На правах рукописи

Мельденберг Дарья Николаевна

РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ БЕЛКОВОГО СОСТАВА МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

05.18.04 – технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МОСКВА – 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (ФГАНУ «ВНИМИ»)

Научный руководитель: кандидат технических наук
Юрова Елена Анатольевна

Официальные оппоненты: **Мельникова Елена Ивановна**
доктор технических наук,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий», кафедра технологии продуктов животного происхождения, профессор

Ионова Инна Исааковна
кандидат технических наук,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств», кафедра технологии и биотехнологии продуктов питания животного происхождения, доцент

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет»

Защита состоится « 8 » декабря 2020 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета Д 006.021.02 при ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН по адресу: 109316, г. Москва, ул. Талалихина, 26.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН www.vniimp.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник А.Н. Захаров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Важное место в исследованиях молочного сырья и молочной продукции принадлежит изучению белковой фракции. Содержание белка в молоке является, с одной стороны, основным показателем товарности, что привело к увеличению различных видов фальсификации составных частей белка, а с другой стороны – главным идентификационным критерием. При этом нормирование массовой доли белка, на минимальном уровне установленное в ТР ТС 033/2013 и государственных стандартах, явно недостаточно для полноценного исследования качества молочного сырья и молочных продуктов в условиях современного производства.

Отсутствие четко обоснованных критериев оценки молока сырого по белковому составу привело к необходимости более детального изучения молока сырого по целому комплексу показателей, включая идентификационные параметры состава белка, такие как определение небелкового азота, соотношения отдельных белковых фракций и содержания минеральных веществ.

Исследование основных физико-химических показателей качества и свойств молока сырого рассмотрено в трудах Барабанщикова Н.В., Брио Н.П., Горбатовой К.К., Зайковского Я.С., Инихова Г. С., Калантара Ав. А., Крусь Г.Н., Охрименко О.В., Рогова И.А., Твердохлеб Г.В., Тёпел А., Харитонова В.Д., Шидловской В. П., Шуварикова А.С., Юровой Е.А., Badings H. T., Brew K., Donovan A., Haenlein G.F.W., Hambling S.G., Jenness R., Juarez M., Park Y.W., Ramos M., Walstra P. и других.

В связи со сложным составом молока и влиянием на него различных факторов, существуют определенные сложности в проведении исследований по определению белкового состава. В настоящее время появилась необходимость в разработке современных, высокоэффективных методик измерений (МИ) белкового состава, а именно содержания сывороточных белков и небелкового азота в молоке сыром и молочных продуктах. Это позволит на стадии входного контроля не только прогнозировать качество вырабатываемой продукции, но и выявлять фальсификацию молочного сырья, как азотосодержащими компонентами, так и ингредиентами немолочного происхождения. Соответственно, анализ содержания сывороточных белков и небелкового азота является важной аналитической задачей, которая позволит установить требования и нормы для разного молочного сырья, а также внедрить разработанные МИ в обязательный контроль. От достоверности разработанных МИ и правильности их применения зависит качество молочной продукции, поступающей к потребителю, что является актуальным.

Целью настоящей диссертационной работы является разработка методов комплексной оценки белкового состава молока и молочных продуктов с учетом влияния технологических факторов переработки и продолжительности хранения.

Для достижения поставленной цели определены следующие **задачи**:

- определить основные показатели идентификации и оценки качества молочного сырья с учетом требований технических регламентов Таможенного союза (ТР ТС 021/2011, ТР ТС 033/2013), научной и патентной литературы;
- разработать методику измерений содержания сывороточных белков (СБ) с применением метода Кьельдаля в молоке сыром и молочных продуктах;
- модифицировать методику измерений содержания небелкового азота (НБА) с применением метода Кьельдаля в молоке сыром и молочных продуктах;
- провести комплексную оценку белкового состава и физико-химических показателей молока сырого различных сельскохозяйственных животных с применением разработанных МИ;
- изучить влияние температурной и баромембранной обработки, продолжительности хранения на изменение белкового состава в молоке сыром и молочных продуктах;
- провести апробацию разработанных МИ белкового состава молока сырого и молочных продуктов в условиях производственной лаборатории перерабатывающего предприятия.

Научная новизна

Установлены диапазоны измерения содержания СБ и НБА с целью идентификации белкового состава молочного сырья и молочной продукции.

Предложен алгоритм выявления фальсификации молочного сырья при внесении различных азотосодержащих компонентов и ингредиентов немолочного происхождения.

Получены новые данные по содержанию сывороточных и казеиновых белков, НБА и общего белка в козьем и овечьем молоке.

Установлена зависимость белкового и солевого состава молока сырого от баромембранной и температурной обработки, продолжительности хранения, которая позволила определить наиболее существенные аспекты влияния данных факторов на качество готового продукта.

Теоретическая и практическая значимость работы

Разработаны и стандартизованы МИ идентификации белкового состава молочного сырья и молочной продукции:

- ГОСТ «Молоко и молочные продукты. Определение массовой доли сывороточных белков методом Кьельдаля»;
- ГОСТ «Молоко и молочные продукты. Определение содержания небелкового азота с применением метода Кьельдаля».

Проведена апробация разработанных МИ содержания СБ и НБА в молоке сыром и молочных продуктах при производственном контроле на перерабатывающем предприятии ОАО «Брянский Молочный Комбинат».

Положения, выносимые на защиту

- разработанная МИ содержания СБ и модификация МИ содержания НБА в молоке сыром и молочных продуктах;
- установленные диапазоны измерения содержания СБ и НБА при внесении в продукт фальсифицирующих веществ;
- результаты исследований комплексной оценки белкового состава и физико-химических показателей коровьего, козьего и овечьего молока сырого с применением разработанных МИ;
- результаты оценки влияния температурной и баромембранной обработки, а также продолжительности хранения на изменение белкового и солевого состава молока сырого и молочных продуктов.

Степень достоверности и апробация работы

Достоверность полученных результатов подтверждается проведением исследований не менее чем в 3-5-кратной повторности, с применением современного оборудования и высокоэффективных методов анализа, с учетом методов статистической обработки данных. Доверительная вероятность исследований составила не менее 0,95.

Основные положения и результаты работы были обсуждены в рамках Международной конференции молодых ученых «Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции в условиях ВТО», г. Волгоград, 2013 г.; VIII Международной конференции молодых ученых и специалистов «Фундаментальные и прикладные исследования по безопасности и качеству пищевых продуктов», г. Видное, 2014 г.; конкурса-гранта среди молодых ученых «Эстафета поколений» на лучшую научно-исследовательскую работу, ФГБНУ «ВНИМИ», г. Москва, 2014 г.; IX Международной конференции молодых ученых и специалистов «Повышение качества, безопасности и конкурентоспособности продукции агропромышленного комплекса в современных условиях», г. Москва, 2015 г.; X Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Современные подходы к получению и переработке сельскохозяйственной продукции – гарантия продовольственной независимости России», г. Москва, 2016 г.; XI Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Пищевые системы: теория, методология, практика», г. Москва, 2017 г.; Международного форума «Биотехнология: состояние и перспективы развития», г. Москва, 2018 г.

Публикации. По результатам диссертационной работы опубликовано 23 печатных работы, 5 из которых в научных журналах списка ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, методической части, экспериментальной части, основных результатов и выводов, списка использованной литературы, содержащего 104 отечественных и 49 зарубежных источников. Работа изложена на 141 страницах, включает 38 таблиц, 42 рисунка и 3 приложения.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель и задачи исследований, необходимые для реализации поставленной цели, научная новизна, практическая значимость работы.

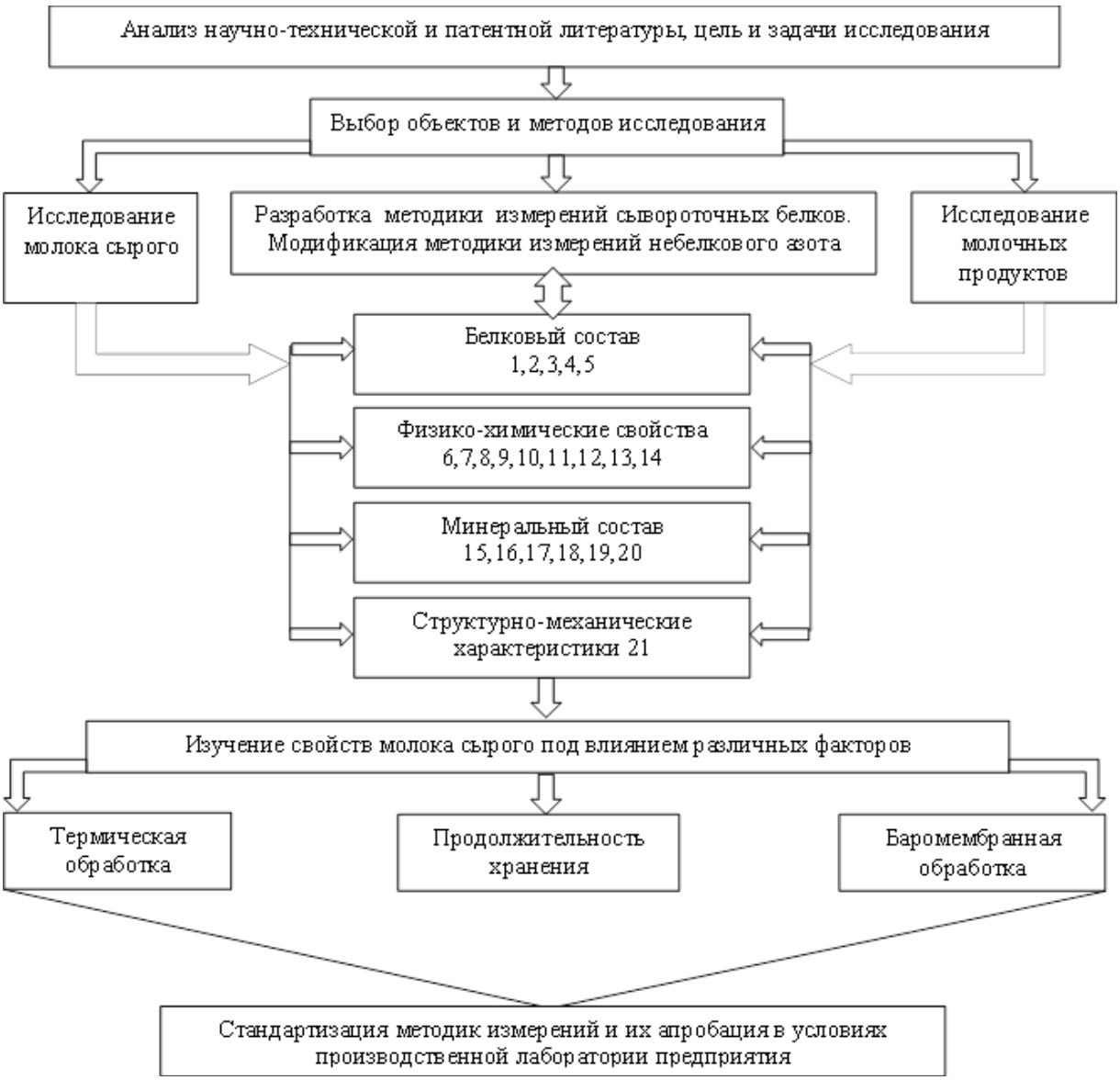
В первой главе приведен аналитический обзор научной, технической и патентной литературы, публикаций отечественных и зарубежных авторов по изучаемому направлению исследований. Определены особенности белкового состава молочного сырья, проведен обзор содержания минеральных веществ и структурно-механических характеристик молока сырого и молочных продуктов. Отдельное внимание уделено требованиям к молочному сырью. Рассмотрены существующие методы контроля молока сырого, включающие стандартизованные методы контроля, методические рекомендации, методы Международной молочной федерации (IDF) и Всемирной организации по стандартизации (ISO). Обоснована целесообразность применения метода Кьельдаля для разработки методик измерения белкового состава молока сырого и молочных продуктов.

Во второй главе приведено описание организации работы, объектов и методов исследования. Схема организации экспериментальных исследований представлена на рисунке 1.

Работа выполнена на базе ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» в лаборатории технохимического контроля и арбитражных методов анализа.

Объектами исследований являлись: молоко сырое (коровье, козье, овечье), концентрированное молоко и молочные продукты (сливки питьевые, молоко питьевое, кисломолочные продукты, сыворотка, сухое молоко, сухая сыворотка).

Пробы коровьего молока сырого для блока исследований отбирались на зоостанции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, козьего молока сырого от коз зааненской, чешской и альпийской пород – из личного подсобного хозяйства Завацкой И.А., Московская область, д. Бреховка. Овечье молоко сырое отбиралось от овец романовской породы из фермерского хозяйства "Заповедь", Московская область, Шатурский район, д. Коробовская. Количество отобранных и исследованных проб составило: для коровьего сырого молока более 650, для козьего сырого молока - 200, для овечьего сырого молока - 60.



Изучаемые показатели: 1- содержание общего азота,%; 2 – массовая доля общего белка,%; 3 – содержание сывороточных белков,%; 4 - содержание небелкового азота,%; 5 – содержание казеиновых белков,%; 6 - массовая доля жира, %; 7 - массовая доля лактозы, %; 8 - массовая доля влаги, %; 9 - титруемая кислотность, °Т; 10 - активная кислотность, ед. pH; 11 - температура замерзания, °С; 12 - содержание мочевины, мг%; 13 - плотность, кг/м^3;14 – соматические клетки, тыс/см^3 ;15 – содержание кальция, мг/100г; 16 – содержание фосфора, мг/100г; 17 – содержание фосфатов, г/дм^3; 18 - содержание цитратов, г/дм^3; 19 – содержание хлоридов, г/дм^3; 20 - содержание сульфатов, г/дм^3; 21 – эффективная вязкость, Па·с

Рисунок 1 – Схема проведения исследований

В ходе выполнения работы в качестве методов исследований применялись как общепринятые и стандартизованные методы контроля, так и модифицированные и разработанные в ходе исследований МИ.

Измерения физико-химических показателей осуществляли с использованием стандартизованных методов анализа, основными из которых были: отбор проб и подготовка их к испытанию – ГОСТ 13928-84; определение массовой доли белка – ГОСТ 23327-98, ГОСТ 34454-2018, ГОСТ 30648.2-99; определение содержания казеинового азота – СТБ ISO 17997-1-2012;

определение титруемой кислотности – ГОСТ Р 54669-2011; определение общего фосфора – ГОСТ 31980-2012; определение содержания фосфатов – ГОСТ 33500-2015; определение массовой доли истинного белка – ГОСТ Р 52054-2003 (Изменение № 2).

Определение кальция осуществляли комплексометрическим методом по Дуденкову А.Я., который основан на образовании устойчивого комплексона трилона Б с двухвалентным кальцием.

Определение эффективной вязкости осуществляли вискозиметрическим методом с применением ротационного вискозиметра DV-II+Pro (фирмы Brookfield, США) со стандартным набором шпинделей LV1 - LV4.

Определение содержания хлоридов, сульфатов, цитратов осуществляли методом капиллярного электрофореза на системе для капиллярного электрофореза фирмы «Beckman Coulter»(США).

Статистическую обработку и обобщение массива экспериментальных данных проводили при помощи прикладных сервисных программ Microsoft Office Excel 2010 и Statistica 7.0.

В третьей главе приведены результаты исследований по разработке МИ сывороточных белков и модификации МИ небелкового азота с применением метода Кьельдаля в молоке сыром и молочных продуктах.

Разработанная МИ содержания СБ обеспечивает определение показателя в диапазоне от 0,30 до 80,0 %.

В ходе ее разработки предложен алгоритм процедуры подготовки пробы, который включает в себя исследование на полноту осаждения белков казеиновой фракции в анализируемой пробе. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Установлено, что при увеличении объема вносимого осадителя отмечено повышение содержания СБ в пробе. Это обусловлено влиянием pH изоэлектрической точки (ИЭТ) казеина, который снижался и находился в диапазоне 3,9-4,2, что приводило к увеличению погрешности измерений СБ на 19%.

Определено, что достоверное значение содержания СБ возможно получать при осаждении казеина 10% уксусной кислотой в объеме 1 см^3, при котором pH ИЭТ составляет 4,6-4,7.

Таблица 1 - Влияние раствора осадителя на результат определения СБ в молоке сыром и молочных продуктах

Исследуемый образец	Тип раствора осадителя								
	уксусная кислота 10%			соляная кислота 1моль/дм^3			молочная кислота 15%		
	1 см^3	2 см^3	4 см^3	1 см^3	2 см^3	4 см^3	1 см^3	2 см^3	4 см^3
Молоко сырое, м.д. белка 3,39%	0,82 ±0,09	0,88 ±0,07	0,98 ±0,09	0,86 ±0,08	0,89 ±0,07	0,99 ±0,10	0,84 ±0,07	0,90 ±0,08	0,98 ±0,10

продолжение таблицы 1

СОМ, м.д. белка 34,59%	6,55 ±0,10	6,64 ±0,13	6,78 ±0,11	6,61 ±0,12	6,70 ±0,10	6,82± 0,13	6,65 ±0,11	6,72 ±0,13	6,80 ±0,11
Йогурт питьевой, м.д. белка 3,25%	0,58 ±0,10	0,60 ±0,11	0,69 ±0,12	0,62 ±0,12	0,65 ±0,11	0,71 ±0,10	0,63 ±0,11	0,65 ±0,10	0,70 ±0,12

В ходе разработки МИ использовали два контрольных образца сухого обезжиренного молока (СОМ) условно обозначенных как СОМ-1 и СОМ-2 с различной массовой долей белка, которые фальсифицировали сухой сывороткой (СС), крахмалом и лактозой с разными дозами внесения.

В дальнейшем, смешивая СОМ-2 и СС, приготовили сухую смесь (Смесь-1) в соотношении 1:1, в которую внесли лактозу и крахмал, получив при этом модели продуктов с различным содержанием белка. Результаты измерений представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты измерений белкового состава подготовленных образцов

Исследуемые образцы	Массовая доля общего белка, %	Содержание общего азота, %	Содержание сывороточных белков, %	Содержание небелкового азота, %
СОМ-1 (контроль)	35,11±0,22	5,503±0,010	6,55±0,10	0,247±0,003
Сухая сыворотка (СС)	13,68±0,15	2,179±0,009	10,41±0,09	0,186±0,004
СОМ-1+СС (1:1)	24,96±0,18	3,913±0,010	9,73±0,10	0,294±0,003
СОМ-1+СС (2:1)	27,13±0,20	4,252±0,010	9,22±0,10	0,283±0,005
СОМ-1+крахмал (6:1)	34,78±0,18	5,451±0,010	6,43±0,10	0,251±0,003
СС + крахмал (6:1)	13,19±0,16	2,101±0,009	10,01±0,09	0,192±0,004
СОМ-2 (контроль)	34,53±0,22	5,413±0,010	6,37±0,10	0,248±0,003
Смесь-1 (СОМ-2+СС) (1:1)	24,39±0,20	3,824±0,010	8,50±0,10	0,280±0,004
Смесь-1+лактоза (3:1)	18,05±0,18	2,829±0,010	5,69±0,10	0,205±0,004
Смесь-1+крахмал(3:1)	18,21±0,18	2,854±0,010	6,83±0,10	0,218±0,003

Установлено, что при фальсификации СОМ внесением СС опосредовано увеличивается содержание СБ. При этом, чем больше доза внесения СС, тем выше содержание СБ (рис.2).

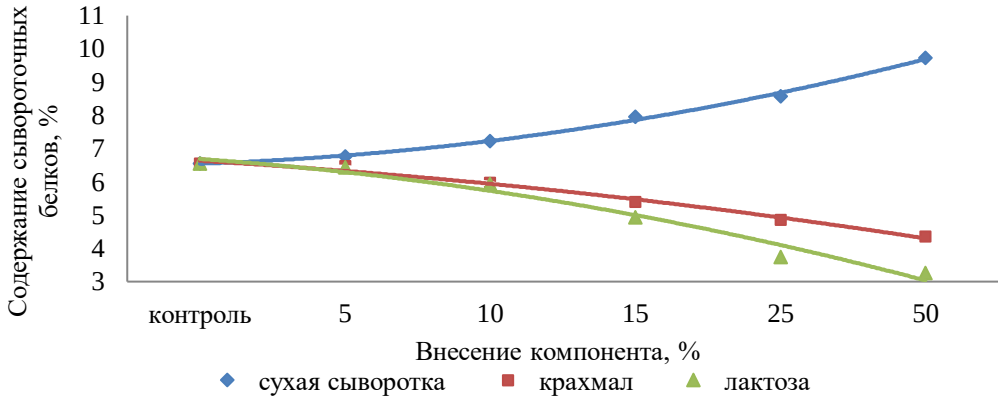


Рисунок 2 – Влияние дозы вносимого компонента в сухое молоко на содержание СБ

При фальсификации СОМ такими компонентами, как крахмал и лактоза, содержание СБ снижается, чем больше доза внесения крахмала или лактозы, тем ниже содержание СБ.

Статистическую значимость уравнений проверили с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты дисперсионного и корреляционного анализа

Влияющий фактор	Уравнение регрессии	Коэффициент детерминации, R^2	Коэффициент корреляции, R	Критерий Фишера, F
Внесение сухой сыворотки (5-50%)	y = 0,0637 x + 6,712	0,95	0,97	59,41
Внесение крахмала (5-50%)	y = -0,0439 x + 6,333	0,85	0,93	18,39
Внесение лактозы (5-50%)	y = -0,0698 x + 6,326	0,83	0,91	14,32

Исходя из полученных результатов исследований, установили, что при низких значениях СБ и общего белка (ОБ), а также повышенном содержании НБА в сухом молоке можно говорить о его фальсификации.

Метрологические характеристики метода определения массовой доли СБ при доверительной вероятности Р=0,95 приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Метрологические характеристики метода определения массовой доли сывороточных белков

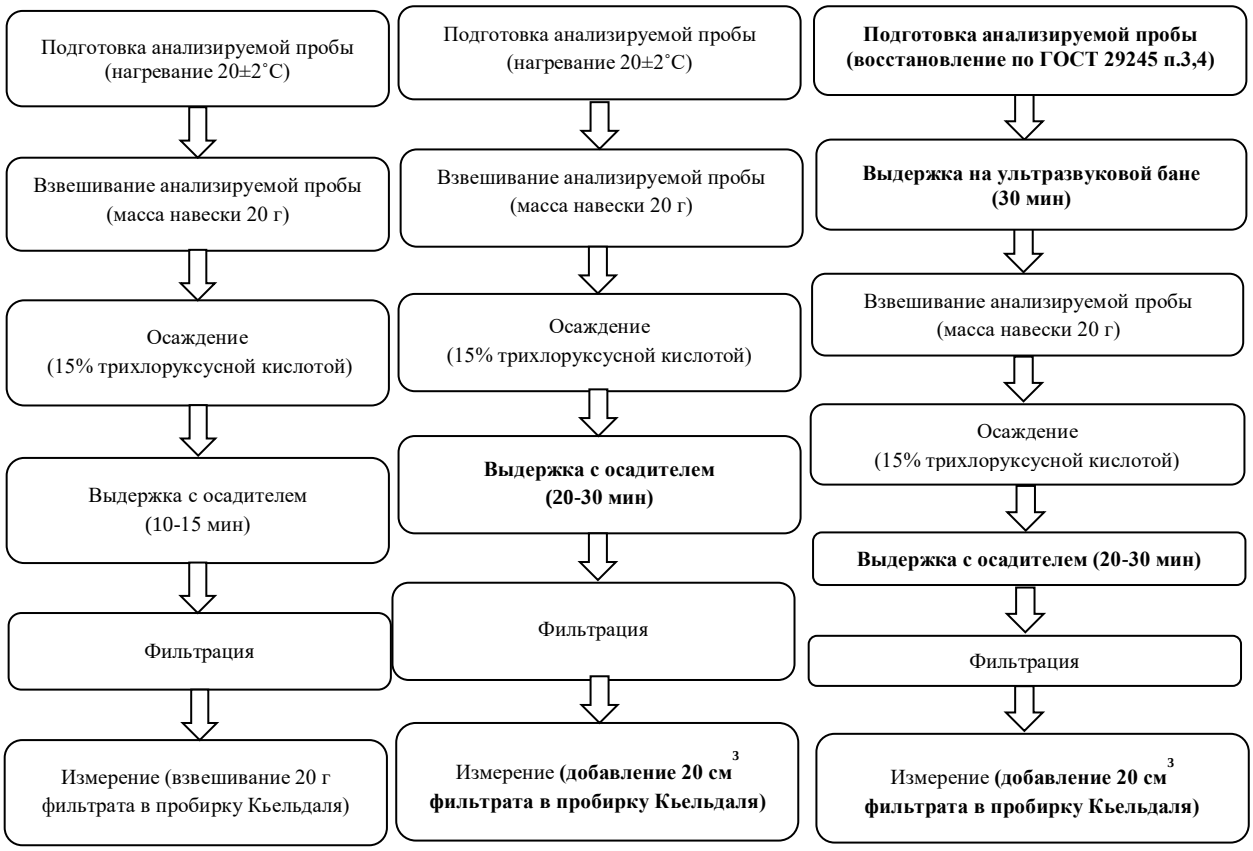
Наименование продукта	Диапазон измерений массовой доли сывороточных белков, %	Предел повторяемости r, %	Предел воспроизво-димости R, %	Границы, относительной погрешности ± δ, %
Молоко и молочные продукты	0,30 – 8,00	$0,15X_{ср}$	$0,25\ X'_{ср}$	18
Сухие молочные консервы	2,00 – 30,00	$0,10X_{ср}$	$0,20\ X'_{ср}$	14
Концентраты сывороточных белков	10,00 – 80,00	$0,05X_{ср}$	$0,10\ X'_{ср}$	8

$X_{ср}$ – среднеарифметическое значение результатов двух параллельных измерений, %;
$X'_{ср}$ – среднеарифметическое значение результатов двух измерений, выполненных в разных лабораториях, %.

Модифицированная МИ содержания НБА обеспечивает определение показателя в диапазоне от 0,005 до 5,000%.

Принципиальные отличия от ранее разработанной и стандартизованной методики измерений содержания НБА по ГОСТ Р 55246-2012 заключаются в расширении области её применения, а также в усовершенствованной процедуре пробоподготовки и уточнении применяемой формулы расчета НБА (рис.3).

Значения содержания НБА, измеренные по модифицированной МИ соответствуют регламентированным значениям, в отличие от значений, полученных по ГОСТ Р 55246-2012.



а) б) в)

Рисунок 3 – Алгоритм процедуры подготовки пробы для определения небелкового азота методом Кьельдаля: а) процедура подготовки пробы в соответствии с ГОСТ Р 55246-2012; б) модифицированная процедура подготовки пробы для молока сырого и молочных продуктов по проекту ГОСТ; в) модифицированная процедура подготовки пробы для молочных консервов по проекту ГОСТ

С целью расширения области применения, МИ апробирована в рамках определения содержания НБА в молочных продуктах (табл. 5). Согласно полученным результатам исследований содержание НБА в молочных продуктах возрастает по сравнению со значениями, полученными в молоке сыром, в диапазоне от 10 до 35%.

Таблица 5 - Белковый состав молочных продуктов

Наименование образца	Массовая доля общего белка, %	Содержание общего азота, %	Содержание сывороточных белков, %	Содержание небелкового азота, %	Содержание казеиновых белков
Кефир, м.д.ж. 3,2%	3,56±0,08	0,559±0,07	0,47±0,06	0,049±0,003	2,98±0,07
Биокефир, м.д.ж. 2,5%	3,19±0,07	0,501±0,07	0,39±0,05	0,076±0,003	2,70±0,05
Простокваша, м.д.ж. 3,2%	3,35±0,10	0,573±0,07	0,35±0,07	0,039±0,003	2,99±0,05
Йогурт, м.д.ж. 2,5%	3,26±0,07	0,512±0,08	0,43±0,08	0,045±0,004	2,73±0,06

продолжение таблицы 5

Йогуртный продукт, м.д.ж. 2,2%	3,64±0,09	0,570±0,08	0,92±0,07	0,107±0,004	2,68±0,05
Творожный продукт, м.д.ж. 5,0%	6,27±0,10	0,983±0,08	1,62±0,08	0,041±0,004	4,55±0,04
Творог весовой, м.д.ж. 9,0%	17,17±0,10	2,690±0,07	2,66±0,05	0,135±0,004	14,47±0,05
Сухое обезжиренное молоко, м.д.ж. 0,5%	34,36±0,22	5,385±0,11	6,85±0,09	0,279±0,005	27,41±0,06
Сухое цельное молоко, м.д.ж. 26,0%	23,58±0,19	3,696±0,12	5,32±0,10	0,323±0,006	18,17±0,07
Сухая молочная сыворотка, м.д.ж. 0,2%	10,02±0,15	1,596±0,10	7,97±0,09	0,227±0,004	1,98±0,05

В главе 4 представлены результаты исследований комплексной оценки молока сырого по составу белка и физико-химическим показателям.

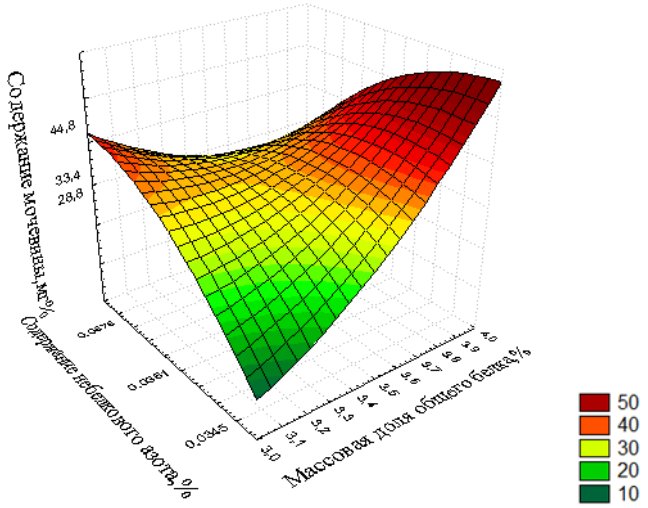
Отмечены существенные различия по белковому составу между коровьим, козьим и овечьим молоком (табл. 6).

Таблица 6 - Физико-химические показатели коровьего, козьего и овечьего молока сырого

Наименование показателя	Коровье молоко	Козье молоко	Овечье молоко
Массовая доля белка, %	3,35±0,09	3,66±0,11	5,71±0,12
Содержание общего азота, %	0,525±0,008	0,574±0,008	0,895±0,007
Содержание НБА,%	0,031±0,005	0,041±0,006	0,035±0,008
Содержание СБ, %	0,82±0,03	0,96±0,04	1,81±0,06
Содержание казеиновых белков,%	2,55±0,04	2,72±0,05	3,91±0,06
Содержание истинного белка,%	3,15±0,10	3,40±0,11	5,48±0,12
Массовая доля жира, %	3,5±0,05	3,8±0,05	5,4±0,05
Массовая доля влаги, %	87,84±0,60	86,87±0,80	84,15±1,20
Массовая доля СОМО, %	8,62±0,40	8,83±0,40	11,57±0,40
Массовая доля лактозы, %	4,97±0,35	4,60±0,30	4,84±0,25
Содержание мочевины, мг %	29,80±0,80	40,30±2,25	37,60±3,60
Кислотность, ˚Т	17,0±0,8	19,0±1,2	24,0±1,5
Активная кислотность (pH), ед.	6,69±0,02	6,49±0,03	6,65±0,04
Содержание соматических клеток в 1 $см^3$	$2,26·10^5$	$1,10·10^6$	$1,02·10^6$
Плотность, $кг/м^3$	1027,5±0,2	1030,0±0,2	1030,2±0,2
Температура замерзания, ˚С	- 0,518	-0,550	- 0,532
Эффективная вязкость, Па·с	$1,8·10^{-3}$	$1,9·10^{-3}$	$2,4·10^{-3}$

Из таблицы 6 следует, что значения массовой доли белка, содержание СБ и казеиновых белков (КБ) в овечьем молоке на 17%, 20% и 16% выше, чем у козьего и коровьего молока, соответственно. Содержание НБА выше в козьем молоке в среднем на 11%, чем в коровьем и овечьем молоке.

Установлено, что повышение содержания мочевины приводит к увеличению значений НБА и ОБ в молочном сырье, при этом снижается содержание истинного белка (ИБ) (рис.4).



Содержание мочевины, мг%= -3423,0333+351,7441*x+1,5491E5*y+24,3162*x*x-13936,4345*x*y-1,4594E6*y*y

Рисунок 4 – Изменение содержания мочевины в молоке сыром от содержания НБА и ОБ

Сравнительный анализ содержания минеральных веществ в молоке показал, что самая высокая концентрация кальция и фосфора у овечьего молока, в то время как в козьем и коровьем молоке концентрация кальция в 1,5 раза меньше, а фосфора - в 1,3 раза (табл. 7).

Таблица 7 - Содержание минеральных веществ в коровьем, козьем и овечьем молоке

Минеральный состав	Коровье молоко	Козье молоко	Овечье молоко
Кальций, мг/100г	120,28±0,10	133,86±0,11	203,70 ±0,13
Фосфор мг/100г	85,00±0,12	92,00±0,14	118,00±0,16
Фосфаты, г/дм^3	1,80±0,50	2,32±0,55	2,40 ±0,55
Хлориды, г/дм^3	1,48±0,20	2,27±0,30	1,59±0,33
Сульфаты, г/дм^3	1,97±0,40	1,97±0,20	1,95±0,22
Цитраты, г/дм^3	2,68±0,40	2,97±0,22	3,44±0,30

На рисунках 5 – 8 представлены средние значения результатов изменений белкового состава сырого молока разных сельскохозяйственных животных по сезонам года.

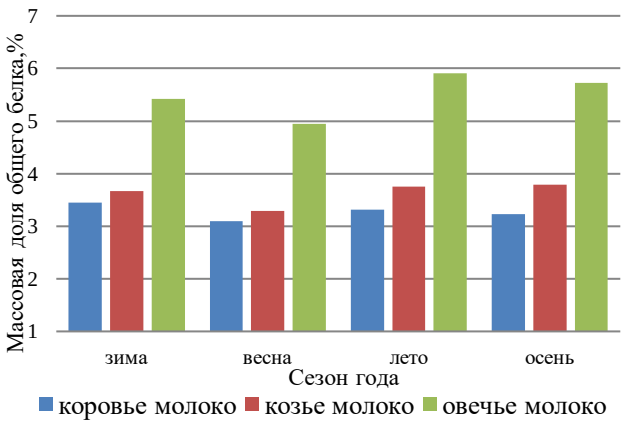


Рисунок 5 – Влияние сезона года на массовую долю ОБ молока сырого

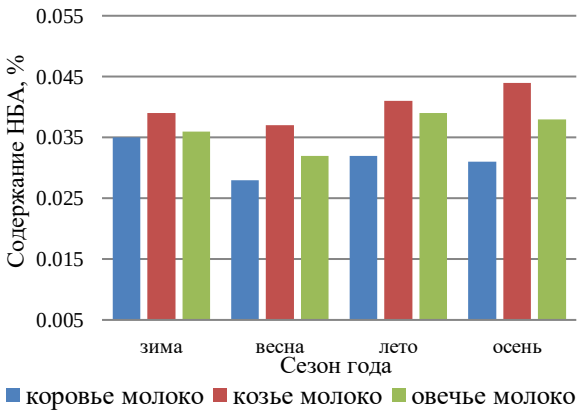


Рисунок 6 – Влияние сезона года на содержание НБА молока сырого

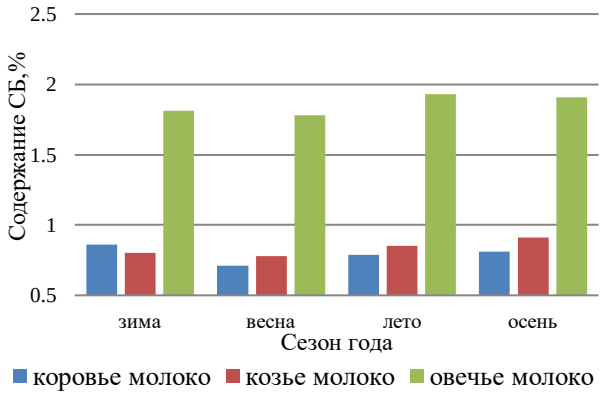


Рисунок 7 – Влияние сезона года на содержание СБ молока сырого

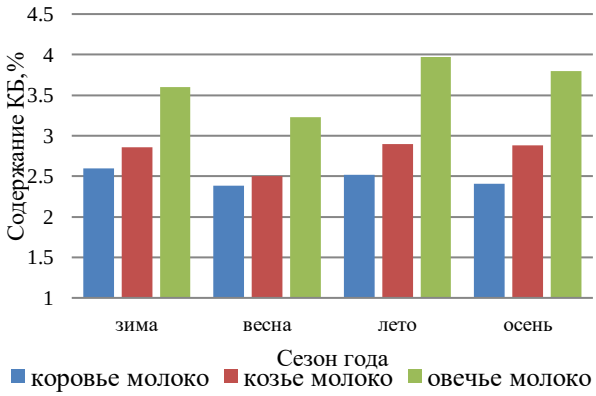


Рисунок 8 – Влияние сезона года на содержание КБ молока сырого

Измерения содержания НБА и СБ в молоке сыром в течение года позволили установить достоверные диапазоны значений. Наибольшее изменение по сезонам года отмечено по содержанию НБА, диапазон колебаний составил от 0,028 до 0,035% в коровьем молоке, от 0,037 до 0,044% в козьем молоке и от 0,032 до 0,040% в овечьем молоке.

В незначительной степени отмечено влияние сезонности на содержание СБ. У овечьего молока диапазон колебаний содержания СБ составил от 1,60 до 1,93%. В коровьем и в козьем молоке изменений по содержанию СБ практически не наблюдалось и значения составили от 0,71 до 0,90% и от 0,78 до 0,95% соответственно.

В главе 5 представлены результаты исследований влияния технологических процессов и продолжительности хранения на изменение состава молока сырого и молочных продуктов.

Проведен ряд экспериментов, в которых сырое коровье молоко подвергалось температурной обработке в сухожаровом шкафу при (95±2)˚С.

После температурной обработки в исследуемых образцах наблюдалось снижение содержания СБ на 10-17% относительно контроля. С повышением продолжительности температурной обработки до 20 минут значения содержания СБ критически снижались на 40-50% (табл.8).

Содержание КБ незначительно повышалось в зависимости от продолжительности температурной обработки на 5-10%. Значения НБА по

сравнению с контрольной точкой после температурной обработки в течение 20 мин увеличилось на 33%.

Таблица 8 - Физико-химический состав коровьего молока сырого при температурной обработке

Наименование показателя	Продолжительность температурной обработки сырого молока			
	контроль	10 сек	1 мин	20 мин
Массовая доля общего белка,%	3,36±0,11	3,37±0,10	3,39±0,12	3,45±0,11
Содержание ОА,%	0,527±0,005	0,528±0,004	0,531±0,004	0,541±0,005
Содержание НБА,%	0,027±0,006	0,026±0,007	0,027±0,006	0,036±0,008
Содержание СБ,%	0,78±0,08	0,64±0,09	0,56±0,08	0,40±0,07
Содержание КБ,%	2,60±0,09	2,75±0,10	2,84±0,09	3,05±0,09
Содержание кальция, мг/100г	120,1± 0,11	120,1 ± 0,10	120,06± 0,12	118,1± 0,11
Содержание фосфора, мг/100г	82,2±0,13	82,1±0,12	82,15±0,12	79,8±,11

Вследствие температурной обработки молока было отмечено, что концентрация хлоридов, цитратов, фосфатов незначительно увеличивается на 1-2%, в то время как концентрация кальция и фосфора снижается на 2 % и 3% соответственно.

При сравнении исходного молока с концентрированным, полученным методом микрофильтрации, наблюдалось повышение содержания массовой доли белка, СБ и КБ практически в 2 раза (табл.9). Значение содержания НБА снижалось на 15%. Значение эффективной вязкости (ЭВ) в коровьем и козьем молоке увеличивалось в среднем на 15% относительно исходных значений.

Таблица 9 – Влияние мембранных способов обработки на состав сырого молока и молочных продуктов

Наименование образца	Массовая доля белка,%	Содержание СБ,%	Содержание КБ,%	Содержание НБА,%	Эффективная вязкость, Па·с
Коровье молоко сырое	3,26±0,06	0,78±0,08	2,48±0,03	0,031±0,003	$1,8 \cdot 10^{-3}$
Концентрированное коровье молоко	5,07±0,10	1,00±0,08	4,07±0,04	0,027±0,005	$2,1 \cdot 10^{-3}$
Козье молоко сырое	3,53±0,06	0,85±0,08	2,70±0,04	0,041±0,004	$2,1 \cdot 10^{-3}$
Концентрированное козье молоко	5,35±0,10	1,20±0,07	4,03±0,05	0,033±0,006	$2,4 \cdot 10^{-3}$

Определение структурно-механических характеристик (СМХ) йогурта показало, что при увеличении скорости сдвига до 90 $с^{-1}$ содержание СБ снижалось на 16-20% при этом степень разрушения составляла менее 0,01% (табл. 10).

Таблица 10 – Влияние СМХ на содержание сывороточных белков в йогурте из концентрированного молока

Скорость сдвига, $с^{-1}$	Йогурт из концентрированного коровьего молока		Йогурт из концентрированного козьего молока	
	Степень разрушения, %	Содержание СБ,%	Степень разрушения, %	Содержание СБ,%
5	23,0	0,65	33,0	0,75
10	8,0	0,65	11,0	0,75
20	4,0	0,62	4,0	0,73
30	2,0	0,62	3,0	0,72
40	1,0	0,60	2,0	0,70
50	0,07	0,59	1,0	0,68
60	0,04	0,56	0,07	0,65
70	0,02	0,55	0,05	0,63
80	0,01	0,55	0,03	0,62
90	менее 0,01	0,54	0,01	0,60

В процессе хранения после 72 ч в коровьем и овечьем молоке содержание СБ увеличилось относительно контрольного образца на 5% и 6%, соответственно. В козьем молоке содержание СБ повышалось после 48 ч хранения на 3,7%, после 72 ч – на 10%. При длительном хранении у всех видов молочного сырья происходит значительное повышение содержания НБА, что, вероятно, связано с нарастанием кислотности в среднем на 12 % и повышением содержания мочевины в коровьем молоке на 15%, в козьем – на 30% и в овечьем – на 18,5% (табл. 11). В козьем молоке после 48 ч хранения содержание НБА увеличилось на 18%, после 72 ч хранения – на 28%. В коровьем и овечьем молоке также наблюдалось повышение содержания НБА, после 72 ч хранения на 14%.

Таблица 11 – Изменение белкового состава коровьего, козьего и овечьего сырого молока в процессе хранения

Наименование показателя	Продолжительность хранения при температуре (4±2)°С, ч			
	фон	24	48	72
Коровье сырое молоко				
Массовая доля белка, %	3,20±0,11	3,19±0,10	3,21±0,12	3,22±0,15
Содержание ОА,%	0,501±0,030	0,500±0,030	0,503±0,030	0,504±0,030
Содержание НБА,%	0,034±0,006	0,034±0,006	0,036±0,007	0,039±0,006
Содержание СБ,%	0,77±0,07	0,77±0,08	0,79±0,08	0,81±0,09
Содержание КБ,%	2,44±0,04	2,43±0,05	2,41±0,05	2,40±0,05
Козье сырое молоко				
Массовая доля белка,%	3,79±0,12	3,80±0,13	3,80±0,12	3,81±0,14
Содержание ОА,%	0,595±0,030	0,596±0,030	0,596±0,030	0,597±0,030
Содержание НБА,%	0,038±0,007	0,038±0,007	0,045±0,008	0,046±0,008
Содержание СБ,%	0,80±0,09	0,80±0,08	0,83±0,09	0,89±0,10
Содержание КБ,%	3,01±0,05	3,01±0,05	2,98±0,06	2,95±0,06

продолжение таблицы 11

Овечье сырое молоко				
Массовая доля белка,%	5,71±0,13	5,71±0,12	5,71±0,14	5,72±0,15
Содержание ОА,%	0,895±0,030	0,895±0,030	0,895±0,030	0,896±0,030
Содержание НБА,%	0,035±0,008	0,035±0,007	0,038±0,008	0,040±0,009
Содержание СБ,%	1,61±0,11	1,62±0,10	1,64±0,11	1,69±0,12
Содержание КБ,%	4,10±0,05	4,10±0,06	4,09±0,05	4,04±0,07

В зависимости от продолжительности хранения молока наблюдалось увеличение содержания фосфатов и цитратов на 10% и 7% соответственно, а также снижение хлоридов на 5%. Изменения солевого состава молока в процессе хранения графически изображены на рисунках 9 – 11.

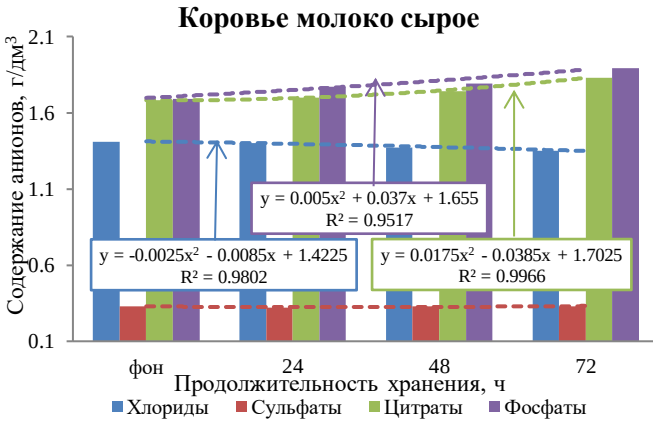


Рисунок 9 – Изменение солевого состава коровьего молока в процессе хранения

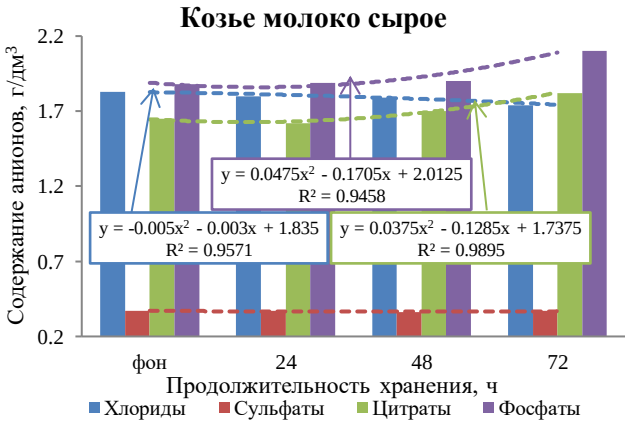


Рисунок 10 – Изменение солевого состава козьего молока в процессе хранения

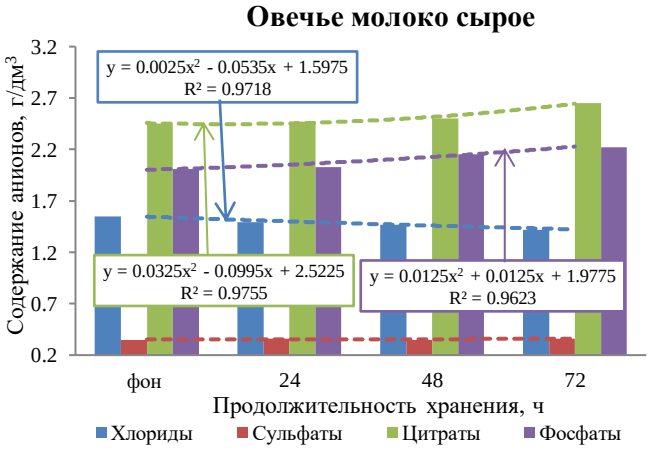


Рисунок 11 – Изменение солевого состава овечьего молока в процессе хранения

В период хранения 24 ч у коровьего, козьего и овечьего молока сырого значительных изменений содержания кальция и фосфора не наблюдалось. В период хранения 48-72 ч в молоке сыром изменялось значение pH, что приводило к снижению содержания кальция в среднем на 2-3%, а фосфора - в среднем на 2-4% (табл. 12).

Таблица 12 – Изменение содержания кальция и фосфора в коровьем, козьем, овечьем молоке сыром в процессе хранения

Наименование показателя	Продолжительность хранения при температуре (4±2)°С, ч			
	фон	24	48	72
Коровье сырое молоко				
Содержание кальция, мг/100г	122,5±0,11	122,45±0,12	121,7±0,11	120,0±0,13
Содержание фосфора, мг/100г	82,2±0,12	82,1±0,13	82,0±0,13	80,15±0,12
Козье сырое молоко				
Содержание кальция, мг/100г	133,1±0,12	133,1±0,14	132,5±0,13	130,2±0,12
Содержание фосфора, мг/100г	95,3±0,13	95,2±0,14	94,8±0,13	92,0±0,12
Овечье сырое молоко				
Содержание кальция, мг/100г	161,7±0,13	161,7±0,14	159,8±,12	157,2±0,13
Содержание фосфора, мг/100г	101,2±0,14	101,2±0,13	100,3±0,15	99,7±0,14

Из анализа полученных результатов следует, что при низких положительных температурах хранения молока сырого происходят необратимые изменения белковой фракции, в частности казеиновой, которая теряет свойства образовывать сгусток за счет снижения содержания растворимого кальция, что в свою очередь ведет к изменению технологических свойств молока. Происходит перераспределение солей в части содержания растворимых форм кальция и солевых остатков.

При оценке продолжительности хранения УВТ-молока было установлено, что содержание СБ после 4 месяцев хранения повышалось на 9%, в то время как содержание КБ снижалось на 3%. Содержание НБА относительно фонового значения возросло на 20%, что может быть обусловлено нарастанием активной кислотности в продукте (табл. 13).

Таблица 13 – Изменение белкового состава УВТ-молока в процессе хранения

Наименование показателей	Продолжительность хранения при температуре (20±2)°С, месяц				
	фон	1	2	3	4
Массовая доля белка, %	3,08±0,12	3,07±0,13	3,07±0,12	3,07±0,11	3,08±0,12
Содержание ОА,%	0,483 ±0,005	0,481 ±0,004	0,481 ±0,004	0,481 ±0,005	0,483 ±0,005
Содержание НБА,%	0,024 ±0,004	0,025 ±0,004	0,025 ±0,004	0,028 ±0,004	0,029 ±0,004
Содержание СБ, %	0,72±0,08	0,74±0,09	0,74±0,09	0,78±0,08	0,79±0,08
Содержание КБ, %	2,36±0,10	2,33±0,11	2,34±0,10	2,29±0,11	2,29±0,11
Содержание ИБ,%	2,92±0,11	2,91±0,10	2,91±0,11	2,89±0,12	2,89±0,11
Кислотность, ˚Т	16,5±0,5	17,0±0,5	17,7±0,6	18,5±0,6	20,0±0,5
Активная кислотность (pH), ед.	6,82±0,07	6,80±0,06	6,79±0,07	6,75±0,07	6,73±0,06

При хранении УВТ-молока в течение первых двух месяцев значительных изменений в содержании кальция и фосфора не наблюдалось, но при хранении

более 3-х месяцев наблюдалось снижение содержания кальция и фосфора на 6% и 7% соответственно (рис.12).

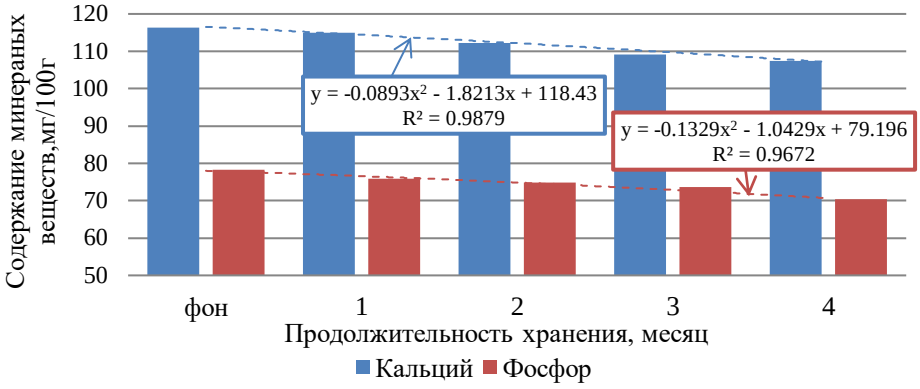


Рисунок 12 – Изменение содержания кальция и фосфора в УВТ-молоке в процессе хранения

Отмечено увеличение содержания фосфатов и цитратов на 30% и 20% соответственно, при этом содержание хлоридов снижалось на 7%.

В процессе длительного хранения йогурта (табл.14) установили, что содержание ИБ снижалось в зависимости от содержания НБА. Определили, что содержание СБ и НБА в процессе хранения увеличивалось на 23% и 22% соответственно.

Таблица 14 - Изменение белкового состава йогурта в процессе хранения

Наименование показателей	Продолжительность хранения при температуре (4±2)°С, дни					
	фон	5	10	15	21	30
Массовая доля белка, %	3,36 ±0,11	3,34 ±0,12	3,34 ±0,12	3,35 ±0,11	3,35 ±0,13	3,34 ±0,12
Содержание ОА,%	0,527 ±0,008	0,524 ±0,009	0,524 ±0,009	0,525 ±0,008	0,525 ±0,009	0,524 ±0,009
Содержание НБА,%	0,045 ±0,007	0,047 ±0,006	0,048 ±0,006	0,048 ±0,006	0,052 ±0,007	0,055 ±0,007
Содержание СБ, %	0,95 ±0,06	0,96 ±0,07	0,99 ±0,07	1,02 ±0,06	1,03 ±0,07	1,17 ±0,07
Содержание КБ, %	2,40 ±0,11	2,37 ±0,10	2,33 ±0,09	2,31 ±0,10	2,29 ±0,09	2,19 ±0,10
Содержание ИБ,%	3,07 ±0,10	3,04 ±0,12	3,04 ±0,12	3,04 ±0,10	3,01 ±0,11	2,99 ±0,12
Кислотность, ˚Т	67,0 ±0,8	69,4 ±0,9	73,1 ±0,8	75,4 ±0,9	77,0 ±0,8	78,8 ±0,8
Активная кислотность (pH), ед.	4,83 ±0,08	4,82 ±0,09	4,80 ±0,09	4,79 ±0,09	4,76 ±0,08	4,70 ±0,09

По результатам проведенных исследований разработаны методики выполнения измерений содержания СБ и НБА, на основе которых разработаны международные стандарты.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Определены основные показатели идентификации и оценки качества молочного сырья с учетом требований технических регламентов Таможенного Союза (ТР ТС 021/2011, ТР ТС 033/2013), научной и патентной литературы: массовая доля белка, содержание сывороточных и казеиновых белков, содержание небелкового азота, содержание кальция и фосфора.

2. Разработана методика измерений содержания сывороточных белков с применением метода Кьельдаля в молоке сыром и молочных продуктах. Установлены диапазоны определения содержания сывороточных белков в молоке сыром и молочных продуктах от 0,3 до 8 %, в сухих молочных консервах от 2 до 30 %, концентраты сывороточных белков от 10 до 80 %. На основе полученных результатов исследований разработан проект ГОСТ «Молоко и молочные продукты. Определение массовой доли сывороточных белков методом Кьельдаля», который позволяет осуществлять контроль по данному параметру и идентификацию белкового состава. Определение добавленных фальсифицирующих компонентов разработанной МИ возможно от 10% и более.

3. Осуществлена модификация методики измерений содержания небелкового азота с применением метода Кьельдаля в молоке сыром и молочных продуктах. Модификация методики измерений заключалась в расширении области её применения, а также в усовершенствовании процедуры пробоподготовки и уточнении применяемой формулы расчета НБА для повышения точности и достоверности. Установлены диапазоны определения содержания небелкового азота от 0,005 до 5 %. На основе полученных результатов разработан проект ГОСТ «Молоко и молочные продукты. Определение содержания небелкового азота с применением метода Кьельдаля».

4. На основании проведенной комплексной оценки белкового состава коровьего, козьего и овечьего сырого молока с применением разработанных МИ определены нормы содержания небелкового азота для козьего молока не более 0,044%, для овечьего – не более 0,040%. Установлены диапазоны содержания сывороточных белков и белков казеиновой фракции в овечьем и козьем молоке. Для козьего молока содержание сывороточных белков составило от 0,78 до 0,95%, казеиновых белков – от 2,30 до 3,00%. Для овечьего молока содержание сывороточных белков составило от 1,60 до 1,93%, казеиновых белков – от 3,20 до 4,00 %. Определены значения эффективной вязкости: для козьего молока - 1,9·10-3Па·с; для овечьего молока - 2,4·10-3Па·с.

5. Установлено влияние температурной и баромембранной обработки на белковый состав молока сырого и молочных продуктов. В зависимости от продолжительности температурной обработки наблюдалось снижение содержания сывороточных белков на 15 - 40%. Содержание казеиновых белков и небелкового азота повышалось на 5 - 10% и на 10 - 33%, соответственно. Определено снижение содержания НБА в молоке при мембранном способе

обработки на 10 - 15%, что позволит регулировать содержание НБА в готовом продукте и соответственно, улучшать его качество.

Отмечено влияние продолжительности хранения на белковый состав молока сырого и молочных продуктов. В процессе хранения в сыром молоке увеличивается содержание сывороточных белков на 4 - 6%, в молочных продуктах – на 9 - 23%. Содержание казеиновых белков в сыром молоке снижается на 1 - 3%, в молочных продуктах – на 3 - 8%. Значение содержания НБА повышалось на 10 - 20% как в сыром молоке, так и в молочных продуктах.

6. Проведена апробация разработанных методик измерений белкового состава молока сырого и молочных продуктов при производственном контроле на перерабатывающем предприятии ОАО «Брянский Молочный Комбинат». Методики измерений содержания небелкового азота и сывороточных белков методом Кьельдаля внедрены в производственный контроль ОАО "Брянский Молочный Комбинат".

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

Статьи в журналах, рекомендованных в ВАК

1. Юрова, Е.А. Установление требований и разработка критериев оценки молока-сырья, формирующих его сортность/ Е.А. Юрова, **Д.Н. Мельденберг**, О.С. Полякова// Молочная промышленность. - №5. - 2017. - С.26-28

2. Юрова, Е.А. Сравнительная оценка молока сырья жвачных сельскохозяйственных животных/ Е.А. Юрова, **Д.Н. Мельденберг**, Е.С. Семенова, К.А. Канина, Т.О. Робкова// Молочная промышленность. - №8. - 2017. - С.60-63

3. Юрова, Е.А. Оценка идентификационных характеристик молока сырья и определение хранимоспособности молочного сырья с учетом солевого, белкового и углеводного состава / Е.А. Юрова, **Д.Н. Мельденберг**, Е.С. Семенова, Н.А. Жижин// Контроль качества продукции. - №1. - 2018. - С.17-22

4. Юрова, Е.А. Критерии оценки молока-сырья для получения продукта гарантированного качества /Е.А. Юрова, **Д.Н. Мельденберг**, Е.Ю. Парфёнова// Молочная промышленность. – №4. - 2019. - С. 26-29

5. Юрова, Е.А. Объективная оценка заданных свойств продукта / Е.А. Юрова, Е.Ю. Денисович, Т.В. Кобзева, **Д.Н. Мельденберг**, Е.С. Семёнова, Н.А. Жижин, Н.А. Пахомова // Молочная промышленность.- №10. – 2019. - С. 50-53

Статьи в сборниках научных трудов, материалах российских и международных конференций

1. **Мельденберг, Д.Н.** Разработка методики измерений катионного состава молочного сырья и молочных продуктов/Д.Н. Мельденберг, Е.А. Юрова // Фундаментальные и прикладные исследования по безопасности и качеству пищевых продуктов: Сборник научных трудов VIII Международной конференции молодых учёных и специалистов. ФГБНУ «ВНИМИ». - 2014 г. – С.168-172

2. **Юрова, Е.А.** Особенности контроля белка молока /Е.А. Юрова, Т.В. Кобзева, Е.Ю. Парфенова, **Д.Н. Мельденберг**// Переработка молока. – №12. - 2014. - С.6 - 9

3. **Мельденберг, Д.Н.** Разработка методик измерений белкового состава молочного сырья и молочных продуктов/Д.Н. Мельденберг, Е.А. Юрова // Международная научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная созданию объединенного аграрного вуза в Москве: Сборник материалов Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной созданию объединенного аграрного вуза в Москве. М.: Издательство РГАУ-МСХА. - 2015. - С.300-303

4. **Мельденберг, Д.Н.** Разработка методик измерений микро- и макроэлементного состава молочного сырья и молочной продукции / Д.Н. Мельденберг, Е.А. Юрова // Пищевые инновации и биотехнологии: метериалы Международной научной конференции/ под общ. ред. А.Ю. Просекова: ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности». – Кемерово. - 2014. – т.1. – С. 209-214

5. **Мельденберг, Д.Н.** Исследование реологических характеристик молочных продуктов/ Д.Н. Мельденберг, Е.А. Юрова // Повышение качества, безопасности и конкурентносрособности продукции агропромышленного комплекса в современных условиях: Сборник научных трудов IX Международной конференции молодых учёных и специалистов. – М.:ФГБНУ ВНИИПБиВП. - 2015.- С.196-203

6. Юрова, Е.А. Применение современных высокоэффективных методов анализа для оценки качества и безопасности молочной сыворотки/ Е.А. Юрова, **Д.Н. Мельденберг**, Н.А. Жижин// Современные достижения биотехнологии. Актуальные проблемы молочного дела: материалы V Международной научно-практической конференции. Ставрополь: Изд-во СКФУ. - 2015.- С.430-433

7. Юрова, Е.А. Разработка критериев оценки белкового состава молока /Е.А. Юрова, Е.Ю. Парфенова, **Д.Н. Мельденберг**// Научное обеспечение молочной промышленности (микробиология, биотехнология, технология, контроль качества и безопасности). Сборник научных трудов, М.: ФГБНУ «ВНИМИ», Издательство «Франтера». – 2015. – С. 272-277

8. Юрова. Е.А. Разработка способа оценки солевого состава молока и продуктов его переработки с применением метода капиллярного электрофореза (КЭФ) / Е.А. Юрова, **Д.Н. Мельденберг**, Е.С. Семенова, О.С. Полякова // Научное обеспечение молочной промышленности (микробиология, биотехнология, технология, контроль качества и безопасности). Сборник научных трудов, М.: ФГБНУ «ВНИМИ», Издательство «Франтера». – 2015. – С.277-285

9. Юрова, Е.А. Разработка методических подходов по критериям оценки белкового состава молока /Е.А. Юрова, Е.Ю. Парфенова, **Д.Н. Мельденберг**// Сборник материалов Международной научно-практической

конференции Аграрное образование и наука в 21 веке: вызовы и проблемы развития. М.: Издательство РГАУ-МСХА. - 2015. - С. 305-308

10. **Мельденберг, Д.Н.** Оценка белкового состава козьего и коровьего молока и сравнение их структурно-механических характеристик/ Д.Н. Мельденберг, Е.А. Юрова// Современные подходы к получению и переработке сельскохозяйственной продукции – гарантия продовольственной независимости России. Сборник научных трудов X Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук/ ФГБНУ «ВНИИМП им. В.М. Горбатова». Москва. - 2016.- С. 219-224

11. Юрова, Е.А. Разработка методологии оценки изменений белковой фракции молока в процессе хранения/ Е.А. Юрова, **Д.Н. Мельденберг**, Т.В.Кобзева// Научное обеспечение молочной промышленности (микробиология, биотехнология, технология, контроль качества и безопасности, стандартизация). Сборник научных трудов. М.: ФГБНУ «ВНИМИ», Издательство «Франтера». - 2016.- С.115-121

12. **Мельденберг, Д.Н.** Разработка методик измерений белкового состава и структурно-механических характеристик молока и молочных продуктов/Д.Н. Мельденберг, Е.А. Юрова // Научное обеспечение молочной промышленности (микробиология, биотехнология, технология, контроль качества и безопасности, стандартизация). Сборник научных трудов. М.: ФГБНУ «ВНИМИ», Издательство «Франтера». - 2016.- С.137-148

13. **Мельденберг, Д.Н.** Определение содержания небелковых азотистых веществ (НБАВ) молока и оценка их влияния на качество готового продукта/ Д.Н. Мельденберг, Е.А. Юрова // В сборнике : Пища. Экология. Качество. Труды XIII международной научно-практической конференции. отз.за вып.: О.К.Мотовилов, Н.И. Пыжикова и др., Красноярск. - 2016. - С.289-293

14. **Мельденберг, Д.Н.** Оценка белкового состава козьего, овечьего и коровьего молока/Д.Н. Мельденберг, Е.А. Юрова // В сборнике: Экологические, генетические, биотехнологические проблемы и их решение при производстве и переработке продукции животноводства материалы Международной научно-практической конференции (посвященная памяти академика РАН Сизенко Е.И.). - 2017. - С. 91-95

15. **Мельденберг, Д.Н.** Определение структурно-механических характеристик молока сырого и молочных продуктов/ Д.Н. Мельденберг, Е.А. Юрова// IV Международная научно-техническая конференция «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство» [Электронный ресурс] : сборник материалов, 9-10 ноября 2017 г. Воронеж, ВГУИТ. - 2017. – С. 748-755

16. **Мельденберг, Д.Н.** Изменение белкового состава коровьего, козьего и овечьего молока в процессе хранения /Д.Н. Мельденберг, Е.А. Юрова // В сборнике: Пищевые системы: теория, методология, практика сборник научных трудов XI Международной научно-практической конференции

молодых ученых и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. 2017. С. 211 - 217

17. **Мельденберг, Д.Н.** Оценка показателей гидролиза белка молока в процессе хранения /Д.Н. Мельденберг, Е.А. Юрова // В сборнике: Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения В.П. Горячкина 2018. С. 187-190

18. Юрова, Е.А. Влияние времени и условий хранения на белковый и солевой состав молочных продуктов / Е.А. Юрова, В.Д. Харитонов, **Д.Н. Мельденберг,** Е.С. Семенова, Т.В. Кобзева// Биотехнология: состояние и перспективы развития Материалы международного форума. - 2018. - С. 599-600

Список сокращений и условных обозначений:

ИБ – истинный белок;
ИЭТ – изоэлектрическая точка;
КБ – казеиновые белки;
М.д.ж – массовая доля жира;
МИ – методика измерений;
НБА – небелковый азот;
ОА – общий азот;
ОБ – общий белок;
СБ – сывороточные белки;
СМХ – структурно-механические характеристики;
СОМ – сухое обезжиренное молоко;
СОМО – сухих обезжиренных веществ молока;
СС – сухая сыворотка;
ЭВ – эффективная вязкость.