

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

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени кандидата  
биологических наук

Казань – 2017

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана»

**Научный руководитель**                    **Хаертдинов Равиль Анварович** - доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель наук Российской Федерации и Республики Татарстан

**Официальные оппоненты**                **Долматова Ирина Юрьевна** - доктор биологических наук, профессор кафедры пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет

**Юльметьева Юлиана Рустэмовна** - кандидат биологических наук, заведующая лабораторией молекулярно-генетических и биохимических исследований ФГБНУ «Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

**Ведущая организация**                    ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»

Защита диссертации состоится «28» декабря 2017 года в «10<sup>00</sup>» часов на заседании диссертационного совета Д 220.034.02 при ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» (420029, г. Казань, Сибирский тракт, 35)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» и на сайте [www.ksavm.senet.ru](http://www.ksavm.senet.ru)

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 года и размещен на сайтах <http://vak2.ed.gov.ru> и <http://www.ksavm.senet.ru>

Ученый секретарь

диссертационного совета

Р.Я. Гильмутдинов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** 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). 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.

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 темы.** 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.

**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.

**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 сырья. Работа вносит новые знания в область разведения, селекции молочных коз и использования их продукции для переработки.

**Апробация работы.** 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)

**Публикация результатов исследований.** 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.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### 1 Материалы и методы исследований

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

Оценку экстерьера животных проводили по общепринятой методике путем измерения статей тела. Развитие статей тела оценивали по 5 основным промерам: высоте в холке, косой длине туловища, обхвату, глубине и ширине груди. Молоко исследовали у двух групп коз, находящихся в возрасте 1-2 (молодые) и 3-4 (взрослые) лактации. В молоке определяли абсолютное и относительное содержание белка и его 16 фракций, из них 9 фракций казеина: F,  $\alpha_s'$ ,  $\alpha_{s0}$ ,  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\beta$ ,  $\kappa$ ,  $\gamma$ , s; 7 фракций белка молочной сыворотки: F, альбумина сыворотки крови (Al),  $\alpha$  - лактальбумина ( $\alpha$ -La),  $\beta$  - лактоглобулина ( $\beta$ -Lg), лактоферрина (Lf), протеозо-пептонной фракции (Pr) и иммуноглобулина (Ig). Качественный и количественный анализ белков производили методом электрофореза в полиакриламидном геле с последующем денситометрированием полученных фореграмм. Для этого использовали прибор вертикального электрофореза белков VE-4M и микрофотометр ИФО-451.

Свертываемость молока определяли по стандартной методике с помощью сычужного фермента, имеющего активность 100000 ед., которую оценивали по двум показателям: состояние сычужного сгустка (плотное, рыхлое и дряблое) и времени свертывания (Н.В. Барабанщиков, 1990). Термоустойчивость молока определяли по тепловой (тигловой) пробе при температуре 130...135 °С. При этом свойство оценивали по продолжительности времени появления первых признаков коагуляции белков (Г.В. Твердохлеб, 1991).



Рисунок 1 – Схема основных направлений и результатов проведенных исследований

## 2 Результаты собственных исследований

### 2.1 Зоотехническая характеристика коз зааненской породы

На территорию Республики Татарстан козы зааненской породы были завезены в 2010 году для дальнейшего развития козоводства и создания племенной базы по их разведению.

Зааненские козы имели нежно-плотный тип конституции с хорошо выраженными молочными признаками экстерьера, вымя объемистое округлой формы, соски длинные, широко расставленные; грудь глубокая; спина широкая, прямая; зад широкий, слегка свислый; брюхо объемистое; туловище длинное, слегка бочкообразной формы.

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 – 34,2 и 35 см; ширина груди – 18,1 и 18 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 косо́й 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 свидетельствует о нормальном развитии телосложения животных.

Козы продуцировали молоко высокого качества. 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 – 4,3-4,4%. Содержание сухого вещества составило 12,2...12,7%.

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.

## **2.2 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.

Исследования показали, что телосложение коз оказывает существенное влияние на основные качественные показатели молока, как содержание жира и белка. При этом желательным являются высокий и средний рост коз (74- 80 см), длинное туловище (81-83 см), объемистая (84-93 см), глубокая (33- 37 см) и широкая грудь (17-21 см). Исходя из результатов проведенных исследований, представленные оптимальные значения промеров этих статей, способствуют получению молочной продукции лучшего качества с содержанием жира 4,46%, белка 3,45% ( $P < 0,05 \dots 0,01$ ).

## **2.3 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.

При исследовании белков в молоке коз методом электрофореза 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 1). Тем не менее, при визуальной оценке фореграммы выявлены определенные различия, которые заключаются в следующем. При одинаковой системе разделения белков козьего молока не удалось добиться

Таблица 1 – Содержание белков в молоке коз и коров

Белки	Содержание белков в молоке			
	коз, n=80		коров, n=123	
	г/100 мл	%	г/100 мл	%
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

четкого концентрирования казеиновых фракций как в коровьем молоке, 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. 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 коз была несколько иной, нежели у коров; у них соотношение долей казеина и сывороточного белка составило соответственно 76,7:23,3 % и 77,6:22,4 %.

Низкое содержание казеина в молоке коз обусловлено в первую очередь резко пониженной концентрацией  $\alpha_{s1}$ -казеина, а также  $\alpha_s'$ -,  $\alpha_{s0}$ -,  $\kappa$ -,  $\gamma$ - и  $s$ -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, то есть 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 ( $P < 0,001$ ).

## 2.4 Технологические свойства козьего молока

В молочной промышленности из козьего молока вырабатывают аналогичные с коровьем молочные продукты как сыр, творог, стерилизованное питьевое молоко и сливки, поэтому изучение таких важных технологических свойств как свертываемость и термоустойчивость имеет особое значение. В этой связи изучали эти свойства козьего молока в сравнении с другими видами животных: коров и овец.

Результаты проведенных исследований показали, что 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% 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 коровьим. 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 у коз молока III типа со временем свертывания более 40 минут было меньше – 11,2 %, против 16,2% 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.

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 продуцировало высокотермоустойчивое молоко, которое выдерживало высокотемпературное нагревание более 30 мин. (таблица 5). Козье молоко, несмотря на большое сходство по химическому составу с коровьим молоком, обладало пониженной термостабильностью – 42,8 мин., и по этому показателю оказалось более близким с овечьим молоком – 42,3 мин. 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%.

## 2.5 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 результате деления коз по уровню содержания белка в  $\alpha_{s1}$ -казеиновой фракции по группам с высоким его содержанием – 0,393...0,465 и низким – 0,319...0,392 г/100 мл. выявлено устойчивое влияние повышенного уровня этого белка на повышение жирности – 4,18% и белковости – 3,32%, улучшение показателей термостабильности – 44,54 мин. и выхода желательного сычужного сгустка – 68,8% против 46,8% при низком содержании  $\alpha_{s1}$ -казеиновой фракции. Хотя время коагуляции молока с высоким содержанием данной фракции длилось дольше – 22,37 мин., но степень свертывания была лучше и в результате сычужного воздействия сгусток получился тверже, что более желательно.

Влияние уровня  $\beta$ -казеина на жирность и технологические свойства молока было противоположным тому, что наблюдалось по  $\alpha_{s1}$ -казеину, то есть при низком уровне  $\beta$ -казеина (0,901...1,102) козы продуцировали молоко с высоким содержанием жира 4,2% и лучшими технологическими свойствами: термостабильностью 44,42 мин. и выходом желательного сгустка 66,0% ( $P < 0,01 \dots 0,001$ ). Однако по белковости молока наблюдалось противоположная зависимость, то есть при высоком уровне  $\beta$ -казеина (1,103...1,337) содержание общего белка было выше (3,35%), чем при низком уровне – 3,09% ( $P < 0,01$ ).

Влияние уровня  $\alpha_{s2}$ -казеина в молоке коз было выражено слабо, чем предыдущих фракций. Так, у коз с низким уровнем (0,436...0,525) этого белка в молоке наблюдался несколько повышенный удой – 694,9 кг, увеличение белковости молока – 3,28% и некоторое улучшение сыропригодности молока с повышением выхода желательного плотного сычужного сгустка до 61,9%. Однако эти изменения в сравнении с козами, имеющими высокий уровень  $\alpha_{s2}$ -

казеина (0,526...0,610), оказались незначительными и составили по удою +9,8 кг, белку +0,08%, доле плотного сычужного сгустка +4,0%. Аналогичные различия получены по жиру, термостабильности и свертываемости молока, соответственно +0,14%; +0,86 мин; -0,67 мин.

## **2.6 Белковый состав и технологические свойств молока коз разных мужских линий**

Линейная принадлежность коз является важным наследственным фактором, влияющим на молочную продуктивность и состав молока животных.

Исследованная популяция коз с учетом их линейной принадлежности была охарактеризована по содержанию общего белка и его фракций в молоке. При этом выявлено, что повышенной белковостью молока – 3,317 г/100 мл отличаются козы линии Франца, а пониженной – 3,123, 3,179 г/100 мл – 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 Гостя ( $P < 0,001$ ). 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 Гостя.

При рассмотрении основных фракционных частей казеина и сывороточных белков, которые могли бы повлиять на технологические свойства, было установлено, что 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) представлена у животных линий Геерта и Лорда, соответственно. В молоке коз линии Гостя 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.

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.

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  $\beta$ -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%).

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.

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

При изучении белкового состава молока у коз был выявлен полиморфизм по двум белкам:  $\beta$ -казеин и  $\beta$ -лактоглобулин. 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 (таблица 2). 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 отклонение достоверным. Следовательно, по локусу  $\beta$ -Сп преобладающим аллелем является А, его частота составила 0,769; уступающим был аллель В с частотой 0,231.

$\beta$ —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.

Таблица 2 – Генетическая структура маточного стада коз по белкам молока

Локусы белков	Распределение	Частота генотипов						$\chi^2$	Частота аллелей	
		AA		BB		AB			А	В
		п	%	п	%	п	%			
$\beta$ -Сп	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 результате изучения содержания белков в молоке коз с разными генотипами было установлено, что генотипы по  $\beta$ -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/100 мл ( $P < 0,001$ ). 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/100 мл ( $P < 0,01 \dots 0,001$ ). 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 к-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.

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

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 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., не термостабильного 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.

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 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.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

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.

4. В результате изучения технологических свойств молока по разным показателям выявлено, что у козьего молока, несмотря на большее сходство по химическому составу, в т.ч. 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 вариабелен в меньшей степени, у них полиморфными оказались лишь два белка:  $\beta$ -казеин и  $\beta$ -лактоглобулин из пяти возможных белков; по локусам  $\alpha_{s1}$ -, к-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 ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Фатихов, А.Г. Видовые особенности белкового состава козьего молока / А.Г. Фатихов, Р.А. Хаертдинов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2016. – Т. 225(І). – С. 152-155.

2. Фатихов, А.Г. Технологические свойства козьего молока / А.Г. Фатихов, Р.А. Хаертдинов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2016. – Т. 226(ІІ). – С. 217-220.

3. Фатихов, А.Г. Значение бета-лактоглобулина в белковом составе козьего молока / А.Г. Фатихов, Р.А. Хаертдинов, Г.М. Закирова, И.Н. Камалдинов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2017. – Т. 229(І). – С. 58-61.

4. Фатихов, А.Г. Белковый состав и технологические свойства молока у зааненских коз в зависимости от их генотипа по бета-лактоглобулину / А.Г. Фатихов, Р.А. Хаертдинов, И.Н. Камалдинов // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – №1(25). – С.64-68.\*

5. Фатихов, А.Г. Особенности свертываемости и термоустойчивости козьего молока в сравнении с разными видами сельскохозяйственных животных / А.Г. Фатихов, Р.А. Хаертдинов, Г.М. Закирова, И.Н. Камалдинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета – 2017. – №1(43). – С. 46-49.\*

6. Фатихов, А.Г. Экстерьерные признаки и качество молока зааненских коз / А.Г. Фатихов // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – №2(26). – С.66-71.\*

7. Фатихов, А.Г. Влияние уровня содержания  $\alpha_{s1}$ - и  $\beta$ - казеинов в козьем молоке на его аллергенные, термостабильные и сыродельческие свойства / А.Г. Фатихов, Р.А. Хаертдинов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2017. – Т.230(II). – С. 163-167.\*

\* – издания, рекомендованные ВАК РФ.

