.

297. Martin, P. Production and Utilization of Ewe and Goat Milk / P. Martin, F. Addeo // *International Dairy Federation.* – Brussels, 1996. – Bulletin № 304.

298. Medrano, J. F. Genotyping of bovine kappa-casein loci following DNA sequence amplification / J. F. Medrano, E. Aguilar-Cordova // *Biotechnology.* – 1990. – Vol. 8. – P. 44-46.

299. Michalcova, A. Vzt'ah medzi genetickym polymorfismom K-kazeinu a produkciou, zlozenim a technologickymi vlastnost'ami mlieka / A. Michalcova, E. Benczova, M. Canigova // *VSP AF a vyvoj polnohospodarstva na Slovensku.* – 1996. – P. 27-29.

300. Nickerson, S.C. Future developments in mastitis control / S.C. Nickerson // *Proceedings.* – 1986. – P. 137–146.

301. Nomenclature of proteins of cow's milk: fifth revision / W.N. Eigel // *J. Dairy Sci.* – 1984. – Vol. 67. – P. 1599-1631.

302. Organization of the bovine casein gene locus / M. Rijnkels [et al.] // *Mamm. Genome.* – 1997. – Vol. 8. – P. 148-152.

303. Pagnacco, G. Effect of casein and  $\beta$ -lactoglobulin genotypes on renneting properties of milks / G. Pagnacco, A. Caroli // *J. of Dairy Research.* – 1987. – Vol. 54. – P. 479-485.

304. Phuektes, P. Multiplex Polymerase Chain Reaction Assay for Simultaneous Detection of *Staphylococcus aureus* and Streptococcal Causes of Bovine Mastitis / P. Phuektes, P.D. Mansell, G.F. Browning // *J. Dairy Sci.* – 2001. – Vol. 84. – P. 1140–1148.

305. Persistence in bovine mastitis of *Staphylococcus aureus* clones as assessed by random amplified polymorphic DNA analysis, ribotyping and biotyping / V. Myllys [et al.] // *Veter. Microbiol.* – 1997. – Vol. 57, № 2/3. – P. 245–251.

306. Peterson, R.F. Detection of new types of  $\beta$ -casein by polyacrylamide gel electrophoresis at acid pH: a proposed nomenclature / R.F. Peterson, F.C. Kopfler // *Biochemical and Biophysical Research Communications.* – 1966. – Vol. 22. – P. 388-392.

307. Pluvinage, P. Factors of risk of milk cows mastitis: Results of the survey. / P. Pluvinage, T. Ducruet, J. Josse, F. Monicat // *Rapp / Sver. Lantbruksuniv. Veter.–Med. Far. Inst Husdjurshyg. Skara.* – 1988. – 20. – 51–55.

308. Polymorphism of molekular-genetic systems in the polish red cattle / A. Klauzinska [et al.] // *Cytology and genetic.* – 2001. – № 1. – P. 58-60.

309. Potreba i mozliwosci doskonalenia bydla w kierunku wiekszej produkcji bialka mleka // *Postepy Nauk roln., 1978.* – R. 25, № 4. – S. 83–98.

310. Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase / R.K. Saiki [et al.] // *Science.* – 1988. – Vol. 239. – P. 487-491.

311. Prispevok k poznatkom o technologickej kvalite mlieka vyslachteneho slovenskeho strakateho dobytku / M. Canigova, [et al.] // *Zbor. tez prednasok / Ceske Budejovice, 1997.* – Vol. 56: Aktualni problemy slechtenti, zdravi, rustu a produkce skotu. – P. 63-64.

312. Puhan, Z. Introduction. In *Milk Protein Polymorphism Proceedings of the IDF Seminar, Palmerston North, New Zealand, Session I* / Z. Puhan // *International Dairy Federation.* – Brussels, 1997. – P. 12-21.

313. Rando, A. Identification of bovine k-casein genotypes at the DNA level / A. Rando, P. Di Gregorio, P. Masina // *Animal Genetics.* – 1988. – Vol. 19. – P. 51-54.

314. Relationship between milk protein polymorphism and major milk constituents in Halstein-Friesian cow / Ng-Kwai Hang [et al.] // *J. Dairy Sciens.* – 1986. – Vol. 69. – P. 22-27.

315. Robinson, R. Production and Utilization of Ewe and Goat Milk / R. Robinson, P. Kastanas, F. Vallerand // *International Dairy Federation.* – Brussels, 1996. – Bulletin № 304.

316. Robitaille, G. Influence of  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin genetic variants on the heat stability of milk / G. Robitaille // *J. of Dairy Research*. – 1995. – Vol. 62. – P. 593–600.

317. Savva, D. Genetic characterization of an alloalbumin, albumin Kashmir, using gene amplification and allele-specific oligonucleotides / D. Savva, A.L. Tarnoky, M.F. Vickers // *Biochemical J.* – 1990. – Vol. 266. – P. 615–617.

318. Schaar, J. Effects of genetic variants of kappa-casein and beta-lactoglobulin on cheesemaking / J. Schaar, B. Hansson, H. Pettersson // *J. Dairy Sci.* – 1985. – Vol. 52. – P. 429–437.

319. Schaar, J. Effects of k-casein genetic variants and lactation number on the renneting properties of individual milks / J. Schaar // *J. of Dairy Research*. – 1984. – Vol. 51. – P. 397–406.

320. Schaar, S. Variation in milk protein composition. Studies on k-casein and beta-lactoglobulin genetic polymorphism and on milk plasmin / S. Schaar // Uppsala, 1986. – 71 p.

321. Seabury, C.M. Comparative PRNP genotyping of U.S. cattle sires for potential association with BSE / C.M. Seabury // *Mamm Genome*. – 2004. – Vol. 15, № 10. – P. 828–833.

322. Seibert, B. Detection of a new kappa-casein variant in cow's milk / B. Seibert, G. Erhardt, B. Senft // *Animal Genetics*. – 1987. – Vol. 18. – P. 269–272.

323. Seinhorst, J.W. Consequences of summer mastitis on dairy farm productivity. / J.W. Seinhorst // *Current topics in veterinary medicine and animal science*. – 1987. – Vol. 45. – P. 199–202.

324. Size of native and heated casein micelles, content of protein and minerals in milk from Norwegian Red Cattle effect of milk protein polymorphism and different feeding regimes / T.G. Devold [et al.] // *International Dairy J.* – 2000. – Vol. 10. – P. 313–323.

325. Stewart A.F. Nucleotide sequences of bovine  $\alpha_{s1}$ -casein and k-casein cDNAs / A.F. Stewart, I. M. Willis, A.G. Mackinlay // *Nucleic Acids Research*. – 1984. – Vol. 12. – P. 3895–3907.

326. The dynamics of *Staphylococcus aureus* intramammary infection in nine Danish dairy herds / H.D. Larsen [et al.] // *Veter. Microbiol.* – 2000. – Vol. 71, № 1/2. – P. 89–101.

327. The effects of milk protein polymorphism on milk components and cheese-producing ability / R. Aleandri [et al.] // *J. Dairy Sci.* – 1990. – Vol. 73. – № 3. – P. 241–255.

328. Threadgill, D.W. Genomic analysis of the major bovine milk protein genes / D.W. Threadgill, E. Womack // Nucl. Acids Results. – 1990. – Vol. 18. – P. 6935-6942.

329. Togashi, K. Overview of genetic evaluation in dairy cattle / K. Togashi, C.Y. Lin, K. Yokouchi // J. Animal Science. – 2004. – Vol. 75. – P. 275-284.

330. Variability of technological properties of milk with the different maintenance of casein / C.A. Zittle [et al.] // J. of Dairy Science. – 1962. – Vol. 45, № 7. – P. 807-816.

331. Vliv unejsich faktorů na dynamiku vyskytu mastitid ve stáde dojníc / J. Skarda [et al.] // Zivocisna Vyroba. – 1889. – R. 34, № 1. – S. 25–38.

332. Walawski, K. Genetic aspects of mastitis resistance in cattle / K. Walawski // J. Appl: Genet.–1999. – Vol. 40, № 2. – P. 117–128.

333. Waugh, D.E. Milk proteins / D.E. Waugh // J. of Physical Chemistry. – 1971. – Vol. 65, № 10. – P. 1793-1802.

334. Weller, R.F. Somatic cell counts and incidence of clinical mastitis in organic milk production / R.F. Weller, D.W.R. Davies // Veter. Rec. – 1998. – Vol. 143, № 13. – P. 365–366.

335. Wheelock, J.V. Identification of the genetic variants of  $\kappa$ -casein in milk / J.V. Wheelock, G. Sinkinson, E.J. Hindle // J. Dairy Science. – 1972. – Vol. 34, № 9. – P. 655-661.

336. Zloženie a technologické vlastnosti mlieka pri rôznych genetických variantoch kapa-kazeínu / A. Michalcova [et al.] // Nitra Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae. – Acta zootechnica. – 1997. – Vol. 53. – P. 25-30.

## Содержание

Введение	3
1. Обоснование направления исследований	8
1.1 Селекционные методы и приемы повышения эффективности племенной работы в молочном скотоводстве	8
1.2 Применение ДНК-технологий в скотоводстве	21
1.3 Определение полиморфизма гена каппа-казеина с использованием метода ДНК-диагностики	26
1.4 Факторы, влияющие на технологические свойства молока	39
1.5 Основные причины возникновения и методы диагностики маститов	49
1.6 Взаимосвязь между количественными признаками у крупного рогатого скота	69
1.7 История создания и современное состояние крупного рогатого скота красной белорусской породной группы	74
1.8 Выводы	81
2. Материалы и методы исследований	83
2.1 Выводы	91
3. Результаты исследований	92
3.1 Ген каппа-казеина как маркер в селекции крупного рогатого скота	92
3.1.1 Полиморфизм гена каппа-казеина у быков-производителей различной селекции	92
3.1.2 Полиморфизм гена каппа-казеина у коров красной белорусской породной группы и белорусской черно-пестрой породы	97
3.1.3 Молочная продуктивность коров красной белорусской породной группы и белорусской черно-пестрой породы в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина	100
3.1.4 Технологические свойства молока коров с различными генотипами по гену каппа-казеина	107
3.1.5 Заболеваемость маститами коров с различными генотипами в СПК «Ольговское» Витебской области	118
3.1.6 Плейотропное действие гена каппа-казеина на воспроизводительные качества коров различных генотипов	137
3.1.7 Взаимосвязь между основными показателями молочной продуктивности у крупного рогатого скота различных генотипов	142



3.2 Выводы	147
4. Экономическая эффективность	150
4.1 Выводы	155
Заключение	156
Предложения производству	159
Список литературы	160

Научное издание

**Танана Людмила Александровна**

**Епишко Татьяна Ивановна**

**Пешко Валентин Валентинович**

**Яцына Ольга Алексеевна**

**Епишко Ольга Александровна**

**Пешко Надежда Николаевна**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДНК-ТЕСТИРОВАНИЯ  
ПО ГЕНУ CSN3 В СЕЛЕКЦИИ МОЛОЧНОГО  
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

Монография

Компьютерная верстка: В.В. Пешко

Подписано в печать 26.08.2014

Формат 60x84/16. Бумага офсетная.

Печать Riso. Усл. печ. л. 11,28. Уч.- изд. л. 10,07.

Тираж 100 экз. Заказ № 3685.



*Издатель и полиграфическое исполнение:*

Учреждение образования

«Гродненский государственный  
аграрный университет»

Свидетельство о государственной регистра-  
ции издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/304 от 22.04.2014.

Ул. Терешковой, 28, 230008, г. Гродно.

*Сверстано и отпечатано с материалов, предоставленных на электронных носителях. За достоверность информации, а также ошибки и неточности, допущенные авторами, редакция ответственности не несет.*