

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации федеральное  
государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Казанская государственная академия ветеринарной  
медицины имени Н.Э. Баумана»

на правах рукописи

**Фатихов Алмаз Газинурович**

**«ГЕНОФОНД, БЕЛКОВЫЙ СОСТАВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ  
СВОЙСТВА МОЛОКА КОЗ ЗААНЕНСКОЙ ПОРОДЫ»**

06.02.07 – Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных

Диссертация на соискание учёной степени  
кандидата биологических наук

Научный руководитель –  
Хаертдинов Равиль Анварович,  
доктор биологических наук,  
профессор

Казань – 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 ВВЕДЕНИЕ.....	4
2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	9
2.1 Козоводство, перспективы его развития .....	9
2.2 Зааненская порода коз.....	18
2.3 Физико-химические свойства козьего молока.....	21
2.4 Технологические свойства козьего молока.....	28
2.5 Белки молока и их роль в технологическом процессе производства молочных продуктов .....	33
3 ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.....	48
3.1. Материал и условия проведения исследования.....	48
3.2 Методы и методика исследований.....	51
3.2.1 Качественный и количественный анализ белков молока методом электрофореза в полиакриламидном геле.....	51
3.2.2 Исследование молока на термоустойчивость.....	54
3.2.3 Исследование молока на сыропригодность.....	54
4 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	58
4.1 Зоотехническая характеристика коз зааненской породы.....	58
4.2 Содержание жира и белка в молоке коз с различными экстерьерными типами.....	63
4.3 Белковый состав козьего молока.....	68
4.4 Технологические свойства козьего молока.....	72
4.5 Влияние уровня содержания казеиновых фракций на технологические свойства молока коз.....	76
4.6. Белковый состав и технологических свойств молока коз разных мужских линий.....	80
4.7 Генетическая структура маточного стада коз и ее влияние на белковый состав и технологические свойства молока.....	86

5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	96
ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ .....	103
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	104

## 1 ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** В последние годы разведение молочных коз стало интенсивно развиваться во всем мире. Одной из самых распространённых молочных пород коз является зааненская порода. К тому же это единственная порода, официально зарегистрированная на территории Российской Федерации (Л.Н. Григорян, 2015). Впервые данную породу завезли в Россию в 1905 году. В настоящее время, по данным официальной статистики численность коз этой породы во всех категориях хозяйств РФ составляет 182,2 тыс. голов (С.А. Хататаев, 2013). Основной же целью отрасли на сегодняшний день является увеличение объемов производства козьего молока и создание селекционно-генетического центра по козоводству, что дало бы возможность пополнять племенной материал непосредственно в стране, минуя сложные и дорогостоящие процедуры завоза животных из-за рубежа (И. Гольдман, 2015).

В последние годы отрасль козоводства получает развитие и в хозяйствах Республики Татарстан. Создана козоводческая ферма в Высокогорском районе, а в Сабинском районе введен в эксплуатацию молочный комплекс на 5 тыс. коз. Возросший интерес сегодняшних сельхозпроизводителей к козоводству и их стремление к увеличению ассортимента производимой продукции, привело бы данную отрасль к созданию перерабатывающей промышленности, тем самым давая возможность мелким хозяйствам быть рентабельными по средствам поставки своего сырья на глубокую переработку. Однако на сегодняшний день в республике ни одно молочное предприятие не освоило переработку козьего молока, а реализация большого количества сырья на рынках не представляется возможным. К тому же, расширение масштабов комплексной переработки козьего молока сдерживается недостатком теоретических и прикладных знаний, нормативно-технического обеспечения, особенно в области производства высокотехнологичных белковых и стерилизованных

продуктов. Все это диктует проведение глубоких научных исследований по использованию козьего молочного сырья для производства данных видов продукции.

В научной литературе в основном известны лишь общие показатели, характеризующие состав и свойства козьего молока: содержание жира, белка, кальция, его плотность и кислотность молока, размеры жировых шариков и казеиновых мицелл, которые не раскрывают полное значение козьего молока как источника гипоаллергенного и высокобелкового сырья, способного занять в молочной промышленности свое лидирующее место (Баранова В. С., 1998; Протасова Д. Г., 2001; Балаболкина И.И., 2004; Денисова С. Н., 2004; Симоненко С. В. 2009). Для решения этой проблемы требуются новые более глубокие научные знания в области генетики белков козьего молока, об их особенностях в строении, функциях и свойствах. Наша работа посвящена исследованиям в данном направлении, которые весьма перспективны и имеют важное селекционное значение для отрасли.

**Степень разработанности.** Основой для проведения настоящих исследований явилась отраслевая целевая программа "Развитие овцеводства и козоводства в Российской Федерации на 2012-2014 годы и на плановый период до 2020 года". Вследствие чего большой интерес, как среди хозяйств, так и среди исследователей вызвала зааненская порода коз как одна из самых высокопродуктивных. Однако глубоких научных исследований, проведенных с данным поголовьем очень мало. Работы в основном направлены на решение общих вопросов кормления, содержания и повышения молочной продуктивности, а также на развитие козоводства (В.Г. Двалишвили, 2015; Л.Н. Григорян, С.А. Хататаев, 2015). Однако следует отметить, что в последние годы стали появляться сообщения об исследовании белкового состава молока с представлением отдельных его фракций (А.С. Шуварики с соавт., 2011, 2012; С.В. Симоненко, 2010). Наша работа существенно восполняет эти работы в плане более детального изучения белковых фракций в связи с технологическими свойствами молока и генотипом животных.

**Цель и задачи исследования.** Целью наших исследований являлось изучение генофонда, белкового состава и технологических свойств молока коз зааненской породы.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Проведение зоотехнической оценки зааненской породы коз.
2. Изучение фракционного состава белков козьего молока и выявление его особенностей в сравнении с коровьем.
3. Изучение связи белков с такими технологическими свойствами молока коз как свертываемость и термоустойчивость.
4. Изучение влияния линейной принадлежности коз на белковый состав и технологические свойства молока.
5. Исследование генофонда зааненской породы коз по локусам белков  $\beta$ -казеина и  $\beta$ -лактоглобулина.

**Научная новизна работы.** Впервые проведен зоотехнический анализ татарской популяции коз зааненской породы. У них установлена связь молочной продуктивности с промерами тела, на основании которых были определены оптимальные значения селекционируемых признаков и создан «модельный тип» животных. Впервые проведены комплексные исследования по изучению белкового состава козьего молока его видовых особенностей в связи с технологическими свойствами молока. Дана популяционно-генетическая оценка зааненской породы коз по локусам молочных белков. Определена степень влияния линейной принадлежности коз на белковый состав и термоустойчивость молока.

**Теоретическая и практическая ценность работы.** В работе получены новые данные о фракционном составе белков молока коз зааненской породы, выявлены его особенности в сравнении с молочным скотом. Установлена связь отдельных фракций белков с такими технологическими свойствами молока коз, как термоустойчивость и сыропригодность, которые могут быть использованы в практической селекции и для рациональной переработки

козьего молочного сыря. Работа вносит новые знания в область разведения, селекции молочных коз и использования их продукции для переработки.

**Методология и методы исследования.** Объектом исследования служили козы зааненской породы в КФХ «Абдрахманов» Высокогорского района Республики Татарстан.

Предметом исследования явились экстерьерно-конституциональные признаки животных связанные с молочной продуктивностью, качеством молока, его белковым составом и технологическими свойствами.

Для решения поставленных задач применялись зоотехнические, генетические, генеалогические, биохимические и статистические методы, хорошо апробированные научной практикой в работах наших и других авторов.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. В условиях хозяйств Республики Татарстан более предпочтительным является разведение животных с оптимальными параметрами экстерьера (модельный тип) для формирования высокопродуктивного стада, что подтверждается сравнительными исследованиями различных экстерьерных типов.

2. Белковый состав и технологические свойства (сыропригодность и термоустойчивость) молока зааненской породы коз.

3. Существует устойчивая положительная связь белкового состава молока с линейной принадлежностью, уровнем общего белка в молоке и его основными фракциями как  $\alpha_{s1}$ -,  $\beta$ -казеины и  $\beta$ -лактоглобулин, а также генотипа по этим белкам, что позволяет использовать эти признаки в качестве дополнительного маркерного показателя.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Материалы диссертации доложены, обсуждены и одобрены на Международной научной конференции «Современные проблемы ветеринарной и аграрной науки и образования», посвящённой 150-летию образованию Государственной ветеринарной службы России (Казань, 2016); Международной научно-

практической конференции «Инновационные решения в ветеринарной медицине, зоотехнии и биотехнологии в интересах развития агропромышленного комплекса» (Казань, 2017). Научные положения диссертации и ее основные результаты изложены в 7 печатных работах, опубликованных в Ученых записках ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» в журналах «Молочнохозяйственный вестник» и «Вестник Казанского государственного аграрного университета», из них 4 статьи – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа изложена на 127 страницах компьютерного набора, состоит из разделов: введение, обзор литературы, основное содержание работы, результаты собственных исследований, заключение, предложения производству, список использованной литературы. Работа иллюстрирована 21 таблицей и 5 рисунками. Список использованной литературы включает 207 источников, в том числе 107 на иностранных языках.

## 2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 2.1 Козоводство, перспективы его развития

Еще несколько десятилетий назад о развитии промышленного козоводства на территории Российской Федерации могли только мечтать, поскольку, коз в основном содержали в личных подсобных и крестьянско-фермерских хозяйствах, в которых товарность произведенного молока не превышала и 2%.

Мощным импульсом в развитии молочного козоводства сыграл переход экономики на рыночные отношения. За последние годы данная отрасль в нашей стране достигла значимых успехов в своем развитии. Вслед за молочным скотоводством усиленной модернизации и индустриализации подверглась и козоводческая отрасль. Предприятия провели реконструкции молочных цехов, за счет внедрения новых технологий смогли достичь уменьшения количества ручного труда, а также сделали свои производства высокорентабельными и безотходными (Е.М. Щетинина, З.Р. Ходырева, 2014). За счет чего, данная отрасль животноводства смогла выйти на рынок с большим количеством разнообразной продукции и сырья. А благодаря своим диетическим и целебным свойствам молока, молочное козоводство, в последнее время, вовсе, становится перспективной отраслью во многих развитых странах мира (С.И. Новопашина, М.Ю. Санников, 2006, 2013).

Коз разводят в 169 странах, во всех зоогеографических областях земного шара (М.В. Забелина с соавт., 2009). Общая численность коз во всем мире, по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), приближается к 700 миллионов голов, в том числе молочного направления – 150 миллионов, которые дают 12 миллионов тонн молока в год (Е.Л. Ревякин с соавт., 2010; Т.Е. Маринченко, 2014).

Китай – страна, развивающаяся колоссальными темпами, занимает одно из первых мест по численности коз. Европейскими же лидерами

являются Голландия, Франция и Греции, последние, вовсе, при населении не более 6 млн. человек содержат почти 4 млн. коз. Так же известно, что в странах Азии и на Балканах, где население потребляет большие количества сырья из козьего молока, приходится больше всего долгожителей на душу населения (К. Hammond, 1995; A.P. Mavrogenis et al., 2006; M. Stephen et al., 2006; A.K. Thiruvankadan, 2006).

Во Франции ежегодно производится свыше 300 тыс. т козьего молока, из которого получают великолепные сыры. Активно занимаются разведением коз испанцы, немцы, итальянцы, англичане, бразильцы (А. Borghese, 1987; P. Morand-Fehr, 1989; H. Hoste, 2001; J. Spurz et al., 2006).

Таким образом, многочисленная литература иностранных авторов свидетельствует о том, что молочное козоводство является одной из самых перспективных отраслей животноводства (S.B. Guss, 1992; В.В. Ермаков, 2002; Т.С. Преображенская, 2002; А.С. Булатов, 2004; Н.С. Марзанов, 2005). Однако в Российской Федерации эта отрасль развита крайне слабо, хотя за последнее десятилетие наметились определенные подвижки в лучшую сторону (В.Г. Двалишвили, 2015).

В России на 2013 год произвели всего 400 тысяч тонн козьего молока, при количестве поголовья более 2,2 миллион, из них молочного направления продуктивности – 900 тысяч голов. По данным Росстата из всех животноводческих отраслей, козоводство имеет наивысший показатель концентрации поголовья в личных (ЛПХ) и крестьянских фермерских хозяйствах (КФХ) – более 91% животных (Т.Е. Маринчинко, 2014).

Республика Татарстан также является одной из крупнейших животноводческих регионов России. На 1 января 2014 г. в республике насчитывалось около 30 тыс. голов коз. За последние 3 года поголовье коз увеличилось в СХО и КФХ на 4 тыс. голов, производство козьего молока – на 470 т. Возможности расширения сырьевой базы для производства козьего молока в Татарстане имеются. Козоводство становится перспективной

отраслью, что определяется повышенным спросом на козье молоко и продуктов из него на российском рынке (Н.Н. Хазипов, 2015).

Основной целью отрасли на сегодняшний день является увеличение объемов производства козьего молока и в перспективе создание селекционно-генетического центра по козоводству (Л.Н. Григорян, 2015; Н.Н. Хазипов, 2015).

В связи с поставленными целями, отрасль столкнулась с некоторыми вопросами, решение которых стало актуальной задачей путем научного обеспечения отрасли по всем направлениям производства: разведения, селекции, кормления и содержания молочных коз, переработки молока, разработки нормативно-технической документации.

Контингент коз в существующих племенных фермах, по мнению экспертов, явно недостаточен для расширения отрасли. На сегодняшний день племенная база молочного козоводства представлена лишь одной породой – зааненской, так как лишь эта порода до декабря 2014 г. была официально зарегистрирована и имела допуск к использованию на территории Российской Федерации (Л.Н. Григорян, 2015).

Формирование крупных высокопродуктивных стад животных требует целенаправленной селекционно-племенной работы, в связи с этим для разведения коз зааненской породы на территории Российской Федерации были созданы племенные репродукторы, они дали нам возможность отказаться от сложных процедур завоза дорогостоящих животных из-за рубежа, таким образом, обеспечивая возможность пополнять отечественный племенной материал в стране. Ведущими племенными репродукторами являются: опытная станция ГНУ СНИИЖК Ставропольского края, ЧП «Нарвин» Ленинградской области, КХ «Пожаренко» Краснодарского края, ООО «Березка» Курской области и другие. (Х.А. Амерханова, Т.Г. Джапаридзе, 2010; Л.Н. Григорян, 2015).

Кроме вышеперечисленных направлений становления козоводства, в России в целях развития отрасли была введена Отраслевая целевая

программа "Развитие овцеводства и козоводства в Российской Федерации на 2012-2014 годы и на плановый период до 2020 года". Она предусматривает работу по трем основным направлениям: это развитие племенных хозяйств, непосредственная поддержка предприятий по обработке сырья в соответствии с ограничениями и требованиями ВТО и множественные региональные программы, финансирование которых осуществляется в зависимости от возможностей субъекта федерации. В совокупности программа нацелена на увеличение поголовья коз молочного направления до 1,4 миллион голов и получения молока до 420 тысяч тонн в год (С.И. Новопашина, М.Ю. Санников, 2011; Т.В. Кожанов, 2013; Т.Е. Маринченко, 2014; Н.Н. Хазипов, 2015).

Реализация программы позволит обеспечить в республике производство экологически чистого молока, которое может быть использовано не только для выработки высококачественной продукции для возрастной группы населения, но и диетического продукта при лечении детей, страдающих аллергическими реакциями (Н.Н. Хазипов, 2015).

В связи с этим наблюдается активный рост козоводческих ферм с интенсивной технологией содержания. Молочная козья ферма при правильном ведении козоводства – весьма прибыльное дело (Т.В. Кожанов, 2014). Оно обусловлено тем, что содержание коз намного проще, чем коров, поэтому козье молоко обходится значительно дешевле коровьего, его себестоимость почти в 2 раза ниже коровьего, а продать его можно в несколько раз дороже, чем вызвана высокая рентабельность. По данным, которыми располагает ассоциация «Золотая коза», в Российской Федерации в зависимости от региона стоимость 1 л сырого козьего молока для промышленной переработки составляет около 60 руб., а в частном секторе доходит до 200 руб. Производство 1 ц козьего молока требует в 1,5 раза меньше кормов, чем такого же количества коровьего молока. По затратам труда разница составляет уже 2,5 раза в пользу козьего молока. Коза на 1 ц живой массы дает 18,2 ц молока, а корова – 8 ц. (И. Гольдман, 2015).

За последние годы в нашей республике были введены в действие такие козофермы, как КФХ «Абдрахманов А.А.» в Высокогорском районе (на 250 козоматок с доильным залом, системы «Карусель» на 24 места), КФХ «Салимгараева Ф.Ф.» в Сармановском районе (на 250 козоматок с кумысно-сырным цехом), КФХ «Камалов М.М.» в Альметьевском районе (на 100 козоматок), КФХ «Бикмухаметов А.Ш.» в Актанышском районе (на 50 козоматок). Создано самое крупное новое высокотехнологичное предприятие в рамках региональной целевой программы ООО «Лукоз Саба» (Н.Н. Хазипов, 2015).

На основе отраслевой программы, кроме представленных выше козоферм, к концу своей реализации планируется строительство еще 7 высокотехнологичных молочных козоводческих ферм. За счет чего предполагается создание селекционного генетического центра на 1200 голов маток зааненской молочной породы, увеличение роста объема производства козьего молока с 5,9 тысяч тонн в 2011 г. до 21,2 тысяч к 2020 г. и организация линии детского питания на основе козьего молока. Основной же целью является достижение показателей производства козьего молока с 1 кг до 6 кг на душу населения в Республике Татарстан в год (Т.Е. Маринченко, 2014; Н.Н. Хазипов, 2015).

В повышении объемов и качества производимого молока, огромное значение имеет работа с племенным стадом, формирование значимых линий и семейств, которые создадут разнообразие по биологическим и хозяйственно полезным признакам. Стоит заметить, что в молочном козоводстве больше внимания уделяется маточным семействам, в сравнении с отцовскими линиями, так как затруднения вызывает необходимость содержание в стаде большого количества козлов для закладки линий. Поэтому создание семейств козоматок рассматривают как проверенный опыт ведения селекционной работы по отбору генофонда животных с высокой плодовитостью, продуктивностью, здоровьем и приспособленностью к определенным условиям содержания. Что также доказывают проведенные

исследования в племенном репродукторе ГНУ СНИИЖК, где для выявления перспективных семейств зааненских коз проведен анализ данных по родственным генеалогическим группам маток. Разница между ними по молочной продуктивности составляла до 125,3 кг по удою за лактацию, 0,55% по содержанию жира и 0,17 % – содержанию белка в молоке (С.И. Новопашина с соавт., 2012).

Бодрова Ю.Н. (2011), анализируя молочную продуктивность у коз зааненской породы в зависимости от различных факторов, пришла к выводу, что она в течение календарного года была динамичной. Где в летний период наблюдалось наиболее высокие среднесуточные удои, но низкое значение в молоке белка, жира, лактозы, сухих веществ и обратные показатели в зимний период.

Р.С. Губанов (2014) на основании исследований сделал вывод, что изменение состава и свойства молока под влиянием сезона года связано с условиями содержания и подчёркивает, что длительное воздействие температур более 20 °С значительно сильнее сказывается на молочной продуктивности, чем температура ниже 5 °С. Поэтому содержание жира и белка в молоке зимой несколько выше, чем летом. В меньшей степени это относится к содержанию сухого обезжиренного остатка в молоке. Содержание сывороточных белков в молоке относительно стабильно в течение всего года и составляет в среднем 0,74%. Отклонения от нормальной жизнедеятельности организма весной приводят к изменению продуктивности, состава и технологических свойств молока (О.В. Дымар, 2015).

Как уже известно, повышение продуктивности молочного скота, в том числе, и коз невозможно без разработки и совершенствования норм кормления. Кормление коз обычно нормируют, чтобы обеспечивать среднюю и высшую упитанность маток, высокую воспроизводительную способность и повышенную молочную, мясную продуктивность. Козы неприхотливы к кормам, специалисты считают, что основу рационов должны составлять

грубые и зеленые корма хорошего качества. По сравнению с другими видами, козы способны лучше усваивать питательные вещества, особенно клетчатку рационов, состоящих из грубых кормов: ветви кустарников и деревьев, сено и солома (М. Муна, 2007).

Организация кормления осуществляется с учетом физиологического состояния маток (холостые, сукозные, лактирующие), их живой массы и уровня продуктивности. При скармливании высококачественного сена концентраты могут составлять 30 – 35% рациона (по питательности), если грубые корма низкого качества, то долю концентратов повышают до 50%. (В.Г. Двалишвили, 2015)

В своих трудах М. Муна (2008) представил минимальную потребность сухого вещества, обменной энергии и сырого протеина для молочных коз в периоды начала сукозности, глубокой сукозности и лактации, что составило для коз зааненской породы с живой массой 45 кг: сухого вещества – 1,84, 2,01, 2,23 кг; обменной энергии – 13,60, 15,01, 22,10 МДж; сырого протеина – 192, 212, 353 г на 1 голову в сутки, соответственно

В.В. Ермаков (2002), Г.С. Азаубаева (2004), А.А. Дроворуб (2006) в своих исследованиях отмечали изменение в организме животных обменных процессов во время сукозности, тем самым отмечая то, что при усилении данных процессов повышается потребность в кормах: по общей питательности примерно на 30-40%, переваримому протеину – 40-50%, кальцию и фосфору – в 2 раза.

Турецкими исследователями в 2014 году было проведено исследование влияния воздействия корма с уменьшенным количеством концентратов на благосостояние животных, молочную продуктивность и качество молока. Результаты указали на то, что сокращение добавок концентрата способствует получению молока более высокого качества. Кроме того, такое кормление оказало влияние на содержание таких фитохимических веществ, как фенолы, флаваноиды, терпеноиды и жирные кислоты, в том числе, со сниженным отношением омега кислот 6:3, которое оказалось положительным

воздействием на здоровье человека (A. Volkmann et al., 2014). Проведены также обширные исследования по влиянию кормления на качество молока и сыра, при этом демонстрированы преимущества кормления на пастбищах (A. Elgersma et al., 2006, G. Hervás et al., 2008). В 2007 году M.R. Sanz Sampelayo et al. утверждали, что более высокое содержание белка в рационе на основе зерна и сена обычно не переводится непосредственно в более высокое содержание белка в молоке и сыре, то есть от их утверждения можно предположить, что добиваясь высоких белковых показателей производители продуктов на основе козьего молока вовсе не получают тот ценный продукт, и это еще раз говорит об эффективности пастбищного типа содержания.

Показателем, характеризующим эффективность разного уровня кормления и содержания, является прибыль и уровень рентабельности. Исследования М. Муна показали, что увеличение на 20% уровня кормления коз и активный моцион повышает на 2,26 раза и на 32,51% прибыль и уровень рентабельности, соответственно (М. Мун, 2007). Однако сколько бы, не кормили животных, получение максимальной продуктивности невозможно без соблюдения зоотехнических норм содержания.

Как отечественные, так и зарубежные исследователи в своих трудах, указывали на важность микроклимата в животноводческих помещениях. Установлено, что понижение или повышение температуры окружающей среды отрицательно влияет на продуктивность животных, на поедаемость и переваримость кормов, что связано с дополнительными расходами энергии на поддержание температуры тела, тем самым снижая содержание жира в молоке и молочную продуктивность (Н.А. Мирнов, 1984; J. Grubber, 2009). В помещениях, в соответствии с НТП АПК 1.10.03.002-02, температура воздуха должна быть не ниже 6°C, а летом не выше 18°C. (НТП АПК 1.10.03.002-02). Оптимальная влажность воздуха в помещениях для коз составляет 60-70%. Относительные колебания по отношению к данным показателям приводит к понижению содержания жира и удоя в молоке.

Козы очень чувствительны к сквознякам, поэтому соблюдение норм скорости движения воздуха имеет особое значение при содержании коз, что составляет зимой – 0,2-0,3 м/с, а летом 0,4 – 1,0 м/с в зависимости от половозрастной группы. Но в тоже время следует обращать тщательное внимание на концентрацию вредных газов в воздухе, что обеспечивается хорошей циркуляцией воздуха. Для козоводческих помещений допустимыми нормами являются: для углекислого газа – 4500 мг/м<sup>3</sup>, для сероводорода -10 мг/м<sup>3</sup>, для аммиака – 20 мг/м<sup>3</sup>. (А.И. Чикалев, Ю.А. Юлдашбаев, 2012).

Конечно же, огромное значение моциона ни кто не отменял. Содержание коз в сырых, душных, тёмных помещениях во время стойлового периода без организации ежедневных прогулок на свежем воздухе и без солнца значительно влияет на здоровье животных. Все это приводит к ухудшению аппетита, козы начинают худеть в связи с недостатком витаминов, что в свою очередь приводит к болезням копыт и лёгких, сложно протекают окоты, затрудняется самоотделение последа, все это в совокупности оказывает отрицательное влияние на производственные показатели молока (В.К. Тощев, 2002).

Конечной целью всего этого является доставка высококачественного молока на прилавки, с чем на сегодняшний день столкнулись многие производители козьего молока, в связи с весьма ощутимым недостатком теоретических прикладных знаний, нормативно-технического обеспечения, необходимого для комплексной переработки козьего молока-сырья (С.В. Симоненко, 2010). Стабильное качество пищевых продуктов, и в особенности детского питания, может обеспечиваться только за счёт четко сформулированных, научно доказанных и проверенных на практике медико-биологических и технологических принципов, определяющих решение наиболее важных проблем, возникающих при их разработке, производстве и реализации. В последнее время в этом направлении ведется интенсивная работа, в которой не последнюю роль играет Институт детского питания (С.В. Симоненко с соавт., 2010).

Такое ценное сырье, как козье молоко, должно перерабатываться полностью, с максимальным эффектом использования компонентов. На сегодняшний день основным затруднением в сфере комплексной переработке молока является не способность козоводческих ферм обеспечить молокоперерабатывающие предприятия достаточным количеством молока-сырья, должна быть разработана и расширена научная и нормативно-техническая база (С.В. Симоненко, С.Е. Димитриева, 2015).

Минимальная потребность в козьем молоке только детского населения Москвы в возрасте старше одного года ориентировочно может быть оценена в объеме 9 т в сутки, а учитывая биологическую ценность этого продукта для всех детей дошкольного и школьного питания в целом – более 100 т в сутки (Т.В. Кожанов, 2015). При этом следует отметить, что российская промышленность не выпускает продукты на основе козьего молока ни для детей раннего возраста, ни для дошкольного и школьного возраста. Потребность детей только первой возрастной группы частично (не более чем на 8 %) покрывается импортом. Общая суточная потребность в козьем молоке по Российской Федерации для производства продуктов детского питания составляет свыше 50 тыс. т (150 тыс. и 1800 тыс. т. в месяц и в год соответственно) (С.В. Симоненко, С.Е. Димитриева, 2015).

Приведенные сведения обуславливают актуальность и необходимость создания агропромышленных комплексов производства козьего молока и мини-индустриальных предприятий по его переработке.

## **2.2 Зааненская порода коз**

Козы принадлежат к одним из первых сельскохозяйственных животных, одомашненных человеком. По зоологической систематике домашние козы относятся к классу млекопитающих (Mammalia), семейству полорогих (Cavicornia), подсемейству козоевцев (Caprovinca), роду коз

(Сарга), под роду домашних коз (Сарга Capra Nircus) (Х.А. Амерханова, Т.Г. Джапаридзе, 2010).

По данным А.А. Вениаминова (1981) и В.Г. Двалишвили (2015) в настоящее время, по разным данным, насчитывается от 236 до 500 пород коз. По направлению продуктивности выделяют специализированные (молочные, мясные, пуховые, шерстные, шкурковые, парковые) и комбинированные (молочно-мясные, мясо-шерстные и шерстно-мясные) породы. Из всего многообразия пород, разводимых в мире, лидирующее место принадлежит молочным и молочно-мясным породам – соответственно 35 и 19 % от общего числа пород.

Для России сегодня главная задача, развивать основную породу, зааненскую, самую молочную породу в мире. Выведена данная порода в Швейцарских Альпах долина Зааненталь, откуда и происходит их название.

Благоприятные природно-климатические условия долины с альпийскими пастбищами и мягким климатом помимо многовековой селекции оказали положительную роль в формировании молочной продуктивности породы (А. Бодров, 2009; Е.Л. Ревякин, 2010).

В 1856 году в Париже на Всемирной выставке зааненские козы были представлены как безрогие и имели белую масть. И до 1986 года большинство авторов утверждали, что зааненские козы исключительно комолые, тогда Н. Pinge отметил, что несмотря на многолетнюю селекцию гомозиготности по данному признаку добиться не удалось, объяснял он это увеличением числа интерсексов (гермафродитов), которые выражались проявлением аномалии в отношении пола у гомозиготных безрогих животных (С.И. Новопашина, М.Ю. Санников, 2011).

В 1880 году зааненских коз для улучшения местных пород ввозили в Германию, Англию и другие страны (А.И. Чикалев, 2012).

Животные обладали выраженной конституцией нежно плотного типа. Экстерьер являлся классическим примером молочного типа. Костяк не грубый но достаточно крепкий. Подвижная, тонкая кожа, с умеренно

развитыми мышцами. Короткий шерстный покров, состоящий из грубого кроющего волоса. В том случае, если содержание животных проходило в суровых климатических условиях, то у них вырастал короткий подшерсток. Животные обладают сухой головой средней величины, уши прямо поставлены. Отличительной особенностью являются кожные выросты на шее – сережки. Туловище достаточно глубокое и длинное. Конечности крепкие, правильно поставленные. Масть в основном белая, но иногда встречаются козы со светло-желтым оттенком. Встречаются особи с черными пигментными пятнами на коже головы, ушей и вымени. Вымя имеет грушеобразную или шарообразную форму с хорошо выраженными и большими сосками. Среди недостатков обычно отмечают некоторую слабость путовых и скакательных суставов и иногда узкий крестец и плоский корпус (С.И. Плященко, 1997; Х.А. Амерханова, Т.Г. Джапаридзе, 2010).

Животные данной породы являются достаточно крупными. У племенных маток живая масса достигает максимальных показателей в 90 кг, в среднем 50-60 кг, при этом высота в холке составляет 76-78 и до 85 см, косая длина туловища – 79-83 см. Племенные козы в свою очередь достигают высоты в холке 83-86 см и живой массы 75-80 кг (Х.А. Амерханова, Т.Г. Джапаридзе, 2010). Тогда как русская белая порода уступает зааненской по всем показателям, имея средние значения по породе в 53-55 см в высоте в холке, 57 см по косой длине туловища и живой массе в 45-50 кг (В.К. Тощев, Г.Н. Мустафина, 2013).

Зааненская порода коз отличается своей высокой скороспелостью и плодовитостью. При скрещивании устойчиво передают свои хозяйственно-полезные качества потомству. На 100 маток выход козлят составляет от 180 до 250%. Средняя живая масса козочек при рождении составляет 3,0 кг, козчиков - 4,5 кг; в 2-мес. — 9-10 и 10-12 соответственно; в 12 мес. — 30-35 и 38-45 кг. Удой за лактацию составляет 600-800 кг, жирности 3,8-4,5%, при длительности лактационного периода 270-360 дней. При интенсивно промышленной технологии содержания и кормления коз не редко средняя

продуктивность по стаду достигает значений 1000-1200 кг молока. Рекордные же удои зааненских коз были отмечены в 1929 г. - 2235 кг; 1937 г. - 2482 кг; 1952 г. - 2950 кг (С.И. Плященко, 1997; J. Bowen, 2007). А по данным Л.П. Москаленко и О.В. Филинской (2012) рекордный удой козьего молока – 3507 кг – был получен в Австралии также от козы зааненской породы.

Зааненские козы, так же хорошо акклиматизируются в различных природных условиях, что позволяет легко их внедрять в различных регионах. Очень подвижны и способны проходить достаточно длинные расстояния (15-18 км) в поисках корма. Высокая приспособленность к поеданию все возможных растений, включая сорняки, пряные и горькие травы, а в отдельных случаях и кустарники, позволяет повысить эффективность использования пастбищ за счёт выпаса коз на участках земли непригодных для выпаса других животных ( В.Г. Двалишвили, 2015).

### **2.3 Физико-химические свойства козьего молока**

За последние годы козоводство стало интересной отраслью для многих исследователей, все больше трудов посвящено функциональным и технологическим свойствам козьего молока, его низкой аллергенности и перспективам использования в продуктах детского и лечебно-профилактического назначения (Б.С. Иолиев, 2000; С.Ф. Андрусенко, С.М. Кунижев, 2004; С.Н. Денисова с соавт., 2004; А.С. Шуварики с соавт., 2011,2012,2013).

Молоко представляет собой белую или желто-белую непрозрачную жидкость, сладковатую на вкус и весьма сложную по химическому составу. Его по праву можно считать одним из чудес земного шара. Из составных частей материнской крови образуется нечто новое, представляя собой единую полидисперсную систему, компоненты которой связаны между собой. Однако, у каждого животного из большой семьи млекопитающих

молоко свое, непохожее на молоко другого животного. (К.К. Горбатова, 2004). Изначальной функцией молока было поддержание только что возникшей жизни и поение до дальнейшего формирования рубцового пищеварения, являясь единственной пищей для новорожденного. В его составе сосредоточено огромное количество ценнейших компонентов: до 20 сбалансированных аминокислот; лактоза – молочный сахар; более 40 жирных кислот; макро- и микроэлементы; витамины; все то, что необходимо организму для поддержания нормальной жизнедеятельности. Поэтому физиологически молоко является источником все возможных компонентов и биологически активных веществ, которые собраны в максимально полезном сочетании, предназначенных для удовлетворения нужд живого организма (Н.В. Барабанщиков, 1983).

В России, как и в большинстве стран мира, коровье молоко – самый распространенный вид молока. Общее количество молока потребляемого населением обеспечивается именно коровьим – около 95%. В меньшем количестве производятся молоко козье, овечье, кобылье, верблюжье. Несмотря на доступность и полезные свойства коровьего молока, у многих людей проявляется аллергия и непереносимость его (А.С. Шуварики, 2015).

В связи с этим, следует отметить, что увеличения количества заготавливаемого молока-сырья, посредством внедрения новых технологий в промышленную переработку, позволит использовать козье молоко, особенно при производстве сыров, детского и лечебного питания в предприятиях, тем самым наладив производство комбинированного продукта (Т.В. Вобликова, 2012).

За последние годы ассортимент продукции на основе козьего молока стал более обширным, на прилавках стран с развитой отраслью козоводства, можно увидеть большое количество разнообразной продукции приготовленного из молока коз, это различные кисломолочные продукты: мацони, простокваша, айран, йогурт, сыры: брынза, сулугуни, пекарينو, качковал, рокфор, а также масла, которые нашли свое применение, как в

пищевой, так и в медицинской промышленности (А.С. Булатов, 2004; J. Spurz et al., 2006; Б.С. Нуржанов, 2007; М.С. Касторных с соавт, 2009; О.А. Желтова, 2010).

Интерес к производству продуктов из козьего молока также связан с его высокой биологической ценностью, легкой усвояемостью, которое составляет порядка 97%, тогда как коровье усваивается – лишь на 65% (И.А. Глотов, 2012; М.Е. Pintado 2000). Высокая усвояемость козьего молока обусловлена более полным распадом белков под действием пищеварительных ферментов человека, поскольку в процессе переваривания казеин козьего молока формирует менее жесткий и более мягкий сгусток, а меньшее содержание агглютинина, вызывающего отслаивание сливок, также способствует получению желаемого сгустка, тем самым нейтрализуя аллергические последствия в организме, так как аллергия напрямую связана со скоростью и эффективностью процесса переваривания и поглощения протеинов (E.J. Eastham, 1979). Нельзя не заметить того, что специфический аромат козьего молока и уникальная структура сгустка, получаемого при створаживании молока, также используется по всему миру для производства элитных сыров – Шевр, Серни, Кроттен, Шабишу дю Пуато (И. Гольдман, 2015; А.А. Майоров, 2013).

Козье молоко принадлежит к высокопитательным диетическим продуктам питания. Белки козьего молока существенно отличаются от белков коровьего молока, как по фракционному составу, так и по пространственной конфигурацией, за счет чего во многом не вызывает аллергической реакции и расстройств пищеварения у новорожденных детей. В результате чего возрастает большой интерес к козьему молоку, как альтернативной замене коровьему молоку.

Пищевая непереносимость является ненормальной реакцией организма, происходящая после приема пищи, которая способствует контакту между антигеном и специфическим антителом (IgE). Такое

взаимодействие приводит к образованию медиаторов, таких как гистамин, которые вызывают чрезмерный иммунный ответ (G. Catoni et al., 1999).

В отношении питательного аспекта козье молоко имеет большое преимущество, связанное с рядом медицинских проблем, в первую очередь это высокая биологическая ценность, легкая усвояемость, которое составляет порядка 97%, что минимизирует возможные желудочно-кишечные расстройства (M.E. Pintado, 2000; M.J.M. Alferez et al., 2001; F. Lara-Viloslada et al., 2004).

Отличительные черты казеиновых мицелл козьего молока по сравнению с коровьим, является ключевым фактором, способствующим его легко перевариваемости. Более того, в отличие от коровьего молока, козье молоко не содержит агглютинин, в результате жировые шарики в козьем молоке не склеиваются вместе, что делает их легко усвояемыми (K. Raunaj-Ljutovac et al., 2004, G. Heinlein, R. Caccese, 2005). В дополнении к этому козий молочный жир является также более удобный для переваривания во многом благодаря высокому содержанию жирных кислот со средней длиной цепи, потому что жир энзимов под названием липазы способны атаковать эфирные связи жирных кислот с короткой и средней длиной цепи с большей легкостью, чем те которые состоят из длинных цепей. Такая способность быстрого поглощения сравнима с процессом окислительного метаболизма, выделяет данные жирные кислоты как прямой источник энергии, без хранения ее в жировой ткани. Таким образом, комбинированный эффект высокой степени усвояемости в сочетании с легко доступной энергией обеспечивает более эффективное использование козьего молочного белка, что делает его полезным при лечении некоторых метаболических заболеваний (L. Seballos et al., 2009).

Козье молоко содержит значительный уровень углеводов, называемые олигосахаридами, которые в козьем молоке содержатся в 4-5 раз больше чем в коровьем и в 10 раз больше чем в овечьем. Но все же намного ниже, чем в материнском молоке, однако с высоко схожим профилем по отношению к

грудному молоку, тем самым делая его привлекательным природным источником человекоподобных олигосахаридов для младенцев (D. Viverge et al., 2007). В дополнении к этому обладая пребиотическими свойствами, то есть способствуя росту полезных бифидобактерий в кишечнике (K. Raunaj-Ljutovac et al., 2008). При правильной кишечной колонизации бифидобактерий, плохо переваримые углеводы, а также лактоза разбиваются на несколько компонентов моносахаридов, которые затем метаболизируются до промежуточных продуктов с последующим преобразованием в источник энергии (D. Russell et al., 2011).

Иностранцами исследователями были отмечены различия между физико-химическим составом козьего и коровьего молока, в частности это касалось диаметра жировых шариков молока, которые резко отличались, средний размер жировых шариков коровьего молока был в промежутке от 2,5 до 3,5 мкм, тогда как аналогичный показатель козьего не достигал и 2 мкм (G. Heinlein, R. Caccese, 2005). Такие меньшие размеры обеспечивают лучшую дисперсию и более гомогенную смесь жира в молоке, что способствует лучшему усвоению жира, без участия желчи – сразу в венозную сеть, минуя лимфатические капилляры. Что значительно облегчает его промышленную переработку, так как нет необходимости проводить операцию гомогенизации молока (Д.Г. Протасова, 2001; Д.Г. Мастерских, А.С. Шуварики, 2004; И.Ф. Горлов с соавт., 2006, 2011, 2012; С.В. Симоненко, 2010; Н.А. Дидух, 2010; С.Н. Денисова с соавт., 2014; И. Гольдман, 2015).

Современные научные исследования доказывают высокую биологическую ценность козьего молока, за счет повышенной калорийности, содержания высокого количества сухих и минеральных веществ (Д.Г. Протасова 2003; Т.Л. Остроумова, 2005; С.Ф. Андрусенко, П.А. Омельченко, 2008; Г.М. Лесь с соавт., 2009; Т.Н. Рыжкова 2013). Насыщено незаменимыми аминокислотами валином, лейцином, изолейцином и цистином, необходимыми для быстрого восстановления мышечных волокон

и повышения мышечной выносливости при интенсивных физических тренировках, стрессах. Кроме того, цистин оказывает защитное действие на клетки печени и головного мозга от повреждения алкоголем, некоторыми лекарственными препаратами, токсическими веществами, содержащимися в сигаретном дыме, и от вредного воздействия электромагнитного излучения мобильных телефонов и компьютеров. Козье молоко содержит также незаменимую аминокислоту гистидин, помогающую при лечении гепатитов, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки.

Аминокислотный скор всех незаменимых аминокислот козьего молока находится в диапазоне от 80 до 155%, что свидетельствует о высокой биологической ценности продукта (О.В. Дымар, 2015).

В отличие от молока крупного рогатого скота, козье молоко является богатым источником мононенасыщенных, полиненасыщенных жирных кислот и триглицеридов со средней цепью. Такая композиция имеет ряд преимуществ для здоровья человека (S. Kumar, 2012).

Содержание молочного жира в козьем молоке находится в максимальном количестве после родов, а затем уменьшается в течении лактации. Это связано как минимум с двумя явлениями: эффект разведения из-за увеличения объема молока и уменьшение мобилизации жиров, что снижает доступность плазмы, неэтирфицированной жирной кислоты, особенно C18:0 и C18:1, для синтеза липидов молочной железы (Y.A.Chilliard et al., 2003).

Количество соматических клеток является одним из важнейших показателей характеризующим качество молока. Многие авторы в своих исследованиях отмечают их повышенное содержание, связывая свои данные с особым типом секреции молока у коз. У коров высвобождение молочного белка из клетки молочной железы происходит с помощью мерокриновой секреции, то есть, происходит выдавливание молочного секрета из каждой клетки, тогда как, у коз капли молока отсекаются от клетки вместе с частью клеточных компонентов (апокриновая секреция), в

результате чего в получаемом молоке можно увидеть множества клеточных частиц, которые обычные тесты считают «соматическими клетками» (F.V.P. Wooding et al., 1970; A. Faulkner, 1980; Х.Д. Дениев, Т.П. Овчаренко, 1999; С. Neveu, 2002; Y.W. Park et al., 2007; С.И. Новопашина с соавт., 2013).

Особенностью козьего молока является также высокое содержание кальция, магния, хлора, фосфора, железа, марганца, селена и меньшее по сравнению с коровьим количество натрия, серы, цинка и молибдена. Следует отметить, что усвояемость железа козьего молока достигает показателей – 30%, что по этому значению приближает данное сырье к показателям усвояемости железа женского молока (50%), тогда как в коровьем молоке 10% является высшим показателем. А значение его в организме достаточно высокое, от синтеза гемоглобина в крови, до формирования нормальной работы иммунной системы и адекватности поведенческих реакций животных. Дефицит железа у взрослых особей вовсе связывают с повышенной реакцией на охлаждение. В козьем молоке, также наблюдается высокое содержание калия, значение которого для сердечно-сосудистой системы особо велико (С. Н. Денисова, 2004; С.В. Симоненко, С.Е. Димитриева, 2015).

О преимуществе козьего молока над коровьим отмечает в своей работе К.Н. Зеленецкий (2011). На основании проведенных исследований в сравнительном аспекте козьего и коровьего молока по питательно-биологической ценности, автор пришел к выводу, что за счет содержания в козьем молоке больше высокодисперсных белков, оно богаче коровьего альбумином и глобулином, которые лучше всасываются и не остаются неперевавленными, а в желудке свертываются в виде хлопьев. Такое состояние позволяют лучшему взаимодействию с желудочной кислотой, и легкому усвоению организмом, не вызывая при этом расстройства пищеварительной системы.

Правительство РФ в области здорового питания населения делает акцент на увеличение выпуска перерабатывающей отраслью АПК

качественно новых безопасных пищевых продуктов на основе козьего молока, с учетом использования всего потенциала биологических свойств сырья и компонентов, которые в дальнейшем смогут способствовать укреплению и сохранению здоровья нации.

#### **2.4 Технологические свойства козьего молока**

Для большинства микроорганизмов молоко является хорошей питательной средой, развитие их обусловлено как при внесении с закваской, так и попадание из вне (С. Л. Емельянов с соавт., 2008; С.У. Lai, 2016). Поэтому вполне логичным представляется поиск способов сохранения исходных свойств молока, так как молочная промышленность заинтересована в выпуске продуктов длительного срока хранения и расширения их ассортимента (А.Г. Храмцов с соавт., 2005).

На сегодняшний день для увеличения срока хранения молока его подвергают пастеризации, стерилизации, сгущению и высушиванию, при которых используется высокая температура. Такое воздействие на сырье может привести к быстрому свертыванию молока, поэтому не всякое молоко件годно для выработки стерилизованных продуктов, молоко, используемое для этой цели, должно обладать свойством термоустойчивости (Р.А. Хаертдинов и др., 2009).

Термоустойчивость (термостабильность) – важнейшее технологическое свойство молока, определяющее способность его белков и других компонентов сохранять первоначальные свойства при высоких температурах. Поэтому основным показателем, характеризующим данное свойство молока, является количество времени, которое затрачивается на коагуляцию белков молока при 135°C. Таким образом определяют значение, которое у разных образцов молока может колебаться от 5 до 60 минут, а иногда и выше (К.К. Горбатова, 2004).

В настоящее же время существуют несколько различных методов определения данного значения. В молочной промышленности алкогольная проба является одной из основных, реже применяются хлоркальциевые и кислотно-кипятильные методики. Простота в использовании и достаточно быстрая проводимость методик способствовала закреплению их в промышленном использовании, однако при сравнении их были выявлены большие погрешности, которые во многом говорили о неточностях результатов. Объяснялись эти различия во многом, за счет разных составляющих (этанол, хлорид кальция или кислотность) механизмов коагуляции белков молока (К.К. Горбатова, П.И. Гунькова, 1998). К тому же, на основании исследований Бодровой Ю.Н. (2011) при воздействии на пробы козьего молока самой низкой – 68%-ной концентрацией спирта (алкогольная проба) предусмотренной для коровьего молока, исследуемые образцы козьего молока быстрым образом сворачивались. Однако при использовании методики высокотемпературного нагрева (120...140°C), образцы устойчиво реагировали на воздействие (К.К. Горбатова, П.И. Гунькова, 1998). На основании чего были сделаны выводы о том, что использование алкогольной пробы при оценке термоустойчивости не может быть использована, однако за счет трудоемкости и длительности, более точного метода высокотемпературного нагрева, позволяет его использование только в качестве арбитражного метода (Ю.Н. Бодрова, 2011; В.В. Брюнчугин, А.С. Шуварики, 2012).

Термоустойчивость молока определяет не только качество готовой продукции, но и саму возможность ее получения. То есть определение, насколько легко казеин способен под влиянием температуры к термической коагуляции, иначе образование линейной цепи из глобул макромолекул казеина с одновременной их гидратацией (Л.П. Брусиловский с соавт., 1999).

На термоустойчивость молока оказывают влияние множество паратипических факторов: индивидуальные особенности коз, содержание СОМО, солевой баланс, содержание растворимого кальция, соотношение

растворимых солей кальция и магния (катионы) к неорганическим солям фосфора и цитратов (анионы) и другие. Среди основных паратипических факторов, влияющих на белковый состав и технологические свойства молока, является время года, климатические условия и географическое положение. Под влиянием, выше изложенных, одновременно действующих факторов меняется содержание основных компонентов в молоке и его технологические свойства.

По данным Г.В. Твердохлеб и Р.И. Раманаускас (2006), на тепловую устойчивость белков молока влияет ионное окружение. В первую очередь, это касается ионов кальция и фосфора, входящих в состав казеиновой надмолекулярной структуры. Повышение концентрации кальция приводит к снижению термоустойчивости казеинового комплекса.

Иностранные же авторы утверждали обратное, повышенная концентрация ионов кальция в молоке приводит к нарушению первоначальной (нативной) структуры мицелл казеина, что увеличивает способность термической коагуляции, то есть термоустойчивые образцы молока характеризовались более низкой концентрацией растворимого кальция, исходя из этого, было выдвинуто, что кальций считается существенным фактором, определяющим казеина стабильность мицелл (A. Montilla, M.M. Calvo, 1997; J.F. Morgan et al., 2000; E.D. Omoarukhe et al., 2010; C. Wang et al., 2016).

Причиной нарушения нативной структуры казеина чаще всего является повышение кислотности молока. При этом его раскисление не вызывает восстановление этой структуры. Иными словами, молоко повышенной кислотности, а также раскисленное любым способом имеет пониженную термоустойчивость. Свежее молоко кислотностью 18°Т (при 6,6...6,7) выдерживает высокотемпературную обработку без явных признаков коагуляции казеина (Л.П.Брусиловский с соавт., 1999).

рН молока может прямо или косвенно повлиять на чувствительность козьего молока к термостойкости. Термоустойчивость козьего молока в

сравнении с коровьим молоком, показало увеличение термоустойчивости козьего молока, лишь при pH 6,7, в то время как коровье молоко не выпадает в осадок за короткий промежуток времени при pH 6,6, а при pH 6,5 разница между коровьим и козьим молоком вовсе была значимой. Максимальную же термоустойчивость образцы козьего молока показали при pH 6,9-7,0 (S.G. Anema, D.J. Stanley, 1998; J.F. Morgan et al., 2001; K. Raynal-Ljutovac et al., 2004; H. Singh, 2004; C. Wang et al., 2016).

Содержание общего белка и диаметр казеиновых мицелл в молоке оказывает влияние на его устойчивость к высокотемпературной обработке. Как отмечают авторы, термостабильность белков коровьего молока будет неизбежно выше, чем у козьего молока, вследствие высокого содержания казеиновой фракции (Н.В. Кокорина, 1999; О.А. Суюнчев с соавт., 2007, 2007).

Влияние белков молочной сыворотки, главным образом,  $\beta$ -лактоглобулина, на термоустойчивость козьего молока было отмечено иностранными авторами. Снижению термоустойчивости молока способствуют структурные изменения казеина при тепловом воздействии и термолабильные сывороточные белки, а если точнее, то их высокое содержание (D.F. Newstead et al., 1977; R.A. Darling, 1980; S. Bouhallaba, D. Vaugleb, 2002).

Многими исследователями установлено, что генотипы животных по белкам оказывают существенное влияние на технологические свойства и пищевые качества молока (F. Grosclaude, P. Martin, 1992; Р.А. Хаертдинов, 1992).

Низкую стойкость к нагреванию имеет молоко в начале лактации. Качество стерилизованного молока, выработанного из молока средней стадии лактации, является наилучшим. К концу лактации термоустойчивость опять ухудшается (Ю.Н. Бодрова, 2011).

Таким образом, термостабильность белковых компонентов молока определяют в совокупности множество факторов – это белковый состав, его

кислотность и солевой баланс, количество СОМО в молоке, которое к тому же зависит от стадии лактации, индивидуальных особенностей животного, времени года, составляющих рациона и т.д. Под влиянием которых нарушаются во первых органолептические свойства молока, а потом уже и физико-химические – термоустойчивость, скорость сычужного свертывания, состав и размер жировых шариков, мицелл казеина и прочие (D. Rose, 1963, 1965; З.А. Бирюкова, Р.Б. Давидов, 1973; P.F. Fox et al., 1977, 1982; R.A. Darling, 1980; Т.Ф. Владыкина, В. Вайткус, 1986; К.К. Горбатова, 2004).

Следовательно, при разработке вопросов о повышении качества молочных продуктов необходимо учитывать множество паратипических факторов, которые оказывают влияние на технологические свойства.

Козье молоко является потенциальным источником сыропригодного сырья. Для свертывания молока в сыроделии используют сычужный фермент, ферменты некоторых бактерий, грибов, соки растений, пепсин и комбинированные ферменты. Использование каждого из перечисленных препаратов является технологически обоснованным решением для каждого из существующих видов сыров (Е.М. Щетинина, З.Р. Ходырева, 2014).

Что касается визуальных и вкусовых параметров, которые многих беспокоит, из за привкуса, объясняется это увеличенной концентрацией средней цепи жирных кислот, в частности, капроновой, каприловой и каприновой кислот. В связи с более низким содержанием бета-каротина, козье молоко имеет специфический цвет по сравнению с коровьим молоком, что приводит к получению сыров с более ярким цветом (J.L. Quere et al., 1998; S. Silanikove et al., 2010; S. Kumar et al., 2012).

Оценку качества сгустка в основном проводят по двум показателям, это размер сырного зерна и упругость сгустка. О.А. Суенчев, 2007 в своих исследованиях проведя оценку сгустка, сравнил коровье молоко с козьим, на основании чего отметил, что немаловажным фактором, способствующим получению качественного сырного сгустка, является соотношение в молоке казеиновых и сывороточных фракций белков. Лучшее же соотношение

фракций, которое повлияло на выход сыра было 90% фракций  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\kappa$ -казеина и не более 10% –  $\gamma$ -казеина. Так же автором было отмечено, что сгусток из козьего молока формировался значительно быстрее и при этом имел естественную реакцию в желудке (О.А. Суянчев, 2007).

Концентрация  $\alpha_{s1}$ -казеина в молоке коз имеет значительное влияние на коагуляционные свойства молока. Козы с низкой концентрацией  $\alpha_{s1}$ -казеина в молоке характеризовались более слабым состоянием сычужного сгустка, по сравнению со средней и высокой концентрацией данной фракции, и имели более длительное время свертывания. Более того, молоко с более высоким уровнем  $\alpha_{s1}$ -казеина характеризовались более низким рН, чем группы с средним и низким уровнем концентрации  $\alpha_{s1}$ -казеина (S. Clark et al., 2000 a, b; A. Talach, 2001).

Конечно, фракционный состав молока играет значительную роль в формировании сгустка, но при сычужной свертываемости молока следует учитывать и множество внешних факторов. Где влияние температурных режимов играют не последнюю роль. При температуре ниже 6°C качество молока предназначенного для обработки для получения сгустка начинает ухудшаться, а длительное же такое хранение приводит к образованию липолитических процессов, оказывающих отрицательное влияние на получение качественного продукта. При хранении молока свыше 24,48,72 часов изменяет его способность к сычужному свертыванию от 7 до 32% (Т.В. Вобликова с соавт., 2007).

## **2.5 Белки молока и их роль в технологическом процессе производства молочных продуктов**

Существует устойчивое мнение о том, что белки являются самыми ценными составными частями молока. Они полезнее, чем белки мяса и рыбы,

усвояемость их достигает 95%. Белки молока играют огромную роль для молодых растущих организмов, участвуя в создании новых клеток и тканей, а у людей зрелого возраста восстанавливают отжившие клетки (A.R. Madureira et al., 2007).

Белки молока состоят из сывороточного белка и казеина. Количественное содержание которых в молоке составляет в среднем 3,2%, с колебаниями от 2 до 5% (Б.С. Иолчиев, М. Ерёмина, 1996). Среди белков молока казеины занимают основную массу. На их долю приходится 75-85% общего белка (Г.М. Закирова, 2002; Р.А. Хаертдинов, 2009).

Доля влияния времени года на содержание белка в молоке оценивается в 1,4...4,0% от общей изменчивости. По данным разных авторов, различия между максимальной и минимальной величинами в разные месяцы года составляют от 0,26 до 0,43 абсолютных процента (О.В. Дымар с соавт., 2015; Т.Н. Рыжкова, 2013; НТП АПК 1.10.03.002-02)

Казеин в молоке находится в виде специфических частиц, или мицелл, представляющих собой сложные комплексы фракций казеина с содержанием неорганических материалов, таких как фосфат кальция и цитрат кальция (М.А. Smiddy et al., 2006). Значение которых в своих трудах описал F. Grosclaude (1991), обозначив  $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ -,  $\beta$ -казеины кальций чувствительными, так как высокое содержание фосфатов, заставляет выпадать их в осадок в присутствии кальция. В противоположность этому, является к-казеин, кальций нечувствительный, отвечающий за стабилизацию мицелл. В результате ферментативного воздействия к-казеин включает дестабилизацию мицелл и последующую коагуляцию молока, которое является первым шагом в производстве сыра (P. Jolles, 1975; F. Remeuf, C. Hurtaud, 1991). На долю кальцийчувствительных казеинов приходится 45 % всего казеина молока (А.М. Машуров, 1980).

Для выявления фракционного состава белков молока используют преимущественно метод электрофореза на различных носителях как полиакриламид, агароза, крахмал и другие (D. Marletta et al., 2007), которые

отличаются значительно высокой фокусирующей способностью, тем самым создавая возможность по выявлению более 20 различных белковых компонентов в молоке (Р.А. Хаертдинов, А.М. Гатауллин, 2000).

Отдельные фракции казеина различаются по своей чувствительности к сычужному и другим ферментам (О.А. Суюнчев, П.Г. Вобликова, 2007). Известен полиморфизм белков молока, который влияет на особенности продуктивности, состав и качество молока (С.В. Симоненко, 2010).

Со структурной и функциональной точки зрения, казеин кластер является одним из наиболее хорошо изученных генетических систем у коз. В ряде случаев была установлена взаимосвязь между изменчивостью и технологическими признаками (P. Martin et al., 2002; V. Moiola et al., 2007).

**$\alpha_{s0}$ -Казеин.** Фракция казеина отличающаяся наиболее высокой электрофоретической подвижностью. Хотя, в промежутке длительного времени данная фракция рассматривалась как фрагмент  $\alpha_{s1}$ -казеина, а не как отдельно состоящая. Это утверждение было сделано на основании наличия фосфатной группы на сериновом остатке 41, а также идентичности полиморфного рисунка  $\alpha_{s0}$ -казеина и  $\alpha_{s1}$ -казеина. По причине рассмотрения длительного времени  $\alpha_{s0}$ -казеин фракции в составе  $\alpha_{s1}$ -казеина в научной литературе достаточно мало информации. Впервые же абсолютное содержание  $\alpha_{s0}$ -казеина, как самостоятельной фракции, в молоке было определено Р.А. Хаертдиновым (1992), а затем М.П. Афанасьевым (1996), К.Ф. Сайфутдиновым (1998), Г.М. Закировой (2002), Р.Р. Исламовым (2007), Д.В. Башаевой (2010).

**$\alpha_{s1}$ -Казеин.** Молекула  $\alpha_{s1}$ -казеина состоит из одной полипептидной цепи, содержащей 199 аминокислотных остатков (F. Grosclaude, P. Martin, 1997). Данный локус является весьма полиморфным у коз, с 17 аллелями, которые могут быть классифицированы как сильные ( А, В1, В2, В3, В4, С, Н, L и М), средние (Е и I), низкие (F, D и G) и нулевые (01, 02 и N) (F. Grosclaude, P. Martin, 1997; C. Bevilacqua et al., 2001; G. Cosenza et al.,

2003). Существование данной изменчивости было впервые изложено А. Boulanger и др. (1984), посредством крахмал гель-электрофореза белков, эти авторы свидетельствовали о существовании одного варианта А, двух вариантов В, и одного варианта С аллеля, тем самым свидетельствуя о существовании полиморфизма  $\alpha_{s1}$ -казеина (G. Enne, 1997). Появление методов на основе ДНК позволило выявить новые варианты аллелей, не подлежащих обнаружению с помощью электрофореза (F. Grosclaude et al., 1987; L. Chianese et al., 1997; C. Bevilacqua et al., 2002).

При активации аллельных генов возможен синтез различных концентраций  $\alpha_{s1}$ -казеина в козьем молоке. Если аллели находятся в гомозиготном состоянии, то вырабатывается максимальный уровень  $\alpha_{s1}$ -казеина в молоке, то есть от 5-10 г/л. (D. Marletta et al., 2007; M. Selvaggi et al., 2014). Однако в 2008 году G.F.Greppi и др. был представлен так называемый нулевой генотип, или, другими словами отсутствие  $\alpha_{s1}$ -казеина в молоке, у некоторых пород коз означает, что основными  $\alpha_s$ -казеинами у данной породы коз являются  $\beta$ -казеин,  $\alpha_{s2}$ -казеин и  $\kappa$ -казеин.

Существует немало доказательств того, что выше упомянутый полиморфизм влияет на широкий спектр производственных черт. Козье молоко с высоким содержанием  $\alpha_{s1}$ -казеина, в частности, характеризовалось с высоким количеством жира, белка, фосфора и низким значением рН. Кроме того, время коагуляции козьего молока с высоким содержанием данной фракции дольше, но степень свертывания лучше и полученный в результате сычужного воздействия сгусток тверже (S. Clark, J. Sherbon, 2000).

Влияние  $\alpha_{s1}$ -казеина на размер мицелл в зависимости от содержания в генотипе определенного аллеля играет значимую роль в сыроделии, так как молоко с меньшими размерами казеиновых мицелл способствует получению более твердого творожного сгустка в коротком временном промежутке. F. Remeuf (1993) и A. Pirisi и др (1994), M. Barbieri и др. (1995) показали, что у животных присутствующих в генотипе А-аллель давали молоко с высоким

содержанием белка и жира, но с более низким выходом молока. Таким образом, молоко с генотипом AA (221 нм) способствует получению большего количества сыра на 100 кг молока, что составит около 21-23 кг, имея преимущество над другими генотипами как минимум на 3 кг (L. Vassal et al., 1994).

**$\alpha_{s2}$ -Казеин.** одна из основных казеиновых фракций состоящая из 208 аминокислотных остатков и уступающая по содержанию в молоке лишь  $\beta$ -казеину, располагаясь по электрофоретической подвижности после  $\alpha_{s1}$ -казеина (A. Boulanger et al., 1984). В настоящее время исследовано несколько аллельных форм  $\alpha_{s2}$ -казеина – A, B, C, D, E, F и 0 (C. Veltri et al., 2000; R. Lagonigro et al., 2001; L. Ramunno et al., 2001; V. Cunsolo et al., 2007).

**Бета ( $\beta$ )-казеин** - вторая фракция в сырной массе, генетические типы которой имеют технологическую ценность. Молекула  $\beta$ -казеина состоит из одной полипептидной цепи, в которой насчитывается 207 аминокислотных остатков, включая пять остатков фосфосерина (B.T. Roberts et al., 1992).

В научной литературе известны несколько молекулярных форм  $\beta$ -казеина (A, A<sub>2</sub>, O', O, B, C, D, E), которые, в основном, различаются по электрофоретической подвижности и аминокислотному составу (A. Rando et al., 1996; A. Caroli et al., 2006; V. Cunsolo et al., 2006).

При изучении влияния аллельных форм  $\beta$ -казеина на сыродельческие свойства молока, было выявлено положительное влияние В-аллеля на свертываемость, а молоко генотипа ВВ были более термоустойчиво по сравнению с другими формами генотипа (G. Cosenza et al., 2005).

**к-Казеин** на сегодняшний день характеризуется как чрезвычайно полиморфный ген состоящий из 171 аминокислотных остатков с 16 аллельными формами (A, B, B', B'', C, C', D, E, F, G, H, I, J, K, L, M) (A. Coll et al., 1995; M.H. Yahyaoui et al., 2003; O.C. Jann et al., 2004; E.M. Prinzenberg et al., 2005). Интересно отметить, что такое количество обнаруженных генетических вариантов являются не синонимами, так как мультиплексный

ПЦР анализ позволяет обнаружить все аллели. Хотя и наиболее распространенными среди них являются А и В формы, в то время как остальные могут рассматриваться как низкочастотные варианты (М.Н. Yahyaoui et al., 2003).

κ-Казеин выполняет защитную роль по отношению к чувствительным α<sub>s</sub>- и β-казеину, так как осаждается ионами кальция и располагается на поверхности казеиновых мицелл. Тем самым, представляя собой единственный компонент молока, на который действует сычужный фермент (F.J. Moreno et al., 2001).

F. Caravaca и др. (2011) отмечали, что различные генотипы оказывают значительное влияние на количественное содержание казеина и общего белка (ВВ, АВ > АА). Аналогичные данные были получены и F. Chiatti и др. (2005, 2007) где, В-аллель ассоциируется с лучшими коагуляционными свойствами молока и более высоким содержанием белка в молоке.

Тем не менее, следует подчеркнуть, что многими иностранными авторами ведется дискуссия о том, что различные генотипы κ- казеина не влияют на выход сыра. В результате, использование данных генотипов как маркеров для селекции не может быть целесообразным, если выход сыра является основной целью размножения коз (M. Amills et al., 2012).

**γ-Казеин** – одна из малых фракций казеиновых групп, является фрагментом β-казеина, располагаясь на фореграмме после κ-казеина. Выпадает в осадок при концентрации раствора мочевины 1,7-3,3 М и рН 4,7 после добавления сульфата аммония. γ-Казеин образуется в результате расщепления β-казеина под действием протеолитических ферментов молока. Высокое значение данной фракции значительно ухудшает технологические свойства молока, так как при ферментативном воздействии происходит затруднение при свертывании тем самым происходит «потеря» его в сыворотки (К.К. Горбатова, 2004). Поэтому при получении сгустка особое внимание следует обращать на молоко с наименьшим количеством

$\gamma$ -фракции (Н.В. Барабанщиков, 1983). Доля указанной фракции в козьем молоке не превышает 5% значения от общего белка, абсолютное же содержание этой фракции составило – 0,07-0,24 г/100 мл.

**s-Казеин** - TS (термочувствительный) также является фрагментом  $\beta$ -казеина. Содержание s-фракции у разных молочных пород скота определено только некоторыми исследователями белкового состава молока (Р.А. Хаертдинов, 1992; М.П. Афанасьев, 1996; К.Ф. Сайфутдинов, 1998; Г.М. Закирова, 2002). Они установили, что абсолютное содержание s-казеина в молоке коров составляет 0,075-0,120 г/100мл.

**Белки молочной сыворотки.** После осаждения казеинов из молока можно выделить сывороточные белки, количество которых в сыворотке составляет около 20 % от общего содержания белка в молоке и их общим знаменателем является то, что они остаются растворимыми после коагуляции молока (A.R. Madureira et al., 2007). Они состоят из альбумина сыворотки крови,  $\alpha$ -лактальбумина,  $\beta$ -лактоглобулина, лактоферрина, иммуноглобулинов, компонентов протеозо-пептонной фракции и иммуноглобулинов. Установлено, что сывороточные белки в отношении питательного аспекта более полноценны, чем казеин, с большим количеством незаменимых аминокислот и серы. На основании чего, козье молоко имеют исключительную ценность при производстве молочных смесей для питания человека. При нагревании же до 90°C сывороточные белки денатурируют и при подкислении до pH 4,6 вместе с казеином выпадают в осадок (E.D. Omoarukhe et al., 2010; C. Wang et al., 2016) Функции этих белков не однородны, влияя на разные процессы, как синтез лактозы  $\alpha$ -лактальбумин, перенос гидрофобных молекул –  $\beta$ -лактоглобулин и воздействие на иммунитет – лактоферрин (A.R. Madureira et al., 2007). В настоящее время только незначительная часть сывороточных белков используется в производстве продуктов питания. Поэтому проблема рационального использования белков сыворотки молока в молочной промышленности является актуальной

Сывороточные белки, в свою очередь, не подвергаются гидролизу под воздействием плазмина и сычужного фермента, а также менее чувствительны к влиянию кальция, но более чувствительны к нагреванию. Нагревание же, в свою очередь вызывает денатурацию сывороточных белков, что приводит к образованию взаимной связи белков с последующим формированием димеров и полимеров. Такое воздействие придает молоку специфический вкус кипяченого молока, вследствие освобождения сульфгидрильных групп при денатурации

Большинство сывороточных белков при температуре 62...78°C. легко подвергаются денатурации, степень ее уже во многом зависит от продолжительности воздействия на молоко и pH раствора (К.К. Горбатова, 2004).

**Бета-лактоглобулин** – является основным сывороточным белком, представляющий собой небольшой, растворимый белок, состоящий из 162 аминокислотных остатков с молекулярной массой 18300 (L.K. Creamer et al., 1983).

В сыром молоке  $\beta$ -лактоглобулин находится в виде димера, участвующий в переносе значимых минеральных веществ, а так же витаминов, в том числе являясь ингибитором плазмина (К.К. Горбатова., 2004).

Нагревание молока до 30°C приводит к распаду  $\beta$ -лактоглобулина на мономеры. Денатурированный  $\beta$ -лактоглобулин при дальнейшем нагревании образует комплекс с  $\kappa$ -казеином, таким образом, сохраняя свою устойчивость в растворе. Образование такой связи, в свою очередь, повышает термоустойчивость казеина при стерилизации молока (К.К. Горбатова с соавт, 1998, 2004).

Б.С. Иолчиевым и др (2000) было отмечено полиморфность данной фракции у коз. В исследованной популяции коз зааненской породы наиболее часто встречались особи-продуценты варианта А, из них более 55% - в гомогенном состоянии. Очень редко встречались козы с вариантом генотипа

ВВ – всего 5%. Это обуславливало значительно меньшую частоту встречаемости варианта В (всего 0,25) по сравнению с вариантом А.

По данным Г.М. Закировой (2002) увеличение в молоке содержания  $\beta$ -лактоглобулина приводило к лучшей термоустойчивости молока.

**$\alpha$ -Лактальбумин ( $\alpha$ -La).** Является металл содержащим белком, физиологически важным из-за его потребности в синтезе лактозы из галактозы и глюкозы. Имеет молекулярную массу около 14000, представляющая собой одну полипептидную цепь, состоящую из 123 аминокислотных остатков (К.К. Горбатова, 2004)

$\alpha$ -Лактальбумин является самой термостабильной частью сывороточных белков. Связано это способностью денатурированного  $\alpha$ -La стабилизировать свою третичную структуру с помощью кальция (G. Naenlain, 2004).

**Альбумин крови (Al), протеозо-пептон (Pr), иммуноглобулин (Ig).** В научной литературе вопрос содержания в молоке коров альбумина, протеозо-пептонной фракции и иммуноглобулина мало освещён. По данным А.Тёпела (1979) на долю этих сывороточных белков приходится соответственно 1,0; 4,0 и 2,25 %, а по Р.А. Хаертдинову (1992), М.П. Афанасьеву (1996) и К.Ф. Сайфутдинову (1998) – 1,57; 1,5 и 3,0 %. Таким образом, результаты по содержанию протеозо-пептонной фракции значительно расходятся. Возможно, это объясняется различной методикой определения данной фракции. Первый автор проводил исследования, используя метод осаждения, а последние – электрофоретический метод, который является более точным. По этой методике, абсолютное содержание этих белков составило 0,048-0,057; 0,05-0,06; 0,08-0,10 г/100 мл.

Альбумин крови –глобулярный белок с молекулярной массой около 66000 и состоящая из 582 аминокислотных остатков. Благодаря своим размерам и структуре, альбумин крови связывает и переносит свободные жирные кислоты, участвующие в синтезе липидов (J.K. Choi et al., 2002).

Протеозо-пептон определена как термостойкая и кислоторастворимая фракция молочной сыворотки (A.R. Madureira et al., 2007).

В молоке присутствуют следующие подклассы иммуноглобулинов IgG, IgM, IgA, IgD, и IgE. Все они содержатся в сыворотке крови животных, откуда и переходят в молоко, за исключением секреторного иммуноглобулина А, который синтезируется в клетках молочной железы. (Хаертдинов Р.А. 2009) С.Ф. Андрусенко и С.М. Кунижев (2004) отмечая в своих исследованиях соотношение белковых фракций сыворотки молока коз, показали процентное значение иммуноглобулинов в 14,8 %.

Кроме вышперечисленных фракций белков сыворотки в ее составе присутствуют белковые остатки обладающие ферментативными и гормональными свойствами, которые являются структурными элементами оболочек жировых шариков и способствующие их стабильности во время технологической обработки. Их относительная доля в структуре общего белка около 1,62 %, а абсолютное содержание 0,049-0,067 г/100 мл это подтвердили и Р.А. Хаертдинов (1992); М.П. Афанасьев (1996); К.Ф. Сайфутдинов (1998).

**Лактоферрин.** Представляет собой многофункциональный белок из семейства трансферринов, состоящий из 691 аминокислотного остатка с молекулярной массой 80000. Одной из основных функций является связывание, транспортировка и снабжение организма человека железом (A. Sreedhara et al., 2010). Тем самым оказывая антимикробную активность, посредством связывания ионов, необходимых для роста клеток, а также бактерицидное действие благодаря воздействию с мембраной бактериальной клетки (J.M. Ling et al., 2006). В клинической практике установлено, что лактоферрин способствует повышению сопротивляемости организма новорожденного к инфекциям. А в последнее время возрос интерес к лактоферрину как агенту, способствующему укреплению костной ткани ребенка и профилактики рака (E. Aly et al., 2013).

К сожалению, концентрация лактоферрина в цельном молоке жвачных сельскохозяйственных животных 10-100 раз ниже, чем в грудном молоке. Более того лактоферрин может теряться или инактивироваться в процессе обработки или разделения на фракции молока. При этом в силу того, что лактоферрин козьего молока способен лучше повторять функциональные свойства грудного молока его можно рассматривать как один из наиболее вероятных кандидатов для дополнительного обогащения детских молочных смесей для новорожденных (A. Le Parc et al., 2014).

Мировая потребность в лактоферрине сегодня (90 т) значительно превышает предложение, тем самым делая данную фракцию белка одним из самых дорогостоящих. На данный момент один грамм лактоферрина грудного молока стоит 15000 долларов, поэтому вопрос нахождения альтернативы способной удешевлению и увеличению его производства стоит очень остро. А если учесть еще тот факт, что использование донорского женского молока в качестве источника лактоферрина во многих странах запрещено, в том числе и РФ, то других вариантов, как использовать молочное сырье животного происхождения и нет.

Следовательно, последние успехи в области генетики молочных белков позволяют установить генетические механизмы, регулирующие белковость молока, и эти достижения дают возможность проводить селекцию на генном уровне. Наибольших же успехов в данном направлении удалось достичь белорусским и русским ученым, объединившие свои усилия в рамках проекта «БелРосТрансген» для создания первых опытных стад коз, которые продуцируют с молоком бактерицидный белок человека – лактоферрин.

В настоящее время многие говорят о не рентабельности козоводства, да во многом здесь есть большая доля правды, так как пока есть коровье молоко, мало кто возьмется производить данный вид сырья от коз. Однако, если учесть все вышеперечисленное и целенаправленно позиционироваться на использовании лактоферрина козьего молока, как биологически активной

пищевой добавки к традиционному детскому питанию (с исключением потери при выделении этого лекарственного белка), то ежегодный мировой объем продаж оценивается в 5,5-6 млрд. долларов. А на основании последних исследований по категории противовоспалительных лекарственных препаратов, изготовленных на основе лактоферрина, это сумма вырастает до 10 млрд. долларов. И от зависимости итоговых результатов по клиническим испытаниям противоопухолевых свойств лактоферрина данное значение может достигнуть значений в 19 млрд. долларов (Новоселова М.В. и др 2014).

Со временем у многих исследователей возник интерес к отдельным фракционным частям, вместо общего объема молока или же его составляющих, что выделило специфическую роль некоторых белковых частей в гипоаллергенном свойстве козьего молока. Основное внимание в данных исследованиях делалось на выяснение связи между специфическими белками казеина и аллергенным потенциалом молока.

Как было упомянуто выше, козье молоко содержит значительно более низкий уровень  $\alpha_{s1}$ -казеина (F. Lara-Villoslada et al., 2004). Такая разность по сравнению с коровьим способствовало выдвигению версий о влиянии данной фракции на аллергенность молока, в результате образования в желудке более мягкого сгустка, улучшая способность пищеварительных ферментов протеаз (S. Silanokove et al., 2010). Следует также учесть факт того, что в женском молоке данная фракция практически отсутствует, и приводит к более низким пищевым расстройствам у новорожденных (F. Robinson, 2001). В то время как отсутствие или низкий уровень  $\alpha_{s2}$ -казеина уменьшает аллергический эффект лишь незначительно (D. Marletta et al., 2005).

Проведенные исследования иностранными авторами показывают аналогичную картину. Гидрализация козьего казеина трепсином происходит на 96%, тогда как казеин коровьего молока достигает лишь отметки в 70-90%. Что касается лактоглобулина, то только небольшое количество около

23% оставалось в непереваренном состоянии, в сравнении с около 83% у коров (S. Silanokove et al., 2010). Во вторых,  $\alpha_{s1}$ -казеин выступает в качестве носителя для других аллергенов в молоке, таких как  $\beta$ -лактоглобулин, который тесно связан с казеиновыми мицеллами, следовательно будет более устойчив к ферментативному воздействию. Таким образом, вероятность аллергического воздействия козьего молока на организм человека снижается в зависимости от количественного показателя  $\alpha_{s1}$ -казеина (F. Lara-Villoslada et al., 2004), что опять-таки дает возможность создания своей ниши по производству премиального гипоаллергенного молока.

Биолого-экономическую роль белков молока недавно доказали предприниматели из Новой Зеландии, которые сделав акцент на другом казеиновом белке  $\beta$ -казеине, а точнее на его генетическом варианте A2, создали целую компанию по продажам коровьего молока, которое позиционировалось как более полезное из-за отсутствия пептидов и не вызывает аллергию (И.Ф. Горлов с соавт, 2016).

Соответственно, предпочтительным для правильного функционирования ЖКТ являются молочные продукты, содержащие A2  $\beta$ -казеин. В настоящее время за рубежом существуют многочисленные целевые программы по A2 здоровому питанию, направленные на исключение потенциальных факторов риска непереносимости молока (Н.Б. Кузьменко, А.Н. Кузина, 2016). Многие возразят, почему же, если есть возможность получения такого молока от коров. У нас его производят с большим трудом? Потому что, мы приходим снова к той же проблеме, которую проходили много раз это закуп дорогостоящего иностранного скота, разведение которых у нас сводится к определенным трудностям с адаптацией животных к нашему климату.

Согласно исследованиям зарубежных ученых соотношение варианта A2 и A1 молока у различных пород коров составляет: у гернзейской породы 9,6:0,4, симментальской – 7,1:2,9, шортгорнской и джерсейской – 1:1 и швицкой 6,6:3,4 (G. Cassar, 2013).

Альтернативой же коровьему молоку может быть козье, которое из представленных А1 и А2 форм  $\beta$ -казеина, в козьем молоке имеет только А2 форму (Н.Б. Кузьменко, А.Н. Кузина, 2016).

Здесь следует также отметить тот факт, что генетические вариации в козьем молоке играют значительную роль, влияя на его общий аллергенный потенциал (M. Albenzio et al., 2012; C. Ballabio et al., 2011).

На основании анализа белкового состава молока в течение лактации О.А. Желтова (2010) констатировала динамику изменений содержания как казеиновых, так и сывороточных фракций. Утверждая, что в первый месяц после отела содержание белка бывает максимальным, во второй — минимальным, а затем идет постепенное повышение этого показателя вплоть до запуска. Содержание  $\alpha$ -казеинов в молоке коз показали низкие значения в 4-5 месяцев, а наиболее высокое в начале и в конце лактации. Сывороточные же белки, наоборот имели максимальные значения в середине лактации, особенно  $\alpha$ -лактоальбумин и лактоферрин. По  $\beta$ -лактоглобулину каких либо резких различий не было замечено.

Следовательно, влияние времени года на содержание основных компонентов молока, также влияет и на расход сырья и его технологические свойства. Меньше всего сухих веществ, жира, белков, минеральных веществ, витаминов содержится в молоке весной. Данные изменения следует учитывать при производстве сыра, творога и других молочных продуктов (О.А. Суюнчев с соавт., 2007).

Москаленко Л.П. и Филинская О.В. (2012), отмечали прямую связь между многоплодием и молочностью маток, тем самым делая акцент на этом при совершенствовании стада по уровню молочной продуктивности. Ими же выявлена тесная связь между молочностью маток за первый месяц лактации и за всю лактацию ( $r= 0,56-0,72$ ), что позволяло уже на первом месяце лактации выявить потенциально высокопродуктивную особь.

Таким образом, обзор научной литературы позволяет сформулировать следующие основные направления наших исследований:

1. В Республике Татарстан козоводство получило развитие относительно недавно, поэтому необходимо было изучить экстерьерно-конституциональные особенности, генетический потенциал продуктивности татарской популяции зааненских коз.

2. Как известно, экстерьер и конституция животных оказывают большое влияние на их продуктивность, однако у коз исследования в этом направлении проведены недостаточно. Поэтому в нашей работе поставлена задача выполнения поисковых исследований по использованию экстерьерно-конституциональных данных для повышения продуктивности и улучшения качества козьего молока.

3. Оказалось, что развитие козоводства и глубокая переработка его молочной продукции в нашей стране, в том числе Татарстане сдерживается недостатком научных исследований по оценке качества и технологических свойств козьего молочного сырья. Наши исследования призваны восполнить этот недостаток.

4. Обзор литературы показал, что белковый состав и технологические свойства молока зависят от таких наследственных факторов, как порода, породность и генотип животных, что свидетельствует о возможности улучшения этих признаков селекционными методами. Однако методы селекции и научные подходы к решению данной проблемы разработаны не достаточно полно и не позволяют использовать их в племенной работе.

### **3 ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

#### **3.1 Материал и условия проведения исследований**

Исследования проводили в течение 2014-2017 годов в ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана», КФХ «Абдрахманов» Высокогорского района Республики Татарстан, где исследовали белковый состав и технологические свойства молока у 80 коз зааненской породы коз.

Все научно-хозяйственные опыты поставлены согласно схеме исследования (рисунок 1). Исследованные животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Рационы составлены с учетом имеющейся кормовой базы, живой массы, молочной продуктивности и физиологического состояния животных. В состав рациона входили грубые, сочные и концентрированные корма. На период исследований коз разделили на 2 возрастные категории: взрослые в возрасте от 3,5 до 5,5 лет, ранее завезенные в хозяйство; молодые – от 2 до 3-х лет, рожденные в хозяйстве. Развитие статей тела оценивали по 5 основным промерам: высоте в холке, косой длине туловища, обхвату, глубине и ширине груди. На основании чего были рассчитаны индексы телосложения растянутости, высоконогости, грудной и сбитости.

Молочную продуктивность оценивали по следующим показателям: удой за лактацию, массовая доля жира, белка, лактозы, минеральных веществ, СОМО и сухого вещества. Химический состав молока определяли на анализаторе «Клевер-2».

У коз для изучения белкового состава и технологических свойств молока брали средние пробы молока из суточного удоя коз и помещали в стеклянные баночки объемом 100 мл. Пробы молока нумеровали



Рисунок 1 – Схема основных направлений и результатов проведенных исследований

Таблица 1 – Рацион кормления козوماتок в первую половину лактации  
с живой массой 50 кг на летний период

Корма и показатели	Содержится в рационе	Требуется по норме	Обеспечен- ность, %
Трава вико-овсяной смеси, кг	3,5		
Сено злаковое, кг	0,5		
Концентраты, кг	0,2		
Минеральный премикс, г	10		
Соль поваренная, г	15		
В рационе содержится:			
ЭКЕ	1,8	1,7	105,8
обменной энергии, МДж	18,0	18,0	100
сухого вещества, кг	2,1	2,0	105
сырого протеина, г	240,9	280	86
переваримого протеина, г	159,5	170	93,8
кальция, г	8,78	8,5	103,3
фосфора, г	6,04	6,0	100,7
серы, г	3,1	5,1	60,8
меди, мг	4,6	15	30,7
цинка, мг	26,1	88	29,7
железо, мг	394,4	88	448,2
марганца, мг	236,8	88	269,1
кобальта, мг	0,27	0,87	31,0
йода, мг	0,22	0,68	32,4
каротина, мг	20,1	21	95,7
витамина Д, МЕ	947	900	105,2
Анализ рациона:			
приходится переваримого протеина на 1 ЭКЕ, г	88,6	100	88,6
кальций- фосфорное отношение	1,37	1,41	97,2
концентрация энергии в 1 кг сухого вещества, ЭКЕ	0,86	0,85	101,2
на 100 кг живой массы сухого вещества, кг	4,2	4	105

соответственно инвентарным номерам коров и хранили в холодильнике при +4°С в течение нескольких часов. Для электрофореза пробы были пригодны в течение 15 суток.

## **3.2 Методы и методика исследований**

### **3.2.1 Качественный и количественный анализ белков молока методом электрофореза в полиакриламидном геле**

Для электрофоретического анализа белков использовали обезжиренное молоко. В центрифужные пробирки, пронумерованные по инв. номерам коз, наливали 10 мл молока. Центрифугировали их в течение 30 минут при 1000 об/мин. Затем шприцем отбирали обезжиренное молоко и переливали его во флаконы на 15 мл.

Получение казеинов и сыворотки осуществляли по Р.А. Хаертдинову (1989), для чего в центрифужные пробирки наливали 5 мл обезжиренного молока и в них казеины осаждали подкислением молока с помощью 0,25 мл ацетатного буферного раствора (25 мл уксусной кислоты, 35 г трехводного уксуснокислого натрия, 100 мл воды, рН 4,6). Смесь перемешивали и до полного осаждения казеинов оставляли в водяной бане при 38-40°C на 30 мин. Затем смесь центрифугировали 20 минут при 8000 об/мин. Сыворотку сливали в другую посуду, а осажденные казеины, растворяли в буфере, состоящем из 86 мл уксусной и 25 мл муравьиной кислот, 4,5 М мочевины и 1 л воды, рН 3,0. Буфер доливали до прежнего объема молока. В таком же растворе готовили стандартный образец из казеинов по Гаммерстену в концентрации 2,5 г на 100 мл. Его перемешивали до полного растворения казеинов.

Электрофорез казеина проводили на приборе VE-4М с вертикальными пластинками полиакриламидного геля в трисбуферной системе при рН 8,9 с добавлением 4,5М мочевины и 0,1% 2-меркаптоэтанола. Гель состоит из 2 слоев: разделяющего и концентрирующего, которые готовят отдельно (таблица 2). В концентрирующем геле для нанесения образцов с помощью

гребенки образуют лунки. В лунки вливают 10 мкл разбавленного в соотношении 1:2 исследуемого образца (одна часть растворенных казеинов, две части смеси, состоящей из одной части раствора №4, пяти частей №3 и 0,1% 2-меркаптоэтанола).

После электрофореза проведенного при температуре + 4°C с силой тока 100...120 mA и под напряжением 200...400 В, продолжительностью 3,5-4 часа, окрашенные амидо-черным 10В полосы казеинов идентифицировали по Р.А. Хаертдинову (2009; рисунок 2). Для разделения белков молочной сыворотки использовали ту же систему геля № 1, что и казеинов, но без мочевины и 2-меркаптоэтанола. И в отличие от казеинов для электрофореза белков сыворотки растворы разделяющего геля необходимо полимеризовать путем облучения их в течение 20-30 мин. флуоресцентной лампой дневного света. После внесения в лунки пластинки геля 20 мкл молочной сыворотки, разбавленной в соотношении 1:1 смесью, состоящей из одной части раствора №4 и четырех частей №7. Идентификацию белковых фракций в сыворотке молока проводили согласно Р.А. Хаертдинову (2009; рисунок 3).

На основании представленного метода электрофореза в полиакриламидном геле определяли абсолютное и относительное содержание 16 белковых фракций: F,  $\alpha_s'$ -,  $\alpha_{s0}$ -,  $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ -,  $\beta$ -,  $\kappa$ -,  $\gamma$ -, s - казеинов (Cn), F-фракции сыворотки, альбумина сыворотки крови (Al),  $\alpha$  - лактальбумина ( $\alpha$ -La),  $\beta$  - лактоглобулина ( $\beta$ -Lg), лактоферрин (Lf), протеозо-пептонной фракции (Pp), иммуноглобулина (Ig).

Содержание белков в исследуемых образцах молока определяли методом денситометрирования полученных фореграмм на микрофотометре ИФО – 451. Количество белка во фракциях определяли путем сравнения со стандартными образцами (казеинами по Гаммерстену). По стандартным образцам вычисляли коэффициенты перевода условных единиц (мг бумаги под пиками соответствующих фракций). Для этого содержание белков в стандартном образце делили на массу бумаги под пиками всех фракций белка

Таблица 2 – Система геля для электрофореза казеинов при рН 8,9

Система геля	рН		Раствор геля								Электродный буферный раствор		Полоса	
			разделяющего				концентрирующего							
	концентрирование	разделение	№	составные части на 100 мл раствора	рН	соотношение растворов в смеси	№	составные части на 100 мл раствора	рН	соотношение растворов в смеси	составные части на 100 мл раствора	рН	верхний	нижний
рН 8,9 7.5% (среднепористый)	8,3	9,5	1	1н НСl 48,0 мл Трис 36,6 г ТЕМЕД 0,5 мл	8,9	1 часть №1 2 части №2 1 часть Н2О 4 части №3 0,1% 2-меркаптоэтанола	4	1М Н3РО4 –25,6 мл Трис 5,7 г ТЕМЕД 1,0 мл	6,9	1 часть №4 2 части № 5 5частей №3 0,1% 2-меркаптоэтанола	Трис 6,0 г Глицин 28,8 г Используют 10% водный раствор	8,3	-	+
			2	Акриламид 30,0 г МБА 1,0 г			5	Акриламид 15,0 г МБА 2,5 г						
			3	ПСА 0,28г 9М мочевина										

Принятые сокращения: трис (оксиметил) аминотан; ПСА – персульфат аммония (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>; ТЕМЕД – N,N,N',N' – тетраметилэтилендиамид; МБА – NN – метиленабисакриламид.

этого образца. Далее массу бумаги под пиками соответствующей фракции белка в исследуемых образцах умножали на переводной коэффициент и получали содержание белка в г/100 мл. Суммируя содержание белка во фракциях, находили общее количество казеинов, белков сыворотки и общего белка в исследуемой пробе молока.

Относительное содержание белковых фракций определяли как процентное соотношение белка в исследуемой фракции к общему белку в молоке.

### **3.2.2 Исследование молока на термоустойчивость**

Термоустойчивость молока определяли по тигловой пробе. В пробирки из молибденового стекла отмеряли по 2 мл молока. Затем пробирки с молоком ставили в ультратермостат и нагревали до температуры +135 °С, замечая время. Если в течение 5 мин консистенция молока не изменялась, то оно считалось термоустойчивым.

Определяли также термостабильность, т.е. промежуток времени от момента помещения пробирок в ультратермостат до появления первых признаков коагуляции белков.

При оценке термостабильности молока по этой методике молочное сырье подразделяли на три группы:

- молоко первой группы выдерживает сверхвысокотемпературное нагревание более 40 мин;
- молоко второй группы - в течение 30 - 40 мин;
- молоко третьей группы - менее 30 мин.

### **3.2.3 Исследование молока на сыропригодность**

Свертывание молока проводили с помощью сычужного порошка с активностью 100 тыс. единиц. 3 г данного порошка разводили в 100 мл H<sub>2</sub>O с

выдержкой 2-3 дня. Далее 3 мл полученного раствора доводили до 100 мл  $H_2O$ . Полученный рабочий раствор сычужного фермента в количестве 1-3 мл добавляли в пробирки с 10 мл молока, встряхиванием перемешивали содержимое и помещали в водяную баню с температурой 35 °С.

При оценке сыропригодности молока по этой методике молочное сырье подразделяли на три группы по плотности получаемого при этом казеинового сгустка:

- плотный – сгусток без пузырьков газа, трещин и пустот. При повороте пробирки на 180 °С сгусток не выпадает или выпадают лишь отдельные кусочки.

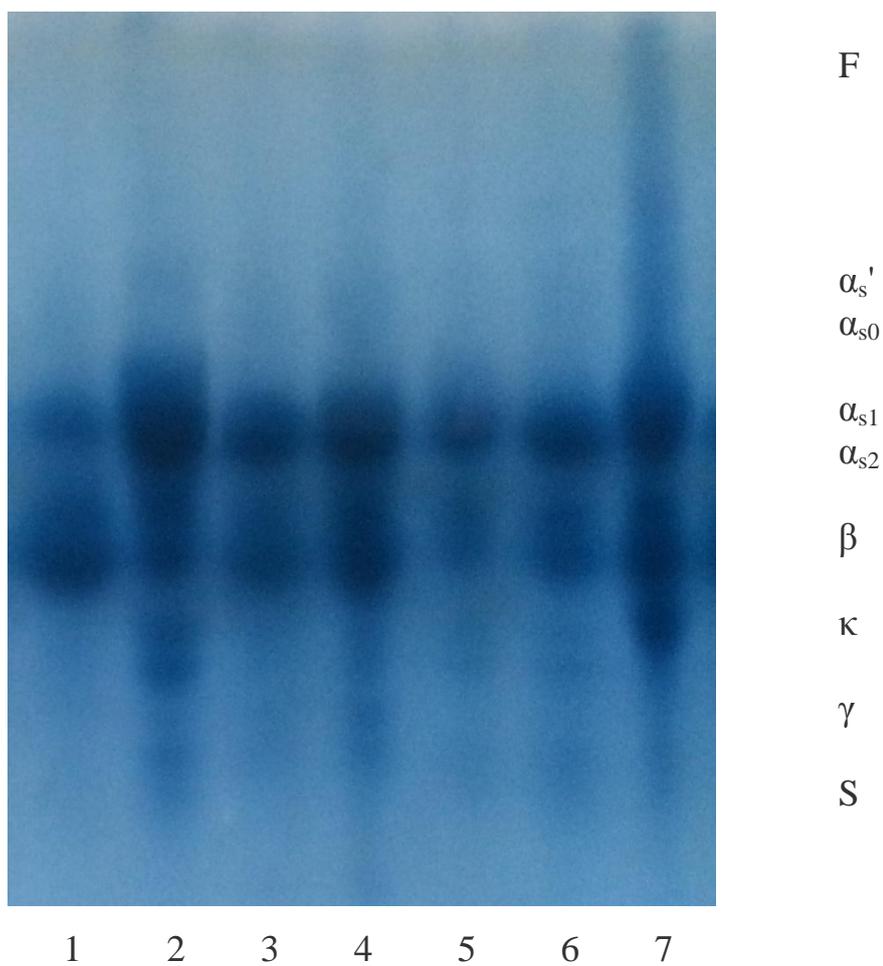
- рыхлый – сгусток, имеющий немногочисленные глазки пузырьков газа, трещины. При повороте пробирки на 180 °С сгусток деформируется и выпадает до 50 % от общего количества сгустка.

- дряблый – сгусток, сильно пронизанный пузырьками газа, разорванный на кусочки, хлопьевидный. При повороте пробирки на 180 °С сгусток выпадает полностью и выпадает более 50% от общего количества сгустка.

По продолжительности свертывания молока пробы так же подразделяли на три группы:

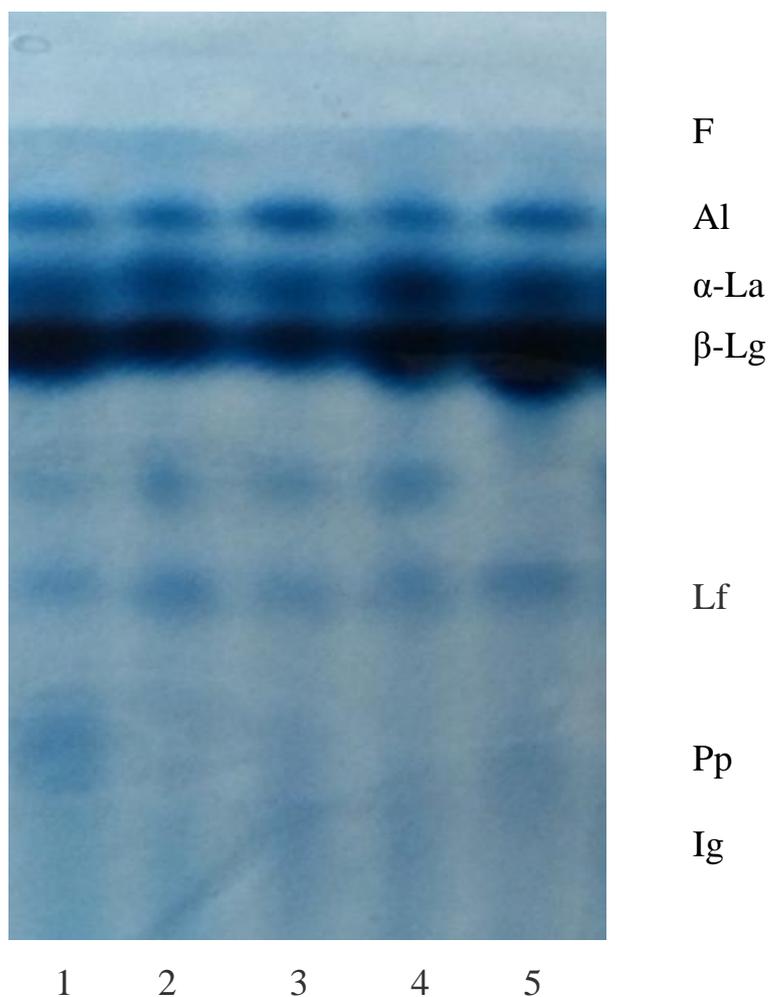
- молоко первого типа свертывания менее чем за 15 мин.
- второго – в течение 15-40 мин.
- третьего – более чем за 40 мин. или же вовсе не свертывается.

Основную часть лабораторных исследований молока проводили в научной лаборатории кафедры биологии, генетики и разведения животных ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э.Баумана».



### Образцы молочного казеина

Рисунок 2 – Фореграмма казеинов молока после электрофореза в 7,5 %-м полиакриламидном геле, рН 8,9. Справа указаны фракции казеина: 1 -F, 2 -  $\alpha_s'$ , 3 -  $\alpha_{s0}$ , 4 -  $\alpha_{s1}$ , 5 -  $\alpha_{s2}$ , 6 -  $\beta$ , 7 -  $\kappa$ , 8 -  $\gamma$ , 9 - S. По горизонтали: 1, 2, 3, 4, 5, 6,7 - образцы "сырого" казеина у индивидуальных коз.



Образцы молочной сыворотки

Рисунок 3 – Фореграмма белков молочной сыворотки после электрофореза в 7,5 %-м полиакриламидном геле, рН 8,9. Справа указаны белковые фракции молочной сыворотки. 1 - F - фракция, 2 - альбумин сыворотки крови, 3 -  $\alpha$  - лактальбумин, 4 -  $\beta$  - лактоглобулин, 5 - лактоферрин, 6 - протеозо-пептонная фракция, 7 - иммуноглобулин. По горизонтали: 1, 2, 3, 4, 5 - образцы молочной сыворотки у индивидуальных коз.

## 4. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 4.1 Зоотехническая характеристика коз зааненской породы

В 2010 году в соответствии с отраслевой целевой программой "Развитие овцеводства и козоводства в Российской Федерации на 2012-2014 годы и на плановый период до 2020 года" в Высокогорском районе Республики Татарстан было создано КФХ «Абдрахманов» рассчитанное на 500 голов коз. В настоящее время в хозяйстве находятся 250 дойных коз зааненской породы, их доение осуществляется в доильном зале «Карусель» на 24 места. Козы данной породы разводятся для дальнейшего развития козоводства, создания племенной базы в Республике и получения высокоценного продукта. Стадо формировалось путем завоза коз из племенного завода ЗАО «Приневское» Ленинградской области в количестве 250 голов. Завезенные животные принадлежали к двум семействам: Аннегре и Марта (таблица 3).

Таблица 3 – Генеалогическая структура и продуктивность маточного поголовья стада

Семейство	Численность семейств		Продуктивность женских предков	
	голов	удой, кг	жир, %	
Аннегре	163	1193	4,1	65,2
Марта	87	1328	4,02	34,8
В среднем	250	1240	4,07	100

Наибольшей численностью обладало семейство Аннегре -163 головы (65,2%), а семейство Марты было представлено в 2 раза меньшим поголовьем – 87 голов (34,8%). Козоматки имели высшие племенные качества и показатели продуктивности. Их женские предки обладали продуктивностью

в среднем 1240 кг молока за лактацию с содержанием жира 4,07%. Козы семейства Марта характеризовались обильномолочностью – 1328 кг, а семейство Аннегре – жирномолочностью – 4,1 %.

Закупленное маточное поголовье происходило от 10 козлов-производителей, принадлежащих к 5 линиям породы: Лорд, Геерт, Франц, Гость и Гвидон. (таблица 4). Среди которых есть и известные линии родители, которых завезены в Россию из Голландии и Германии: козлы Геерт (Голландия) и Франц (Германия).

Таблица 4 – Генеалогическая структура маточного поголовья стада

Линия	Кличка и Инд. № козлов	Число дочерей, голов	% в стаде
Лорд	Лорд 424	57	22,8
	Лорд 435	41	16,4
Всего по линии			39,2
Геерт	Геерт 10	9	3,6
	Геерт 320	28	11,2
	Геерт 595	31	12,4
Всего по линии			27,2
Франц	Франц 425	32	12,8
	Франц 688	6	2,4
	Франц 731	26	10,4
Всего по линии			25,6
Гость	Гость 337	15	6
Гвидон	Гвидон 49	5	2
Итого		250	100

Среди представленных линий, не большую преобладающую численность имела линия Лорда, к ней относились 39,2 % коз. К линиям Геерта и Франца принадлежало 25,6-27,2% маточного поголовья, все

вышеперечисленные линии представлены потомками 2-3 козлов-производителей. Остальные линии оказались малочисленными и происходили лишь от одного козла.

Зааненские козы имели нежно-плотный тип конституции с хорошо выраженными молочными признаками экстерьера, у них вымя объемистое округлой формы, соски длинные, широко расставленные; кожа тонкая, эластичная; волосы короткие, блестящие, масть белая; грудь глубокая, достаточно широкая с выпуклыми ребрами; спина широкая, прямая; зад широкий, слегка свислый; брюхо объемистое; конечности прямые, широко расставленные с крепкими копытами; костяк тонкий, но прочный; туловище длинное, слегка бочкообразной формы.

Результаты глазомерной оценки экстерьера и конституции получили подтверждение при оценке их более точным методом – измерением статей тела. Для этой цели использовали 5 наиболее важных промеров тела: высота в холке, косая длина туловища, обхват, глубина и ширина груди (таблица 5).

Исследованная популяция зааненских коз характеризовалась развитием тела, соответствующим стандарту породы. Так, у взрослых коз высота в холке составила 75,4 см при стандарте 75 см; длина туловища – 80,2 и 81 см; обхват груди – 86,6 и 88 см; глубина груди 34,5 и 35 см. Молодые козы имели аналогичное развитие без выявления, каких либо признаков недоразвития. Возрастные различия оказались наиболее сильно выраженными по высоте в холке ( $d=-3,4$  см) и косой длине туловища ( $d=-1,8$  см;  $P<0,05$ ). По остальным промерам различия были менее значительными ( $d=-0,3...1,0$  см). Наличие небольших различий между минимальными и максимальными значениями промеров тела ( $d=3...11$  см) также свидетельствуют о нормальном развитии телосложения животных.

Генетический потенциал молочной продуктивности завезенных коз в условиях хозяйства «Абдрахманов» реализовался недостаточно полно, их фактическая продуктивность была на уровне стандарта породы (требования I-класса) и составила 679 кг молока за лактацию, т.е. лишь 55% от

Таблица 5 – Промеры тела коз

Промеры тела, см	Стандарт породы	Значение промеров по возрастным группам					
		молодые (1-2 лактация), n=15			взрослые (3-4 лактация), n=15		
		M±m	lim		M±m	lim	
			max	min		max	min
Высота в холке	75	72,0±1,15	76	69	75,4±0,57*	79	73
Косая длина туловища	81	78,4±0,67	82	75	80,2±0,48*	83	75
Обхват груди	88	86,3±1,45	92	81	86,6±0,73	93	83
Глубина груди	35	33,6±0,55	35	32	34,2±0,41	36	33
Ширина груди	18	17,1±0,35	19	15	18,1±0,34	21	16

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

генетического потенциала (таблица 6). По содержанию жира этот показатель был лучше выражен и составил 98%, т.е. фактическое содержание жира в молоке было почти равно его генетическому потенциалу, соответственно 4,0 и 4,07%.

У коз с возрастом наблюдалось повышение молочной продуктивности и улучшение качества молока, разница между взрослыми и молодыми животными по удою составила 54 кг молока ( $P < 0,05$ ), массовой доле жира – 0,2%, белка – 0,2%, лактозы – 0,1%, СОМО – 0,1%, сухого вещества – 0,5%, плотности 0,2°А.

Козы продуцировали молоко высокого качества с показателями, значительно превышающими стандарт породы. Так, в их молоке содержание жира составило 3,9...4,1 % при стандарте 3,6 %; белка – соответственно 3,2...3,4 % и 3,0 %. Вопреки общепринятым представлениям в козьем молоке содержание лактозы было высокое, почти на уровне коровьего молока – 4,3-4,4%.

Таблица 6 – Продуктивность и состав молока коз

Показатель	Стандарт породы	Значение показателя по возрастным группам					
		молодые (1-2 лактация), n=15			взрослые (3-4 лактация), n=15		
		M±m	lim		M±m	lim	
			max	min		max	min
<i>Количество молока за лактацию, кг</i>	650	651,9±15,4	709	578	705,9±16,9*	867	623
<i>Качество молока:</i>							
жир, %	3,6	3,9±0,11	4,7	3,3	4,1±0,16	5,1	2,3
белок, %	3,0	3,2±0,06	3,5	2,8	3,4±0,08	4,5	2,9
лактоза, %	–	4,3±0,03	4,2	4,5	4,4±0,05	4,1	4,7
мин. вещ., %	–	0,8±0,02	0,7	0,9	0,8±0,02	0,7	0,9
СОМО, %	–	8,6±0,06	8,9	7,9	8,7±0,08	9,2	8,1
сухое вещ, %	–	12,2±0,15	13,1	11,0	12,7±0,22	13,8	11,3
плотность, °А	–	28,1±0,22	27,3	28,8	28,3±0,28	27,1	29,8

Содержание сухого вещества составило 12,2...12,7%, что соответствовало требованиям технического регламента на козье молоко и молочную продукцию (10,8...13,4%; ТУ 9837-001-00495220-98. Молоко козье. Требования при закупках). Аналогичные данные получены по плотности молока (28,1...28,8°А)

Таким образом, татарская популяция зааненских коз характеризуется средними на уровне стандарта породы показателями телосложения и молочной продуктивности, однако отличается высоким качеством молочной продукции, значительно превышающим стандартные требования.

## 4.2 Содержание жира и белка в молоке коз с различными экстерьерными типами

В повышении молочной продуктивности коз особое значение имеет экстерьерная оценка, поскольку животные с правильным экстерьером, как правило, обладают высокой продуктивностью, крепким здоровьем и способны потреблять большое количество корма. В этой связи, целью нашей работы являлось изучение влияния экстерьерных особенностей зааненских коз на их продуктивность и химический состав молока.

Основным и более точным методом изучения экстерьерных особенностей животных является измерение их статей тела. Оно дает объективное представление о развитии, конституциональной крепости, направлении и уровне продуктивности животных, которых можно группировать на различные экстерьерные типы. В таблице 7 они представлены тремя типами: средним ( $M \pm 1\sigma$ ), большим ( $M + 1\sigma$ ) и меньшим ( $M - 1\sigma$ ).

Исследования показали, что молоко лучшего качества с высоким содержанием жира 4,26% ( $P < 0,05$ ) продуцировали козы, имеющие в основном высокий рост – более 77 см, у которых жир был выше на 0,23...0,26%, в сравнении с животными другого экстерьерного типа. Однако у молодых коз эта зависимость не подтвердилась, у них наивысшее содержание жира – 4,02% наблюдалось при среднем росте ( $P < 0,05$ ). Следует отметить, что козы со средним ростом имели преимущество по содержанию белка в молоке – 3,31...3,42% ( $P < 0,05$ ). Следовательно, для получения молока с высоким содержанием жира и белка желательным является разведение коз высокого и среднего роста.

Анализ данных по промеру косой длины туловища показал, что по этому показателю, как у взрослых, так и у молодых коз преимущество имели

Таблица 7 – Химический состав молока и продуктивность у коз с различными экстерьерными типами по промерам тела.

Экстерьерный тип по промерам, (см)	Показатели			
	массовая доля жира, %		массовая доля белка, %	
	1-2 лактация, n=15	3-4 лактация, n=15	1-2 лактация, n=15	3-4 лактация, n=15
Высота в холке: высокий (>77)	3,80±0,08	4,26±0,07*	3,15±0,10	3,23±0,08
средний(74-77)	4,02±0,10*	4,03±0,12	3,31±0,09	3,42±0,09*
низкий (<74)	3,73±0,08	4,0±0,08	3,24±0,05	3,2±0,07
Косая дл. тулов.: длинный (>81)	4,16±0,12**	4,46±0,07**	3,36±0,11*	3,45±0,08*
средний (79-81)	3,65±0,07	3,96±0,12	3,08±0,09	3,41±0,11
короткий (<79)	3,76±0,03	4,03±0,11	3,22±0,06	3,14±0,10
Обхват груди: широкий (>89)	4,05±0,10*	4,33±0,11*	3,23±0,09	3,39±0,07
средний (84-89)	3,81±0,08	4,05±0,18	3,26±0,09	3,38±0,09
узкий (<84)	3,75±0,06	4,03±0,07	3,14±0,04	3,31±0,14
Глубина груди: глубокий (>35)	3,98±0,10	4,47±0,11*	3,27±0,14	3,33±0,17
средний (33-35)	3,84±0,19	4,05±0,25	3,15±0,11	3,31±0,16
мелкий (<33)	3,76±0,21	4,07±0,16	3,22±0,15	3,18±0,16
Ширина груди: широкий (>19)	4,02±0,23*	4,35±0,17	3,31±0,15	3,29±0,14
средний (17-19)	3,83±0,20	4,21±0,22	3,18±0,12	3,38±0,15
узкий (<17)	3,36±0,14	3,89±0,19	3,13±0,09	3,19±0,17

длинные животные. Их превосходство над другими экстерьерными типами было существенным и составило по массовой доле жира +0,40...+0,51%

( $P < 0,01$ ). Аналогичные данные получены по массовой доле белка, по которой длинные козы обладали максимальным значением - 3,45 и 3,36% ( $P < 0,05$ ).

Изучение жирности и белковости молока у коз с различными экстерьерными типами по обхвату груди показало, что объемистая грудь с обхватом более 89см способствует продуцированию жирного молока – 4,05...4,33%, нежели с менее развитой грудью – 3,75...4,03% ( $P < 0,05$ ). Влияние этого показателя экстерьера на массовую долю белка было выражено в меньшей степени, чем жира, однако выявленная положительная тенденция сохранилась – +0,01...0,09%.

Глубокая грудь является желательным экстерьерным признаком для всех видов молочных животных, в том числе коз, о чем свидетельствуют данные по содержанию жира и белка в молоке у глубокогрудых коз, у которых эти показатели были наивысшими, соответственно 3,98;4,47; 3,27 и 3,33% и превосходили остальных экстерьерных типов на 0,14...0,22; 0,4...0,42; 0,05...0,12 и 0,02...0,15% ( $P < 0,05$ ).

По ширине груди также выявлено положительное влияние этого промера на жирно- и белковомолочность коз, который способствовал улучшению качества молока при наилучшем и среднем развитии данной стати. Содержание жира имело наивысшие значения, соответственно 4,02 и 4,35% при широкой груди ( $> 19$  см), а содержание белка – у молодых коз при широкой (3,31%), взрослых при среднем развитии груди (3,38%).

Таким образом, телосложение коз оказывает существенное влияние на основные качественные показатели молока, как содержание жира и белка. При этом желательным являются высокий и средний рост коз, длинное туловище, объемистая, глубокая и широкая грудь. Исходя из результатов проведенных исследований, нами установлены оптимальные значения промеров этих статей, которые обеспечивают получение молочной продукции лучшего качества с содержанием жира 4,46%, белка 3,45% (таблица 8).

Таблица 8 – Средние по популяции и оптимальные значения промеров и индексов телосложения у коз.

Показатели	Величина показателей		
	средняя по популяции		оптимальные значения
	1-2 лактация	3-4 лактация	
<i>Промеры, см.:</i>			
высота в холке	72,0±1,15	75,4±0,57	74-80
косая длина туловища	78,4±0,67	80,2±0,48	81-83
обхват груди	86,3±1,45	86,6±0,73	84-93
глубина груди	33,6±0,55	34,2±0,41	33-37
ширина груди	17,1±0,35	18,1±0,34	17-21
<i>Индексы телосложения, %:</i>			
растянутости	109,1±1,32	106,4±0,48	103,7
высоконогости	52,3±0,87	54,2±0,53	53,7
грудной	50,1±1,12	52,4±0,95	56,7
сбитости	110,2±1,87	108,0±0,88	112
<i>Качество молока, %:</i>			
жир	3,86±0,11	4,14±0,16	4,46
белок	3,22±0,06	3,36±0,08	3,45

Вышеуказанные значения у разных промеров оказались неоднозначными. Так, оптимальные параметры высоты в холке и длины туловища находились в очень узком диапазоне, соответственно 74...80 и 81...83 см, что составило в сравнении со стандартом отклонение равное – 1...+7 и 0...+3%; ширины груди – в наиболее широком диапазоне 17...21 см или -5...17% от стандарта; обхвата и глубины груди имели промежуточные значения, соответственно 84...93 и 33...37см или –5...+6% (рисунок 4). Оптимальные значения по индексам телосложения составили: растянутости –

103,7%, высоконогости – 53,7%, грудной – 112%. Следовательно, для получения молока высокого качества с повышенным содержанием жира и белка от коз исследованной популяции следует вести селекционную работу, направленную на обогащение популяции животными, имеющими оптимальные экстерьерные промеры, которые представлены в нашей работе.

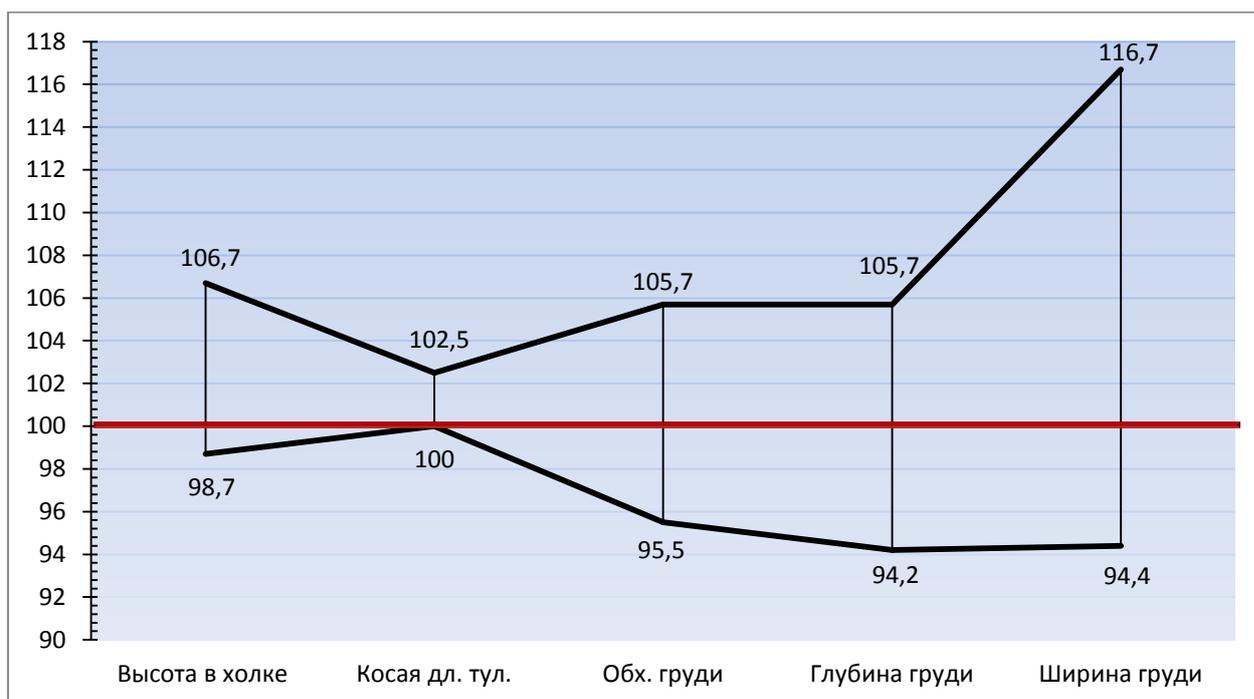


Рисунок 4 – Экстерьерный профиль коз с оптимальными значениями промеров

Таким образом в результате настоящих исследований установлена связь качества молока с показателями промеров тела коз, на основании которой определены их оптимальные параметры, создан образ «модельных» животных для закладывания данных признаков в маточном поголовьи. Это позволит в дальнейшем вести углубленную селекцию коз на повышение потенциала их молочности, путем создания селекционных групп, отбора и направленного выращивания козлов-производителей и увеличения отселекционированного поголовья в популяции животных.

### 4.3 Белковый состав козьего молока

Для рационального использования молочных белков при производстве молочных продуктов оценка лишь по количеству общего белка в молоке является недостаточной, при этом необходимо учитывать и структуру молочного белка. Поэтому проводили детальный анализ фракционного состава молочного белка коз, для чего использовали современный метод электрофоретического разделения белков в полиакриламидном геле. При исследовании белков в молоке коз этим методом обнаружено, как у молочного скота, 16 белковых фракций, из них 9 казеиновых, 7 сывороточных, они оказались идентичными у обоих видов животных, каких-либо дополнительных фракций белка в козьем молоке не установлено (таблица 9, рисунок 5). Тем не менее, при визуальной оценке фореграммы выявлены определенные различия, которые заключаются в следующем. При одинаковой системе разделения белков козьего молока не удалось добиться четкого концентрирования казеиновых фракций, они оказались несколько размытыми. Кроме того, у коз альбумин крови в отличие от коров имел самую высокую подвижность на фореграмме и уступил лишь F- фракции сыворотки. Аналогичной подвижностью обладал также  $\alpha$ -лактальбумин и превосходил по этому показателю  $\beta$ - лактоглобулин, который на фореграмме расположился позади всех главных фракций сыворотки. У коз на фореграмме четко выявлен белок лактоферрин (железо-содержащий белок молока), по-видимому, его концентрация в молоке коз значительно выше, чем у коров, у последних эта фракция на фореграмме еле заметна. Следует предположить, что данное различие во многом дает объяснение высокой усвояемости железа козьего молока, которая показывает долю усвояемости в 30%, нежели коровье (10%), но не достигает уровня усвоения железа женского молока (50%) (Денисова С.Н. 2004). Протеозо-пептоны и иммуноглобулины обладали аналогичной с коровьим молоком подвижностью, однако они имели более «размытую» картину, нежели у коров.

Таблица 9 – Содержание белков в молоке коз и коров.

Белки	Содержание белков в молоке			
	коз, n=80		коров, n=123	
	г/100мл	%	г/100мл	%
Общий белок	3,196±0,040	100	3,360±0,040**	100
Казеины:	2,452±0,037	76,7	2,609±0,045**	77,6
F	0,059±0,001***	1,8	0,035±0,004	1,0
$\alpha_s'$	0,037±0,07	1,2	0,104±0,006	3,1
$\alpha_{s0}$	0,104±0,009	3,3	0,138±0,012*	4,1
$\alpha_{s1}$	0,393±0,010	12,3	0,859±0,025***	25,5
$\alpha_{s2}$	0,526±0,027**	16,4	0,321±0,009	9,6
$\beta$	1,122±0,014***	35,1	0,767±0,021	22,8
k	0,142±0,004	4,4	0,235±0,009***	7,0
$\gamma$	0,037±0,003	1,2	0,074±0,003***	2,2
s	0,032±0,002	1,0	0,076±0,005***	2,3
Белки сыворотки:	0,744±0,001	23,3	0,751±0,012	22,4
F	0,023±0,001***	0,7	0,016±0,001	0,5
Al	0,064±0,001*	2,0	0,055±0,004	1,6
$\alpha$ -La	0,154±0,003	4,9	0,148±0,009	4,4
$\beta$ -Lg	0,399±0,006**	12,5	0,362±0,013	10,8
Lf	0,039±0,001***	1,2	0,026±0,002	0,8
Pp	0,023±0,001	0,7	0,047±0,002***	1,4
Ig	0,042±0,003	1,3	0,097±0,003***	2,9

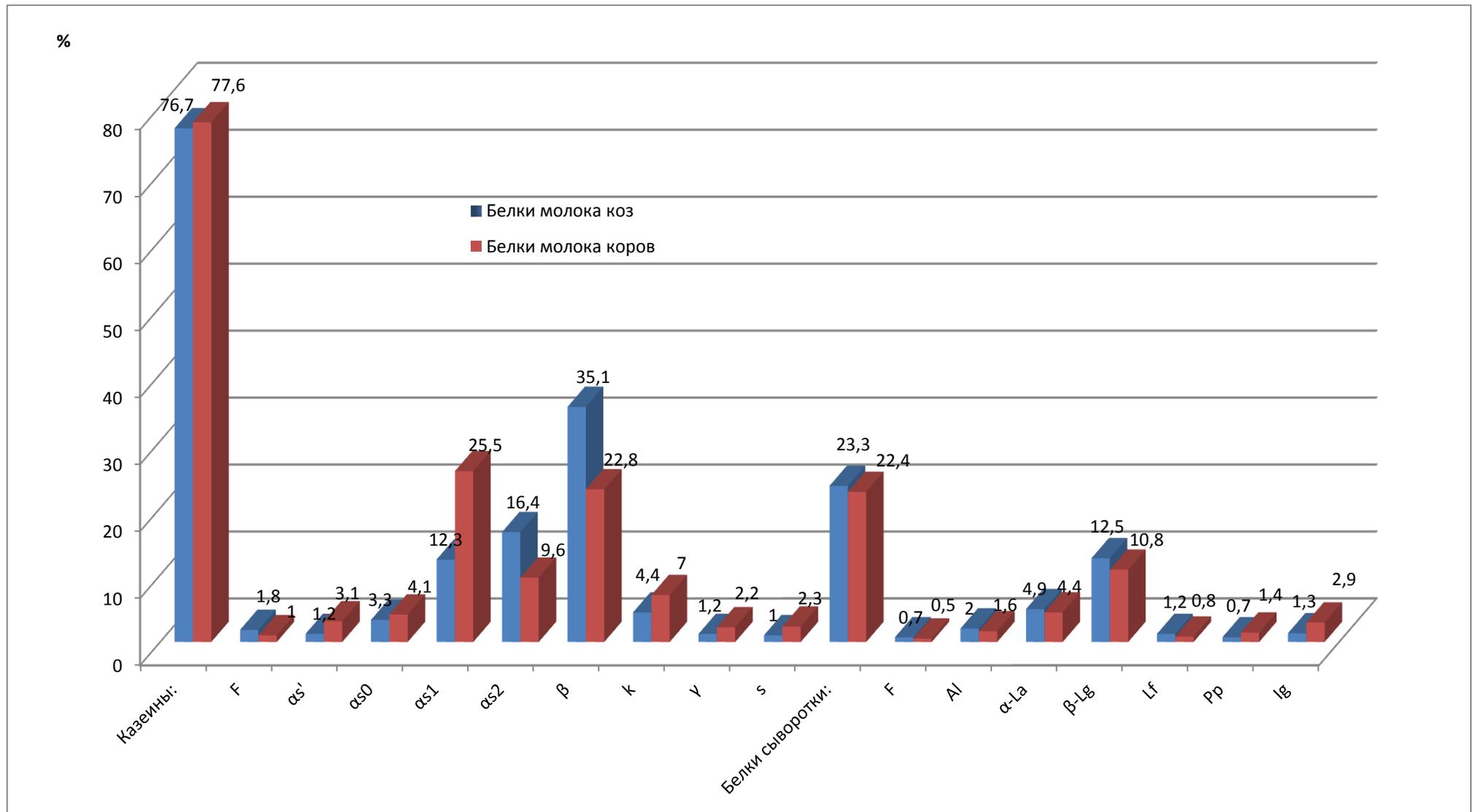


Рисунок 5 – Структура молочного белка у коз и коров

Межвидовые различия оказались более сильно выраженными по концентрации отдельных фракций. В молоке коз содержалось меньше общего белка, казеина и почти одинаковое количество сывороточных белков, соответственно на, 0,164; 0,157 и 0,007 г/100 мл, чем у молочных коров ( $P < 0,05 \dots 0,001$ ). Поэтому структура молочного белка у козбыла несколько иной, нежели у коров; у них соотношение долей казеина и сывороточного белка составило соответственно 76,7:23,3 % и 77,6:22,4 %. Следовательно, наши исследования не подтвердили общепринятое представление о том, что козье молоко обладает повышенной белковостью, нежели коровье, так как последнее, напротив, имело более высокое содержание общего белка и казеина, соответственно 3,360 и 2,609 г/100мл ( $P < 0,01$ ). По-видимому, пониженное содержание общего белка и казеина является породной особенностью зааненских коз.

Низкое содержание казеина в молоке коз обусловлено в первую очередь резко пониженной концентрацией  $\alpha_{s1}$ -казеина, а также его  $\alpha_s'$ -,  $\alpha_{s0}$ -,  $\kappa$ -,  $\gamma$ - и  $\nu$ -фракций. Их содержание в сравнении с молочными коровами было ниже на 0,037...0,466 г/100 мл ( $P < 0,001$ ). Однако при этом, следует отметить, другую особенность козьего молока, высокое содержание  $\beta$ -казеина – почти в 1,5 раза, и небольшое повышенное содержание F-,  $\alpha_{s2}$ - фракций казеина ( $P < 0,01 \dots 0,001$ ).

Повышенная доля сывороточных белков в молоке коз прежде всего обусловлена высокой концентрацией одной из главных фракций сыворотки  $\beta$  – лактоглобулина и лактоферрина, их содержание было выше, соответственно на 0,077 и 0,023 г/100 мл, чем у молочных коров ( $P < 0,001$ ). Однако по «малым» белкам сыворотки наблюдалась противоположная зависимость, по ним превосходство молочных коров составило 0,024...0,052 г/100 мл ( $P < 0,001$ ).

Если учитывать тот факт, что лактоферрин продолжает оставаться в ряде одних из самых дорогостоящих белков, высокая доля концентрации его в козьем молоке в сравнении с коровьим, будет способствовать решению

вопроса об удешевлении и увеличении его производства путем широкого разведения коз.

Таким образом, в козьем молоке содержатся идентичные с коровьим молоком белковые фракции. Межвидовые различия проявляются в электрофоретической подвижности некоторых фракций и их количественном содержании. Основными из них являются пониженное содержание главной казеиновой фракции  $\alpha_{s1}$ -казеина и, напротив, повышенная концентрация в 1,5 раза другой не менее важной фракции –  $\beta$ -казеина и главного белка сыворотки –  $\beta$ -лактоглобулина.

#### 4.4 Технологические свойства козьего молока

В молочной промышленности из козьего молока вырабатывают аналогичные с коровьим молочные продукты как сыр, творог, стерилизованное питьевое молоко и сливки, при выработке которых молоко подвергается свертыванию и высокотемпературному нагреванию, поэтому для козьего молока, также как коровьему молоку, важны такие технологические свойства как свертываемость и термоустойчивость. В этой связи изучали эти свойства козьего молока в сравнении с другими видами животных: коров и овец.

Результаты анализа свертываемости козьего молока под действием сычужного фермента, показали, что данное сырье является хорошим источником для сыроделья и производства творожных продуктов (таблица 10).

Свертываемость козьего молока лучше выражена, чем у коровьего молока, но хуже чем у – овечьего. Продолжительность свертывания молока у этих видов соответственно составила 23,5; 27,3 и 12,3 мин. ( $P < 0,001$ ), то есть по этому показателю козье молоко оказалось более близким коровьему, нежели овечьему. Кроме того, между этими видами, особенно, близкие данные получены по долям разного состояния сгустка. Так, у коз 60%

Таблица 10 – Свертываемость молока коз в сравнении с другими видами животных

Вид животного	Состояние сычужного сгустка	Распределение животных		Типы молока по продолжительности свертывания, мин.	Распределение животных	
		гол.	%		голов	%
Крупный рогатый скот	плотный	341	61,1	I (<15)	82	14,7
	рыхлый	159	28,5	II (15 – 40)	384	69,1
	дряблый	58	10,4	III (>40)	90	16,2
	всего	558	100	В среднем, мин.	27,3±0,81	
Овца	плотный	140	93,3	I (<15)	114	76,0
	рыхлый	8	5,4	II (15 – 40)	34	22,7
	дряблый	2	1,3	III (>40)	2	1,3
	всего	150	100	В среднем, мин.	12,3±0,95***	
Коза	плотный	48	60	I (<15)	23	28,8
	рыхлый	21	26,2	II (15 – 40)	48	60
	дряблый	11	13,8	III (>40)	9	11,2
	всего	80	100	В среднем, мин.	23,5±1,3	

животных продуцировало молоко, дающее желательный плотный сгусток; 26,2% - рыхлый; 13,8% – менее желательный дряблый. Аналогичные данные получены у коров, соответственно 61,1; 28,5 и 10,4%. Однако результаты оценки по типам и времени свертывания молока, показали превосходство козьего молока над коровьем. Так, у коз доля молока, дающего за короткое время (<15 мин.) желательный плотный сгусток, оказалось в 2 раза больше (28,8 %), чем у коров (14,7%). Кроме того, III типа со временем свертывания

более 40 минут, относительное значение коз было меньше 11,2 %, против 16,2% у коров. Следовательно, в результате изучения свертываемости молока по разным показателям были выявлены положительные особенности, на основании которых, можно утверждать, что свертываемость козьего молока выражена лучше, чем у коров.

Нельзя не отметить также, что данное свойство значительно лучше проявляется у овец, у них более 90% животных продуцирует молоко, дающее плотный сгусток, который образуется за очень короткое время – 12,3 мин. ( $P < 0,001$ ). В своих исследованиях А. Grandison (1986) объяснял данные различия резко отличительной разницей содержания жира и белка в овечьем молоке. А также, отметил зависимость сыропригодности от казеиновых фракций, которые и способствуют получению более плотного сгустка за короткий промежуток времени.

По термоустойчивости молока выявлены несколько иные видовые различия. Это свойство наилучшим образом выражено у коровьего молока с продолжительностью термостабильности 54,7 мин. и более 95% коров продуцировали высоко термоустойчивое молоко, которое выдерживало высокотемпературное нагревание более 30 мин. (таблица 11). Козье молоко, несмотря на большое сходство химического состава с коровьим молоком, обладала пониженной термостабильностью – 42,8 мин., и по этому показателю оказалось более близким с овечьим молоком – 42,3 мин, которое возможно связано с пониженной долей  $\alpha_{s1}$ -казеина в козьем молоке. Как известно, эта фракция казеина придает молоку высокую устойчивость к высокотемпературному нагреванию. Молоко козы и овцы оказалось сходным не только по продолжительности термостабильности, но и по соотношению разных типов молока. Так, у этих видов доля молока I-типа с высокотемпературной выдержкой более 40 мин. составила соответственно 51,3 и 53,8%; II-типа – 42,0 и 41,2%; III-типа – 6,7 и 5,0%.

Таблица 11 – Термостойчивость молока коз в сравнении с другими видами животных.

Вид животного	Типы молока по термостабильности, мин.	Распределение животных		Термостабильность, мин.	
		ГОЛОВ	%	M±m	Cv, %
Крупный рогатый скот, n=295	I (>40)	220	74,6	54,7±1,2***	39,6
	II (30 – 40)	62	21,0		
	III (<30)	13	4,4		
Овца, n=150	I (>40)	77	51,3	42,3±1,2	41,8
	II (30 – 40)	63	42,0		
	III (<30)	10	6,7		
Коза, n=80	I (>40)	43	53,8	42,8±1,2	21,4
	II (30 – 40)	33	41,2		
	III (<30)	4	5,0		

Следует отметить, что у всех трех видов животных молоко оказалось высоко пригодным для сверх высокотемпературной обработки и у них около 95% молоко выдерживало высокотемпературное нагревание в течение более 30 мин., что отвечает нормативным требованиям. Лишь 4,4-6,7% молока было мало пригодным для такой обработки. Доля такого молока оказалась наименьшей у коров – 4,4%, наибольшей у овец – 6,7%, промежуточной у коз – 5,0%.

Таким образом, у козьего молока, несмотря на большое сходство химического состава, в том числе по содержанию белковых фракций, с коровьим молоком термостабильные свойства выражены слабо, они находились на уровне овечьего молока, которое сильно отличалось по химическому составу от козьего молока. Эта особенность у последнего вида, по-видимому, обусловлена пониженным содержанием в молоке

$\alpha_{s1}$ -казеиновой фракции, которая придает молоку высокую термоустойчивость.

#### 4.5 Влияние уровня содержания казеиновых фракций на технологические свойства молока коз

Как показали результаты исследований, представленные в предыдущем разделе, при равном количестве общего белка в молоке его технологические свойства могут проявляться в разной степени. В этой связи изучали влияние отдельных белковых фракций на технологические свойства молока.

В таблице 10 представлены такие данные по  $\alpha_{s1}$ -казеиновой фракции молока. По уровню этого белка козы разделены на две группы: с высоким его

Таблица 12 – Влияние уровня содержания  $\alpha_{s1}$ -казеиновой фракции на величину удоя, состав и технологические свойства молока коз

Показатели	Их значение при уровне содержания $\alpha_{s1}$ -казеина			
	высоком, n=48		низком, n=32	
Лимиты уровня, г/100мл	0,393...0,465		0,319...0,392	
Удой, кг	658,0±8,76		732,3±5,92***	
Жир, %	4,18±0,08*		3,88±0,09	
Белок, %	3,32±0,04***		3,12±0,03	
Термостабильность, мин.	44,54±1,39		41,43±1,46	
Свертываемость, мин.	22,37±2,56		18,54±1,84	
<i>Состояние сычужного сгустка:</i>	ГОЛОВ	%	ГОЛОВ	%
плотный	33	68,8	15	46,8
рыхлый	14	29,2	7	21,8
дряблый	1	2,0	10	31,3

содержанием – 0,393...0,465 и низким – 0,319...0,392 г/100 мл. При высоком уровне  $\alpha_{s1}$ -казеина значительно улучшились качество и технологические свойства молока. Молоко с таким уровнем этой фракции отличалось повышенной жирностью – 4,18%, белковостью – 3,32%, показало лучшую термостабильность – 44,54 мин. и свертываемость – выход желательного сычужного сгустка составил 68,8% против 46,8% при низком уровне  $\alpha_{s1}$ -казеина ( $P < 0,05 \dots 0,001$ ). Хотя время коагуляции молока с высоким содержанием данной фракции длилось дольше – 22,37 мин., но степень свертывания была лучше, а в результате сычужного воздействия сгусток получился тверже. Следует также отметить, что козы с таким уровнем  $\alpha_{s1}$ -казеина продуцировали несколько меньшее количество молока – 658 кг, чем с низким уровнем – 732,3 кг ( $P < 0,001$ ). Однако это компенсировалось за счет высокого содержания жира и белка, что привело к большему выходу сырной массы, чем у коз с высоким удоем.

Таким образом, в отношении  $\alpha_{s1}$ -казеина создается селекционная ситуация, при которой в определенных условиях есть возможность выведения стад животных с направленной молочной продуктивностью, то есть отбор животных для дальнейшего воспроизводства с повышенной концентрацией  $\alpha_{s1}$ -казеина способствовал бы получению молока с лучшими качествами для сыроделия.

Другой важной казеиновой фракцией, которая в молоке коз занимает главенствующее положение, является  $\beta$ -казеин. Его влияние на величину удоя, жирность и технологические свойства молока было противоположным тому, что наблюдалось по  $\alpha_{s1}$ -казеину, то есть при низком уровне  $\beta$ -казеина козы продуцировали меньшее количество молока – 668,3 кг с высоким содержанием жира 4,2% и лучшими технологическими свойствами: термостабильностью 44,42 мин. и выходом желательного сгустка 66,0% ( $P < 0,01 \dots 0,001$ ; таблица 13).

Таблица 13 – Влияние уровня содержания  $\beta$ -казеиновой фракции на величину удоя, состав и технологические свойства молока коз

Показатели	Их значение при уровне содержания $\beta$ –казеина			
	высоком, n=33		низком, n=47	
Лимиты уровня, г/100мл	1,103...1,337		0,901...1,102	
Удой за лактацию, кг	699,7 $\pm$ 7,23**		668,3 $\pm$ 8,67	
Жир, %	3,86 $\pm$ 0,09		4,2 $\pm$ 0,05***	
Белок, %	3,35 $\pm$ 0,09**		3,09 $\pm$ 0,06	
Термостабильность, мин.	40,18 $\pm$ 1,89		44,42 $\pm$ 2,43	
Свертываемость, мин.	21,71 $\pm$ 1,65		18,93 $\pm$ 2,11	
<i>Состояние сычужного сгустка:</i>	голов	%	голов	%
плотный	17	51,6	31	66,0
рыхлый	8	24,2	13	27,7
дряблый	8	24,2	3	6,3

Однако по белковости молока наблюдалось противоположная зависимость, то есть при высоком уровне  $\beta$ -казеина содержание общего белка было выше (3,35%), чем при низком уровне – 3,09% ( $P < 0,01$ ). Эта зависимость вполне понятна, так как  $\beta$ -казеин – главный белок козьего молока, его высокое содержание способствует повышенной белковости молока.

Таким образом,  $\beta$ -казеин аналогично  $\alpha_{s1}$ -казеину оказывает большое влияние на величину удоя, состав и технологические свойства молока коз. Однако его влияние оказалось противоположным тому, что наблюдалось по  $\alpha_{s1}$ -казеину, то есть повышение содержания жира и улучшение технологических свойств молока происходило при низком уровне  $\beta$ -казеина, а при высоком – козы продуцировали больше молока с высокой его белковостью.

Чего нельзя сказать в отношении  $\alpha_{s2}$ -казеина, так как высокое или низкое значение данной фракции не имело значительного влияния в улучшении технологических свойств молока (таблица 14). Содержание  $\alpha_{s2}$ -казеина в молоке коз было даже выше (0,526 г/100мл), чем  $\alpha_{s1}$ -казеина (0,393 г/100 мл), однако его влияние на величину удоя, состав и технологические свойства молока оказалось выражено в меньшей степени, чем  $\alpha_{s1}$ -казеина. Так, у коз с низким уровнем этого белка в молоке наблюдался несколько повышенный удой – 694,9 кг, увеличение белковости молока – 3,28% и некоторое улучшение сыропригодности молока – выход желательного плотного сычужного сгустка – 61,9%. Однако эти изменения в сравнении с козами, имеющими высокий уровень  $\alpha_{s2}$ -казеина, оказались незначительными и составили по удою +9,8 кг, белку +0,08%, доле плотного сычужного сгустка +4,0%. Аналогичные различия получены по содержанию жира, термостабильности и свертываемости молока, соответственно +0,14%; +0,86 мин; -0,67 мин., однако при этом небольшое превосходство имели козы с высоким уровнем  $\alpha_{s2}$ -казеина.

Таблица 14 – Влияние уровня содержания  $\alpha_{s2}$ -казеиновой фракции на величину удоя, состав и технологические свойства молока коз

Показатели	высоком, n=38		низком, n=42	
	голов	%	голов	%
Лимиты уровня, г/100мл	0,526...0,610		0,436...0,525	
Удой за лактацию, кг	685,1±8,20		694,9±6,06	
Жир, %	4,12±0,09		3,98±0,12	
Белок, %	3,20±0,04		3,28±0,05	
Термостабильность, мин.	43,38±1,92		42,52±1,11	
Свертываемость, мин.	19,81±2,23		20,48±2,09	
<i>Состояние сычужного сгустка:</i>	голов	%	голов	%
плотный	22	57,9	26	61,9
рыхлый	10	26,3	11	26,2
дряблый	6	15,8	5	11,9

Таким образом, влияние уровня содержания  $\alpha_{s2}$ -казеиновой фракции в молоке коз на величину удоя, состав и технологические свойства молока выражено в меньшей степени, чем  $\alpha_{s1}$ - и  $\beta$ -казеинов. Кроме того, выявленные различия между группами коз с высоким и низким уровнем  $\alpha_{s2}$ -казеина оказались незначительными и разнонаправленными.

#### **4.6 Белковый состав и технологических свойств молока коз разных мужских линий**

Линейная принадлежность коз является важным наследственным фактором, влияющим на молочную продуктивность и состав молока животных. В этой связи изучали белковый состав и технологические свойства молока коз разных мужских линий. Результаты оценки молока по содержанию общего белка и его фракций в зависимости от линейной принадлежности коз представлены в таблице 15. Ранее в разделе 4.3 исследованная популяция коз была охарактеризована по содержанию общего белка и его фракций в молоке, если данные таблицы 15 сравнивать со среднепопуляционными, то получится, что повышенной белковостью молока – 3,317 г/100мл отличались козы линии Франца, а пониженной – 3,123, 3,179 г/100мл – линий Гостя и Лорда ( $P < 0,01$ ). Повышенная белковость молока коз линии Франца была обусловлена аналогичным содержанием казеина, которое было наивысшим – 2,561 г/100мл, этот показатель был наименьшим – 2,398 г/100мл у коз линии Гости ( $P < 0,001$ ). Средне популяционное значение по содержанию казеина 2,410 и 2,495 г/100мл имели козы линий Лорда и Геерта. Если оценить белковый состав молока по соотношению казеина и белка сыворотки, то получается что молоко коз линий Геерта и Франца от остальных линий отличается повышенной долей (77,2 и 77,3%) казеина, против 75,8 и 76,8% у линий Лорда и Гости.

Анализ фракционной структуры казеина показал, что по уровню  $\alpha_s'$ -фракции казеина резких межлинейных различий не было обнаружено как в

Таблица 15 – Содержание белков в молоке коз разных линий

Белки	Содержание белков по линиям, г/100 мл							
	Лорд, n=26		Геерт, n=22		Франц, n=17		Гость, n=15	
	M±m	%	M±m	%	M±m	%	M±m	%
Общий белок	3,179±0,026	100	3,229±0,029*	100	3,317±0,046**	100	3,123±0,036	100
Казеины:	2,410±0,028	75,8	2,495±0,026*	77,3	2,561±0,036***	77,2	2,398±0,028	76,8
F	0,033±0,002	1	0,029±0,003	0,9	0,035±0,002	1,1	0,033±0,002	1,1
$\alpha_s'$	0,060±0,004	1,9	0,058±0,002	1,8	0,066±0,003	2	0,058±0,004	1,9
$\alpha_{s0}$	0,112±0,007	3,5	0,122±0,008	3,8	0,116±0,010	3,5	0,103±0,007	3,3
$\alpha_{s1}$	0,385±0,012	12,1	0,383±0,010	11,9	0,439±0,015**	13,2	0,399±0,012	12,8
$\alpha_{s2}$	0,521±0,008	16,4	0,515±0,009	15,9	0,545±0,014	16,4	0,542±0,014	17,4
$\beta$	1,091±0,029	34,3	1,162±0,028*	36	1,101±0,031	33,2	1,069±0,032	34,2
$\kappa$	0,145±0,007	4,6	0,153±0,009	4,7	0,176±0,010**	5,3	0,129±0,010	4,1
$\gamma$	0,032±0,002	1	0,039±0,003	1,2	0,052±0,005***	1,6	0,032±0,002	1
s	0,031±0,002	1	0,034±0,003	1,1	0,031±0,001	0,9	0,033±0,003	1,1
Белки сыворотки:	0,769±0,014*	24,2	0,734±0,018	22,7	0,756±0,020	22,8	0,725±0,015	23,2
F	0,022±0,002	0,7	0,023±0,002	0,7	0,023±0,002	0,7	0,024±0,002	0,8
Al	0,067±0,003	2,1	0,066±0,002	2	0,063±0,003	1,9	0,062±0,003	2
$\alpha$ -La	0,148±0,003	4,7	0,160±0,004**	5	0,154±0,005	4,6	0,149±0,005	4,8
$\beta$ -Lg	0,427±0,013*	13,4	0,385±0,010	11,9	0,406±0,007	12,2	0,387±0,011	12,4
Lf	0,044±0,003	1,4	0,043±0,002	1,3	0,046±0,002	1,4	0,042±0,002	1,3
Pp	0,020±0,012	0,6	0,018±0,002	0,6	0,027±0,003*	0,8	0,022±0,002	0,7
Ig	0,041±0,003	1,3	0,039±0,003	1,2	0,037±0,003	1,1	0,039±0,003	1,2

абсолютном, так и относительном его содержании, соответственно – 0,058...0,060 г/100 мл и 1,7...1,9%.

По содержанию  $\alpha_{s0}$ -казеина в молоке исследованных животных, выявлено преимущество коз линии Геерт, которая имела наивысший уровень данной фракции – 0,122 г/100 мл, показатели остальных линий слабо варьировали в зависимости от линейной принадлежности и колебались в пределах 0,103...0,116 г/100 или 3,3...3,5% от общего белка.

Повышенное содержание  $\alpha_{s1}$ -казеина в молоке выявлено у коз линии Франца (0,439 г/100 мл), а самая низкая концентрация этой фракции (0,383 и 0,385 г/100 мл) установлена у животных линий Геерта и Лорда, соответственно. В молоке коз линии Гость содержание этой фракции казеина было промежуточным (0,399 г/100 мл). Относительное содержание  $\alpha_{s1}$ -казеина в молоке исследованных животных составило 11,9...13,2% от общего белка.

Козы анализируемого стада имели примерно равный уровень содержания  $\alpha_{s2}$ -казеина, межлинейные различия были выражены слабо, его количество составило 0,515...0,545 г/100 мл (15,9...17,4%).

В пробах молока у исследованных коз доля главной белковой фракции  $\beta$ -казеина составила 33,2...36,0% от общего белка, а его абсолютное содержание – 1,069...1,162 г/100 мл. Повышенное содержание этой фракции в молоке наблюдалось у коз линии Геерта (1,162 г/100 мл), пониженным же количеством отличались козы линии Гостя – 0,749 г/100 мл.

В начале исследования предполагалось, что к-казеиновая фракция в молоке коз будет иметь достаточно высокие значения, если учитывать масштабное производство сырной продукции из козьего молока, однако содержание его было невысоким даже по отдельным линиям и составило 0,129...0,176 г/100 мл (4,1...5,3 % от общего белка). Несколько повышенное содержание этого белка (0,176 г/100 мл) было характерно для молока коз линии Франца, а пониженное – (0,129 г/100 мл) для линии Гостя.

Козы линии Франца в сравнении со сверстницами – представительницами других линий как в абсолютном, так и в относительном выражениях имели самое высокое содержание  $\gamma$ -казеина (0,052 г/100 мл и 1,6% соответственно). Наименьшими же показателями по уровню этого белка отличились животные линии Лорда и Гостя (0,032 г/100 мл или 1,0% от общего белка).

Количественные различия по быстрой (F-) и медленной s-фракции казеина оказались малосущественными, и абсолютное их содержание составило 0,029...0,035 и 0,031...0,034 г/100 мл, а относительное – 0,9...1,1% от общего белка, соответственно.

Анализ сывороточных белков в молоке исследованного стада показал, небольшие колебания в пределах 0,725...0,769 г/100 мл или 22,7...24,2% от общего белка. Однако все же следует заметить, что линия Лорда показала, наивысшую концентрацию как по абсолютному содержанию – 0,769 г/100 мл, так и по относительному – 24,2%.

Содержание альбумина крови в молоке колебалось в пределах 0,062...0,067 г/100 мл и составило 1,9...2,1% от общего белка. По этому белку межлинейные различия были выражены слабо.

По содержанию  $\alpha$ -лактальбумина выявлено превосходство коз линии Геерта как в абсолютном (0,160 г/100 мл), так и в относительном (5,0%) его выражении. Несколько пониженное содержание  $\alpha$ -лактальбумина обнаружено в молоке животных линии Франца (0,154 г/100 мл или 4,6% от общего белка). Среднюю концентрацию этой белковой фракции (0,148 и 0,149 г/100 мл) имели линии Лорда и Гостя.

Содержание  $\beta$ -лактоглобулина – основного белка молочной сыворотки составила 0,385...0,427 г/100 мл в абсолютном и 11,9...13,4% в относительном выражении. Среди проанализированных проб высокое значение этого белка установлено в молоке коз линии Лорда (0,427 г/100 мл; 13,4% от общего белка). У остальных линий показатели занимали промежуточное положение (0,385...0,406 г/100 мл или 11,9...12,4%).

Как уже отмечалось ранее, лактоферрин – основной железо содержащий белок молока в козьем молоке представлен в большем количестве, чем в коровьем, относительное его значение достигало 1,3...1,4%, а абсолютное 0,042...0,043 г/100 мл, однако межлинейных различий не выявлено.

Протеозо-пептоны и иммуноглобулины сыворотки содержались в молоке коз исследуемых групп в количестве 0,037...0,041 и 0,018...0,027 г/100 мл или 1,1...1,3 и 0,6...0,8% от общего белка соответственно. Межлинейные различия по этим белкам выражены относительно слабо, и животные в стаде имели приблизительно равный уровень белка в этих фракциях. Тем не менее, следует отметить небольшое преимущество в содержании иммуноглобулинов у коз, представляющих линию Франца.

Содержание F- (быстрой) фракции сыворотки в молоке коз незначительное и его абсолютное значение составило 0,022...0,024 г/100 мл, а относительное – 0,7...0,8% от общего белка. По этому белку не наблюдались существенные различия в зависимости от линейной принадлежности коз.

Таким образом, результаты анализа молока у исследованной популяции коз показали наличие определенных межлинейных различий по содержанию общего белка и его фракций, что свидетельствует об эффективности селекции на повышение белковости молока и о возможности осуществления избирательного улучшения белкового состава молока. В этом отношении перспективным является преимущественное разведение коз линий Франца и Геерта, а в целях повышения сывороточных белков целесообразно разведение коз линии Лорда.

Улучшение генеалогической структуры стада путем разведения перспективных линий по экономически значимым показателям молочной продуктивности, как высокая жирномолочность, белковомолочность и повышенные показатели удоя, всегда считалось приоритетной задачей. В этой связи нами исследованы выше отмеченные признаки продуктивности, а

Таблица 16 – Удой, состав и технологические свойства молока коз различных линий

Признаки	Значение показателей по линиям							
	Лорд, n=26		Геерт, n=22		Франц, n=17		Гость, n=13	
Удой за лактацию, кг	737,2±9,55***		696,1±11,8		667,7±12,4		676,5±12,1	
Жир, %	3,84±0,11		3,94±0,12		4,25±0,13*		4,14±0,09*	
Белок, %	3,18±0,03		3,23±0,04		3,32±0,04**		3,12±0,05	
Свертываемость, мин	18,8±3,49		20,7±3,40		22,7±4,25		16,7±3,82	
Состояние сычужного сгустка:	n	%	n	%	n	%	n	%
плотный	13	50	12	54,5	13	76,4	8	61,5
рыхлый	7	26,9	7	31,7	4	23,5	3	23,1
дряблый	6	23,1	3	13,6	-	-	2	15,4
Термостабильность, мин	45,3±3,30		38,1±2,10		41,3±2,51		41,7±2,04	
Типы термостабильности:	n	%	n	%	n	%	n	%
>40	21	80,8	6	27,3	8	47,1	6	46,2
30-40	5	19,2	13	59,1	9	52,9	6	46,2
<30	-	-	3	13,6	-	-	1	7,6

также технологические свойства молока коз татарской популяции. Результаты исследований представлены в таблице 16. Наиболее обильномолочными оказались козы линии Лорда, они продуцировали за лактацию наибольшее количество молока – 737,3 кг ( $P < 0,001$ ). Кроме того, их молоко обладало наилучшими термостабильными свойствами – 45,3 мин. и у них вовсе не оказалось непригодного для тепловой обработки молока с выдержкой менее 30 мин. Однако молоко коз этой линии содержало наименьшее количество жира – 3,84%, белка – 3,18% и давало наибольшую долю (23,1%) малопригодного для сыроделия сычужного сгустка

В отношении качества и технологических свойств молока наилучшие показатели имела линия Франца, у которой содержание жира составило 4,25%, белка – 3,32%, выход желательного плотного сычужного сгустка был высоким – 76,4%, дряблого сгустка не оказалось вовсе, 100% молока выдержало высокотемпературное нагревание более 30 мин ( $P < 0,05 \dots 0,01$ ). Однако козы продуцировали наименьшее количество молока за лактацию – 667,7 кг.

Линии Геерта и Гостя по изученным признакам продуктивности занимали промежуточное положение между линиями Лорда и Франца.

Таким образом, исходя из цели переработки козьего молока на белковые и стерилизованные продукты, где требуется высокий выход и лучшее качество продукта, хорошо выраженные технологические свойства молочного сырья, желательным является преимущественное разведение коз линии Франца и использование их молочной продукции для такой переработки.

#### **4.7 Генетическая структура маточного стада коз и ее влияние на белковый состав и технологические свойства молока**

Как известно, белки молока обладают генетическим полиморфизмом, то есть, у них существуют несколько молекулярных форм, которые строго

наследуются по законам Менделя. У крупного рогатого скота такой полиморфизм характерен для ряда белков молока:  $\alpha_{s1}$ -,  $\beta$ -,  $\kappa$ -,  $\beta$ -лактоглобулину и  $\alpha$ -лактальбумину. В наших исследованиях из них у коз полиморфными оказались лишь два белка:  $\beta$ -казеин и  $\beta$ -лактоглобулин, у остальных белков полиморфизм не выявлен (таблица 17).

Таблица 17 – Генетическая структура маточного стада коз по белкам молока

Локусы белков	Распределение	Частота генотипов						$\chi^2$	Частота аллелей	
		AA		BB		AB			A	B
		n	%	n	%	n	%			
$\beta$ -Cn	Ф.	48	60	5	6,3	27	33,7	0,193	0,769	0,231
	Т.	47,3	59,1	4,3	5,4	28,4	35,5			
$\beta$ -Lg	Ф.	55	68,8	-	-	25	31,2	2,832	0,844	0,156
	Т.	57	71,3	2	2,4	21	26,3			

Примечание: Ф – фактическое; Т – теоретическое по закону Харди-Вайнберга

В молоке коз  $\beta$ -казеин представлен двумя генетическими формами, обозначенными как у крупного рогатого скота буквами А и В, которые могли образовать три генотипа: АА, ВВ и АВ, все они выявлены в исследованном стаде. Генотип АА оказался преобладающим, такой генотип имели 60% животных: генотип ВВ, можно считать, оказался достаточно редким и встречался лишь у 6,3% животных: гетерозиготы АВ в стаде составили 33,7%. Фактическое распределение генотипов соответствовало теоретически ожидаемому по закону Харди-Вайнберга.  $\chi^2$  составил 0,193, что значительно меньше стандартного значения -6,0, чтобы считать отклонения достоверными. Следовательно, по локусу  $\beta$ -Cn преобладающим аллелем является А, его частота составила 0,769; уступающим был аллель В с частотой 0,231. Если эти частоты сравнивать с данными по крупному рогатому скоту, у которого частота В-аллеля находится на уровне

0,150...0,160, тогда оказывается, что полиморфизм  $\beta$ -казеина у коз значительно выше (0,231), чем у крупного рогатого скота.

Межвидовые различия выявлены и по локусу  $\beta$ -лактоглобулина. В отличие от крупного рогатого скота у коз уровень полиморфизма этого белка оказался значительно низким. У коз, также как у коров,  $\beta$ -лактоглобулин имел два генетических варианта: А и В. В стаде преобладающим генотипом был АА – 68,8%, ВВ генотип не обнаружен вовсе. У коров этот генотип, напротив, является преобладающим. Гетерозиготы АВ составили 31,2% стада. Следовательно по локусу  $\beta$ -лактоглобулина имеется небольшое нарушение генетического равновесия по закону Харди-Вайнберга. Теоретически ожидаемые частоты этих генотипов составили соответственно 71,3; 2,4 и 26,3%, то есть в стаде генотип ВВ должны были иметь не менее два животного. Однако это отклонение оказалось недостаточно верным ( $\chi^2=2,832$ ). У коз аллели А и В  $\beta$ -лактоглобулина встречались с частотой соответственно 0,844 и 0,156. Следует отметить, что у коров эти частоты имеют противоположное значение и полиморфизм значительно выше, то есть частота аллелей А и В в среднем составляют соответственно 0,3...0,4 и 0,7...0,6. Таким образом, в молоке коз полиморфными являются лишь два белка:  $\beta$ -казеин и  $\beta$ -лактоглобулин из пяти возможных белков. У них в отличие от коров  $\alpha_{s1}$ - и  $\kappa$ -казеины,  $\alpha$ -лактальбумин оказались мономорфными. У коз полиморфизм  $\beta$ -казеина выражен более лучше, чем у коров, а  $\beta$ -лактоглобулина, напротив, хуже. Исследованная популяция коз по обоим локусам находилась в генетическом равновесии, о чем свидетельствуют низкие значения  $\chi^2$ .

Как было отмечено в разделе 4.3,  $\beta$ -казеин в молоке коз является главенствующей белковой фракцией, поэтому можно предположить, что генотипы этого белка могли оказать существенное влияние на содержание общего белка и его фракций в молоке коз. В этой связи изучали содержание белков в молоке коз с разными генотипами по  $\beta$ -казеину. Результаты данных исследований представлены в таблице 18. Оказалось, что генотипы по

Таблица 18 – Содержание белковых фракций в молоке коз с разными их генотипами по  $\beta$ -казеину

Белки	Содержание белков по генотипам $\beta$ -казеина,		
	г/100 мл		
	AA, n=48	BB, n=5	AB, n=27
	M $\pm$ m	M $\pm$ m	M $\pm$ m
Общий белок	3,162 $\pm$ 0,027**	3,028 $\pm$ 0,048	3,289 $\pm$ 0,032***
Казеины:	2,413 $\pm$ 0,016***	2,320 $\pm$ 0,031	2,545 $\pm$ 0,017***
F	0,034 $\pm$ 0,002	0,035 $\pm$ 0,007	0,029 $\pm$ 0,003
$\alpha_s'$	0,058 $\pm$ 0,004	0,052 $\pm$ 0,09	0,060 $\pm$ 0,005
$\alpha_{s0}$	0,111 $\pm$ 0,005	0,093 $\pm$ 0,011	0,107 $\pm$ 0,008
$\alpha_{s1}$	0,371 $\pm$ 0,007	0,407 $\pm$ 0,008***	0,368 $\pm$ 0,008
$\alpha_{s2}$	0,534 $\pm$ 0,008*	0,535 $\pm$ 0,006*	0,510 $\pm$ 0,009
$\beta$	1,097 $\pm$ 0,011***	0,965 $\pm$ 0,012	1,254 $\pm$ 0,014***
$\kappa$	0,141 $\pm$ 0,005	0,157 $\pm$ 0,005*	0,143 $\pm$ 0,007
$\gamma$	0,034 $\pm$ 0,002	0,035 $\pm$ 0,006	0,042 $\pm$ 0,004
s	0,033 $\pm$ 0,002	0,035 $\pm$ 0,007	0,031 $\pm$ 0,002
Белки сыворотки:	0,749 $\pm$ 0,011	0,708 $\pm$ 0,039	0,744 $\pm$ 0,013
F	0,023 $\pm$ 0,001	0,018 $\pm$ 0,006	0,024 $\pm$ 0,002
Al	0,065 $\pm$ 0,002	0,058 $\pm$ 0,009	0,064 $\pm$ 0,003
$\alpha$ -La	0,155 $\pm$ 0,004	0,155 $\pm$ 0,015	0,153 $\pm$ 0,004
$\beta$ -Lg	0,401 $\pm$ 0,008	0,372 $\pm$ 0,016	0,402 $\pm$ 0,011
Lf	0,039 $\pm$ 0,002	0,042 $\pm$ 0,005	0,035 $\pm$ 0,002
Pp	0,022 $\pm$ 0,002	0,021 $\pm$ 0,007	0,024 $\pm$ 0,003
Ig	0,044 $\pm$ 0,003	0,044 $\pm$ 0,003	0,043 $\pm$ 0,002

$\beta$ -казеину существенно влияют на содержание общего белка и его фракций, прежде всего на концентрацию казеинов, влияние генотипов на содержание

сывороточных белков было незначительным. При этом превосходство имели гетерозиготы АВ, у которых в молоке содержалось наибольшее количество общего белка – 3,289, казеина – 2,545 и  $\beta$ -казеина – 1,254 г/100мл ( $P < 0,001$ ).

Генотип АА также характеризовался некоторым преимуществом в сравнении с генотипом ВВ по содержанию общего белка на +0,134; казеина – +0,093;  $\beta$ -казеина – +0,132 г/100мл ( $P < 0,01 \dots 0,001$ ). В тоже время генотип ВВ имея наименьшее количество этих белков, соответственно 3,028; 2,320 и 0,965 г/100мл отличался повышенным содержанием  $\alpha_{s1}$ -казеина – 0,407;  $\alpha_{s2}$ -казеина – 0,535 и  $\kappa$ -казеины – 0,157 г/100 мл ( $P < 0,05 \dots 0,001$ ).

Генотипы  $\beta$ -казеина по содержанию сывороточных белков различались незначительно, они имели примерно равную концентрацию как общего белка сыворотки – 0,708...0,749 г/100мл, так и отдельных фракций; альбумина крови – 0,058...0,065;  $\alpha$ -лактальбумина – 0,153...0,155;  $\beta$ -лактоглобулина – 0,372...0,402; лактоферрина – 0,035...0,042; протеозо-пептона – 0,021...0,024; иммуноглобулина – 0,043...0,044 г/100 мл.

Таким образом, генотип коз по  $\beta$ -казеину оказывает существенное влияние на содержание общего белка и его фракций в молоке. Это влияние прежде всего обусловлено генным контролем количественного синтеза белка, за которого ответственен данный локус. Генотип АВ обеспечивает наибольшее количество  $\beta$ -казеина в молоке коз, ВВ-наименьшее, АА-промежуточное. Эти различия приводят к соответствующим изменениям концентрации общего казеина и общего белка в молоке коз, однако они не затрагивают содержание сывороточных белков.

$\beta$ -Лактоглобулин – главный белок молочной сыворотки. Ранее в исследованиях на коровьем молоке была показана важная роль  $\beta$ -лактоглобулина в повышении белковости молока, особенно, ее сывороточной части. В этой связи изучали содержание белков в молоке коз в зависимости от их генотипа по  $\beta$ -лактоглобулину (таблица 19).

Таблица 19 – Содержание белковых фракций в молоке коз с разными генотипами по  $\beta$ -лактоглобулину

Белки	Содержание белков по генотипам $\beta$ - лактоглобулину, г/100 мл	
	AA, n=55	AB, n=25
	M $\pm$ m	M $\pm$ m
Общий белок	3,167 $\pm$ 0,021	3,259 $\pm$ 0,032*
Казеины:	2,437 $\pm$ 0,019	2,484 $\pm$ 0,022
F	0,031 $\pm$ 0,001	0,033 $\pm$ 0,001
$\alpha_s'$	0,058 $\pm$ 0,002	0,059 $\pm$ 0,003
$\alpha_{s0}$	0,111 $\pm$ 0,005	0,104 $\pm$ 0,007
$\alpha_{s1}$	0,393 $\pm$ 0,007	0,393 $\pm$ 0,011
$\alpha_{s2}$	0,522 $\pm$ 0,007	0,534 $\pm$ 0,013
$\beta$	1,108 $\pm$ 0,018	1,151 $\pm$ 0,027
$\kappa$	0,145 $\pm$ 0,005	0,137 $\pm$ 0,006
$\gamma$	0,036 $\pm$ 0,002	0,037 $\pm$ 0,003
s	0,032 $\pm$ 0,001	0,035 $\pm$ 0,003
Белки сыворотки:	0,730 $\pm$ 0,009	0,775 $\pm$ 0,012**
F	0,023 $\pm$ 0,001	0,023 $\pm$ 0,001
Al	0,065 $\pm$ 0,002	0,063 $\pm$ 0,003
$\alpha$ -La	0,153 $\pm$ 0,003	0,156 $\pm$ 0,005
$\beta$ -Lg	0,387 $\pm$ 0,007	0,427 $\pm$ 0,009***
Lf	0,037 $\pm$ 0,002	0,040 $\pm$ 0,003
Pp	0,023 $\pm$ 0,002	0,022 $\pm$ 0,003
Ig	0,044 $\pm$ 0,002	0,044 $\pm$ 0,002

Действие генотипов  $\beta$ -лактоглобулина на содержание белков в молоке коз было аналогичным тому, что наблюдалось по локусу  $\beta$ -казеина, то есть генотипы этого белка действовали прежде всего на количество той фракции, за синтез которой они были ответственны. При этом преимуществом

обладали гетерозиготы АВ, в молоке которых содержалось наибольшее количество  $\beta$ -лактоглобулина – 0,427 г/100мл, что привело соответствующему значению белка сыворотки – 0,775 и общего белка – 3,259 г/100мл ( $P < 0,05 \dots 0,001$ ). Кроме того, гетерозиготы имели небольшое преимущество по концентрации  $\beta$ -казеина - +0,043 и общего казеина - +0,047 г/100мл.

Таким образом, локусы  $\beta$ -казеина и  $\beta$ -лактоглобулина по содержанию в молоке коз общего белка и его фракций обладают эффектом гетерозиса. У обоих локусов преимущество имеют гетерозиготы АВ, в молоке которых в сравнении с гомозиготами АА и ВВ содержится наибольшее количество общего белка и соответствующих этим локусам белковых фракций –  $\beta$ -казеина и  $\beta$ -лактоглобулина.

Одним из основных факторов, определяющих технологические свойства молока, является концентрация общего белка, в состав которого входят более 20 различных белковых фракций. Их влияние на технологические свойства молока может оказаться неоднозначным. В этой связи изучали технологические свойства молока коз в зависимости от их генотипа по  $\beta$ -казеину и  $\beta$ -лактоглобулину. Результаты исследований представлены в таблицах 20 и 21. Анализ данных по технологическим свойствам молока коз в зависимости от их генотипа показал, что генотип в локусах белков молока по  $\beta$ -казеину и  $\beta$ -лактоглобулину имеет определенное влияние на технологические свойства молока, при этом они находились в наибольшей зависимости от генотипа по локусу  $\beta$ -казеина. Данный локус оказывал улучшающее влияние на свертываемость и термостабильность молока в следующей последовательности генотипов ВВ>АВ>АА. Так, молоко у гомозиготных особей с генотипом ВВ в сравнении с другими генетическими типами показало наилучшие результаты как по свертываемости, так и по термостабильности, хотя количество коз с таким

Таблица 20 – Технологические свойства молока в зависимости от генотипа коз по локусу белка  $\beta$ -Сп

Генотип и число коз	Технологические свойства молока					
	свертываемость			термостабильность		
	типы сычужного сгустка	распределение		типы молока	распределение	
		гол.	%		гол.	%
АА, n=48	плотный	26	54,1	I (более 40 мин)	22	45,8
	рыхлый	13	27,1	II (30...40 мин)	22	45,8
	дряблый	9	18,8	III (до 30 мин)	4	8,4
	Продол. свертыв., мин: 21,60±2,48**			В среднем, мин: 41,35±1,67		
ВВ, n=5	плотный	5	100	I (более 40 мин)	4	80
	рыхлый	-	-	II (30...40 мин)	1	20
	дряблый	-	-	III (до 30 мин)	-	-
	Продол. свертыв., мин: 10,40±3,06			В среднем, мин: 53,60±3,82**		
АВ, n=27	плотный	17	63	I (более 40 мин)	17	63
	рыхлый	8	29,6	II (30...40 мин)	10	37
	дряблый	2	7,4	III (до 30 мин)	-	-
	Продол. свертыв., мин: 19,70±3,09*			В среднем, мин: 43,85±1,65		

генотипом было наименьшим – 5 голов. У них среднее время коагуляции молока под действием сычужного фермента составило 10,40 мин, что составило более чем в 2 раза быстрее, чем у генотипа АА – 21,60 мин. и почти в столько же раз – у генотипа АВ – 19,70 мин. ( $P < 0,05 \dots 0,01$ ). Аналогичные данные получены по типам казеинового сгустка. Молоко коз с

генотипом ВВ на 100% давало желательный плотный сгусток, у них других типов вовсе не оказалось. У гетерозигот АВ доля такого желательного сгустка составила 63%, а нежелательного дряблого – 7,4%. Наихудшие результаты были у гомозигот АА, соответственно 54,1 и 18,8%. Следовательно, свертываемые свойства молока улучшаются по мере накопления в генотипе коз В-аллеля  $\beta$ -казеина. У этого аллеля такое же действие выявлено по термостабильности. Наиболее термостабильное молоко продуцировали гомозиготные козы с генотипом ВВ, у них термостабильность составила 53,6 мин., кроме того, у 80% коз молоко выдерживало высокотемпературное нагревание в течение более 40 мин., нетермостабильного молока не оказалось вовсе ( $P < 0,01$ ). Такого молока не выявлено также у гетерозигот АВ, Однако у них молока I-типа было значительно меньше – 63% и термостабильность составила 43,85 мин. Худшие результаты получены у гомозигот АА, у них эти показатели были равны соответственно 45,8% и 41,85 мин. Кроме того, они продуцировали 8,4% молока, непригодного для тепловой обработки, что не было у других генотипов.

Таким образом, генотипы коз по  $\beta$ -казеину оказывают существенное влияние на технологические свойства молока как его свертываемость и термостабильность. При этом преимущество имеют особи-обладатели аллеля В в гомозиготном и гетерозиготном состояниях.

Влияние генотипов  $\beta$ -лактоглобулина на технологические свойства молока коз было выражено значительно слабее, чем  $\beta$ -казеина. Причем это влияние оказалось разнонаправленным с разных генотипов. Так, по свертываемости молока выявлено небольшое преимущество генотипа АА, у которого молоко давало большую долю плотного сычужного сгустка – 65,5% и меньшую – дряблого (10,9%), чем генотипа АВ, соответственно 48,0 и 20,0%. Однако по термостабильности эта зависимость имела противоположную направленность, то есть у генотипа АВ была более высокая доля

Таблица 21 – Технологические свойства молока в зависимости от генотипа коз по локусу белка  $\beta$ -Lg

Генотип и число коз	Технологические свойства молока					
	свертываемость			термостабильность		
	типы сычужного сгустка	распределение		типы молока	распределение	
		гол.	%		гол.	%
АА, n=55	плотный	36	65,5	I (более 40 мин)	29	52,7
	рыхлый	13	23,6	II (30...40 мин)	23	41,8
	дряблый	6	10,9	III (до 30 мин)	3	5,5
	Продол. свертыв., мин: 19,84±1,91			В среднем, мин: 39,72±1,56		
АВ, n=25	плотный	12	48	I (более 40 мин)	14	56
	рыхлый	8	32	II (30...40 мин)	10	40
	дряблый	5	20	III (до 30 мин)	1	4
	Продол. свертыв., мин: 20,96±2,18			В среднем, мин: 43,78±1,08*		

термостабильного молока – 56% и низкая – термолабильного – 4,0% при тепловой выдержке 43,78 мин; у генотипа АА эти показатели составили, соответственно 52,7; 5,5% и 39,72 мин.

Таким образом, технологические свойства молока коз как его свертываемость и термостабильность в большей степени зависят от генотипа казеиновых локусов, нежели сывороточных. Оно вполне понятно, поскольку именно казеины обеспечивают свертываемость молока и образование сычужного сгустка. Кроме того, казеины в молоке являются наиболее термостабильными белками и от них зависит это свойство молока. Участие же сывороточных белков в этом процессе незначительное.

## 5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Российской Федерации молочное козоводство с середины 1990 –х годов стало новой развивающейся отраслью животноводства. Однако, из-за малого внимания со стороны производственных и научных организаций, отрасль на сегодняшний день представлена племенной базой лишь по одной породе – зааненской, она единственная порода, официально зарегистрированная на территории РФ (Л.Н. Григорян, С.А. Хататаев, 2015).

В 2011 году в Республике дан старт целевой отраслевой программе «Развитие молочного козоводства в Республике Татарстан на 2011-2020 гг.». Основной целью программы стало увеличение объемов производства козьего молока и создание селекционно-генетического центра по козоводству (Н.Н. Хазипов, 2015). На основании чего на территории Республики за последние годы введены в действие 4 козофермы с расчетом размещения поголовья от 100 до 500 голов в каждой, а так же создано самое крупное новое высокотехнологичное предприятие на 5000 голов ООО «Лукоз Саба». Практически во всех выше перечисленных хозяйствах козы представлены зааненской породой. Соответственно изучение данной породы имело высокую актуальную значимость, как для фермеров в решении вопросов по созданию высокопродуктивных стад, так и для перерабатывающей промышленности. Таким образом, настоящая наша работа впервые представила комплексную оценку коз зааненской породы татарской популяции. В результате исследований нами было установлено, что козы продуцировали молоко высокого качества с показателями, значительно превышающими стандарт породы. Однако при дальнейшем изучении экстерьерных промеров были отобраны животные, которые превосходили стандартные показатели промеров тела и особи, которые показали промеры тела ниже стандартных данных, что в сравнении со средними данными дало нам возможность создать образ «модельных»

животных с оптимальными параметрами тела, которые способствовали бы получению молочной продукции лучшего качества с содержанием жира 4,46%, белка 3,45%. Если учесть факт того, что в процессе роста и развития животные приобретают не только породные и видовые признаки, но и присущие ранее конституциональные особенности их родителей, на основании наследственного генотипа, то знание данных особенностей предоставляет возможность последующего влияния на популяцию по средствам отбора или же подбора животных с созданием присущим для них индивидуальных особенностей конституции и экстерьера (Х.А. Амерханова, Т.Г. Джапаридзе, 2010).

Основным же нашим исследованием являлось изучение фракционного состава белков козьего молока в сравнении с коровьим, а также выявление его особенностей в связи с технологическими свойствами.

Как показали наши исследования, имея очень близкие абсолютные значения по общему белку, казеину и белку сыворотки у коз и коров, функциональное значение и технологические свойства молока имели значительные различия. Как уже было отмечено выше резкие межвидовые различия по отдельным фракциям  $\alpha_{s1}$ -,  $\beta$ -казеина играют немало важную роль в формировании козьего молока как особого продукта, способного заменить коровье молоко для чувствительных людей с пищевой непереносимостью.

Ф. Remeuf и С. Hurtaud в 1993 описали влияние  $\alpha_{s1}$ -казеина на размер казеиновых мицелл. Тем самым дав почву для размышления о том, что данная фракция имея низкое содержание по сравнению с коровьим – в 2,2 раза, способна в результате образования в желудке более мягкого сгустка, улучшить способность пищеварительных ферментов протеаз. О выше сказанной особенности козьего молока сообщали и другие авторы (Е.Ф. Desjeux, 1993). Отмечая в своих исследованиях, что меньшее содержание  $\alpha_{s1}$ -казеина в козьем молоке, чем в коровьем является основным различием между молочными белками этих видов. Кроме того, такая

разность по сравнению с коровьим способствовало выдвижению версий о влиянии данной фракции на аллергенность молока. Если учесть факт того, что в женском молоке  $\alpha_{s1}$ -казеина практически отсутствует, и приводит к более низким пищевым расстройствам у новорожденных, то вероятность достоверности данной версии большая.

Во вторых,  $\alpha_{s1}$ -казеин выступает в качестве носителя для других аллергенов в молоке, таких как  $\beta$ -лактоглобулин, который тесно связан с казеиновыми мицеллами, следовательно будет более устойчив к ферментативному воздействию. Таким образом, вероятность аллергического воздействия козьего молока на организм человека снижается в зависимости от количественного показателя  $\alpha_{s1}$ -казеина. В дополнении к этому, если учесть вероятность того, что в мире существуют породы коз с так называемым нулевым генотипом, или, другими словами отсутствие  $\alpha_{s1}$ -казеина в молоке, делая основными  $\alpha_s$ -казеинами у данной породы коз  $\beta$ -казеин,  $\alpha_{s2}$ -казеин и  $\kappa$ -казеин (G.F. Greppi, 2008), создается перспектива создания высокоценного молока, приравненного по своему фракционному составу к женскому молоку. Что повысило бы значение данного молочного сырья, в отношении питательного аспекта.

И так, исходя из выше изложенного, вероятность аллергического воздействия козьего молока на организм человека снижается в зависимости от количественного показателя  $\alpha_{s1}$ -казеина, которая способствует легкой переворимости и уменьшает возможность неприятных аллергических проявлений в организме человека, чему в некоторой степени так же возможно способствует и пониженное содержание жира и белка, что было доказано и в наших исследованиях (таблица 12).

Следует отметить обратную сторону данного исследования, молоко с высоким содержанием  $\alpha_{s1}$ -казеин фракции, в результате содержания большего количества жира и белка, но с более низким выходом молока,

способствует получению большего количества сыра, по сравнению с меньшим содержанием аналогичной фракции, что играет значимую роль в сыроделии.

Таким образом, в отношении  $\alpha_{s1}$ -казеина создается селекционная ситуация, при которой в определенных условиях есть возможность выведения стад животных с направленной молочной продуктивностью, то есть, отбор животных для дальнейшего воспроизводства с повышенной концентрацией  $\alpha_{s1}$ -казеина способствовало бы получению молока с лучшими качествами для сыроделия. Это было отмечено и иностранными авторами при производстве элитных сыров (M. Barbieri, 1995), которые отдавали предпочтение при создании своих стад козам такого типа, так как молоко с меньшими размерами казеиновых мицелл способствовало получению более твердого творожного сгустка. Несмотря на то, что время коагуляции козьего молока с высоким содержанием данной фракции длится дольше, но степень свертывания лучше и полученный в результате сычужного воздействия сгусток тверже (S. Clark, J. Sherbon, 2000).

И так, в результате исследования выявлены и представлены разносторонние преимущества  $\alpha_{s1}$ -казеина, которые могут быть использованы в промышленности для производства, как премиального гипоаллергенного молока и как производство элитных сыров. Что нам недавно доказали предприниматели из Новой Зеландии, которые сделав акцент на другом казеиновом белке  $\beta$ -казеине, а точнее на его генетическом варианте A2, создали целую компанию по продажам коровьего молока, которое позиционировалось как более полезное из-за отсутствия пептидов и не вызывает аллергии (И.Ф. Горлов, 2016).

Дальнейшее последовательное изучение популяции по влиянию линейной принадлежности и генотипа на белковый состав и технологические свойства молока, аналогично повторили прежде выявленную закономерность влияния  $\alpha_{s1}$ -казеина на сыропригодность. Козы линий Франца и Гостя с

высоким содержанием данной фракции имели преимущество в получении желательного плотного сгустка, а генотип ВВ  $\beta$ -казеина с высоким содержанием  $\alpha_{s1}$ -казеина и низким  $\beta$ -казеина показал 100% результат по получению желательного плотного сгустка.

Таким образом, изучение и обобщение разрозненной информации по белковому составу козьего молока и влияние его на аллергические свойства молока, а также на технологические свойства является необходимым в современных условиях, что позволяет расширить использование данного сырья и его биологически активных компонентов в пищевой промышленности.

Цель исследования достигнута, поставленные задачи решены, по их итогам можно сделать следующие выводы:

1. В результате исследований установлено, что татарская популяция зааненских коз характеризуется средними на уровне стандарта породы показателями телосложения и молочной продуктивности, однако она отличается высоким качеством молочной продукции, значительно превышающей стандартные требования.

2. У коз существует связь качества молока с показателями промеров тела, на основании которой определены их оптимальные параметры, создан «модельный» тип животных. При этом желательным являются высокий и средний рост коз (74-80 см), длинное туловище (81-83), объемистая (84-93), глубокая (33-37) и широкая грудь (17-21). Это позволит в дальнейшем вести углубленную селекцию коз на повышении потенциала их молочности и улучшения экстерьерно-конституциональных признаков.

3. Проведены сравнительные межвидовые исследования белкового состава молока, в результате которых установлено, что в козьем молоке содержатся идентичные с коровьем молоком белковые фракции. Межвидовые различия проявлялись в электрофоретической подвижности некоторых фракций и их количественном содержании. Основными из них

являлись пониженное содержание главной казеиновой фракции  $\alpha_{s1}$ -казеина и, напротив, повышенная концентрация в 1,5 раза другой не менее важной фракции –  $\beta$ -казеина и главного белка сыворотки –  $\beta$ -лактоглобулина ( $P < 0,01 \dots 0,001$ ).

4. В результате изучения технологических свойств молока по разным показателям выявлено, что у козьего молока, несмотря на большее сходство по химическому составу, в том числе содержанию белковых фракции с коровьем молоком, эти свойства имели видовые особенности. У коз свертываемость молока была выражена лучше, чем у коров, однако хуже – чем овец. По другому свойству - термостабильности видовые различия оказались иными. Данное свойство у козьего молока проявилось слабо в сравнении с коровьем, оно находилось на уровне овечьего молока, которое сильно отличалось по химическому составу от козьего молока.

5. У коз главные фракции молочного белка как  $\alpha_{s1}$ - и  $\beta$ -казеины оказывают большое влияние на состав и технологические свойства молока. Однако их влияние оказалось разнонаправленным, например, повышенная концентрация  $\alpha_{s1}$ -казеина способствовала улучшению сыродельческих свойств молока, а такая же концентрация  $\beta$ -казеины приводила к ухудшению этих свойств.

6. В исследованной популяции коз выявлены определенные межлинейные различия по белковому составу и технологическим свойствам молока, что свидетельствует, об эффективности селекции на улучшение данных признаков с учетом линейной принадлежности животных. Как показали исследования, в этом отношении перспективным является преимущественное разведение коз линий Франца (высокое значение белка – 3,32% и свертываемость молока – 76,4% желательного плотного сгустка) и Лорда (обильномолочность – 737,3 кг).

7. В молоке коз в отличие от коров полиморфизм белков был выражен в меньшей степени, у них полиморфными оказались лишь два белка:  $\beta$ -

казеин и  $\beta$ -лактоглобулин из пяти возможных белков; по локусам  $\alpha_{s1}$ -,  $\kappa$ -казеинов и  $\alpha$ -лактальбумина полиморфизм не выявлен. Исследованная популяция коз по белкам молока находилась в генетическом равновесии, о чем свидетельствуют низкие значения  $\chi^2$ .

8. Исследованиями установлено, что локусы  $\beta$ -казеина и  $\beta$ -лактоглобулина по содержанию в молоке коз общего белка и его фракций обладают эффектом гетерозиса. У обоих локусов преимущество имели гетерозиготы АВ, в молоке которых в сравнении с гомозиготами АА и ВВ содержалось наибольшее количество общего белка и соответствующих этим локусам белковых фракций. Локус  $\beta$ -казеина кроме того, обладал улучшающим влиянием на свертываемость и термостабильность молока в следующей последовательности генотипов: ВВ>АВ>АА, т.е. при селекции коз на улучшение этих свойств следует отдавать предпочтение особям-обладателям аллеля В в гомо- и гетерозиготного состояниях.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Хозяйствам Республики Татарстан предлагается при разведении зааненских коз отдавать предпочтение животным с оптимальными параметрами экстерьера (модельному типу) для формирования высокопродуктивного стада.

2. Предприятиям молочной промышленности рекомендуется использовать молоко коз зааненской породы в равной степени по обоим направлениям переработки: для производства белковых и стерилизованных продуктов, так как у козьего молока свертываемость и термоустойчивость хорошо выражены.

3. Для повышения эффективности селекции коз зааненской породы рекомендуется осуществлять отбор животных с учетом следующих маркерных признаков: линейной принадлежности, уровня общего белка в молоке и его основных фракций как  $\alpha_{s1}$ -,  $\beta$ -казеины и  $\beta$ -лактоглобулин, а также генотипа по этим белкам.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Азаубаева, Г.С. Продуктивность по анализу крови / Г.С. Азаубаева // Животноводство России. – 2004. – №11. – С. 21.
2. Амерханова, Х. А. Рекомендации по развитию козоводства / Х.А. Амерханова, Т.Г. Джапаридзе. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 120 с.
3. Андрусенко, С. Ф. Обогащенные безлактозные продукты из козьего молока / С.Ф. Андрусенко, П.А. Омельченко // Молочная промышленность. – 2008. – №11. – С.78-79.
4. Андрусенко, С.Ф. Направления использования козьего молока / С.Ф. Андрусенко, С.М. Кунижев // Переработка молока. – 2004. – №1. – С. 54-58.
5. Афанасьев М.П. Генетическая структура, белковый состав и технологические свойства молока холмогорской, венгерской голштино-фризской пород скота и их помесей: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.02.01 / Афанасьев Михаил Павлович – Казань, 1996. – 24 с.
6. Барабанщиков, Н. В. Молочное дело / Н.В. Барабанщиков. – М.: Колос, 1983. – 414с.
7. Башаева, Д.В. Термоустойчивость коровьего молока, ее генетическая и паратипическая изменчивость: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.02.07 / Башаева Диана Валерьевна. – Казань, 2010. – 22с.
8. Бирюкова, З.А. Термоустойчивость молока / З.А. Бирюкова, Р.Б. Давидов. – М.: ЦНИИКЭИМясомолпром, 1973. – 50 с.
9. Бодров, А. Козоводство России вчера и сегодня / А. Бодров // Животноводство России. – 2009. – №11. С. 8-9.
10. Бодрова, Ю.Н. Влияние производителей и некоторых паратипических факторов на молочную продуктивность и качество молока коз

- зааненской породы: автореф. дис. ... канд. сельскохозяйственных наук: 06.02.10 / Бодрова Юлия Николаевна. – Москва, 2011. – 18 с.
11. Брусиловский, Л.П. Приборы контроля термоустойчивости и других показателей качества молока / Л.П. Брусиловский, В.Д. Харитонов, Л.М. Андросова, В.П. Шидловская // Молоч. промышленность. – 1999. – №3. – С. 21.
  12. Брюнчугин, В.В. Оценка молочной продуктивности и некоторых технологических показателей молока коз зааненской, альпийской и нубийской пород / В.В. Брюнчугин, А.С. Шувариков // Зоотехния. – 2012. – №6. – С 29-31.
  13. Булатов, А.С. Конституциональные, продуктивные и некоторые биологические особенности зааненских коз разных лактаций: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01. / Булатов Александр Сергеевич. – Ставрополь, 2004. – 23 с.
  14. Вениаминов, А.А. Козоводство зарубежных стран: обзорная информация / А.А. Вениаминов. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1981. – 68 с.
  15. Владыкина, Т.Ф. Определение термоустойчивости продуктов по тигловой пробе / Т.Ф. Владыкина, В. Вайткус. – Т.: Литовского филиала ВНИИМСа, 1986. – 19 с.
  16. Вобликова, Т.В. Изучение влияния термической бактериальной санации козьего молока на его технологические и микробиологические показатели в процессе хранения / Т.В. Вобликова, Н.Н. Рылкина, Д.Ю.Буеракова, С.Н. Шлыков // Научный журнал КубГАУ. – 2012. –№83(09). – С. 11.
  17. Вобликова, Т.В. Разработка технологии мягких сыров из козьего молока / Т.В. Вобликова, О.А. Суюнчев // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – 2007. – №4. – С. 136-137.

18. Глотов, И.А. Проблемы и перспективы отечественного рынка козьего молока и продуктов его переработки / И.А. Глотов // Известия высших учебных заведений, пищевая технология. Изд. Кубанский государственный технологический университет. – 2012. – №2-3. – С. 20-23.
19. Гольдман, И. Зачем фермеру нужны козы, а потребителю – козье молоко / И. Гольдман // Молочная промышленность. – 2015. – №6. – С. 69.
20. Гольдман, И. МК «Лактис»: продукты из козьего молока / И. Гольдман // Молочная промышленность. – 2015. – №6. – С. 70.
21. Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. / К.К. Горбатова // Санкт-Петербург, ГИОРД, 2004. – с. 312
22. Горбатова, К.К. Контроль термоустойчивости молока по содержанию ионов кальция. / К.К. Горбатова, П.И. Гунькова // Молочная промышленность. – 1998. – №3. – С. 22.
23. Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К.К. Горбатова. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 303 с.
24. Горлов, И.Ф. Бета-казеин: известный, но не познанный / И.Ф. Горлов, О.В. Сычева, Л.В. Кононова // Молочное и мясное скотоводство. – 2016. – №6. – С 18-19.
25. Горлов, И.Ф. Научно-практические методы повышения эффективности производства молока в условиях Нижнего Поволжья: монография / И.Ф. Горлов, В.Н. Храмова, А.И. Сивков. – Волгоград: ВолгГТУ, Волгоградское науч. Из-во, 2006. – 193 с.
26. Горлов, И.Ф. Новое в производстве функциональных продуктов из козьего молока / И.Ф. Горлов, Н.И. Мосолова, А.А. Короткова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 4. – С. 16-18.

27. Горлов, И.Ф. Оптимизация функционально-технологических свойств козьего молока за счет введения в рацион козوماتок органических форм йода и селена / И.Ф. Горлов, В.Н. Храмова, А.А. Короткова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2011. – №2. – С.70-73.
28. Григорян, Л.Н. Развитие племенной базы молочного козоводства в России / Л.Н. Григорян, С.А. Хататаев // Молочная промышленность. – 2015. – №7. – С. 58-59.
29. Губанов, Р.С. Значимость переработки козьего молока в условиях инновационного развития молочной промышленности / Р.С. Губанов // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2014. – №1. – С. 38-40.
30. Двалишвили, В.Г. Особенности кормления молочных коз / В.Г. Двалишвили // Молочная промышленность. – 2015. – №7. – С. 60-62.
31. Дениев, Х.Д. Технологические условия на сырое и пастеризованное козье молоко/ Х.Д. Дениев, Т.П. Овчаренко// Овцы, козы, шерстяное дело. – 1999. – № 3. – С. 35-37.
32. Денисова, С.Н. Вопросы детской диетологии / С.Н. Денисова // Вопросы детской диетологии. – 2004. –Т.2. – №3. – С. 21-24.
33. Денисова, С.Н. Использование козьего молока в питании кормящих матерей для лечения и профилактики атопического дерматита у детей / С.Н. Денисова, Т.Б. Сенцова, М.В. Гмошинская, М.Ю. Белицкая // Вопросы детской диетологии. – 2004. – №2 – С.21-24.
34. Денисова, С.Н. Опыт применения адаптированных продуктов на основе козьего молока в детском питании / С.Н. Денисова, М.Ю. Белицкая, С.В. Богданова, А.А. Трофимова, Л.И. Ильенко // Детская больница. – 2014. - №1. – С. 45-52.
35. Дидух, Н.А. Обоснование соотношения коровьего и козьего молока для производства кефира детского питания / Н.А. Дидух, С.В. Романченко // Наукові праці. – 2010. – № 38(2). –С. 244-250.

36. Дроворуб, А.А. Влияние различного уровня и типа кормления на продуктивность коз зааненской породы / А.А. Дроворуб // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2006. – №2. – С. 27-28.
37. Дымар, О.В. К вопросу о фракционном составе козьего молока / О.В. Дымар, Т.М. Смоляк, Т.В. Ефимова // Молочная промышленность. – 2015. – №12. – С. 65- 66.
38. Емельянов, С.Л. Результаты практической апробации по бактериальной санации молока-сырья на базе ЗАО «Сахаро-сыродельный комбинат «Ленинградский» Краснодарского края» / С.А. Емельянов, А.Г. Храмцов, И.А. Евдокимов и др. // НОУ «Образовательный научно-технический центр молочной промышленности». – 2008. – С 177-180.
39. Ермаков, В. В. Сравнительная характеристика факторов естественной резистентности и некоторых физиолого-биохимических показателей крови и молока зааненских и короткогубошерстных коз: автореф. дис. ...канд. биол. наук: 03.00.13 / Ермаков Владимир Викторович. – Самара, 2002. – 16 с.
40. Желтова, О.А. Состояние и перспективы молочного козоводства в России и мире / О.А. Желтова // Международная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 145-летию РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева: Сборник статей. В 2-х т. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2010. – С. 433 – 437.
41. Забелина, М.В. Козоводство – перспективная отрасль животноводства / М.В. Забелина, М.В. Белова, Е.Ю. Рейзбих // Овцы. Козы. Шерстяное дело. – 2009. – №3. – С. 25–29.
42. Закирова, Г.М. Белковый состав и технологические свойства молока у помесных коров холмогорская х голштинская разного генотипа // автореф. дис. ... канд. биол. наук: 02.06.02 / Закирова Галима Мухтаровна. – Казань, 2002. – 20 с.

43. Зеленовский, К.Н. Ветеринарно-санитарная экспертиза молока коз зааненской породы / К.Н. Зеленовский // Иппология и ветеринария. – 2011. – №2. – С. 126-128.
44. Иолчиев, Б.С. Использование полиморфных систем белков молока в селекции / Б.С. Иолчиев, М. Еремина // Молочное и мясное скотоводство. – 1996. – №2. – С.20-22.
45. Иолчиев, Б.С. Молочная продуктивность коз зааненской породы / Б.С. Иолчиев, Н.С. Марзанов, Е.А. Чалых // Овцы, козы, шерстяное дело. –2000. – №2. – С. 55-57.
46. Исламов, Р.Р. Белковый состав молозива у коров молочных пород и его влияние на рост новорожденных телят: автореф. дис. ... канд. биол наук: 06.02.01 / Исламов Руслан Рустамович. – Казань, 2007. – 23 с.
47. Касторных, М.С. Товароведение и экспертиза пищевых жиров, молока и молочных продуктов: Учебник/ М.С. Касторных, В.А. Кузьмина, Ю.С. Пучкова. – 3-е изд., доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2009. – 328 с.
48. Кожанов, Т.В. Как создать самую большую в стране козью ферму / Т.В. Кожанов // Молочная промышленность. – 2014. – №9. – С. 76-78.
49. Кожанов, Т.В. Козоводство в масштабах страны / Т.В. Кожанов – Молочная промышленность. – 2015. – №6. – С. 64.
50. Кожанов, Т.В. Проблемы инновационного развития козоводческих хозяйств России / Т.В. Кожанов // Инновационное развитие экономики. – 2013. – №6(17). – С. 101-105.
51. Кокорина, Н.В. Термоустойчивость молока в зависимости от периода лактации, времени доения коров и сезона года: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.02.04 / Кокорина Наталья Васильевна. – М., 1999. – 14с.
52. Кузьменко, Н.Б. Роль бета-казеина в питании детей первых лет жизни / Н.Б. Кузьменко, А.Н. Кузина // Лечащий врач. – 2016. – №1 – С. 3.

53. Лесь, Г.М. Продукты на основе козьего молока / Г.М. Лесь, И.В. Хованова, С.В. Симоненко // Молочная промышленность. – 2009. – №7. – С. 22-23.
54. Майоров, А.А. Расширение ассортимента сыров в алтайском крае / А.А. Майоров, Е.М. Щетинина // Ползуновский вестник. – 2013. – №4. – С. 55-59.
55. Марзанов, Н.С. Проблемы и перспективы козоводства / Н.С. Марзанов, С.Г. Канатбаев, Л.К. Марзанова, Е.А. Чмирков, Г.П. Дерюгин // Сельскохозяйственная биология. – 2005. – №2. – С.32-38.
56. Маринченко, Т.Е. Зарубежное промышленное козоводство. Инновации в воспроизводстве / Т. Е. Маринченко // Животноводство России. – 2014. – С. 11.
57. Мастерских, Д.Г. Свойства молока коз зааненской породы разного возраста / Д.Г. Мастерских, А.С.Шувариков // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2004. – №3. – С. 39-40.
58. Машуров, А.М. Генетические маркеры в селекции животных / А.М. Машуров. – М.: Наука. 1980. – 315 с.
59. Мирнов, Н.А. Козоводство / Н.А. Мирнов. – М.: Коло, 1984. – 122-135с.
60. Москаленко, Л.П. Козоводство / Л. П. Москаленко, О.В. Филинская. – Санкт-Петербург, – М., – Краснодар: Лань, 2012. – 266 с.
61. Муна, М. Влияние разного уровня кормления на обмен веществ и продуктивность коз зааненской породы / М. Муна // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2007. – №3. – С. 33-37.
62. Муна, М. Обмен веществ и продуктивность коз зааненской породы при разном уровне кормления: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / Муханнад Муна. – Москва, 2008. – 89с.

63. Новопашина, С.И. О развитии молочного козоводства в Ставропольском крае / С.И. Новопашина, М.Ю. Санников // Животноводство продовольственная безопасность страны: Материалы международной научно-практической конференции. – Ставрополь. – 2006. – Ч.1. – С. 77-80.
64. Новопашина, С.И. Перспективы развития и научного обеспечения молочного и мясного козоводства в России / С.И. Новопашина, М.Ю. Санников // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2013. – № 2. – С. 61–65.
65. Новопашина, С.И. Перспективы развития мясного козоводства в России / С.И. Новопашина, М.Ю. Санников, И.В. Кондрашина // Сборник научных трудов СНИИЖК. – Ставрополь. – 2012. – Т.3. – №1. – С. 136-139.
66. Новопашина, С.И. Содержание соматических клеток в молоке зааненских коз в зависимости от возраста и сезонов года / С.И. Новопашина, М.Ю. Санников, Е.И. Кизилев // Сборник научных трудов Ставропольского института животноводства и кормопроизводства. – 2013. – №6(3). – С 65.
67. Новопашина, С.И. Эффективность молочного козоводства в разных регионах РФ / С.И. Новопашина, М.Ю. Санников // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2011. – № 1. – С. 62.
68. Новоселова, М.В. Обзор известных способов получения рекомбинантного лактоферрина человека с использованием эукариотических и бактериальных клеточных систем / М.В. Новоселова, А.И. Линник, Л.С. Дышлюк, Л.В. Мацкова // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2014. – №2. – С. 30.
69. НТП АПК 1.10.03.002-02 «Нормы технологического проектирования козоводческих объектов» Министерство сельского хозяйства РФ. – Москва, 2002. – 19 с.

70. Нуржанов, Б.С. Пуховая и мясная продуктивность козовалухов оренбургской породы в зависимости от уровня протеинового питания: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.02.04 / Нуржанов Баер Серекпаевич. – Оренбург, 2007. – 24 с.
71. Остраумова, Т.Л. Козье молоко – натуральная формула здоровья / Т.Л. Остраумова // Молочная промышленность. – 2005. – №8. – С. 69-70.
72. Плященко, С.И. Основы животноводства / Под общей редакцией проф. Плященко С.И. – М.: Дизайн ПРО, 1997. – 512 с.
73. Преображенская, Т.С. Козоводство перспективная отрасль // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2002. – № 4. – С. 36-37.
74. Протасова, Д. Г. Качество молока зааненских коз / Д. Г. Протасова // Зоотехния. -2003. - № 12. - С. 27-28.
75. Протасова, Д.Г. Свойства козьего молока / Д.Г. Протасова // Молочная промышленность. –2001. – №8. – С.25-26.
76. Ревякин, Е.Л. Рекомендации по развитию козоводства: монография / Е.Л. Ревякин, Л.Т. Мехрадзе, С.И. Новопашина. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 120 с
77. Рыжкова, Т.Н. Выбор технологической схемы переработки молока в зависимости от его состава / Т.Н. Рыжкова, Ф.В. Перцева // Научные труды SWORLD. – 2013. – №3. – С.100-107.
78. Рыжкова, Т.Н. Результаты исследований состава козьего молока и его микробиологических показателей, использованных при разработке гост украины / Т.Н. Рыжкова // Научные труды SWORLD. – 2013. – С. 23.
79. Сайфутдинов, К.Ф. Наследственная изменчивость относительного содержания молочных белков и ее влияние на технологические свойства молока коров: автореф. дис. ...канд. биол. наук: 06.02.01 / Сайфутдинов Камил Флюсович. – Казань, 1998. – 21с.

80. Симоненко, С.В. Методы идентификации козьего молока / С.В. Симоненко, В.П. Курченко, Е.М. Червяковский, Н.В. Гавриленко // Молочная промышленность. – 2010. – №2. – С. 51.
81. Симоненко, С.В. Научные аспекты переработки козьего молока и получения продуктов общего и специального назначения: дис. ...д-ра техн. наук: 05.18.04 / Симоненко Сергей Владимирович. – М., 2010. – 297 с.
82. Симоненко, С.В. Разработка продуктов детского питания на основе козьего молока / С.В. Симоненко, С.Е. Димитриева // – Молочная промышленность. – 2015. – №6. – С. 67-68.
83. Суюнчев, О.А. Новые технологии сыров из козьего молока / О.А. Суюнчев, Т.В. Вобликова, М.Ю. Санников, С.И. Новопашина // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2007. – №2-2. С. 73-75.
84. Суюнчев, О.А. Особенности технологии сыров из козьего молока / О.А. Суюнчев, П.Г. Вобликова // Переработка молока. – 2007. – №11(97). – С. 44-46.
85. Суюнчев, О.А. Сыры из козьего молока / О.А. Суюнчев, Т.В. Вобликова // Сыроделие и маслоделие. – 2007. – №5. – С. 24-25.
86. Твердохлеб, Г.В. Химия и физика молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, Р.И. Раманаускас. – М.: ДеЛипринт, 2006. – 360 с.
87. Тепел, А. Химия и физика молока / А. Тепель. – М.: Пищевая промышленность, 1979. - С.159-206.
88. Тощев, В.К. Методы создания молочного стада зааненских коз племенного репродуктора ООО СХП «Лукоз» Республики Марий Эл / В.К. Тощев, Г.Н. Мустафина // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2013. – №6-1 – С. 165-173.

89. Тощев, В.К. Основы козоводства: учебное пособие / В.К. Тощев. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т., 2002. – 216с.
90. Хаертдинов, Р.А. Белки молока / Р.А. Хаертдинов, М.П. Афанасьев, Р.Р. Хаертдинов. – Казань: Издательство «Идел-Пресс», 2009. – 202 с.
91. Хаертдинов, Р.А. Использование генофонда белков молока в селекции крупного рогатого скота: автореф. дис. ... доктора биол. наук: 06.02.01 / Хаертдинов Равиль Анварович. СПб.: Пушкин, 1992. – 43с.
92. Хаертдинов, Р.А. Селекция на повышение белковости и улучшение технологических свойств молока / Р.А. Хаертдинов, А.М. Гатауллин – Казань, 2000. – 132 с.
93. Хазипов, Н.Н. Развитие молочного козоводства в Республике Татарстан / Н.Н. Хазипов // Молочная промышленность. – 2015. – №6. – С. 65.
94. Храмцов, А.Г. Теоретическое обоснование необходимости бактериальной санации молока-сырья в условиях интеграции с Европейским Сообществом и вступления во Всемирную торговую организацию / А.Г. Храмцов, С.А. Емельянов, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева и др. // Вестник СевКавГТУ. Серия «Продовольствие». – 2005. – №2. – С. 38-42.
95. Чикалев, А.И. Козоводство: учебник / А.И. Чикалев, Ю.А. Юлдашбаев. – М.: Изд-во «ГЭОТАР-Медиа», 2012. – 250 с.
96. Шуварииков, А.С. Влияние производителей на физико-химические и технологические показатели молока коз зааненской породы / А.С. Шуварииков, Ю.Н. Бодрова, О.Н. Пастух // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2011. – №1. – С.5-9.
97. Шуварииков, А.С. Оценка молока разного происхождения как сырья для детского питания / А.С. Шуварииков, М.Н. Алешина, Ю.С. Осипов // Овцы. Козы. Шерстяное дело. – 2013. – № 1. – С. 38-39.

98. Шуваригов, А.С. Показатели и методы оценки козьего молока / А.С. Шуваригов // Молочная промышленность. – 2015 – №12. – С. 67.
99. Шуваригов, А.С. Эффективность использования коз разных пород при производстве молочных продуктов / А.С. Шуваригов, В.В. Брюнчугин, О.Н. Пастух // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2012. – №3. – С. 45-48.
100. Щетинина, Е.М. Исследование состава и свойств молока, полученного от разных пород коз / Е.М. Щетинина, З.Р. Ходырева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – №4(114). – С. 159.
101. Albenzio, M. Differences in protein fraction from goat and cow milk and their role on cytokine production in children with cow's milk protein allergy / M. Albenzio, A. Campanozzi, M. D'Apolito, A. Santillo, M. Pettoello Mantovani // Small Ruminant Research. – 2012. – №105. – P. 202-205.
102. Alferez, M.J.M. Digestive utilization of goat and cow milk fat in malabsorption syndrome / M.J.M. Alferez, M. Barrionuevo, A.I. Lopez, M.R. Sanz Sampelayo, F. Lisbona, J.C. Robles, M.S. Campos // J. Dairy Res. – 2001. – №68. P. 451–461.
103. Aly, E. Structure and Functions of Lactoferrin as ingredient in infant formulas / E. Aly, G. Ros, C. Frontela // J Food Res. – 2013. – №2(4). – P. 25-36.
104. Amills, M. Genetic Factors that Regulate Milk Protein and Lipid Composition in Goats. / M. Amills, J. Jordana, A. Zidi, J. M. Serradilla // Creative Commons Attribution License. – 2012. – №65. – P. 16-17.
105. Anema, S.G. Heat-induced, pH-dependent behaviour of protein in caprine milk / S.G. Anema, D.J. Stanley // Int. Dairy J. – 1998 – №8. P. 917-923.

106. Ballabio, C. Goat milk allergenicity as a function of  $\alpha$ s-1 casein genetic polymorphism / C. Ballabio et al. // *Journal of Dairy Science*. – 2011. – №94. – P. 998-1004.
107. Barbieri, M. Influence du locus de la caséine  $\alpha$ s1 sur les performances laitières et les paramètres génétiques des chèvres de race Alpine / M. Barbieri, E. Manfredi, J.M. Elsen, G. Ricordeau, J. Bouillon, F. Grosclaude, M. Mahé, B. Bibé // *Genet Sel E*. 1995. – Vol. 27. – P. 437-450.
108. Bevilacqua, C. Goats' milk of defective  $\alpha$ s1-casein genotype decreases intestinal and systemic sensitization to  $\beta$ -lactoglobulin in guinea pigs / C. Bevilacqua, P. Martin, C. Candalh, J. Fauquant et al. // *J. Dairy Res*. – 2001. – №68. – P. 217–227.
109. Bevilacqua, C. Interallelic recombination is likely responsible for the occurrence of a new  $\alpha$ s1-casein variant in the goat species. / C. Bevilacqua, P. Ferranti, G. Garro, C. Veltri et al. // *Eur J Biochem*. – 2002. – №269. P. 1293- 1303.
110. Borghese, A. Induzione degli estri e fertilita in caprette di razza Saanen ed Alpine / A. Borghese, S. Bartocci, G. Terzano // *Sper. Zootecn*. – 1987. – Vol. 20. – P. 25-36.
111. Bouhallaba, S. Biopeptides of milk: caseinophosphopeptides and mineral bioavailability / S. Bouhallaba, D. Bougléb // *Reprod. Nutr. Dev*. – 2004. – №44. – P. 493–498.
112. Boulanger, A. Polymorphisme des caséines  $\alpha$ S1 et  $\alpha$ S2 de la chèvre (*Capra hircus*) / A. Boulanger, F. Grosclaude, M.F. Mahé // *Genet Sel*. – 1984. – Vol. 16. – P.157-176.
113. Bowen, J. Saanen goats / J. Bowen // *V Dairy Goat J*. – 2007. – №4. – P. 23.
114. Caravaca, F. Effects of  $\alpha$ S1-casein (CSN1S1) and  $\kappa$ -casein (CSN3) genotypes on milk coagulation properties in Murciano-Granadina goats /

- F. Caravaca, J.L. Ares, J. Carrizosa, B. Urrutia et al. // *J Dairy Res.* – 2011 – №78. – P. 32-37.
115. Caroli, A. S. Focusing on the goat casein complex / A. Sci Caroli, F. Chiatti, S. Chessa, D. Rignanese, P. Bolla, G. Pagnacco // *J. Dairy.* – 2006. – №89. – P. 3178-3187.
116. Cartoni, G. Determination of cows' milk in goats' milk and cheese by capillary electrophoresis of the whey protein fractions / G. Cartoni, F. Coccioli, R. Jasionowska, M. Masci // *Journal of Chromatography A.* – 1999. – №846. – P. 135–141.
117. Cassar, G. A2 milk – Fact or Fiction? / G. Cassar // *Fleckviehworld.* – 2013/1014. – P. 10-11.
118. Ceballos, L. Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology / L. Ceballos, E. Morales, G. Torre Adarve, J. Diaz Castro, L. Martinez, S. Remedios // *Journal of Food Composition and Analysis.* – 2009. – №22. – P. 322-329.
119. Chianese, L. Occurrence of three novel  $\alpha$ s1 casein variants in goat milk / L. Chianese, P. Ferranti, G. Garro, R. Mauriello, F. Addeo. // *Proc. Int. Dairy Fed.* – 1997 – P. 259-267.
120. Chiatti, F. Effect of  $\kappa$ -casein polymorphism on milk composition in the Orobica goat / F. Chiatti, S. Chessa, P. Bolla, G. Cigalino, A. Caroli, G. Pagnacco // *J Dairy Sci.* – 2007. – №90. – P. 1962-1966.
121. Chiatti, F. Relationships between goat  $\kappa$ -casein (CSN3) polymorphism and milk composition, in: Proceedings of “The role of biotechnology” / F. Chiatti, A. Caroli, S. Chessa, P. Bolla, G. Pagnacco // *Journal of Food Composition and Analysis.* – 2005. – P. 163–164.
122. Chilliard, Y. A. Review of Nutritional and Physiological Factors Affecting Goat Milk Lipid Synthesis and Lipolysis / Y. Chilliard, A. Ferlay, J. Rouel // *Journal of Dairy Science.* – 2003. – №86. – P. 1751-1770.

123. Choi, J.K. Interactions of very long-chain saturated fatty acids with serum albumin / J.K. Choi, J. Ho, S. Curry, D.H. Qin, R. Bittman, J.A. Hamilton // *J. Lipid Res.* – 2002. – №43. – P. 1000-1010.
124. Clark, S. AlphaS1-casein, milk composition and coagulation properties of goat milk / S. Clark, J.W. Sherbon // *Small Ruminant Research.* – 2000. – №38. – P. 134-143
125. Clark, S. Genetic variants of alpha S1-CN in goat milk: Breed distribution and association with milk composition and coagulation properties of goat milk / S. Clark, J.W. Sherbon // *Small Rumin Res.* – 2000. – №38. – P. 123-134.
126. Coll, A. Structural features of the 5' flanking region of the caprine  $\kappa$ -casein gene / A. Coll, J.M. Folch, A. Sanchez // *J. Dairy Sci.* – 1995. – №78. – P. 973–977.
127. Cosenza, G. Molecular characterization of the goat CSN1S101 allele / G. Cosenza, R. Illario, A. Rando, P. Di Gregorio, P. Masina, L. Ramunno // *J. Dairy Res.* – 2003. – №70. – P. 237–240.
128. Cosenza, G. PCRRFLP detecting a silent allele at the goat CSN2 locus / G. Cosenza, A. Pauciullo, D. Gallo, D. Di Bernardino, L. Ramunno, A. SspI // *J. Dairy Res.* – 2005. – №72. P. 1–4.
129. Creamer, L.K. Secondary structure of bovine  $\beta$ -lactoglobulin B. / L.K. Creamer, D.A.D. Parry, G.N. Malcom // *Arch Biochem. Biophys.* – 1983. – №227. – P. 98-105.
130. Cunsolo, V. Detection and characterization by high-performance liquid chromatography and mass spectrometry of two truncated goat  $\alpha$ 2-caseins / V. Cunsolo, V. Muccilli, R. Saletti, D. Marletta, S. Foti // *Rapid Commun. Mass Spectrom.* – 2006. – №20. – P. 1061–1070.
131. Darling, R. A. Heat stability of milk / R. A. Darling // *J. Dairy Res.* – 1980. – Vol. 47, №7. – P. 199-210.

132. Desjeux, E.F. Nutritional value of goat milk. Reunion de Surgeres / E.F. Desjeux // *Le Lait*. – 1993 – V.73. – P. 365-580.
133. Elgersma, A. Modifying milk composition through forage / A. Elgersma, S. Tamminga, G. Ellen // *Animal Feed Science and Technology*. – 2006. – №131. – P. 207–225.
134. Enne, G. Gene frequencies of caprine  $\alpha$ 1-casein polymorphism in dairy goats, IDF seminar «Milk Protein Polymorphism II» / G. Enne, M. Feligini, G.F. Greppi, S. Iametti, S. Pagani // Palmerston North. – 1997. – P. 275–279.
135. Faulkner, A. The presence of cellular metabolites in milk / A. Faulkner // *Biochim et Biophys Acta*. – 1980. – №630. – P. 141–145.
136. Fox, P.F. Milk proteins: molecular, colloidal and functional properties / P.F. Fox, D.M. Mulvihill // *J. Dairy Res.* – 1982. – Vol. 84, № 4. – P. 627-646.
137. Fox, P.F. Reviews of the progress Dairy Science: the heat stability of milk / P.F. Fox, P.A. Morrissey // *J. Dairy Res.* – 1977. – Vol. 44, № 3. – P. 627 - 646.
138. Grandison, A. Causes of variation in milk composition and their effects on coagulation and cheese making / A. Grandison // *Dairy Ind. Int.* – 1986. – №51. – P. 21-24.
139. Greppi, G.F. Protein components of goat's milk / G.F. Greppi, P. Roncada, R. Fortin // *Dairy Goats Feeding and Nutrition*. 2008. – P. 71–94.
140. Grosclaude, F. Casein polymorphism in the goat, in: Milk Protein Polymorphism Seminar (II) / F. Grosclaude, P. Martin // *Proceedings IDF Int. Dairy Fed.* – 1997. – P. 241–253.
141. Grosclaude, F. Mendelian polymorphism underlying quantitative variations of goat  $\alpha$ S1-casein / F. Grosclaude, M.F. Mahé, G. Brignon, L. Di Stasio, R. Jeunet // *Genet. Sel. Evol.* – 1987. – №19. – P. 399-412.

142. Grosclaude, F. Structure, determinism genetique et polymorphism des 6 lactoproteines principaux des bovines, des capris et des ovens / F. Grosclaude // Journeys sure la Quality des Laits à la Production et Aptitude Foragers. – 1991. – P. 134-141
143. Grosclaude, F. The role of casein polymorphisms. An example of QTL: the  $\alpha$ 1-casein of the goat / F. Grosclaude, P. Martin // JSAG Conf. Inter. – 1992. – P. 23-31.
144. Grubber, J. Zeitgerechte / J. Grubber. – Ziegenhaltung: Linz, 2009. – 166 p.
145. Guss, S.B. Economics of Dairy Goat's / S.B. Guss, D.L. Ase. – Pennsylvania State: University Park, 1992. – 143 p.
146. Haenlain, G. Goat milk in human nutrition / G. Haenlain // Small Ruminant Research. – 2004. – №51. – P. 155-163.
147. Hammond, K. The FAO global program for the management of farm animal genetic resources / K. Hammond, H. Leith // Paper presented at: Biotechnology's Role in the genetic improvement of farm animals. – 1995. – P. 5.
148. Heinlein, G. Caccese R. Goat milk versus cow milk / G. Heinlein, R. Caccese // Dairy Goat J. – 2005. – V.81. – P.12-14.
149. Hervas, G. Effect of diet supplementation with sunflower oil on milk production, fatty acid profile and ruminal fermentation in lactating dairy ewes / G. Hervas, P. Luna, A.R. Mantecon, Castanares N // Journal of Dairy Research. – 2008. – №75. – P. 399–405.
150. Hoste, H. Comparison of nematode infections of the gastrointestinal tract in Angora and dairy goats in a rangeland environment: relations with the feeding behavior / H. Hoste, H. Leveque, P. Dorchies // Veter. Parasitol. – 2001. – Vol. 101, №2. – P. 127-135.
151. Jann, O.C. High polymorphism in the  $\kappa$ -casein (CSN3) gene from wild and domestic caprine species revealed by DNA sequencing / O.C.

- Jann, E.M. Prinzenberg, G. Luikart, A. Caroli, G. Erhardt // *J Dairy Res.* – 2004. – №71. – P. 188-195.
152. Jollès, P. Structural aspects of the milk clotting process. Comparative features with the blood clotting process / P. Jollès // *Mol Cell Biochem.* – 1975. – №7. – P. 73-85.
153. Kumar, S. Nutritional Features of Goat Milk-A Review / S. Kumar, B. Kumar, R. Kuma, S. Kuma // *Indian Journal of Dairy Science.* – 2012. – №65. – P. 54-57.
154. Lagonigro, R. Molecular characterisation of the goat s2-casein E allele / Lagonigro R, Pietrola E, D'Andrea M, Veltri C, Pilla F. // *Anim Genet.* – 2001. – №32. – P. 391-393.
155. Lai, C.Y. Physico-chemical and microbiological qualities of locally produced raw goat milk / C.Y. Lai, A.B. Fatimah, N.A. Mahyudin, N. Saari, M.Z. Zaman // *International Food Research Journal.* – 2016. – №23(2). – P. 739-750.
156. Lara-Villoslada, F. Goat milk is less immunogenic than cow milk in a murine model of atopy / F. Lara-Villoslada, M. Olivares, J. Jimenez, J. Boza, J. Xaus // *Journal of Pediatric Gastroenterology.* – 2004 – №39. – P. 354-360.
157. Le Parc, A. Characterization of goat milk lactoferrin N-glycans and comparison with the N-glycomes of human and bovine milk / A. Le Parc, D.C. Dallas, S. Duaut, J. Leonil, P. Martin, D. Barile // *Electrophoresis.* – 2014. – №35(11). – P. 1560–1570.
158. Ling, J. M. Perspectives on interactions between lactoferrin and bacteria / J.M. Ling, A.B. Schryvers // *Biochem. Cell Biol.* – 2006. – №84. – P. 275-281.
159. Lopez Aliaga, I. A review of the nutritional and health aspects of goat milk in cases of intestinal resection / I. Lopez Aliaga, J. Diaz Castro,

- M.J.M. Alferez, M. Barrionuevo, M.S. Campos // Dairy Science and Technology. – 2010. – №90. – P. 611-622.
160. Madureira, A.R. Bovine whey proteins-Overview on the main biological properties / A.R. Madureira, C.I. Pereira, A.M.P. Gomes, M.E. Pintado, F.X. Malcata // Food Res Int. – 2007. – №40. – P. 1197-1211.
161. Marletta, D. Casein polymorphism in goat's milk / D. Marletta, A. Criscione, S. Bordonaro, A.M. Guastella, G. D'Urso // Lait. – 2007. – Vol.87. – P. 491–504
162. Marletta, D. Genetic polymorphism of the calcium sensitive casein in Sicilian Girgentana and Argentata dell'Etna goat breeds / D. Marletta, S. Bordonaro, A.M. Guastella, A. Criscione, G. D'Urso // Small Ruminant Res. – 2005 – №57. – P. 133-139.
163. Martin, P. The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks / P. Martin, M. Szymanowska, L. Zwierzchowski, C. Leroux // Reprod Nutr Dev. – 2002. – №42. – P. 433-459.
164. Mavrogenis, A.P. The Damascus (Shami) goat of Cyprus / A.P. Mavrogenis et al. //Animal genetic resources information. – 2006. – №38. – P. 57-65.
165. Moioli, B. Candidate genes affecting sheep and goat milk quality / B. Moioli, M. D'Andrea, F. Pilla //Small Rumin Res. – 2007. – №68. – P. 179-192.
166. Montilla, A. Goat's milk stability during heat treatment. Effect of pH and phosphates / A. Montilla, M.M. Calvo // J. Agric. Food Chem. – 1997 – №45. – P. 931-934.
167. Morand-Fehr, P. Adaption des aménagements et des équipements de chevrerie aux contraintes dues au comportement alimentaire de la chèvre laitière / P. Morand-Fehr, G. Toussaint // Agr. Engineering. – 1989. – Vol. 2. – P. 959- 965.

168. Moreno, F.J. Heterogeneity of caprine  $\kappa$ -casein macropeptide / F.J. Moreno, I. Recio, A. Olano, R. López Fandiño // *J. Dairy Res.* – 2001. – 68. – P.197–208.
169. Morgan, J.F. Combined effect of whey protein and  $\alpha$ S1-casein genotype on the heat stability of goat milk / J.F. Morgan, S. Micault, J. Fauquant // *Int. J. Dairy Technol.* – 2001. – №54. – P. 64-68.
170. Morgan, J.F. Study on the compositional factors involved in the variable sensitivity of caprine milk to high-temperature processing / J.F. Morgan, S. Micault, V. Bonnin, A. Jaubert // *International Dairy Journal.* – 2000. – №10. – P. 113-117.
171. Neveu, C. Is the apocrine milk secretion process observed in the goat species rooted in the perturbation of the intracellular transport mechanism induced by defective alleles at the alpha(s1)–Cn locus *Reprod Nutr Devel* / C. Neveu, A. Riaublanc et al. // *International Dairy Journal.* – 2002. – №42. – P. 163–72.
172. Newstead, D.F. Effects of whey protein concentrations and heat treatment on the heat stability of concentrated and unconcentrated milk / D.F. Newstead, W.B. Sanderson, E.F. Conaghan // *NZJ Dairy Sci. Technol.* – 1977. – №12. – P. 29 – 36.
173. Omoarukhe, E. D. Effects of different calcium salts on properties of milk related to heat stability / E. D. Omoarukhe, N. On-Nom, A.S. Grandsion, M.J. Lewis // *International Journal of Dairy Technology.* – 2010. – №63. – P. 504-511.
174. Park, Y.W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk / Y.W. Park, M. Juarez, M. Ramos, G. F. W. Haenlein // *Ruminant Research.* – 2007. – №68. – P. 65-67.
175. Pintado, M.E. Hydrolysis of ovine, caprine and bovine whey proteins by trypsin and pepsin / M.E. Pintado, F.X. Malcata // *Bioproc Engin.* – 2000. – №23. – P. 275–82.

176. Pirisi, A. Comparison of milk composition, cheesemaking properties and textural characteristics of the cheese from two groups of goats with a high or low rate  $\alpha$ S1-casein synthesis / A. Pirisi, O. Colin, F. Laurent, J. Scher, M. Parmentier // *Int Dairy J.* – 1994. – №4. – P. 329-345.
177. Prinzenberg, E.M. Caprine  $\kappa$ -casein (CSN3) polymorphism: new developments in molecular knowledge / E.M. Prinzenberg, K. Gutscher, S. Chessa, A. Caroli, G. Erhardt // *J Dairy Sci.* – 2005. – №88. – P. 1490-1498.
178. Quéré, J.L. Characterization of aroma compounds in the volatile fraction of soft goat cheese during ripening / J.L. Quéré, A. Pierre, A. Riaublanc, D. Demaizères // *Lait.* – 1998. – №78. – P. 279-290.
179. Ramunno, L. Characterization of two new alleles at the goat CSN1S2 locus / L. Ramunno, G. Cosenza, M. Pappalardo, E. Longobardi, et al. // *Anim Genet.* – 2001. – №32. – P. 264-268.
180. Rando, A. Two mutations might be responsible for the absence of  $\beta$ -casein in goat milk / A. Rando, M. Pappalardo, M. Capuano, P. Di Gregorio, L. Ramunno // *Anim. Genet.* – 1996. – №27. – P. 31.
181. Raynal-Ljutovac, K. Composition of goat and sheep milk products: An update / K. Raynal-Ljutovac, G. Lagriffoul, P. Paccard, I. Guillet, Y. Chilliard // *Small Ruminant Research.* – 2008. – №79. – P. 57-72.
182. Raynal-Ljutovac, K. Goat milk and heat treatments / K. Raynal-Ljutovac, T. Massouras, M. Barbosa // *South African Journal of Animal Science.* – 2004. – №34. – P. 173-175.
183. Remeuf, F. Influence du polymorphisme génétique de la caseine  $\alpha$ -s1 caprine sur les caractéristiques physico-chimiques et technologiques du lait / F. Remeuf // *Lait.* – 1993. – Vol. 73. – P. 549–557.
184. Remeuf, F. Relationship between physicochemical traits of milk and renneting property. In: *Qualité des Laites à la Production et Aptitude Fromagère* / F. Remeuf, C. Hurtaud // *INRAENSAR.* – 1991. – P. 1-7.

185. Roberts, B.T. Cloning of the goat  $\beta$ -casein coding gene and expression in transgenic mice / B.T. Roberts, P. Di Tullio, J. Vitale, K. Hehir, K. Gordon // *Gene*. – 1992. – №121. – P. 255–262.
186. Robinson, F. Goats milk – a suitable hypoallergenic alternative? / F. Robinson // *British Food Journal*. – 2001. – №108. – P. 192-208.
187. Rose D. Protein stability problems // *J. Dairy Sci.*- 1965,- V.48(1).-P.- 139-146.
188. Rose, D. Heat stability of bovine milk: a review / D. Rose // *J. Dairy Sci. Abstr.* – 1963. – Vol. 25, №2. – P. 45-52.
189. Russel, D. Metabolic activities and probiotic potential of Bifidobacteria / D. Russel, R. Ross, G. Fitzgerald, C. Stanton // *International Journal of Food Microbiology*. – 2011. – №149. – P. 88-105.
190. Saini, A.L. Goat milk: An attractive alternate / A.L. Saini, R.S. Gill // *Indian Dairyman*. – 1991. – №42. – P.562-564.
191. Sanz Sampelayo, M.R. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk / M.R. Sanz Sampelayo, Y. Chilliard, P. Schmidely, J. Boza // *Small Ruminant Research*. –2007. –№68. – P.42–63.
192. Selvaggi, M. Major proteins in goat milk: an updated overview on genetic variability / M. Selvaggi, V. Laudadio, C. Dario, V. Tufarelli // *Mol Biol Rep*. – 2014. – Vol. 41(2). – P. 1035–48.
193. Silanikove, S. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects / S. Silanikove, G. Leitner, U. Merin, C. Prosser // *Small Ruminant Research*. – 2010. – №89. – P. 110-124.
194. Singh, H. Heat stability of milk / H. Singh // *Int. J. Dairy Technol.* – 2004. – №57. – P. 111-119.
195. Smiddy, M.A. Stability of casein micelles cross-linked by transglutaminase / M.A. Smiddy, J.E. Martin, A.L. Kelly, C.G. De Kruif, T. Huppertz // *J Dairy Sci.* – 2006. – №89. – P. 1906-1914.

196. Spurz, J. Effects of additional feedstuffs on milk quality and health status in organic goats / Spurz J. et al. // *Veterinarija ir zootechnika*. – 2006. – Vol. 35. № 57. – P. 89-94.
197. Sreedhara, A. Structural characteristic, pH and thermal stabilities of apo and holo forms of caprine and bovine lactoferrins / A. Sreedhara, R. Flengsrud, T. Langsrud, P. Kaul, V. Prakash, G. E. Vegarud // *Biometals*. – 2010. – №23. – P. 1159-1170.
198. Stephen, M. Survey and characterization of Attappady black goats of Kerala, India / M. Stephen et al. // *Animal genetic resources information*. – 2006. – P. 43-52.
199. Talach, A. Determination of relation between  $\alpha$ S1 casein concentration and coagulation properties of goat milk / Anna Talach // *Master Thesis Animal Science*. – 2001. – P. 42-46.
200. Thiruvankadan, A.K. Characterisation of Salem Black goats in their home tract / A.K. Thiruvankadan, K. Karunanithi // *Animal genetic resources information*. – 2006. – № 38. – P. 67-75.
201. Vassal, L. Influence des variants AA, EE et FF de la caséine  $\alpha$ s1 sur le rendement fromager et les caractéristiques sensorielles des fromages traditionnels : premières observations / L. Vassal, A. Delacroix-Buchet, J. Bouillon // *Le Lait*. – 1994. – №74. – P. 89-103
202. Veltri, C. Molecular characterisation of the goat  $\alpha$ s2-casein E allele and its detection in goat breeds of Italy / C. Veltri, R. Lagonigro, E. Pietrollà, M. D'Andrea, F. Pilla, L. Chianese // *7th International Conference on Goats*. – 2000 – P. 727.
203. Viverge, D. Chemical characterization of sialyl oligosaccharides isolated from goat (*Capra hircus*) milk / D. Viverge, L. Grimmonpre, M. Solere // *Biochimica et Biophysica Acta*. – 2007. – №1336. –P. 157– 164.
204. Volkmann, A. Fatty acid composition of goat milk produced under different feeding regimens and the impact on Goat Cheese / A. Volkmann,

- G. Rahmann, W Knaus, // Proceedings ISOFAR Scientific Conference. – 2014. – №8. – P. 90-96.
205. Wang, C. Comparative study on the heat stability of goat milk and cow milk / C. Wang, Y. Zhu, J. Wang // Indian J. Anim. Res. – 2016. – №50(4). – P. 610-613.
206. Wooding, F.B.P. Theories of milk secretion: evidence from electron microscopic examination of milk / F.B.P. Wooding, M. Peaker, et al. // Nature. – 1970. – №226. – P. 762–764.
207. Yahyaoui, M.H. Characterization and genotyping of the caprine  $\kappa$ -casein variants / M.H. Yahyaoui, A. Angiolillo, F. Pilla, A. Sánchez, J.M. Folch. // J Dairy Sci. – 2003. – №86. – P. 2715-2720.