

**Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова**

**Кыргызско-Турецкий университет «Манас»**

**Научно-исследовательский университет  
«Кыргызский экономический университет им. М. Рыскулбекова»**

**Диссертационный совет Д 05.24.693**

На правах рукописи  
**УДК 001.89:637.131:636.2(043.3)**

**Элеманова Римма Шукуровна**

**Научно-практические аспекты повышения эффективности промышлен-  
ной переработки молока гибрида яка и крупного рогатого скота**

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

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук

**Бишкек-2024**

Работа выполнена на кафедре технологии производства продуктов питания Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова.

**Научный  
консультант:**

**Мусульманова Мукарама Мухамедовна**

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии производства продуктов питания Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, г. Бишкек

**Официальные  
оппоненты:**

**Таева Айгуль Маратовна**

доктор технических наук, заведующий кафедрой технологии продуктов питания Алматинского технологического университета, г. Алматы

**Щетинина Елена Михайловна**

доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», г. Москва

**Миленьева Ирина Сергеевна**

доктор технических наук, заведующий кафедрой бионанотехнологии ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово

**Ведущая  
организация:**

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», адрес: 010011, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Женис, 62

Защита диссертации состоится «3» июня 2024 г. в 11:00 часов на заседании диссертационного совета Д 05.24.693 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора технических наук при Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова, Кыргызско-Турецком университете «Манас» и Научно-исследовательском университете «Кыргызский экономический университет им. М. Рыскулбекова» по адресу: 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66, малый актовый зал 1/259, [www.kstu.kg](http://www.kstu.kg), тел: 0(312)545125, факс: 0(312)545162. Ссылка для доступа к видеоконференции защиты диссертации <https://vc.vak.kg/b/052-q8z-xlj-g7l>.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеках Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова (720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66), Кыргызско-Турецкого университета «Манас» (720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 56) и Научно-исследовательского университета «Кыргызский экономический университет им. М. Рыскулбекова» (720033, Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Тоголок Молдо, 58), а также на сайте Национальной аттестационной комиссии при Президенте Кыргызской Республики: [https://vak.kg/diss\\_sovety/d-05-24-693/](https://vak.kg/diss_sovety/d-05-24-693/).

Автореферат разослан «3» мая 2024 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

доктор ветеринарных наук, профессор



Акназаров Б. К.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** В горных регионах, которые занимают 22 процента поверхности Земли, проживает почти один миллиард человек, что составляет 13% мирового населения. Несмотря на большое число программ и стратегий развития горных регионов, принимаемых на национальном и региональном уровнях, с привлечением значительных финансовых и технических средств международных доноров, уровень жизни горных сообществ центральноазиатского региона, к которому относится Кыргызская Республика, и уровень развития предпринимательства в горных регионах всё ещё остаются низкими. В горных и предгорных районах страны проживает более 60% населения республики. Постановлением Правительства Кыргызской Республики №320 от 27 июня 2019 года утверждена «Программа продовольственной безопасности и питания в Кыргызской Республике на 2019-2023 годы», в числе приоритетных задач которой обозначены стимулирование отечественного производства основных продуктов питания за счет роста эффективности сельского хозяйства, искоренение всех форм недоедания и недостаточного питания. Однако, всё ещё актуальной остается проблема достижения полноценного питания населения в стране, в том числе обеспечение продуктами, богатыми белковой составляющей. Так, в 2019 году до 48% населения Кыргызской Республики не могли себе позволить здоровое питание. Это было связано, частично, с высокой стоимостью здорового питания, оценивавшегося в размере 5,23 доллара в сутки. Потребление белка далеко от необходимого суточного уровня, особенно в беднейших регионах. В число основных продуктов питания населения Кыргызстана входят молоко и молочные продукты. Известно, что наряду с коровьим молоком, набирает обороты спрос на нетрадиционное молоко и получаемую из него продукцию. По данным Национального статистического комитета Кыргызской Республики на 2020 год поголовье коров составляет 855500, объемы производства сырого молока – 1668 тыс. тонн. Кроме того, практикуется разведение яков и его гибрида с крупным рогатым скотом – хайнака, что связано с географическими особенностями Кыргызстана, где имеется более 1 млн га высокогорных труднодоступных пастбищных угодий, использование которых эффективно исключительно для разведения этих животных. Вопросы диверсификации рациона питания, в частности поиск новых источников пищевого сырья с повышенным содержанием полноценных белков, являются актуальными. Одним из немногих решений указанной проблемы является разработка эффективных технологий комплексной переработки сырья, в том числе молочного, для производства экологически чистых и качественных продуктов с высокой добавленной стоимостью.

В основу исследований положены работы советских и российских ученых, ученых других стран мира: Храмцова А.Г., Липатова Н.Н., Харитонов

В.Д., Остроумова Л.А., Горбатовой К.К., Тёпел А., Барсила С., Ли Х., Мусульмановой М.М. и многих других.

**Связь темы диссертации с приоритетными научными направлениями, крупными научными программами (проектами), основными научно-исследовательскими работами, проводимыми образовательными и научными учреждениями.** Тема диссертации соответствует перечню критических технологий по приоритетным направлениям развития науки в Кыргызской Республике. Работа выполнена на кафедре технологии производства продуктов питания и в Научно-исследовательском химико-технологическом институте Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова по заказу Министерства образования и науки КР в рамках научных тем: «Продукты питания – инновационные технологии и рецептуры» (2015-2016 гг.), «Научно-практические основы формирования состава и свойств дизайнерских продуктов питания на основе комплексной переработки молока» (2019-2021 гг.) по направлению «Проблемы продовольственной, сырьевой, биологической и экологической безопасности» (ПП КР № 511 от 13.08.2003г.), мини-гранта Японского агентства международного сотрудничества (JICA) (2020 г.), в том числе в рамках выполнения задач следующих государственных программ:

1. Программы продовольственной безопасности и питания в Кыргызской Республике на 2019-2023 годы.
2. Плана мероприятий по обеспечению продвижения приоритетной продукции на рынок ЕС, утвержденного Правительством КР от 20.10.2018 г.
3. Национальной стратегии развития Кыргызской Республики на 2018-2040 годы, утвержденной Постановлением ЖК КР от 28.06.2018 г.
4. Концепции зеленой экономики в КР «Кыргызстан – страна зеленой экономики».

**Цель исследования:** разработка научно-практических основ комплексного использования нетрадиционного пищевого сырья – молока гибрида яка и крупного рогатого скота (хайнака).

**Задачи исследования:**

1. Провести анализ проблем горных регионов, обосновать перспективные направления развития горного животноводства и снижения факторов риска для здоровья населения через продукты питания
2. Разработать научно-практические основы ресурсосберегающей технологии переработки молока хайнака в продукты с высокой пищевой, биологической ценностью
3. Определить химический состав молока хайнака с выявлением функциональных свойств
4. Изучить основные физико-химические и технологические свойства молока хайнака



5. Обосновать выбор источников физиологически функциональных ингредиентов и провести экспериментально-технологические исследования по направлениям использования молока и белково-углеводного сырья (сыворотки)

6. Разработать оптимизированные рецептуры молочных продуктов функциональной направленности и отработать технологические параметры их производства

7. Установить адекватность предложенных продуктов требуемым показателям качества

8. Разработать пакет нормативно-технической документации с проведением опытно-промышленной проверки новых технологий

9. Оценить экономическую эффективность применения ресурсосберегающей технологии переработки молока хайнака.

#### **Научная новизна полученных результатов:**

– научно обоснована возможность комплексной переработки нетрадиционного вида молочного сырья – молока хайнака в Кыргызской Республике, что позволит обеспечить в определенной степени экономическое процветание и социальное благополучие населения горных регионов;

– установлены закономерности сезонных изменений химического состава молока хайнака, обитающего в условиях альпийских и субальпийских зон Кыргызской Республики;

– установлены закономерности кислотообразования при развитии различных комбинаций лактобактерий в молоке хайнака с выявлением оптимального варианта коммерческих заквасок для использования в производстве кисломолочных продуктов;

– реологическими методами установлены закономерности формирования структуры сгустка при кислотном, кислотно-сычужном и сычужном свертывании белков молока хайнака, что позволяет регулировать и контролировать технологические процессы переработки молочного сырья в продукты заданного химического состава и консистенции;

– предложены способы коррекции химического состава молока хайнака и полученного из него белково-углеводного сырья (сыворотки) путем составления композиций с физиологически функциональными ингредиентами растительного и минерального происхождения, обеспечивающими проявление функциональных свойств;

– установлено, что внесение растительных добавок в молочную основу интенсифицирует процесс ферментации при производстве кисломолочных продуктов и ферментированных сывороточных напитков;

– разработаны научно-обоснованные рецептуры и технологии производства дизайнерских продуктов на основе молока хайнака и полученного из него белково-углеводного сырья.

Достоверность и новизна научных результатов подтверждается теоретическими и экспериментальными исследованиями и выдачей патентов Государственного агентства интеллектуальной собственности и инноваций при Кабинете Министров Кыргызской Республики.

**Практическая значимость полученных результатов.** Данные химического состава молока хайнака могут быть включены в соответствующие справочники пищевого сырья. Разработаны технологии ряда молочно-растительных продуктов с дополнительными функциональными характеристиками. На основании проведенных исследований получены патенты Кыргызской Республики на изобретение (Патент № 2216, Патент № 2230, Патент № 2231). Совместно с соавторами разработана и утверждена в установленном порядке нормативно-техническая документация на новые виды молочной продукции: технологические инструкции по производству ацидогурта с овощными наполнителями (ТИ 21667879-05-21), молочно-белковой пасты «Тахинная» (ТИ 21667879-06-21), ферментированных сывороточно-зерновых напитков «Бозодой-балапан» (ТИ 21667879-07-21) и «Бозодой» (ТИ 21667879-08-21), напитка на основе подсырной сыворотки (ТИ 27730672-25001.0002), альбуминной пасты (ТИ 27730672-25001-0003-21); технические условия на функциональный напиток на основе подсырной сыворотки (ТУ 10.51.56-002-27730672-2021), технические условия на альбуминную пасту (ТУ 10.51.40.300-003-27730672-2021), необходимая для производства функциональных молочных продуктов в промышленном масштабе.

В молочном цехе учебно-производственного центра (УПЦ) «Технолог» КГТУ им. И. Раззакова с положительным эффектом проведена апробация и приняты к внедрению запатентованные технологии альбуминной пасты и функционального напитка на основе осветленной подсырной сыворотки (Акты от 27.08.2021 г.). На базе ОсОО «Алайку Органикс» проведена опытно-промышленная проверка с принятием к внедрению в производство технологии напитков «Бозодой» и «Бозодой-балапан» (Акты от 16.10.2021 г.), ацидогурта с овощным наполнителем (Акт от 18.12.2023 г.).

Данные аналитических и экспериментальных исследований включены в лекционные курсы, учебные пособия и методические указания к лабораторным и практическим работам для студентов вузов пищевого направления.

**Экономическая значимость полученных результатов.** Произведен расчет экономической эффективности производства целевых продуктов на основе белково-углеводного сырья (молочной сыворотки), полученного при переработке молока хайнака. Установлено, что при переработке на сыр или творог 350 т молока в год с получением молочной сыворотки, направленной на производство предлагаемого ассортимента, чистая годовая прибыль составит 6 043 992,5 сом. Кроме того, выработка продуктов на основе молочной сыворотки, значительная часть которой до сих пор сливается в канализацию, позво-

лит в определенной степени решить проблему охраны окружающей среды. Экономическую составляющую имеет также социальный эффект, заключающийся в оздоровлении населения через продукты с высокой пищевой и биологической ценностью.

#### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

- химический состав молока хайнака кыргызского, как базового сырья для получения дизайнерских продуктов с высокими технологическими и функциональными свойствами;
- значения интенсивности сквашивания и коэффициента сквашивания под действием различных комбинаций лактобактерий, как величины, характеризующие кислотонакопление при ферментации молока хайнака;
- основные закономерности кислотной, кислотно-сычужной и сычужной коагуляции белков молока хайнака, определяющие технологические параметры производства молочных продуктов;
- состав симбиотической закваски, включающей лакто- и бифидобактерии (*Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis subsp. lactis*) и технологические параметры двухэтапной ферментации при выработке сывороточного напитка, позволяющие интенсифицировать процесс в два раза;
- технологические решения производства кисломолочных напитков, сывороточных напитков и сывороточно-белковых паст с функциональными свойствами, предназначенных для массового потребления.

**Личный вклад соискателя.** Диссертация является самостоятельной научной работой, обобщающей результаты теоретических и экспериментальных исследований, в которых автор принимал непосредственное участие как исполнитель. Автору принадлежит ведущая роль в выборе направления исследования, анализе и обобщении полученных результатов. В работах, выполненных в соавторстве, автором лично проведена постановка задач, моделирование изучаемых процессов, научное обоснование и обобщение результатов. Вклад автора является определяющим и заключается в непосредственном участии на всех этапах исследования и обсуждения результатов, в подготовке научных публикаций и докладов. Часть исследований химического состава молока хайнака проведена в Федеральном государственном автономном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (г. Москва, РФ). Разработка отдельных рецептур и технологий молочных продуктов выполнена при непосредственном участии сотрудников Научно-исследовательского химико-технологического института и кафедры технологии производства продуктов питания КГТУ им. И. Раззакова. Работы по определению эффективности разработанных продуктов были проведены в сотрудничестве с ОсОО «Алайку Органикс» (Договор от 30.09.2021г.), УПЦ «Техно-

лог» Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова.

**Апробация результатов диссертации.** Основные положения диссертации опубликованы в материалах и доложены на Международной научно-практической конференции «Научно-практические основы производства функциональных пищевых продуктов с применением лекарственных растений» (Семей, РК, 2014г.); XXX Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы в современной науке и пути их решения» (Москва, РФ, 2016г.); Международной научно-технической конференции «Обеспечение импортозамещающей отечественной продукцией в условиях устойчивого развития Республики Таджикистан в сотрудничестве со странами Средней Азии» (Душанбе, РТ, 2019г.); Международной научно-технической конференции «Безопасность продовольственных продуктов, ресурсы, эффективность энергосберегающих и инновационных технологий» (Наманган, РУз, 2019г.); Международной научно-технической конференции «Современное состояние, перспективы развития АПК и производства специализированных продуктов питания» (Омск, РФ, 2020г.); Международной научно-практической интернет-конференции «Технико-технологический форум в области пищевой и текстильной промышленности», посвященной юбилею академика МИА, д.х.н., проф. Баткибековой М. Б. (Бишкек, КР, 2020г.); Международной научно-технической конференции «Инновационные пути решения актуальных проблем развития пищевой и нефтегазохимической промышленности» (Бухара, РУз, 2020г.).

**Полнота отражения результатов диссертации в публикациях.** Основные положения диссертации опубликованы в 23 научных трудах, в том числе 6 – в рецензируемых журналах НАК ПКР, 3 – в рецензируемых журналах из базы данных Scopus, получены 3 патента КР на изобретение, опубликована 1 монография (в соавторстве).

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, перечня сокращений и обозначений, принятых в работе, списка использованных источников и приложений. Материалы диссертационной работы изложены на 240 страницах компьютерного текста и включают 34 рисунка, 40 таблиц, 18 приложений. Количество использованных библиографических источников составляет 437 наименований, в том числе 285 – иностранных.

**Благодарности.** Выражаем благодарность директору Федерального государственного автономного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», доктору технических наук, академику РАН Араму Галстяну, генеральному директору ОсОО «Алайку Органикс» Аскару Маметжанову за оказанное содействие в проведе-

нии исследований, а также кандидату технических наук, доценту Жамиле Сма-  
налиевой за консультации по реологии.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**ВО ВВЕДЕНИИ** обоснована актуальность выбранного направления ра-  
боты, определены цель и задачи диссертационной работы, показана научная  
новизна, практическая значимость полученных результатов, сформулированы  
основные положения, выносимые на защиту, приведены сведения об апроба-  
ции и опубликованности результатов исследований.

**ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ** посвящен скринингу литературных  
данных по современному состоянию и перспективам улучшения структуры пи-  
тания населения горных сообществ и обобщены результаты исследований в об-  
ласти создания функциональных продуктов питания.

Национальная стратегия по устойчивому развитию горных территорий  
КР подчеркивает, что население гор сможет улучшить свое благосостояние за  
короткий промежуток времени, и в то же самое время улучшить состояние гор-  
ных ресурсов. Для этого необходимо определить собственную нишу товаров и  
услуг, их конкурентоспособность. В этом отношении особый интерес пред-  
ставляют продукты, которые можно получить при разведении гибридов яка с  
крупным рогатым скотом. Таких животных жители Кыргызстана чаще называ-  
ют аргынами, артынами, что в переводе на русский язык означает “гибрид”  
(рисунок 1.1). Нами в научных публикациях использован термин “хайнак”, как  
наиболее распространенный и, чтобы показать региональную принадлежность,  
использован также термин “хайнак кыргызский”, что не имеет ничего общего с  
наименованием породы.



Рисунок 1.1 – Хайнаки Иссык-Кульской области Кыргызстана

На сегодняшний день молочное сырьё, полученное от хайнаков, ограни-  
чивается кустарной переработкой в домохозяйствах. В связи с чем разработка  
эффективных технологий переработки молока хайнака в экологически чистые  
и функциональные продукты представляется актуальной и перспективной.  
Кроме того, исследования в области разработки дизайнерских молочных про-

дуктов, обогащенных физиологически функциональными ингредиентами, могут привлечь внимание производителей молочной продукции к производству качественных продуктов с высокой добавленной стоимостью.

В связи с этим, учитывая многоступенчатый анализ современного состояния рассматриваемой проблемы и анализ литературных источников, установлены основные направления, сформулированы цель и задачи собственных исследований.

**ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ** включает выбор объектов и методов исследования, постановку экспериментов. Научной и опытной базами для проведения работ были: лаборатории Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова и Кыргызско-Турецкого университета «Манас», УПЦ «Технолог» (г. Бишкек), Федеральное государственное автономное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (г. Москва), ОсОО «Алайку Органикс» (Ошская область КР).

**Объектами исследования служили:** образцы молока хайнаков, разводимых фермерскими хозяйствами Иссык-Кульской области КР, полученные в период 2019-2021 гг.; бактериальные закваски от производителя SACCО System (Кадораго, Италия); сычужный фермент Lactoferm Microbial Rennet с активностью 2,200 IMCU (International Milk-Clotting Units) от производителя ВЮСНЕМ (Италия); растительные и минеральные источники физиологически функциональных ингредиентов.

Состав и свойства исследуемого объекта и готовых продуктов определялись стандартными методами с использованием современных приборов и оборудования: газовый хроматограф, высокоэффективный жидкостной хроматограф, капиллярный электрофорез и др.

Экспериментальные исследования велись в соответствии со схемой (рисунок 2.1).

**ГЛАВА 3. НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЛОКА ХАЙНАКА В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ** посвящена научному обоснованию использования нетрадиционного вида молочного сырья – молока хайнака кыргызского. Известно, что макро- и микронутриентный состав молока зависят от сезона года, стадии лактации, породы, условий содержания и других факторов. Нами исследованы изменения химического состава молока хайнака кыргызского в зависимости от сезона года. В исследуемом молоке определены: массовая доля белка, жира, лактозы, минеральных веществ и витаминов, а также ксенобиотиков.

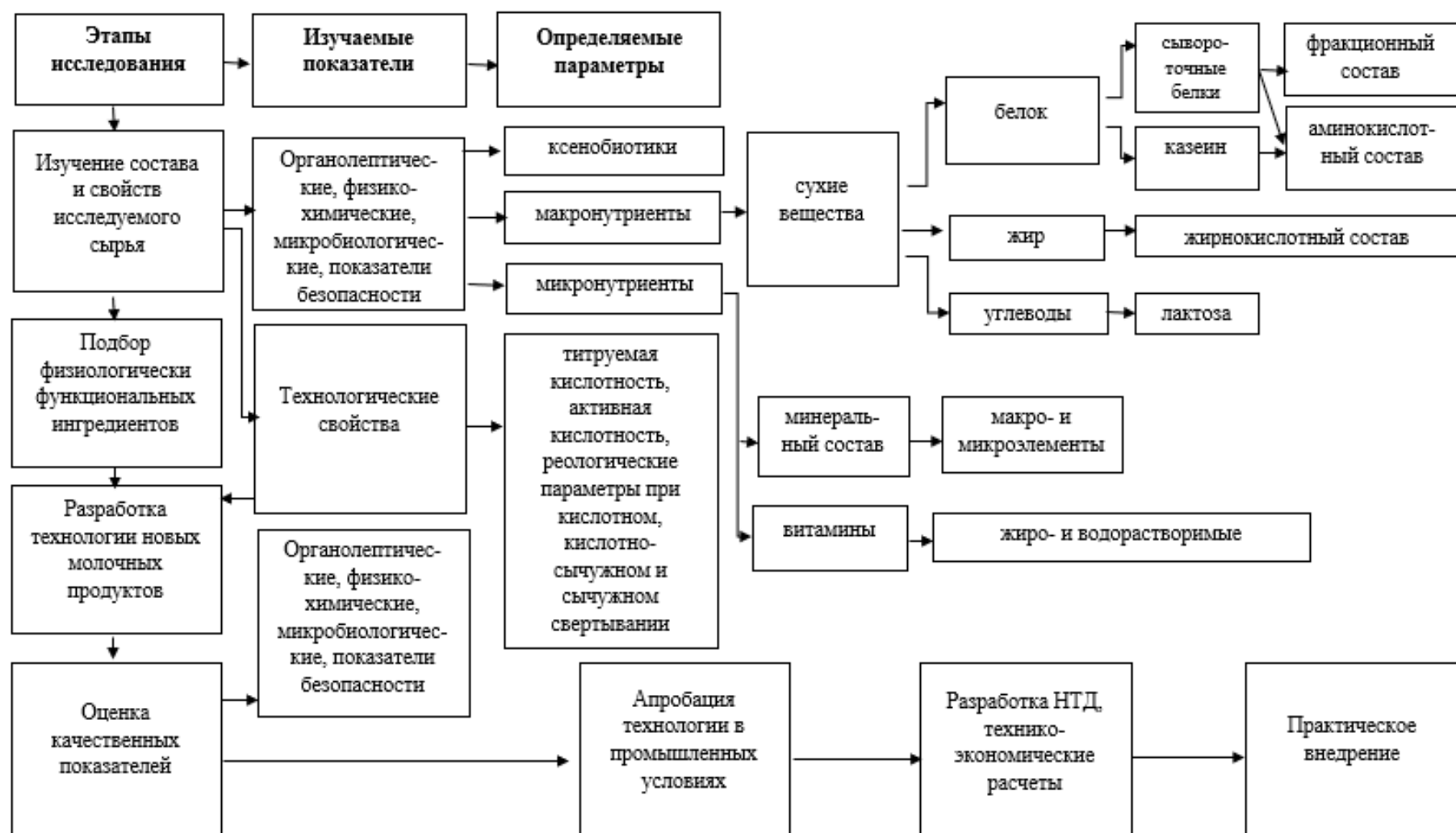


Рисунок 2.1 – Схема проведения экспериментальных исследований



Молоко хайнака отличается высоким содержанием белка –  $4,21 \pm 0,06\%$ , при этом массовая доля белка в молоке хайнака весеннего, летнего и осеннего надоя превышала содержание белка в коровьем молоке на 0,54; 1,02 и 0,84% соответственно.

Азотсодержащие компоненты молока хайнака кыргызского в зависимости от сезона года представлены в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Азотсодержащие компоненты молока хайнака кыргызского в зависимости от сезона года

Наименование показателя	Молоко хайнака кыргызского сырое (собственные данные)				Молоко коровье сырое (Мельденберг, 2020)
	весна (май)	лето (август)	осень (октябрь)	среднее	
Массовая доля белка, %	$3,91 \pm 0,06$	$4,39 \pm 0,06$	$4,34 \pm 0,06$	$4,21 \pm 0,06$	$3,37 \pm 0,09$
Содержание общего азота, %	$0,613 \pm 0,004$	$0,689 \pm 0,004$	$0,678 \pm 0,004$	$0,66 \pm 0,03$	$0,528 \pm 0,006$
Содержание небелкового азота, %	$0,0489 \pm 0,003$	$0,0486 \pm 0,003$	$0,0301 \pm 0,003$	$0,0425 \pm 0,0008$	$0,0320 \pm 0,003$
Массовая доля истинного белка, %	$3,59 \pm 0,06$	$4,08 \pm 0,06$	$4,13 \pm 0,06$	$3,93 \pm 0,24$	$3,16 \pm 0,06$
Содержание сывороточных белков, %	$1,13 \pm 0,05$	$0,94 \pm 0,05$	$0,97 \pm 0,05$	$1,01 \pm 0,08$	$0,82 \pm 0,05$
Содержание казеиновых белков, %	$2,47 \pm 0,03$	$3,43 \pm 0,03$	$3,16 \pm 0,03$	$3,02 \pm 0,40$	$2,57 \pm 0,04$
Процентное соотношение казеиновых и сывороточных белков	71,1/28,9	78,6 /21,4	76,5/23,5	75,4/24,6	72,3/23,7

Молоко летнего периода отличалось повышенным содержанием белка, что объясняется качественным составом травяного покрова пастбищ Иссык-Кульских альпийских лугов (2000–3500 м над уровнем моря) и согласуется с литературными данными. Содержание общего азота в образцах молока хайнака трех сезонов коррелирует с массовой долей белка в них, т.е. к лету наблюдалось максимальное значение этого показателя –  $0,689 \pm 0,004\%$ . Содержание небелкового азота оставалось практически на одном уровне –  $0,0489-0,0496\%$ .

В весеннем молоке наблюдалось максимальное содержание сывороточных белков – на 0,2% больше, чем в летнем ( $0,94 \pm 0,05\%$ ) и осеннем ( $0,97 \pm 0,05\%$ ). Казеиновых белков в летнем молоке на 1% больше, чем в холодный период.

Состав и содержание сывороточных белков (СБ) в молоке хайнака, вероятно, будут зависеть от генотипа крупного рогатого скота и яка. Сравнительный количественный анализ основных СБ молока хайнака в зависимости от сезона года приведен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Содержание отдельных фракций сывороточных белков в молоке хайнака кыргызского (мг/см<sup>3</sup>) в зависимости от сезона года

Фракции СБ	Содержание фракций СБ в молоке хайнака кыргызского сыром (собственные данные)				Коровье молоко (Li, 2010)	Ячье молоко (Li, 2010)
	весна	лето	осень	среднее		
Альбумин сыворотки крови (BSA)	1,25±0,005	1,28±0,005	1,44±0,005	1,32±0,08	0,41	1,49
α-Лактальбумин (α-LA)	2,10±0,01	2,26±0,01	2,01±0,01	2,12±0,103	1,24	0,72
β-Лактоглобулин А (β-LG A)	0,69±0,003	0,77±0,003	0,93±0,003	0,79±0,09	3,30	0,74
β-Лактоглобулин В (β-LG B)	1,73±0,008	1,48±0,008	1,48±0,008	1,56±0,11		5,49
Лактоферрин	<0,05	0,072	0,62	0,34±0,2	-	-

По сезонам года содержание BSA, α-LA и β-LG меняется незначительно. Соотношение β-LG A / β-LG B в молоке хайнака весной, летом и осенью составило 1:2,5; 1:1,9 и 1:1,5 соответственно.

В зависимости от сезона года претерпевает изменение также аминокислотный состав белков молока (табл. 3.3).

Таблица 3.3 – Сезонные изменения аминокислотного состава белков молока хайнака кыргызского в сравнении с известными литературными данными, мг/100 г

Название аминокислоты	Молоко хайнака кыргызского сырое (собственные данные)				Коровье молоко (Li, 2011)	Ячье молоко (Li, 2011)
	весна	лето	осень	среднее значение		
1	2	3	4	5	6	7
<b>Незаменимые аминокислоты</b>	<b>1777</b>	<b>1956</b>	<b>1740</b>	<b>1824</b>	<b>1330</b>	<b>1950</b>
Треонин	160	200	180	180	150	190
Валин	230	240	200	223	160	260
Метионин	100	115	110	108	60	110
Лейцин+изолейцин	550	590	480	540	430	670
Фенилаланин	220	270	250	247	160	220
Лизин	350	370	360	360	270	380
Гистидин	140	150	140	143	100	120
Триптофан	27	21	20	23	50	не опр
<b>Заменимые аминокислоты</b>	<b>1834</b>	<b>2394</b>	<b>2275</b>	<b>2168</b>	<b>1950</b>	<b>2720</b>
Цистеин	24	39	30	31	20	40
Аргинин	150	160	155	155	110	160
Пролин	440	490	480	470	320	460
Аспарагиновая кислота	200	290	270	253	260	330

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6	7
Серин	230	270	260	253	160	230
Глутаминовая кислота	330	610	580	507	770	1050
Глицин	85	107	100	97	60	120
Аланин	160	208	190	186	100	140
Тирозин	215	220	210	215	150	220
<b>Общее содержание аминокислот</b>	<b>3611</b>	<b>4350</b>	<b>4015</b>	<b>3992</b>	<b>3280</b>	<b>4670</b>

В теплый сезон содержание большинства незаменимых аминокислот было выше, чем в холодный ( $p < 0,05$ ), что соответствовало изменениям содержания общего белка. По аминокислотному составу молоко хайнака сбалансировано, за исключением триптофана.

Массовая доля жира в исследуемом молоке хайнака заметно выше, чем в коровьем (3,5 г/100 г молока) и ниже, чем в ячьем (7,2 г/100 г молока), и составила (г/100 г молока): весной  $4,5 \pm 0,07$ ; летом  $5,0 \pm 0,07$ ; осенью  $5,2 \pm 0,07$  и зимой  $5,7 \pm 0,14$ . Динамика сезонных изменений содержания 31 жирной кислоты (ЖК) в молочном жире хайнака кыргызского представлена в табл. 3.4.

Установлено, что насыщенные жирные кислоты (НЖК) составляют основу молочного жира хайнака и их содержание достигает максимума ( $73,10 \pm 2,19$  г/100 г ЖК) в зимний период времени. Флора горных пастбищ способствует благоприятному повышению содержания в молоке хайнака моновенасыщенных жирных кислот (МНЖК), особенно олеиновой кислоты, содержание которой достигает весной  $26,85 \pm 0,81$  г/100 г ЖК с постепенным снижением до  $18,90 \pm 0,56$  г/100 г ЖК по мере изменения растительности пастбищ. Общее количество полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) невелико и изменяется от  $3,25 \pm 0,09$  г/100 г ЖК зимой до  $4,28 \pm 0,12$  г/100 г ЖК в весенний период времени. Наиболее благоприятным периодом для получения биологически полноценного молока хайнака с высоким содержанием физиологически функциональных ингредиентов является весна, когда наблюдается минимальное содержание НЖК ( $59,32 \pm 1,77$  г/100 г ЖК) и максимальное содержание МНЖК ( $36,48 \pm 1,09$  г/100 г ЖК) и ПНЖК ( $4,28 \pm 0,12$  г/100 г ЖК).

Содержание различных форм конъюгированной линолевой кислоты (C18:2n-6, транс и цис), оказывающей многостороннее позитивное влияние на здоровье человека, в исследованном молоке изменялось в пределах 0,24-1,85 г/100 г ЖК, достигая максимума в весенний период времени.

Важным критерием оценки качества молочного жира также является соотношение ненасыщенных и насыщенных (ННЖК/НЖК) жирных кислот. В исследуемом молоке хайнака весеннего сезона этот показатель достигает  $\sim 0,69$ , что сравнимо с ячьем молоком (0,78), у коровьего молока это соотношение составляет 0,57.

Таблица 3.4 – Жирнокислотный состав (г/100 г общего количества ЖК) жировой фракции молока хайнака кыргызского в зависимости от сезона года в сравнении с коровьим и ячьим молоком

Жирные кислоты	Молоко хайнака кыргызского сырое					Коровье молоко (Teng, 2017)	Ячье мо- локо (Teng, 2017)
	весна	лето	осень	зима	среднее значе- ние		
1	2	3	4	5	6	7	8
C4:0	4,25±0,12 <sup>a</sup>	3,63±0,11 <sup>a</sup>	3,74±0,11 <sup>a</sup>	3,57±0,11 <sup>b</sup>	3,79±0,11	1,23±0,02	2,05±0,03
C6:0	2,03±0,06 <sup>b</sup>	2,36±0,07 <sup>b</sup>	3,09±0,09 <sup>b</sup>	2,1±0,06 <sup>b</sup>	2,39±0,07	1,75±0,03	3,42±0,05
C8:0	0,79±0,02 <sup>a</sup>	1,1±0,03 <sup>b</sup>	1,69±0,05 <sup>c</sup>	0,94±0,03 <sup>a</sup>	1,13±0,03	1,20±0,02	1,61±0,01
C10:0	0,96±0,03 <sup>a</sup>	1,62±0,05 <sup>a</sup>	2,29±0,07 <sup>a</sup>	1,78±0,05 <sup>a</sup>	1,91±0,05	2,15±0,02	2,03±0,04
C12:0	1,07±0,03 <sup>a</sup>	1,85±0,05 <sup>b</sup>	1,24±0,04 <sup>a</sup>	1,67±0,05 <sup>a</sup>	1,45±0,04	2,42±0,03	1,34±0,01
C13:0	0,07±0,002 <sup>a</sup>	0,21±0,006 <sup>a</sup>	0,12±0,003 <sup>a</sup>	0,06±0,002 <sup>a</sup>	0,11±0,003	0,14±0,01	0,12±0,01
C14:0	5,11±0,15 <sup>b</sup>	7,75±0,23 <sup>b</sup>	7,82±0,23 <sup>c</sup>	8,50±0,25 <sup>a</sup>	7,29±0,21	10,00±0,19	8,10±0,13
C15:0	1,26±0,03 <sup>a</sup>	1,43±0,04 <sup>a</sup>	1,27±0,03 <sup>a</sup>	1,83±0,05 <sup>a</sup>	1,45±0,04	1,19±0,01	1,76±0,02
C16:0	21,64±0,64 <sup>b</sup>	24,37±0,73 <sup>c</sup>	27,48±0,82 <sup>a</sup>	33,57±0,99 <sup>a</sup>	26,76±0,80	27,80±0,28	25,50±0,17
C17:0	0,98±0,02 <sup>b</sup>	0,87±0,02 <sup>b</sup>	1,32±0,04 <sup>b</sup>	1,13±0,03 <sup>b</sup>	1,07±0,03	0,65±0,02	0,89±0,02
C18:0	17,47±0,52 <sup>a</sup>	16,77±0,50 <sup>a</sup>	15,05±0,45 <sup>a</sup>	15,96±0,47 <sup>a</sup>	16,31±0,48	13,50±0,13	15,00±0,26
C20:0	0,32±0,009 <sup>a</sup>	0,18±0,005 <sup>b</sup>	0,63±0,02 <sup>a</sup>	0,28±0,008 <sup>a</sup>	0,35±0,01	0,17±0,01	0,40±0,00
C21:0	1,98±0,06 <sup>c</sup>	2,21±0,06 <sup>c</sup>	1,96±0,06 <sup>c</sup>	1,45±0,04 <sup>c</sup>	1,90±0,06	0,03±0,00	0,06±0,00
C22:0	1,18±0,03 <sup>b</sup>	0,09±0,003 <sup>b</sup>	0,19±0,006 <sup>a</sup>	0,11±0,003 <sup>a</sup>	0,39±0,01	0,08±0,00	0,27±0,01
C23:0	0,09±0,002 <sup>a</sup>	0,08±0,002 <sup>a</sup>	0,05±0,001 <sup>a</sup>	0,05±0,001 <sup>a</sup>	0,07±0,002	0,02±0,00	0,12±0,00
C24:0	0,12±0,003 <sup>a</sup>	0,10±0,003 <sup>a</sup>	0,20±0,006 <sup>a</sup>	0,10±0,003 <sup>a</sup>	0,13±0,004	0,04±0,00	0,11±0,00
<b>Всего НЖК<sup>1</sup></b>	<b>59,32±1,77</b>	<b>64,62±1,93</b>	<b>68,14±2,04</b>	<b>73,10±2,19</b>	<b>66,28±1,98</b>	<b>62,60±0,78</b>	<b>65,90±0,77</b>
C14:1	0,18±0,005 <sup>b</sup>	0,41±0,01 <sup>b</sup>	0,59±0,02 <sup>a</sup>	0,77±0,02 <sup>a</sup>	0,48±0,01	-	-
C16:1	1,37±0,04 <sup>c</sup>	1,26±0,04 <sup>a</sup>	2,27±0,07 <sup>a</sup>	0,07±0,002 <sup>a</sup>	1,24±0,03	0,94±0,03	1,07±0,03
C18:1n9, транс	7,89±0,23 <sup>b</sup>	6,86±0,21 <sup>b</sup>	4,52±0,13 <sup>b</sup>	3,74±0,11 <sup>c</sup>	5,75±0,17	1,09±0,01	3,06±0,03
C18:1n9, цис	26,85±0,81 <sup>a</sup>	23,32±0,69 <sup>a</sup>	20,82±0,62 <sup>a</sup>	18,90±0,56 <sup>a</sup>	24,47±0,67	28,7±0,18	20,81±0,21
C20:1n9, цис-11	0,18±0,005 <sup>a</sup>	0,20±0,005 <sup>b</sup>	0,37±0,011 <sup>a</sup>	0,08±0,002 <sup>b</sup>	0,21±0,006	0,03±0,00	0,03±0,00
C22:1n9	0,01±0,001 <sup>c</sup>	0,03±0,001 <sup>c</sup>	0,08±0,002 <sup>c</sup>	0,08±0,002 <sup>c</sup>	0,05±0,001	0,01±0,00	0,03±0,00

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8
C24:1n9	<0,001 <sup>a</sup>	0,001±0,00 <sup>a</sup>	0,001±0,00 <sup>b</sup>	0,001±0,00 <sup>c</sup>	0,001±0,00	0,01±0,00	0,03±0,00
<b>Всего МНЖК<sup>2</sup></b>	<b>36,48±1,09<sup>a</sup></b>	<b>32,08±0,96<sup>a</sup></b>	<b>28,65±0,85<sup>a</sup></b>	<b>23,64±0,71<sup>a</sup></b>	<b>30,21±0,90</b>	<b>33,00±0,30</b>	<b>27,00±0,32</b>
C18:2n6, транс	0,33±0,01 <sup>b</sup>	0,33±0,01 <sup>b</sup>	0,36±0,01 <sup>b</sup>	0,25±0,01 <sup>c</sup>	0,31±0,01	0,13±0,01	0,18±0,01
C18:2n6, цис	1,90±0,05 <sup>b</sup>	1,49±0,04 <sup>b</sup>	1,42±0,04 <sup>b</sup>	1,62±0,05 <sup>b</sup>	1,61±0,05	1,73±0,01	1,62±0,03
C18:3n-3 (ALA)	1,78±0,05 <sup>a</sup>	1,36±0,04 <sup>a</sup>	1,32±0,04 <sup>a</sup>	1,25±0,04 <sup>a</sup>	1,42±0,04	0,16±0,01	1,37±0,01
C20:3n-3, цис-11,14,17	0,02±0,001 <sup>c</sup>	0,01±0,001 <sup>c</sup>	0,01±0,001 <sup>c</sup>	0,02±0,001 <sup>c</sup>	0,015±0,001	0,01±0,00	0,02±0,00
C20:3n-6, цис-8,11,14	0,02±0,001 <sup>a</sup>	0,01±0,001 <sup>b</sup>	0,02±0,001 <sup>b</sup>	0,02±0,001 <sup>a</sup>	0,017±0,001	0,09±0,00	0,02±0,00
C20:4n-6 (ARA)	0,12±0,003 <sup>a</sup>	0,04±0,001 <sup>a</sup>	0,04±0,001 <sup>b</sup>	0,03±0,001 <sup>b</sup>	0,06±0,001	0,19±0,01	0,16±0,01
C20:5n-3 (EPA)	0,07±0,002 <sup>b</sup>	0,04±0,001 <sup>b</sup>	0,03±0,001 <sup>c</sup>	0,05±0,001 <sup>a</sup>	0,05±0,001	0,01±0,00	0,08±0,00
C22:6n-3 (DHA)	0,03±0,001 <sup>a</sup>	0,01±0,001 <sup>a</sup>	0,03±0,001 <sup>c</sup>	0,01±0,001 <sup>a</sup>	0,02±0,001	0,01±0,00	0,04±0,00
<b>Всего ПНЖК<sup>3</sup></b>	<b>4,28±0,12</b>	<b>3,29±0,09</b>	<b>3,23±0,09</b>	<b>3,25±0,09</b>	<b>3,51±0,10</b>	<b>3,05±0,06</b>	<b>4,91±0,09</b>
КЦЖК <sup>4</sup>	8,03±0,24	8,71±0,26	10,81±0,32	8,39±0,25	8,98±0,26	-	-
СЦЖК <sup>5</sup>	30,62±0,92	37,28±1,11	40,76±1,22	46,47±1,39	38,81±1,16	-	-
ДЦЖК <sup>6</sup>	59,92±1,84	53,69±1,62	47,87±1,45	44,78±1,35	52,22±1,56	-	-
ОДЦЖК <sup>7</sup>	1,42±0,04	0,31±0,01	0,55±0,02	0,35±0,01	0,66±0,02	-	-

Примечание:

1 - НЖК, насыщенные жирные кислоты

2 - МНЖК, мононенасыщенные жирные кислоты

3 - ПНЖК, полиненасыщенные жирные кислоты

4 – КЦЖК, короткоцепочечные жирные кислоты (C4-C10)

5 – СЦЖК, среднецепочечные жирные кислоты (C11-C16)

6 – ДЦЖК, длинноцепочечные жирные кислоты (C17-C21)

7 – ОДЦЖК, очень длинноцепочечные жирные кислоты (C22 и выше)

Средние ± SD с одинаковой буквой существенно не различаются на уровне вероятности 0,05

Биологическая ценность жира молока хайнака кыргызского оценена также коэффициентом эффективности метаболизации (КЭМ) эссенциальных жирных кислот, характеризующим отношение количества арахидоновой кислоты, как главного представителя ПНЖК в мембранных липидах, к сумме всех других ПНЖК с 20 и 22 углеродными атомами. Рассчитан КЭМ эссенциальных жирных кислот молочного жира хайнака по сезонам года: весна – 0,77, лето – 0,57, осень – 0,42 и зима – 0,29, т. е. в весенний период жир молока хайнака имеет самую высокую биологическую ценность.

В исследуемом молоке хайнака кыргызского содержание лактозы по сезонам года сильно не отличается и среднее значение составляет 4,7%, что сопоставимо с коровьим молоком.

Массовая доля золы в исследуемом молоке составила  $0,75 \pm 0,06\%$  и мало отличается от зольности коровьего молока (0,68-0,80%) и этот параметр значительно не изменяется в зависимости от сезона года, как и минеральный состав (табл. 3.5).

Таблица 3.5 – Минеральный состав молока хайнака кыргызского в сравнении с коровьим и ячьим молоком, мг/кг

Элементы	Молоко хайнака кыргызского сырое (собственные данные)	Коровье молоко (Yang, 2021)	Ячье молоко (Yang, 2021)
Ca	1348,31 $\pm$ 171,72	1137,20 $\pm$ 162,50	1417,80 $\pm$ 284,70
Na	417,43 $\pm$ 62,61	379,10 $\pm$ 48,70	342,90 $\pm$ 69,00
K	1292,00 $\pm$ 155,15	1427,90 $\pm$ 233,20	1577,00 $\pm$ 375,70
Mg	101,52 $\pm$ 13,19	109,6 $\pm$ 28,2	175,80 $\pm$ 38,2
Fe	0,67 $\pm$ 0,10	0,46 $\pm$ 0,05	0,75 $\pm$ 0,09
Zn	4,43 $\pm$ 1,37	2,80 $\pm$ 0,01	7,30 $\pm$ 0,02
Mn	0,02 $\pm$ 0,004	0,029 $\pm$ 0,00	0,057 $\pm$ 0,01
Cu	0,06 $\pm$ 0,03	0,17 $\pm$ 0,04	0,15 $\pm$ 0,03
Co	менее 0,01	-	-
Al	менее 0,04	-	-

Следует отметить, что кальция, цинка и железа в молоке хайнака больше, чем в коровьем, но меньше, чем в ячьем.

С точки зрения промышленной переработки молока особый интерес представляют витамины А, D, E, B1, B2 и С. Часть этих витаминов влияет на ход окислительно-восстановительных процессов в молоке и играет роль антиокислителей липидов. Другие являются необходимыми факторами роста заквасочных микроорганизмов, а каротиноиды и витамин B2 – природными красителями молочных продуктов. Витаминный состав молока хайнака кыргызского летнего надоя в сравнении с молоком некоторых млекопитающих представлен в табл. 3.6.

Таблица 3.6 – Витаминный состав молока хайнака кыргызского летнего надоя в сравнении с коровьим и ячьем молоком

Витамины	Молоко хайнака кыргызского сырое (собственные данные)	Коровье молоко (Алексеева, 1986)	Ячье молоко (Yang, 2021)
А, мг%	0,03	0,03	0,04
β-каротин, мг%	0,04	0,02	_*
D <sub>3</sub> , мкг%	менее 0,001	0,05	_*
Е, мг%	0,09	0,09	0,18
С, мг%	1,67	1,5	3,28
РР, мг%	0,34	0,10	_*
В1, мг%	0,06	0,04	0,41
В2, мг%	0,10	0,15	0,97
В3, мг%	0,12	0,38	_*
В6, мг%	0,03	0,05	_*
Вс, мкг%	1,1	5	_*
Примечание: * отсутствуют литературные данные			

Содержание большинства витаминов в молоке хайнака и коровы отличается мало в сравнении с ячьем. Молоко хайнака в два раза богаче β-каротином, чем коровье.

На основании полученных данных по химическому составу молока хайнака кыргызского представляется возможность изучения его технологических свойств.

**В ГЛАВЕ 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА ХАЙНАКА** представлены основные результаты исследования свойств исследуемого молока.

Определены некоторые важные физико-химические свойства молока хайнака, используемые для оценки его качества (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Физико-химические показатели молока хайнака кыргызского

№	Показатель	Коровье молоко (Алексеева, 1986)	Молоко хайнака
1	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1027-1033	1032-1034
2	Титруемая кислотность, °Т	16-20	19-22
3	Величина рН	6,5-6,8	6,6-6,7
4	Вязкость, Па·с	0,0011-0,0025	0,0014-0,0015
5	Поверхностное натяжение, Н/м	0,0424-0,051	0,039-0,045

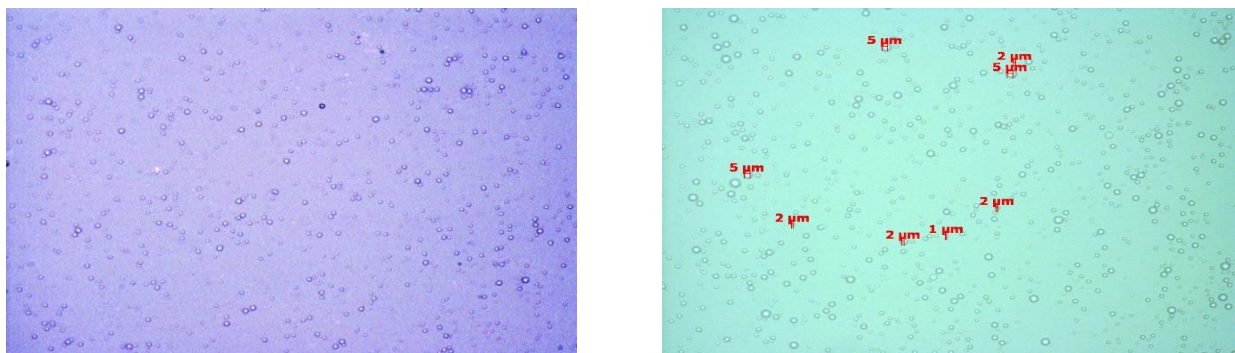
Табличные данные показывают, что плотность и титруемая кислотность молока хайнака несколько выше, чем у коровьего, что объясняется более высоким содержанием белка. Пределы активной кислотности исследуемого и коровьего молока сопоставимы. На вязкость сырого молока хайнака значительное влияние оказывает жир, способствующий его повышению. За счет наличия в молоке компонентов, снижающих поверхностное натяжение, таких как белки и фосфолипиды, колебание значения поверхностного натяжения молока хайнака составляет 0,039-0,045 Н/м.

Состав сырого молока изменчив и, соответственно, это влияет на большинство свойств, в том числе технологических.



Степень дисперсности и количество жировых шариков (ЖШ) в молоке-сырье представляют интерес для молочной промышленности с точки зрения переработки в полножирные молочные продукты, а также для потребителя – с точки зрения биологической ценности.

Фотографии ЖШ молока коровы и хайнака кыргызского приведены на рисунке 4.1.



А)

Б)

Рисунок 4.1 – Фотографии жировых шариков: А – коровье молоко, Б – молоко хайнака (световой микроскоп Axio Imager, объектив Epiplan 20x/0.50)

Количество ЖШ в 1 см<sup>3</sup> молока хайнака составило 4 млрд со средним диаметром 3,2 мкм, что больше, чем в коровьем (2,7 мкм) и меньше, чем в ячьем (4,2 мкм) молоке. Эти показатели оказывают существенное влияние на процесс маслообразования и на степень использования жира при сбивании сливок.

Проведены исследования по изучению влияния сезона года на термоустойчивость молока хайнака кыргызского (табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Термоустойчивость молока хайнака в зависимости от сезона года

Показатель	Молоко хайнака сырое			
	весна (май)	лето (август)	осень (октябрь)	зима (декабрь)
Группа термоустойчивости по алкогольной пробе	II <sup>2</sup>	I <sup>1</sup> , II <sup>2</sup>	I <sup>1</sup> , II <sup>2</sup>	II <sup>2</sup>
Примечание: 1 – выдерживает воздействие 80%-ного спирта, 2 – выдерживает воздействие 75%-ного спирта				

Термоустойчивость молока хайнака достаточно высокая в течение года. Из такого сырья можно производить молочные продукты с использованием любых режимов тепловой обработки, в том числе сухое молоко, кисломолочные продукты, молочные консервы.

Важнейшим технологическим свойством любого вида молока является способность коагулировать под действием стартовых культур лактобактерий. В этом аспекте молоко хайнака не изучено.

Поэтому целью следующего этапа исследований было изучение кислотообразующей способности лактобактерий в исследуемом молоке.

В качестве коммерческих заквасочных культур были использованы бактериальные закваски от производителя SACCO System (Кадораго, Италия): Lyofast Y438B (термофильная закваска: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*) для производства йогурта; Lyofast MWO030 (мезофильная закваска: *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*) для производства творога; Lyofast MS 064 CP (смешанная закваска: *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus*) для производства творога ускоренным способом. В качестве объекта сравнения использован образец коровьего молока с МДЖ 1,5%, белка 2,9% и углеводов 4,7%.

Для приготовления ферментированных образцов молоко пастеризовали при  $t = 85-87\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 15 мин с последующим охлаждением до температуры заквашивания:  $43\text{ }^{\circ}\text{C}$  для термофильных заквасок,  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$  – для мезофильных заквасок и  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  – для смешанных заквасок. В подготовленное молоко хайнака в стерильных условиях добавляли рассчитанное количество закваски и перемешивали в течение 15 мин. Молоко с заквасочными культурами разливали в 10 стеклянных бутылок (каждая  $\sim 90\text{ см}^3$ ) и выдерживали при необходимой температуре на водяной бане в течение 6-10 ч, при этом через каждый час определяли титруемую и активную кислотность образцов в динамике процесса ферментации.

В данном исследовании завершение процесса ферментации оценивалось при достижении кислотности молока  $80\text{ }^{\circ}\text{T}$  (рН 4,6 изоэлектрическая точка казеина). Для молока хайнака с термофильной заквасочной культурой изоэлектрическая точка наступила через 400 мин, со смешанной культурой – через 500 мин, с мезофильной культурой – на 600-й мин. Для коровьего молока по истечении такого же времени конечная кислотность составила  $88\text{ }^{\circ}\text{T}$ . Интенсивность сквашивания ( $I_s$ ) позволяет установить момент максимального кислотообразования при ферментации молока (рисунок 4.2).

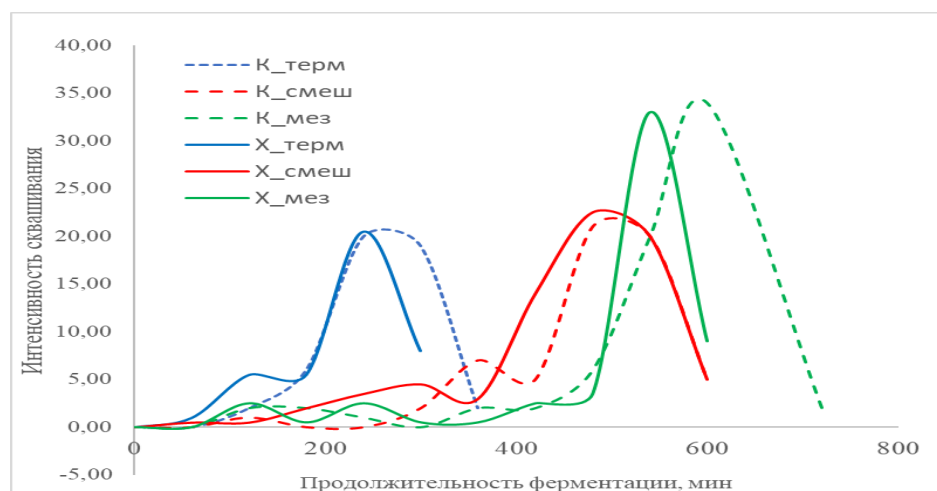


Рисунок 4.2 – Интенсивность сквашивания ( $I_s$ ) образцов коровьего молока (K) и молока хайнака (X) разными заквасочными культурами в зависимости от длительности процесса

Кривые интенсивности сквашивания показывают, что при ферментации молока хайнака различными заквасочными культурами характер накопления молочной кислоты существенно не отличается от такового в коровьем молоке. Это объясняется примерно одинаковым содержанием лактозы в молоке хайнака и коровы – 4,6% и 4,7% соответственно. Максимальная интенсивность сквашивания наблюдалась в молоке хайнака, ферментируемом мезофильными лактобактериями, с опережением на 1 час от образца сравнения (коровье молоко), тогда как в остальных случаях отличия незначительны.

Способность казеина коагулировать в присутствии кислот, в частности молочной кислоты, является одной из важнейших характеристик этого основного молочного белка. В целях исключения влияния жира на реологические свойства образцов ферментируемого молока хайнака, его нормализовали до массовой доли жира 1,5% путем добавления обезжиренного молока к цельному. Смесь молока с заквасочными культурами сразу помещали в цилиндр реометра MCR 302 (Anton Paar, Австрия) для измерений. Реологические измерения в динамике ферментации молока хайнака и коровы, заквашенных термофильными, мезофильными лактобактериями и их смесью (рисунок 4.3А-В), показали значительное влияние состава заквасочной микрофлоры ( $p < 0,05$ ) на значения модуля упругости  $G'$  и модуля вязкости  $G''$ .

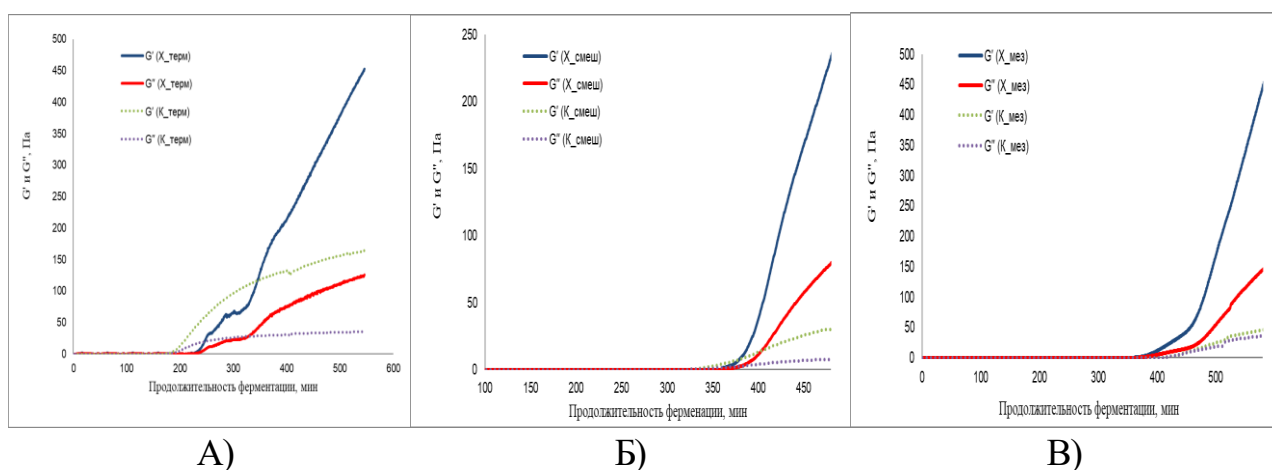


Рисунок 4.3 – Кривые модуля упругости и модуля вязкости при ферментации молока хайнака (X) и коровьего молока (K): А) термофильными (терм), Б) смешанными (смеш) и В) мезофильными (мез) культурами лактобактерий

Гелеобразование в коровьем молоке и молоке хайнака, заквашенных мезофильными лактобактериями, происходило в два раза медленнее, чем в образцах, ферментируемых другими культурами бактериальных заквасок. Ферментация молока хайнака с мезофильными культурами продолжалась более 580 минут, что было самым длительным периодом ферментации, но при этом обнаружен самый высокий модуль упругости – 392 Па (измеренный на 580 минуте). Для сравнения, модуль упругости коровьего молока, заквашенного мезофильной культурой, составил 27 Па. Возможной причиной формирования более прочного сгустка молока хайнака под действием всех бакте-

риальных заквасок, по сравнению с ферментированным коровьим молоком, является высокое содержание белка и кальция в первом.

Кроме того, для функциональных продуктов питания, в том числе кисломолочных, важнейшей характеристикой качества является наличие в конце периода хранения живой пробиотической микрофлоры, в частности молочнокислых бактерий (МКБ), в достаточном количестве (не менее 7 lgKOE/г).

Количество жизнеспособных бактерий в образцах ферментированного молока хайнака и коровы сразу после ферментации и при холодильном хранении (4-6 °C) через 24, 48 и 72 ч показано на рисунке 4.4.

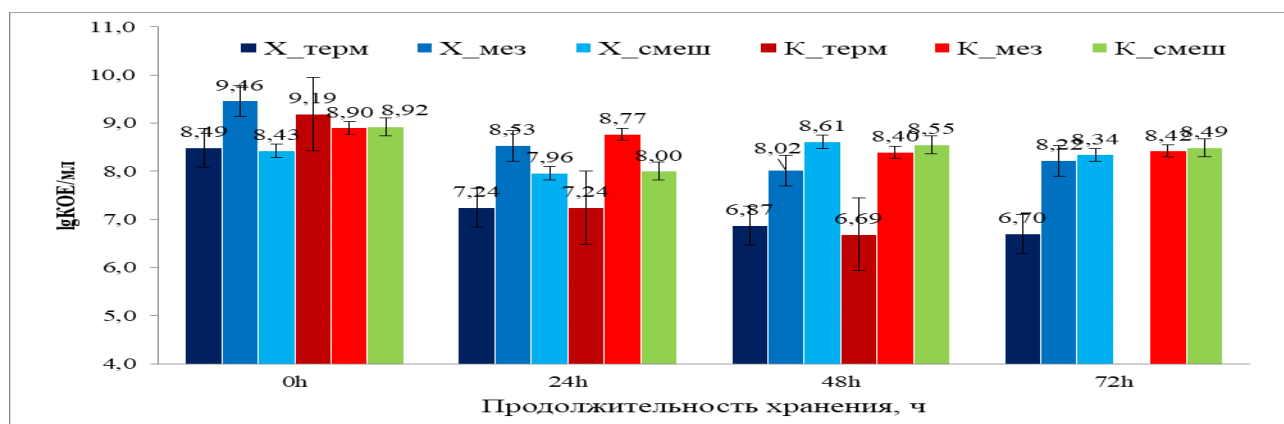


Рисунок 4.4 – Изменение количества МКБ (lgKOE/мл) в процессе хранения ферментированного коровьего молока и молока хайнака

Количество жизнеспособных клеток в ферментируемом молоке хайнака и коровы при использовании смешанных культур МКБ было самым высоким – 98,9%, 95% соответственно, в то время как в тех же видах молока, заквашенных термофильными культурами, при температуре хранения 4-6 °C их осталось 78% (через 3 сут), 72,7% (через 2 сут) соответственно.

Оценки сенсорных свойств ферментированного молока хайнака располагались в следующем порядке: X\_смеш > X\_мез > X\_терм (через 72 ч холодильного хранения). Вследствие чего, для производства цельномолочных ферментированных продуктов из молока хайнака кыргызского можно рекомендовать использование смешанных заквасок с бóльшей выживаемостью МКБ и привлекательными для потребителя органолептическими характеристиками.

Важным технологическим свойством молока при производстве творога и аналогичных ему продуктов является способность формировать сгустки под действием молочной кислоты и молокосвертывающего фермента.

Для оценки воздействия сычужного фермента в комбинации с бактериальной закваской на процесс ферментации молока хайнака изучена динамика кислото- и структурообразования в сравнении с аналогичным процессом, протекающим в коровьем молоке.

Изменения титруемой и активной кислотности в динамике кислотно-сычужного свертывания исследуемого и коровьего молока представлены на рисунке 4.5.

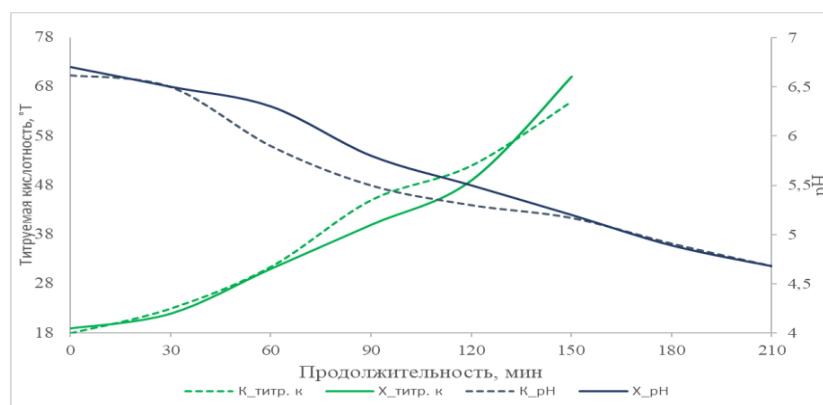


Рисунок 4.5 – Изменения титруемой кислотности (ось у, слева) и активной кислотности (ось у, справа) в динамике кислотно-сычужного свертывания коровьего молока (К) и молока хайнака (Х)

Кривые титруемой и активной кислотности показывают, что в молоке хайнака характер накопления молочной кислоты существенно не отличается от коровьего молока. Оптимум pH (5,5) ферментативной стадии сычужной коагуляции белков молока хайнака наблюдается через 120 мин, в коровьем молоке – через 90 мин.

Наряду с измерением реологических характеристик кислотно-сычужного свертывания, проведены измерения таких же характеристик при сычужном свертывании исследуемого молока, поскольку процесс производства высококачественного сыра возможен лишь при условии, что молоко, направляемое на его выработку, способно образовывать плотный казеиновый сгусток под действием сычужного фермента.

Реограммы комплексной вязкости, кривые изменения модуля упругости ( $G'$ ) и модуля вязкости ( $G''$ ) в процессе кислотно-сычужного и сычужного свертывания коровьего молока и молока хайнака представлены на рисунках 4.6-4.7.

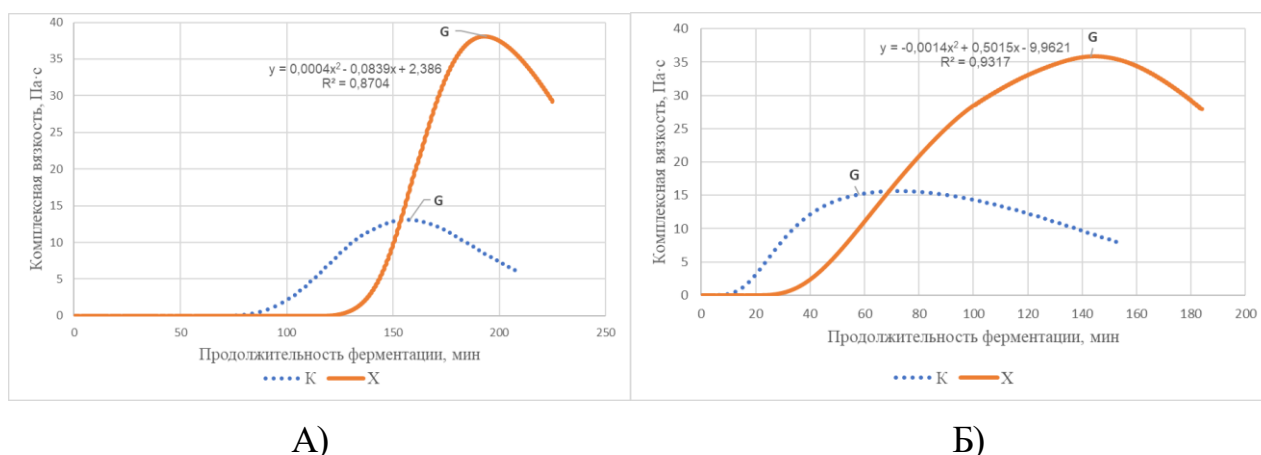


Рисунок 4.6 – Реограмма комплексной вязкости коровьего молока (К) и молока хайнака (Х) в процессе: А) кислотно-сычужного свертывания, Б) сычужного свертывания, G – гель-точка



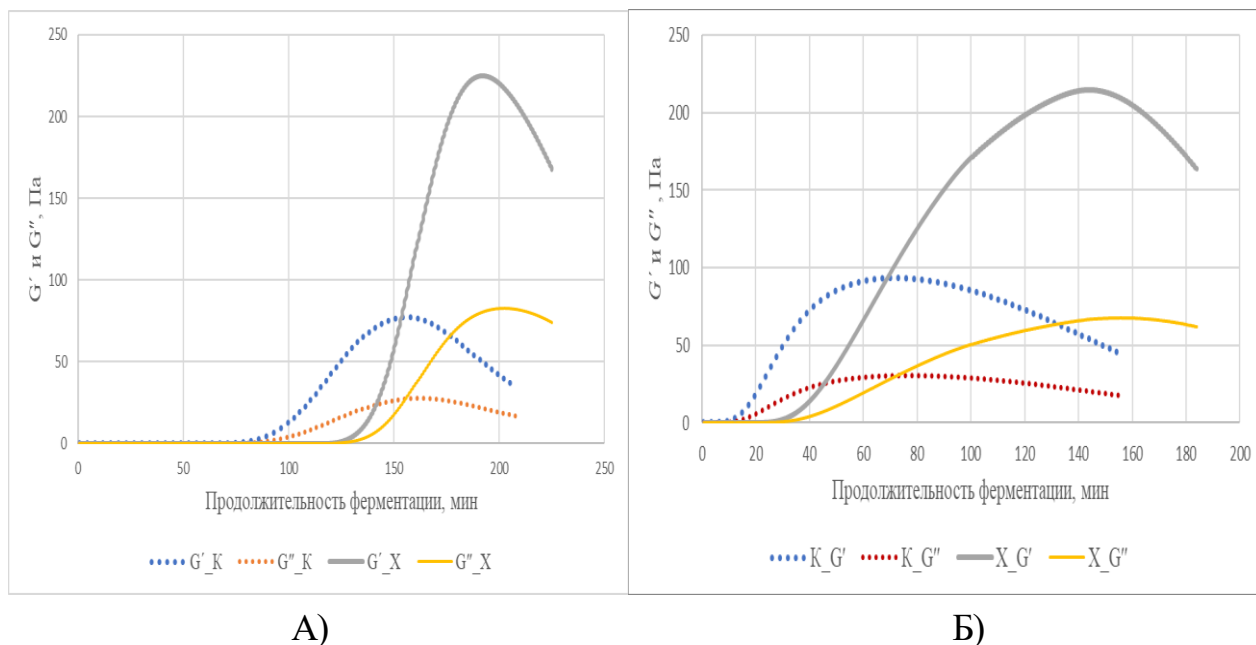


Рисунок 4.7 – Динамика изменения модуля упругости ( $G'$ ) и модуля вязкости ( $G''$ ) коровьего молока (К) и молока хайнака (Х) в процессе: А) кислотно-сычужного свертывания, Б) сычужного свертывания

Индукционный период для молока хайнака при кислотно-сычужном свертывании составляет 125 мин, в коровьем – 80 мин (см. рис. 4.6А). В этот период вязкость молока почти не изменяется и при приближении рН к значению  $\sim 5,5$  начинается стадия массовой коагуляции ( $G' = G''$ ) и медленное увеличение значений вязкости (см. рис. 4.6А), а также величин  $G'$ ,  $G''$  (см. рис. 4.7А). Гель-точка в молоке хайнака наступает на 192 мин, в коровьем молоке – на 153 мин (см. рис. 4.6А). При кислотно-сычужном свертывании молоко хайнака образует более прочный гель ( $G' = 225,16$  Па, гель-точка), в отличие от коровьего молока ( $G' = 77,06$  Па, гель-точка).

При сычужном свертывании (см. рис. 4.6Б, 4.7Б) индукционный период в молоке хайнака длится 30 мин, а в коровьем молоке – 15 мин, что считается началом гелеобразования ( $G' = G''$ ). Согласно графическим данным (см. рис. 9Б) динамический модуль упругости ( $G'$ ) в молоке хайнака увеличивается в течение 140 мин до значения 214,93 Па, после чего достигается небольшое плато упрочнения сгустка длительностью 10 мин. В коровьем молоке наибольшее значение показателя  $G'$ , равное 93,35 Па, наблюдается на 62 мин коагуляции и стадия упрочнения сгустка длится 15 мин. После стадии упрочнения сгустка начинается изменение параметров в сторону уменьшения и кривые делают резкий перегиб, т.е. наступает синерезис.

Полученные результаты свидетельствуют, что индукционный период в молоке хайнака как при кислотно-сычужном, так и сычужном свертывании длительнее, чем в коровьем молоке, но продолжительность упрочнения сгустка меньше. В обоих случаях сгусток молока хайнака в 2,5-3 раза прочнее, чем сгусток коровьего молока, что согласуется с литературными данными.

Полученные результаты, характеризующие закономерности формирования структуры сгустка, образованного белками молока хайнака, можно описать математи-

чески через уравнения:  $y = 0,0004x^2 - 0,0839x + 2,386$  – при кислотно-сычужной и  $y = -0,0014x^2 + 0,5015x - 9,9621$  – при сычужной коагуляции, адекватно описывающие эти процессы ( $R^2 = 0,8704$  и  $R^2 = 0,9317$ , соответственно).

Вышеприведённые исследования физико-химических, биохимических, технологических свойств молока хайнака кыргызского послужили научной основой проектирования из него новых видов молочных продуктов, в том числе функциональных.

**В ГЛАВЕ 5. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДИЗАЙНЕРСКИХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ МОЛОКА ХАЙНАКА** приведены результаты разработки технологии ряда продуктов из молока хайнака и полученного из него белково-углеводного сырья с использованием обоснованно выбранных физиологически функциональных ингредиентов (ФФИ).

Исходя из анализа пищевого статуса и состояния здоровья населения Кыргызской Республики, особую актуальность приобретает обогащение молочных продуктов функциональными ингредиентами: жирорастворимыми витаминами, микроэлементами, пищевыми волокнами (пектины), пробиотиками, пребиотиками. Выбор ФФИ основывался также на стремлении решить некоторые технологические проблемы при производстве дизайнерских продуктов, такие как: интенсификация процесса, т.е. сокращение длительности технологических операций, стабилизация структуры и увеличение сроков хранения без использования консервантов и воздействия высоких температур на готовый продукт.

Схема предлагаемой безотходной технологии переработки молока хайнака представлена на рисунке 5.1.

Согласно схеме, можно вырабатывать следующий ассортимент продукции: молоко питьевое пастеризованное, кисломолочные напитки, творог, сметану, сыр, напитки сывороточные, белковые пасты, сухое цельное молоко, топленое масло.

Производство пастеризованного молока, несмотря на разнообразие его видов, состоит в основном из одинаковых для всех видов молока операций: приемка и подготовка сырья, нормализация, очистка, гомогенизация, пастеризация, охлаждение, розлив, упаковывание, маркирование, хранение и реализация.

В технологии кисломолочных напитков значительную роль играет правильно подобранная закваска. Нами установлено (глава 4), что термофильные лактобактерии способны сквашивать молоко хайнака через 3 час с момента внесения закваски. Среди термофильных лактобацилл особый интерес представляет ацидофильная палочка *Lactobacillus acidophilus*, как один из самых популярных пробиотиков с доказанной эффективностью. Вследствие чего в состав закваски предлагаемого кисломолочного напитка, названного ацидогурт, входили *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* и *Lactobacillus acidophilus*.





$y = 125,75 - 4x_1 + 1,5x_2$ , оптимальное соотношение молока и тыквенного пюре – 75:25 с содержанием в порции ацидогурта 30% витамина А от суточной нормы потребления.

Для того чтобы продукт был не только полезен, но и привлекателен по органолептическим показателям, подготовлен ряд образцов с овощными наполнителями. В ходе органолептического анализа по пятибалльной шкале были выбраны наилучшие образцы с добавлением наполнителя к молочной основе: 25% морковного пюре (5 баллов), 25% тыквенного пюре (4,75 баллов), 12,5% свекольного пюре (4,5 баллов).

Для изучения влияния вносимой дозы овощного наполнителя на процесс гелеобразования определены реологические показатели в динамике ферментации молока хайнака под действием *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* и *Lactobacillus acidophilus*. Изменения комплексной вязкости, модуля упругости и модуля вязкости приведены на рисунке 5.2.

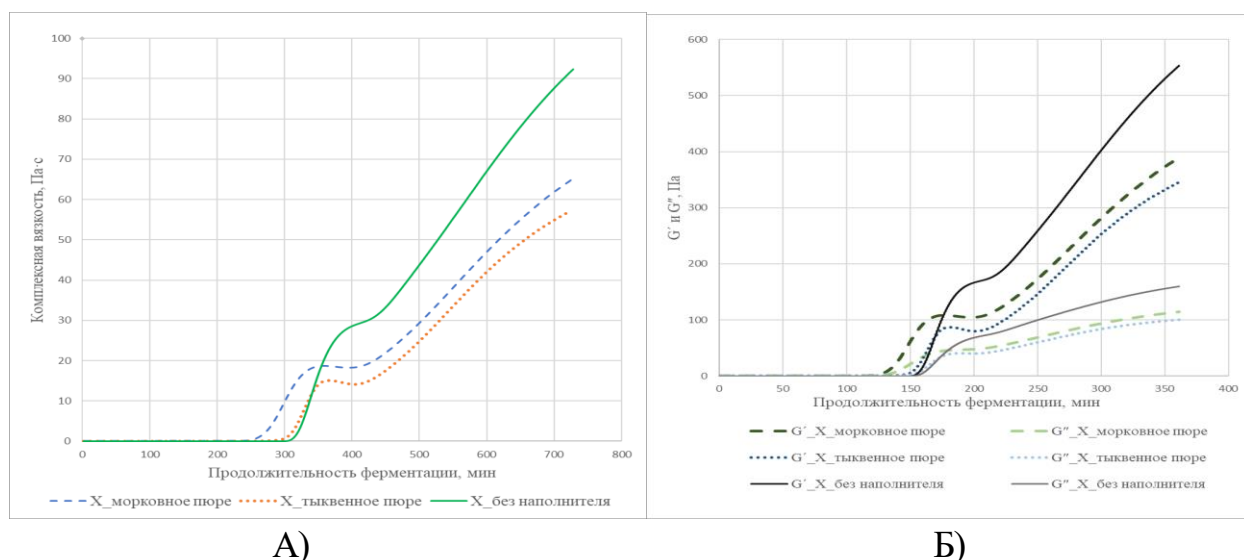


Рисунок 5.2 – Изменение реологических параметров при кислотной коагуляции молока хайнака (X) без наполнителя и с наполнителем (морковным пюре, тыквенным пюре) под действием *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* и *Lactobacillus acidophilus*: А) комплексная вязкость, Б) модуль упругости ( $G'$ ) и модуль вязкости ( $G''$ )

Графические данные (см. рис. 5.2А) свидетельствуют о том, что овощной наполнитель оказал значительное влияние на характер гелеобразования молока хайнака при его ферментации МКБ. Гелеобразование молока хайнака с морковным пюре началось на 130 мин, с тыквенным пюре – на 140 мин, что на 10-20 мин раньше (рН = 5,6), чем в случае с молоком без наполнителя (150 мин, рН = 6,1). Ферментированное молоко хайнака в присутствии овощного наполнителя имело мягкую текстуру и значение модуля упругости в конце ферментации достигало максимального значения 390 Па, что меньше, чем в молоке хайнака без наполнителя (550 Па) (см. рис. 5.2Б). Известно также положительное влияние пектинсодержащих наполнителей, к которым относятся морковь и тыква, на гидрофильные свойства кисломолочных сгустков, по-

вышающих влагоудерживающую способность йогуртов на 2-3%, что препятствует синерезису.

Как показывают экспериментальные данные, использование овощных наполнителей в технологии ацидогурта способствует интенсификации процесса сквашивания, оказывает положительное влияние на органолептические и реологические свойства продукта. На основе оптимизированных рецептур разработана технологическая инструкция производства ацидогурта с овощным наполнителем (ТИ 21667879-05-21) и проведена с положительным эффектом промышленная апробация технологии в ОсОО «Алайку Органикс».

Ферментированные напитки обладают освежающими и жаждоутоляющими свойствами, пользуются широким спросом у населения КР. В этом аспекте нами разработана серия функциональных напитков на основе цельной и осветленной сыворотки молока хайнака с ФФИ.

Замена воды при варке зернового компонента (квиноа) молочной сывороткой позволяет получить напиток с наилучшими органолептическими показателями, названный «Бозодой». В качестве закваски используется смесь МКБ и дрожжей. Ферментация (брожение) при получении напитка «Бозодой» осуществляется в один этап. Это связано с предварительной подготовкой разваренного зернового компонента путем гидролиза крахмала ферментами солода до сбраживаемых сахаров. Напиток «Бозодой», приготовленный из натурального сырья путем ферментации, является слабоалкогольным напитком. На предлагаемую технологию разработана технологическая инструкция (ТИ 21667879-08-21) и проведена промышленная проверка с принятием к внедрению в ОсОО «Алайку Органикс».

Для детей разработан аналог напитка «Бозодой» – «Бозодой-балапан», не содержащий спирт. Сырьем для производства напитка являются: кукурузная крупа, солод, молочная сыворотка, сахар, заквасочная культура прямого внесения Lyofast. Поскольку при приготовлении этого напитка используются только молочнокислые бактерии, ферментация в один этап получается длительной (24 ч). В связи с чем предложена ферментация в два этапа: I ферментация – сбраживание смеси зернового компонента и молочной сыворотки (2-4 ч), II ферментация – с внесением солода и накоплением молочной кислоты, вкусоформирующих и ароматических веществ (10 ч). Общая длительность ферментации составляет 12-14 ч, вместо более чем 30 ч в традиционном способе приготовления напитка типа бозо. Новизна предлагаемого варианта приготовления напитка защищена патентом КР № 2216, разработана технологическая инструкция (ТИ 21667879-07-21) и проведена апробация с положительным эффектом на базе ОсОО «Алайку Органикс».

Совместно с соавторами (Дюшеева Н.С., Мусульманова М.М., Абдырасакова А.У.) разработан и запатентован состав и способ получения напитка на основе осветленной подсырной сыворотки молока хайнака (Патент КР № 2230). Автором разработана технология и подготовлена заявка на патент КР. Внесение в сыворотку наполнителей (экстракт мумиё, гранатовый сок, яблочный пектин) придает напитку диетическую направленность и улучшенные органолептические свойства, а также хорошую

хранимоспособность. Разработана технологическая инструкция (ТИ 27730672-25001.0002) и проведена апробация с положительным эффектом на базе УПЦ «Технолог» КГТУ им. И. Раззакова.

Одним из возможных путей решения проблем, связанных с дефицитом белка в рационе современного кыргызстанца и комплексным использованием всех компонентов молока хайнака, является промышленное производство высокобелковых пастообразных композитов. В этом аспекте нами разработаны на уровне изобретения два вида паст, основным компонентом которых являются сывороточные белки молока хайнака. Для придания пастам полифункциональных свойств в состав рецептуры были введены соответствующие ингредиенты.

Предложен способ приготовления альбуминной пасты, включающий внесение вкусоароматической добавки. В качестве наполнителя использованы куркума и черный перец, придающие продукту потенциальные функциональные свойства и способствующие продлению срока годности в 2 раза. На предложенный способ выдан патент КР № 2230 (авторы: Дюшеева Н.С., Элеманова Р.Ш. Мусульманова М.М., Абдырасакова А.У.). Мусульмановой М.М. предложена общая концепция, Дюшеевой Н.С. и Сабырбековой А. разработана оптимизированная рецептура, отработана технология, определены качественные показатели готового продукта, Элемановой Р.Ш. разработана математическая модель. Разработаны и утверждены технологическая инструкция по производству альбуминной пасты (ТИ 27730672-25001-0003-21) и технические условия (ТУ 10.51.40.300-003-27730672-2021), необходимые для производства целевого продукта в промышленном масштабе. Проведена с положительным эффектом промышленная апробация в молочном цехе УПЦ «Технолог» КГТУ им. И. Раззакова.

Для обогащения белковых паст микронутриентами (витаминами и минеральными веществами) и ПНЖК в качестве источников ФФИ выбраны паста из измельченных кунжутных семян (тахини), финиковый сироп и разработана рецептура пасты «Тахинная». Произведен расчет адекватной дозы выбранных ингредиентов в рецептурный состав разрабатываемой белковой пасты. Оптимизация рецептуры была произведена по рекомендуемой норме ПНЖК, которых в 100 г тахини содержится 22,3 г. Внесение 25% тахини придает физиологическую функциональность продукту при содержании в порции этого продукта (200 г) ПНЖК в пределах 10-20% от суточной потребности в этом веществе. Для предлагаемой пасты разработана и утверждена в установленном порядке технологическая инструкция ТИ 21667880-05-21.

Удаленность сырьевых источников и необходимость сохранения в полной мере высокой пищевой и биологической ценности молока хайнака лежит в основе выбора сублимационной сушки как метода его консервирования.

Сублимационную сушку проводили на установке Lio 5P фирмы «Kambic» (Словения) с объемом загрузки до 2 л. В процессе сушки с помощью приборов в установке контролировали температуру и давление, которые соответственно составляли -55 °С и 0,026 кПа. По результатам проведенных исследований установлено, что снижение начальной влажности молока хайнака, равной 84%, до остаточного её содержания 4,8% происходит в течение 32 ч. Химический состав сухого молока хайнака осеннего

удоя, определенный в Федеральном государственном автономном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (г. Москва), приведен в табл. 5.1.

Таблица 5.1 – Химический состав сухого молока хайнака осеннего удоя

Показатель	Фактические значения
Массовая доля общего белка, %	24,37±0,22
Массовая доля золы, %	4,67±0,06
Содержание сывороточных белков, %	5,49±0,98
Содержание казеиновых белков, %	17,82±0,03
Содержание общего азота, %	3,82±0,06
Содержание небелкового азота, %	0,170±0,003
Содержание альбумина сыворотки крови, мг/см <sup>3</sup>	1,440±0,007
Содержание α-лактальбумина, мг/см <sup>3</sup>	2,01±0,010
Содержание β-лактоглобулина А, мг/см <sup>3</sup>	0,927±0,005
Содержание β-лактоглобулина Б, мг/см <sup>3</sup>	1,48±0,007
Содержание лактоферрина, мг/см <sup>3</sup>	0,62±0,003
Содержание витамина А, мкг/100 г	214,77±42,95
Содержание натрия, мг/кг	3058,45±458,76
Содержание калия, мг/кг	8340,11±1000,81
Содержание кальция, мг/кг	8220,90±1233,13
Содержание марганца, мкг/100 г	0,049±0,010
Содержание магния, мг/кг	639,92±83,18
Содержание железа, мг/кг	3,02±0,45
Содержание меди, мг/кг	менее 0,006
Содержание цинка, мг/кг	38,31±11,49
Содержание кобальта, мг/кг	менее 0,01
Содержание алюминия, мг/кг	менее 0,04

Качество сухого молока оценено сравнительным анализом содержания основных компонентов и биологически активных веществ, в частности витаминов. Согласно литературным данным потери водорастворимых витаминов при распылительной сушке молочных продуктов достигают 25-40%, тогда как в восстановленном молоке хайнака, высушенном сублимацией, содержание водорастворимых витаминов снижается на 5-15%, что свидетельствует о целесообразности использования выбранного способа сушки. Кроме того, для сухого молока хайнака определены смачиваемость и индекс растворимости, которые составили 53 сек и 0,5 мл соответственно.

Одним из традиционных молочных продуктов, популярных в горных регионах КР, является топленое масло – почти чистый молочный жир, свободный от плазмы. В данном исследовании рассматривается технология получения топленого масла непосредственно из сливок молока хайнака, без этапа производства сливочного масла. Отработаны технологические параметры получения топленого масла из сливок молока хайнака с трехэтапным изменением температуры нагрева: I этап – постепенное повышение до 100 °С, II этап – поддержание температуры 100-102 °С в течение 20-30 мин, III этап – выдержка при 105-115 °С в течение 16-22 мин. Результаты определения цветности топленого масла показали, что нет существенного различия между топленым

маслом из молока хайнака и коровы, что также подтверждается содержанием в них  $\beta$ -каротина – 0,8 мг% и 0,7 мг% соответственно. Молоко хайнака можно рекомендовать для производства полножирных молочных продуктов, в том числе топленого масла.

**В ГЛАВЕ 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОКА ХАЙНАКА** приводится расчет финансового результата внедрения безотходной переработки вторичного сырья, полученного при выработке сыра и творога из молока хайнака. Дальнейшая переработка этого ценного молочного сырья позволяет увеличить производство полноценных продуктов питания, исключить загрязнение окружающей среды и значительно повысить экономическое состояние молочных предприятий. Так, при направлении 800 кг молочной сыворотки на производство ферментированных сывороточно-зерновых напитков, функционального напитка на основе осветленной подсырной сыворотки молока хайнака, альбуминной пасты, молочно-белковой пасты чистая прибыль составит 17268,55 сом в день. При годовом объеме переработанного молока 350 т на сыр или творог (производительность 1 т/сут) с получением 280 т молочной сыворотки эффект составит 6 043 992,5 сом. Нетрадиционные виды молока (молоко хайнака) пока менее важны с экономической точки зрения, но они играют фундаментальную социальную роль в масштабах горных регионов Кыргызстана.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате проведенного анализа установлена необходимость развития горного животноводства в Кыргызской Республике, в частности, разведение яков и их гибридов, что позволит максимально полно использовать региональные возможности по получению экологически чистого сырья, в том числе молочного, внедрению ресурсосберегающей технологии его переработки в продукты с высокой добавленной стоимостью.

2. Разработаны научно-практические основы ресурсосберегающей технологии переработки молока хайнака в продукты с высокой пищевой, биологической ценностью и функциональной направленностью.

3. Впервые определен макро- и микронутриентный состав молока хайнака кыргызского. Массовая доля белка в молоке хайнака варьирует в пределах 3,91-4,39%, жира – 4,5-5,7%, лактозы – 4,7%; микронутриентный (минеральный и витаминный) состав молока хайнака характеризуется высоким содержанием кальция ( $1348,31 \pm 171,72$  мг/кг), железа ( $0,67 \pm 0,10$  мг/кг), цинка ( $4,43 \pm 1,37$  мг/кг),  $\beta$ -каротина (0,04 мг%) и отсутствием тяжелых металлов. Полученные данные являются основой инновационных технологий переработки молока хайнака и могут быть внесены в справочники химического состава местного пищевого сырья.

4. Определены основные физико-химические свойства молока хайнака: плотность, равная 1032-1034 кг/м<sup>3</sup>; титруемая кислотность – 19-22 °Т, вязкость – 0,0014-0,0015 Па·с; поверхностное натяжение – 0,039-0,045 Н/м. В 1 см<sup>3</sup> молока хайнака находится около 4 млрд. жировых шариков со средним диаметром 3,21 мкм.

5. Выявлена сезонная зависимость компонентного (белкового, жирнокислотного, витаминного и минерального) состава молока хайнака, обитающего в условиях альпийских и субальпийских зон Иссык-Кульской области Кыргызской Республики. Наиболее благоприятным периодом для получения биологически полноценного молока хайнака кыргызского с высоким содержанием физиологически функциональных ингредиентов является весенний сезон.

6. Изучены свойства молока хайнака кыргызского как среды для развития различных групп лактобактерий (термо-, мезофильные и их смесь) через определение их кислотообразующей способности (титруемая и активная кислотность). При ферментации молока хайнака различными заквасочными культурами характер накопления молочной кислоты существенно не отличался от такового в коровьем молоке. При этом установлено, что максимальная интенсивность сквашивания наблюдается в молоке хайнака, ферментируемом мезофильными лактобактериями.

7. Реологическими методами впервые установлены закономерности формирования структуры при кислотной, кислотнo-сычужной и сычужной коагуляции молока хайнака в динамике процесса под действием различных коммерческих бактериальных заквасок. При этом установлено, что прочность геля молока хайнака, ферментированного исследуемыми коммерческими заквасками, была выше (250-421 Па), чем у коровьего молока (21-90 Па). Гель-точка при кислотнo-сычужной коагуляции наступает на 192-й мин и модуль упругости  $G'$  равен 225,16 Па, гель-точка при сычужной коагуляции – на 140-й мин,  $G' = 214,93$  Па. В обоих случаях сгусток молока хайнака в 2,5-3 раза прочнее, чем сгусток коровьего молока.

8. Обоснован выбор источников физиологически функциональных и технологически функциональных ингредиентов (растительных и минеральных) для комбинирования с молочной основой с учетом региональных проблем здоровья населения Кыргызской Республики.

9. В целях рационального использования молочного сырья разработаны технологии ряда дизайнерских продуктов на основе молока хайнака. Целевые продукты обладают привлекательными для потребителя органолептическими свойствами, повышенной биологической ценностью и функциональной направленностью за счет оптимального состава рецептурных ингредиентов.

10. Молоко хайнака и продукты на его основе позволят в определенной степени решить социальные и экономические проблемы сообществ горных регионов Кыргызстана через производство и потребление продуктов с высокой пищевой и биологической ценностью. Внедрение безотходной технологии переработки молочного сырья является первым шагом к переходу молочной отрасли Кыргызстана к модели циркулярной экономики. Экономическая эффективность от выработки продуктов на основе молочной сыворотки при годовом объеме переработанного молока 350 т на сыр или творог (производительность 1 т/сут) составит 6 043 992,5 сом.



## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Данные компонентного состава молока хайнака кыргызского могут быть включены в Справочник химического состава местного пищевого сырья.

Запатентованные технологии молочно-растительных продуктов с дополнительными функциональными характеристиками могут быть внедрены на малых предприятиях, приближенных к местам получения нетрадиционного молочного сырья – молока хайнака. Для этого разработаны и утверждены в установленном порядке технологические инструкции по производству ацидогурта с овощным наполнителем, молочно-белковой пасты, ферментированных сывороточно-зерновых напитков, напитка на основе подсырной сыворотки молока хайнака, альбуминной пасты; а также технические условия на функциональный напиток на основе подсырной сыворотки молока хайнака, на альбуминную пасту.

С целью определения возможности промышленного производства предлагаемых продуктов проведена апробация с положительным эффектом на базах Учебно-производственного центра «Технолог» КГТУ им. И. Раззакова и ОсОО «Алайку Органикс».

Данные аналитических и экспериментальных исследований могут быть использованы в лекционных курсах, учебниках, учебных пособиях и методических указаниях к лабораторным и практическим работам для студентов вузов пищевого направления.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. **Элеманова, Р. Ш.** Разработка рецептуры и технологии ферментированных сывороточно-зерновых напитков [Текст] / Р. Ш. Элеманова, М. М. Мусульманова // Научно-практические основы производства функциональных пищевых продуктов с применением лекарственных растений: сб. матер. межд. научно-практ. конф. – Семей, 2014. – С. 24-28.
2. **Элеманова, Р. Ш.** Ферментированный сывороточно-зерновой напиток “Бозодой” [Текст] / Р. Ш. Элеманова, М. М. Мусульманова // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – 2015. – № 3(36). – С. 243-246. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26092351>
3. **Элеманова, Р. Ш.** Физико-химические показатели напитков на основе молочной сыворотки [Текст] / Р. Ш. Элеманова // Актуальные проблемы в современной науке и пути их решения: сб. материалов XXX межд. научно-практ. конф. – Москва, 2016. – С. 60-62.
4. **Элеманова, Р. Ш.** К вопросу повышения функциональных свойств ферментированного зернового напитка [Текст] / Р. Ш. Элеманова, М. М. Мусульманова // East European Scientific Journal. – 2016. – V. 8. – P.159-162.
5. **Элеманова, Р. Ш.** Повышение функциональности сывороточно-зернового суслу при его ферментации комбинированной закваской [Текст] / Р. Ш. Элеманова, М. М. Мусульманова // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2017. – № 4. – С. 32-34. <https://elibrary.ru/item.asp?id=29817215>

6. **Тынарбекова, М. Т.** Физико-химические показатели ферментированного сывороточного напитка на основе квиноа [Текст] / М. Т. Тынарбекова, **Р. Ш. Элеманова**, А. М. Усубалиева // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2017. – № 4. – С. 29-31. <https://elibrary.ru/item.asp?id=29817214>
7. **Элеманова, Р. Ш.** Инструменты регулирования производства безопасных молочных продуктов [Текст] / Р. Ш. Элеманова, Д. А. Коджегулова // Проблемы современной науки и образования. – 2017. – № 13 (95). – С. 39-42.
8. **Элеманова, Р. Ш.** Молоко хайнака как основа для здоровых продуктов питания [Текст] / Р. Ш. Элеманова, М. М. Мусульманова // Безопасность продовольственных продуктов, ресурсы, эффективность энергосберегающих и инновационных технологий: сб. материалов межд. научно-техн. конф. – Наманган, 2019. – С. 378-382.
9. **Мусульманова, М. М.** Перспективы использования нетрадиционного вида молока [Текст] / М. М. Мусульманова, **Р. Ш. Элеманова**, Н. С. Дюшеева и др. / Безопасность продовольственных продуктов, ресурсы, эффективность энергосберегающих и инновационных технологий: сб. материалов межд. научно-техн. конф. – Наманган, 2019. – С. 368-373.
10. **Мусульманова, М. М.** Молоко хайнака как сырье для создания функциональных продуктов [Текст] / М. М. Мусульманова, **Р. Ш. Элеманова**, Н. С. Дюшеева // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2019. – № 2(2). – С. 164-171. <https://elibrary.ru/item.asp?id=42332671>
11. **Элеманова, Р. Ш.** Научно-практические основы производства ферментированных молочно-сывороточных напитков в комбинации с зерновыми злаками [Текст] / Р. Ш. Элеманова, М. М. Мусульманова. – Б.: Технопарк, 2019. – 122 с.
12. Пат. 2230 КР. Способ получения функционального напитка «АльМуГран» на основе осветленной подсырной сыворотки [Текст] / Н. С. Дюшеева, **Р. Ш. Элеманова**, М. М. Мусульманова, А. У. Абдырасакова. – № 20200005.1; заявл. 07.02.2020; опубл. 31.12.2020, Бюл. № 12.
13. Пат. 2231 КР. Способ приготовления альбуминной пасты «КуркуМуН» [Текст] / Н. С. Дюшеева, **Р. Ш. Элеманова**, М. М. Мусульманова, А. Сабырбекова. – № 20200006.1; заявл. 07.02.2020; опубл. 31.12.2020, Бюл. № 12.
14. **Элеманова, Р. Ш.** Модифицированный кыргызский национальный напиток "бозо" для детского, диетического и лечебно-профилактического питания [Текст] / Р. Ш. Элеманова, А. М. Байджуранова, Т. К. Кудайбергенова // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – 2020. – № 3(55). – С. 290-296. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46121602>
15. **Элеманова, Р. Ш.** Сублимационная сушка молока хайнака кыргызского [Текст] / Р. Ш. Элеманова, М. М. Мусульманова, А. У. Бодошов и др. // Современное состояние, перспективы развития АПК и производства специализированных продуктов питания: сб. материалов МНПК, посвящённой юбилею Заслуженного работника высшей школы РФ, д.т.н., профессора Гавриловой Н.Б. – Омск, 2020. – С. 225-229. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44829856>
16. **Элеманова, Р. Ш.** Ферментированный сывороточный напиток с использованием квиноа [Текст] / Р. Ш. Элеманова, М. Т. Тынарбекова, А. М. Усубалиева //

Инновационные пути решения актуальных проблем развития пищевой и нефтегазохимической промышленности: сб. материалов межд. научно-техн. конф. – Бухара, 2020. – С. 182-184.

17. **Элеманова, Р. Ш.** Ферментированный сывороточный напиток [Текст] / Р. Ш. Элеманова, М. М. Мусульманова // Инновационные пути решения актуальных проблем развития пищевой и нефтегазохимической промышленности: сб. материалов межд. научно-практ. конф. – Бухара, 2020. – С. 179-182.

18. Пат. 2216 КР. Ферментированный сывороточный напиток «Бозодой-балапан» и способ его приготовления [Текст] / М. М. Мусульманова, **Р. Ш. Элеманова**, А. М. Байджурanova. – № 20190044.1; заявл. 07.06.2019; опубл. 30.09.2020, Бюл. № 9.

19. **Элеманова, Р. Ш.** Горные территории и горное животноводство: состояние и перспективы устойчивого развития [Текст] / Р. Ш. Элеманова, М. М. Мусульманова, М. Б. Баткибекова // Вестник ЕНУ им. Л. Н. Гумилева. Серия биологические науки. – 2022. – № 4(141). – С. 106-118. <https://elibrary.ru/item.asp?id=54303714>

20. **Elemanova, R.** Rheological, Microbiological and Sensory Properties of Fermented Khainak Milk Fermented with Different Starter Cultures [Текст] / R. Elemanova, M. Musulmanova, Z. Ozbekova, et al. // International Dairy Journal. – 2022. – V. 134. – Paper 105453. [10.1016/j.idairyj.2022.105453](https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105453)

21. **Элеманова, Р. Ш.** Характеристика сезонных изменений белкового состава молока хайнака [Текст] / Р. Ш. Элеманова // Техника и технология пищевых производств. – 2022. – Т. 52. – № 3. – С. 555-569. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-3-2381>

22. **Elemanova, R.** Micronutrient Composition of Kyrgyz Khainak Milk [Текст] / R. Elemanova, M. Musulmanova, T. Kudaibergenova / Известия КГТУ им. И. Раззакова. – 2023. – № 1 (65). – С. 658-665. <https://elibrary.ru/item.asp?id=53767616>

23. **Elemanova, R.** Seasonal Changes in the Fatty Acid Profile of Kyrgyz Khainak Milk [Текст] / R. Elemanova, T. Dzhunushalieva, E. Yurova, et al. // Foods and Raw Materials. – 2024. – № 12(2). – P. 388-397. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2024-2-617>

**Элеманова Римма Шукуровнанын «Топоз жана бодо мал аргынынын сүтүн өндүрүштө кайра иштетүүнүн натыйжалуулугун жогорулатуудагы илимий-практикалык аспекти» темасындагы 05.18.04 – эт, сүт, балык азыктарынын жана муздатуу өндүрүшүнүн технологиясы адистиги боюнча техника илимдеринин доктору илимий даражасын алуу үчүн сунушталган диссертациясы боюнча**

## **РЕЗЮМЕСИ**

**Ачкыч сөздөр:** топоз жана бодо мал аргыны, хайнак, сүт, физиологиялык функционалдык ингредиенттер, функционалдык тамак-аш азыктар.

**Изилдөө объекттери:** хайнак сүтү; бактериялык ачыткы; жумур ферменти; физиологиялык функционалдык ингредиенттердин өсүмдүк жана минералдык булактары.

**Изилдөөнүн максаты:** салттуу эмес тамак-аш чийки затын – топоз жана бодо мал аргынынын (хайнак) сүтүн комплекстүү колдонуунун илимий-практикалык негиздерин иштеп чыгуу.

**Изилдөө ыкмалары:** бардык керектүү химиялык, физикалык-химиялык жана микробиологиялык көрсөткүчтөр, коопсуздук көрсөткүчтөрү стандарттык ыкмалар менен заманбап приборлордо жана жабдыктардарда аныкталды: газ хроматографы, жогорку эффективдүү суюктук хроматографы, капиллярдык электрофорез ж.б.у.с.

**Илимий жаңылыгы:** Кыргыз Республикасында сүт чийки затынын салтуу эмес түрүн – хайнак сүтүн – комплекстүү кайра иштетүү мүмкүнчүлүгү илимий жактан негизделди, бул тоолуу аймактагы калктын экономикалык өнүгүүсүнө жана социалдык бакубатуулугуна кандайдыр бир деңгээлде өбөлгө түзөт; КР бийик тоолуу аймактарында алынган хайнак сүтүнүн химиялык курамынын мезгилдик өзгөрүү мыйзам ченемдүүлүктөрү аныкталган; сүт кычкыл азыктарды өндүрүүдө сатыктагы ачыткынын оптималдуу түрүн колдонуу максатында хайнак сүтүндө лактобактериялардын ар кандай түрлөрүнүн комбинацияларынын өсүүсүн кислота пайда кылуу мыйзам ченемдүүлүктөрү аныкталды; белгиленген химиялык курамга жана консистенцияга ээ болгон даяр азыктарды рационалдуу кайра иштетүү технологияларын контролдоого шарт түзүү үчүн хайнак сүтүнүн белогунун кислоталык, кислоталык-ферменттик жана ферменттик коагуляцияда структура калыптануу мыйзам ченемдүүлүктөрү реологиялык ыкмалар менен аныкталды; функционалдык касиеттерди калыптандырууга ээ болгон өсүмдүк жана минералдык физиологиялык функционалдык ингредиенттерди колдонуп хайнак сүтүнүн жана анын белок-углеводдук чийки затынынын химиялык курамын композицияларды түзүү жолдору сунушталган; сүт кычкыл азыктарын жана ачытылган сүт сары суу суусундуктарын өндүрүүдө өсүмдүк кошулмаларды колдонуп ферменттөө процессинин ылдамдоосу аныкталган; хайнак сүтүнөн жана анын белок-углеводдук чийки затынынан алынуучу дизайнердик азыктардын илимий негизделген рецептуралары жана технологиялары иштелип чыкты.

**Колдонуу тармагы:** сүт өнөр жайы.

## РЕЗЮМЕ

диссертации Элемановой Риммы Шукуровны на тему «Научно-практические аспекты повышения эффективности промышленной переработки молока гибрида яка и крупного рогатого скота» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.04 – технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств

**Ключевые слова:** гибрид яка и крупного рогатого скота, хайнак, молоко, физиологически функциональные ингредиенты, функциональные пищевые продукты.

**Объекты исследования:** молоко хайнака, бактериальные закваски, сычужный фермент, растительные и минеральные источники физиологически функциональных ингредиентов.

**Цель исследования:** разработка научно-практических основ комплексного использования нетрадиционного пищевого сырья – молока гибрида яка и крупного рогатого скота (хайнака).

**Методы исследования:** все необходимые химические, физико-химические и микробиологические показатели, показатели безопасности определены стандартными методами с использованием современных приборов и оборудования: газовый хроматограф, высокоэффективный жидкостной хроматограф, капиллярный электрофорез и др.

**Научная новизна:** научно обоснована возможность комплексной переработки нетрадиционного вида молочного сырья – молока хайнака в Кыргызской Республике, что позволит обеспечить в определенной степени экономическое процветание и социальное благополучие населения горных регионов; установлены закономерности сезонных изменений химического состава молока хайнака, обитающего в условиях альпийских и субальпийских зон Кыргызской Республики; установлены закономерности кислотообразования при развитии различных комбинаций лактобактерий в молоке хайнака с выявлением оптимального варианта коммерческих заквасок для использования в производстве кисломолочных продуктов; реологическими методами установлены закономерности формирования структуры сгустка при кислотном, кислотно-сычужном и сычужном свертывании белков молока хайнака, что позволяет регулировать и контролировать технологические процессы переработки молочного сырья в продукты заданного химического состава и консистенции; предложены способы коррекции химического состава молока хайнака и полученного из него белково-углеводного сырья (сыворотки) путем составления композиций с физиологически функциональными ингредиентами растительного и минерального происхождения, обеспечивающими проявление функциональных свойств; установлено, что внесение растительных добавок в молочную основу интенсифицирует процесс ферментации при производстве кисломолочных продуктов и ферментированных сывороточных напитков; разработаны научно-обоснованные рецептуры и технологии производства диетических продуктов на основе молока хайнака и его белково-углеводного сырья.

**Область применения:** молочная промышленность.

## SUMMARY

**of dissertation of Elemanova Rimma Shukurovna on «Scientific and practical aspects of increasing the efficiency of industrial milk processing of cattle-yak» for the scientific degree of doctor of technical sciences in the fields of 05.18.04 – technology of meat, dairy, fish-products and refrigerating industries**

**Keywords:** cattle-yak, khainak, milk, physiologically functional ingredients, functional food products.

**Research objects:** khainak milk, bacterial starters, rennet, vegetable and mineral sources of physiologically functional ingredients.

**Purpose:** development of scientific and practical bases of complex processing of non-traditional food raw materials - milk of cattle-yak (khainak milk).

**Research methods:** all of chemical, physicochemical and microbiological, safety are determined by standard methods using modern devices and equipment: gas chromatography, high-performance liquid chromatography, capillary electrophoresis, rheological measurements, etc.

**Results and novelty:** the possibility of complex processing of non-traditional type of dairy raw material - khainak milk in the Kyrgyz Republic was scientifically substantiated; established regularities of seasonal changes in the chemical composition of khainak milk obtained in the conditions of alpine and subalpine meadows of the Kyrgyz Republic; regularities of acid formation during the development of various combinations of lactobacilli in khainak milk have been established with the identification of the optimal variant of commercial starter for use in the production of sour-milk products; rheological methods have established regularities of clot structure formation at acid, acid-cheese and rennet curdling of khainak milk proteins, which allows to regulate and control technological processes of dairy raw material processing into products of given chemical composition and consistency; methods of correction of chemical composition of khainak milk and protein-carbohydrate raw material (whey) obtained from it by making compositions with physiologically functional ingredients of vegetable and mineral origin, providing the manifestation of functional properties, have been proposed; it has been established that the introduction of vegetable additives into the milk base intensifies the fermentation process in the production of fermented milk products and fermented whey drinks; scientifically substantiated formulations and production technologies of designer products based on khainak milk and protein-carbohydrate raw materials have been developed.

**Field of application:** dairy industry.