

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТАДЖИКИСТАНА

УДК 637.345+664.667

На правах рукописи

САМАДОВ РАМАЗОН САИДОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
ГЛЮКОЗНО-ГАЛАКТОЗНОГО СИРОПА ИЗ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ
И ПРОДУКТЫ НА ЕГО ОСНОВЕ**

Диссертация
на соискание учёной степени доктора PhD, доктор по
специальности 6D072702 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и
холодильных производств

Научный руководитель:
кандидат технических наук
исполняющий обязанности доцента
Икромии Х. И.

Душанбе – 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР НАУЧНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	11
1.1. Анализ состояния молочной отрасли	11
1.2. Состав и свойства молочной сыворотки и перспективы ее использования ..	18
1.3. Переработка лактозы	27
1.3.1. Структура лактозы	29
1.3.2. Гидролиз лактозы.....	31
1.4. Ферментные препараты, используемые при гидролизе лактозы.....	35
1.5. Технология производства ГГС	39
1.6 Заключение по главе 1	42
ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	45
2.1 Организация работы и схема проведения исследований.....	45
2.2 Структура исследований	45
2.3 Объекты исследования	48
2.3.1 Характеристика сырья и реагентов.....	48
2.4 Методы исследования.....	51
2.4.1 Определение сухих веществ пермеата творожной сыворотки	51
2.4.2 Ферментативный гидролиз пермеата творожной сыворотки.....	52
2.4.3 Определение лактозы, глюкозы, галактозы и галактоолигосахаридов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.....	52
2.4.4 Определение массовой доли сухих веществ	56
2.4.5 Определение активной кислотности.....	56
2.4.6 Метод определения азота по Кьельдалю.....	57
2.4.7 Определение вязкости раствора ГГС	57
2.4.8 Оценка активности воды.....	58
2.4.9 Измерение размера кристаллов ГГС.....	59
2.5 Статистический анализ.....	60

ГЛАВА III. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛЮКОЗНО-ГАЛАКТОЗНОГО СИРОПА И ПРОДУКТЫ НА ЕГО ОСНОВЫ	61
3.1 Оптимизация процесса гидролиза пермеата творожной сыворотки для производства ГГС	61
3.1.1 Влияние термообработки пермеата молочной сыворотки на качество ГГС	64
3.1.2 Влияние типа и концентрации щелочного агента на углеводный состав и вкусовые качества ГГС.....	66
3.2 Определение физико-химических свойств ГГС и процесс его кристаллизации	75
3.3 Технологические процессы производства ГГС	80
3.4 Разработка технологии производства пряника с использованием ГГС	83
ГЛАВА IV. РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ХАССП ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГГС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ	92
4.1 Безопасность пищевых продуктов и её важность	92
4.2 Внедрение НАССР при производстве ГГС	93
4.2.1 Предварительные шаги при внедрении	93
4.2.2 Определение критических контрольных точек производства ГГС.....	94
4.2.3 Анализ рисков при производстве ГГС.....	98
4.2.4 Внедрение критической контрольной точки анализа рисков (НАССР) в производстве ГГС	102
4.3 Предложения по совершенствованию процесса улучшения качества продукта на основе метода непрерывного улучшения процессов и продуктов	103
ВЫВОДЫ	113
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	115
ПРИЛОЖЕНИЯ	136

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

БЛЕ (BLU) – бифидолактозных единиц

ВЖХ – высокоэффективная жидкостная хроматография

ГГС – глюкозно-галактозный сироп

ГОС – галакто-олигосахариды

ГОСТ – межгосударственный стандарт

ККТ – критическая контрольная точка

МС- молочная сыворотка

НАД, НАДФ – зависимая декарбоксилирующая малатдегидрогеназа

СМК – система менеджмента качества

ТР РТ – технический регламент Республики Таджикистан

УФ – ультрафильтрация

ANOVA – дисперсионный анализ

НАССР – анализ рисков и критических контрольных точек

ISO – международная организация по стандартизации

p – p-значение достоверности

pH – показатель ионов водорода

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Продукты, получаемые в результате переработки молока, составляют значительную часть рациона людей, обеспечивая их белком, молочным жиром, кальцием, витаминами и другими веществами, необходимыми для жизнедеятельности. Известно, что сыворотка, полученная из молока, является типичным отходом молочной промышленности. Благодаря современному процессу, холодной технологии переработки – ультрафильтрацией (УФ), из молочной сыворотки (МС) можно получить ценные продукты, такие как сывороточные белки и сахар – лактозу.

Поиском путей рационального использования МС занимались многие видные деятели молочного дела во всех странах мира. Большой вклад в решение проблем, связанных с получением и переработкой вторичного молочного сырья, внесли ведущие зарубежные ученые: P. L. H. McSweeney, M. C. Коваленко, T. P. Guinee, A. Г. Храмцов и его ученики, S. L. Taylor, H. H. Липатов, M. G. Gänzle, A. A. Остроумов, A. P. Roy, Г. Б. Гаврилов, G. Bylund, A. Ю. Просеков, J. W. Fuquay, M. В. Залашко, T. Sienkiewicz, C. L. Riedel, J. G. Zadow, J. N. deWit, U. Kulozik, P. F. Fox и др...

В странах Центральной Азии, в том числе и в Казахстане, производство сыра и творога в год составляет 30,7 тыс. тонн, в Кыргызстане – 3,4 тыс. тонн, в Таджикистане производится около 5,3 тыс. тонн этой продукции. Однако, побочный продукт этого производства (МС) фактически не перерабатывается.

Указанная выше проблема существует и в республике Таджикистан. Молочная промышленность является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей республики. На молочных комбинатах и фабриках республики вырабатывается расширенный ассортимент молочных продуктов, в том числе творога и различных видов сыров, при производстве которых образуется большое количество сыворотки. Так, в 2016-2017 годах на молочной фабрике

«Саодат» каждый месяц вырабатывается от 5 до 22 тонн сыворотки, которая практически не используется, а сливается в канализацию, создавая экологическую проблему. Почти такая же ситуация складывается на молочном комбинате «Шири Душанбе», в котором не весь объем получаемой сыворотки перерабатывается в продукты питания.

Таким образом, утилизация сыворотки остается серьезной проблемой для молочной промышленности. Поскольку сыворотка содержит от 5 до 6% сухих веществ, в том числе лактозу и другие полезные компоненты, она может и должна быть переработана на пищевые цели.

Кроме того, в Таджикистане существует проблема, связанная с производством сахара, а его импорт является дорогим, поэтому целесообразно перерабатывать лактозу МС в сироп глюкозы и галактозы, который существенно поможет упростить задачу и применить новый продукт в качестве сахарозаменителя. Исследование вопросов получения глюкозно-галактозного сиропа (ГГС) из молочной сыворотки, существенно поможет сэкономить ценные ресурсы в пищевой промышленности.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является изучение процессов ферментативного гидролиза лактозы из пермеата творожной сыворотки, разработка технологии производства ГГС и пищевых продуктов на его основе.

Для достижения указанной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- выполнить анализ литературного обзора по технологии переработки МС и лактозы;
- изучить состав творожной сыворотки и УФ-пермеата, полученного после ультрафильтрации МС как сырья для производства ГГС;

- провести сравнительный анализ и определить эффективность применения различных нейтрализующих агентов для нейтрализации творожной сыворотки перед гидролизом лактозы с целью улучшения качества ГГС;
- исследовать процесс ферментативного гидролиза МС с применением промышленных ферментных препаратов и определить оптимальные значения технологических параметров, в процессе гидролиза и получения ГГС;
- определить физико-химические и реологические показатели, влияющие на хранение ГГС;
- разработать технологическую схему производства пищевого продукта с использованием ГГС в качестве сахарозаменителя;
- оценить промышленную апробацию технологии получения ГГС с применением холодной технологии – УФ, и продуктов на его основе, а также разработать модель обеспечения качества ГГС в Республике Таджикистан.

Рабочая гипотеза работы состоит в предположении о том, что эффективность ферментативной переработки пермеата творожной сыворотки повышается путём её нейтрализации и определения оптимального параметра ферментации, что влияет на органолептические свойства ГГС.

Объекты исследования – УФ-пермеат МС, коммерческие β -галактозидазы, нейтрализующие агенты и ГГС.

Научная новизна работы:

- исследован способ гидролиза лактозы ферментативным способом из УФ-пермеата творожной сыворотки с получением ГГС в лабораторных условиях;
- использована 5%-ая пищевая сода для нейтрализации рН творожной сыворотки, в целях усовершенствования вкусовых качеств исходной продукции;
- установлены оптимальные значения параметров процесса гидролиза МС, содержание основных компонентов в её составе и получение ГГС;
- разработана модель, обеспечивающая качество ГГС в Республике Таджикистан.

Теоретическая значимость работы:

- изучено влияние типа и концентрации щелочного агента на углеводный состав и вкусовые качества ГГС;
- найдены оптимальные значения параметров процесса гидролиза и получения ГГС после нейтрализации МС различными агентами;
- установлен состав продуктов гидролиза МС методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Практическая значимость работы:

- разработана технологическая схема производства ГГС и апробирована технология его производства на базе молочного комбината ЗАО "Комбинати Шири Душанбе" Республики Таджикистан;
- апробирована технология производства пряников на основе ГГС на ЗАО «Лаззат»;
- получен патент ТД № 1248 “Способ получения ГГС” (Приложения А в дис.) и внедрен на комбинате ЗАО "Комбинати Шири Душанбе", акт № 14125 от 22.04.2021 (Приложения Б в дис.); разработано и утверждено ТУ №01/127 от 05.06.2022 – ШТ 9232 ЧТ 040003710.001-2022 “Сиропи глюкоза-галактоза. Шартҳои техники” (Приложение В в дис.).
- внедрена модель обеспечения качества производства ГГС на базе молочного комбината ЗАО "Комбинати Шири Душанбе".

На защиту выносятся следующие положения:

- разработка способа гидролиза лактозы ферментативным способом из УФ-пермеата творожной сыворотки и способ получения ГГС в лабораторных условиях;
- влияние типа и концентрации щелочного агента на углеводный состав и вкусовые качества ГГС с использованием различных нейтрализующих агентов;
- технологическая схема производства ГГС;

– разработка модели, обеспечивающая качество ГГС в Республике Таджикистан.

Апробация. Основные положения работы доложены на:

– Республиканской научно-практической конференции «Вклад молодых ученых в инновационное развитие Республики Таджикистан» (Душанбе, 28-29 апреля 2017 года);

– Международном форуме студентов, магистрантов и молодых ученых Кыргызской Республики и Российской Федерации (Кыргызстан, Иссык-Куль, 2017);

– 14-ой Международной научной конференции «Студенты на пути в науку» (Латвия, Елгава, 2019);

– 13-ой Балтийской конференции по пищевым наукам и технологии (Латвия, Елгава, 2019);

– XII Национальной научно-практической конференции с международным участием «Технологии и продукты здорового питания» (Россия, Саратов, 2021).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 7 научных статей, 2 из них в журналах, рецензируемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 5 – в материалах Международных и Республиканских научно-практических конференциях, в том числе 2 из них входят в базу данных Web of Science. Получен 1 малый патент РТ и разработана научно-техническая документация «Сиропаи глюкоза-галактоза. Шартҳои техники».

Методы исследования. Теоретической основой исследования послужили труды зарубежных ученых, посвящённых изучению технологии получения ГГС из пермеата МС, которые вытекают из анализа литературного обзора. Физико-химические, реологические и потребительские свойства продукта проведены методами ВЭЖХ, рН-метрии, рефрактометрии, а также микробиологическим, микроскопическим, реологическим и другими общепринятыми и оригинальными методами оценки характеристик пищевых продуктов.

Соответствие диссертации паспорту специальности. Основные содержание диссертации соответствует паспорту специальности 6D072702 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств по пунктам 1, 2 и 5.

Достоверность результатов. В работе использованы следующие современные приборы для анализа сырья и оценки качества конечных продуктов: ,высокоэффективный жидкостной хроматограф – ВЭЖХ, Shimadzu LC-20, RID-10A, рефрактометрический детектор RID-10A, США; цифровой рефрактометр – KR ÜSS GmbH, Германия; анализатор качества молока, основанный на инфракрасной технологии – MilkoScan TM Mars, Foss, Дания; реометр жидких продуктов – BROOKFIELD DV-111 model: LVDV -111, США; микроскоп – Leica ICC50 HD, Leica DM 3000LED, Германия.

Все данные выражены как среднее со стандартным отклонением более трех независимых экспериментов. Для определения статистически значимых данных использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Достоверными данными приняты при статистической значимости значение $p < 0.05$.

Личное участие. Личное участие автора состояло в формулировке целей и задач исследования, проведении экспериментов, участие в анализе и интерпретации полученных результатов и написании диссертационной работы.

Структура работы и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из аннотации, введения, обзора литературы по теме исследования, методической и экспериментальной частей, заключения и приложения. Общий объем диссертации составляет 146 страниц, 31 рис., 22 табл., 168 библ. источников и 8 приложений.

ГЛАВА 1. ОБЗОР НАУЧНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Анализ состояния молочной отрасли

Молоко и продукты, получаемые в результате переработки молока, составляют значительную часть рациона людей, обеспечивая их белком, молочным жиром, кальцием, витаминами и другими веществами, необходимыми для жизнедеятельности. Один литр молока удовлетворяет суточную потребность взрослого человека в жире, кальции и фосфоре, потребность в белке – на 53%, в витаминах А, С и тиамине – на 35%, в энергии – на 26% [1].

Согласно данным FAO, мировое производство молока в 2020 году составило 906 млн. тонн, что на 2,0% больше, чем в 2019 году, благодаря увеличению его производства во всех географических регионах, за исключением Африки, где производство оставалось стабильным. Основными регионами роста производства коровьего молока являются страны Азии, где произведено 378,537 млн тонн или 41,8% от общего объема молока в мире (рисунок 1.1.1).

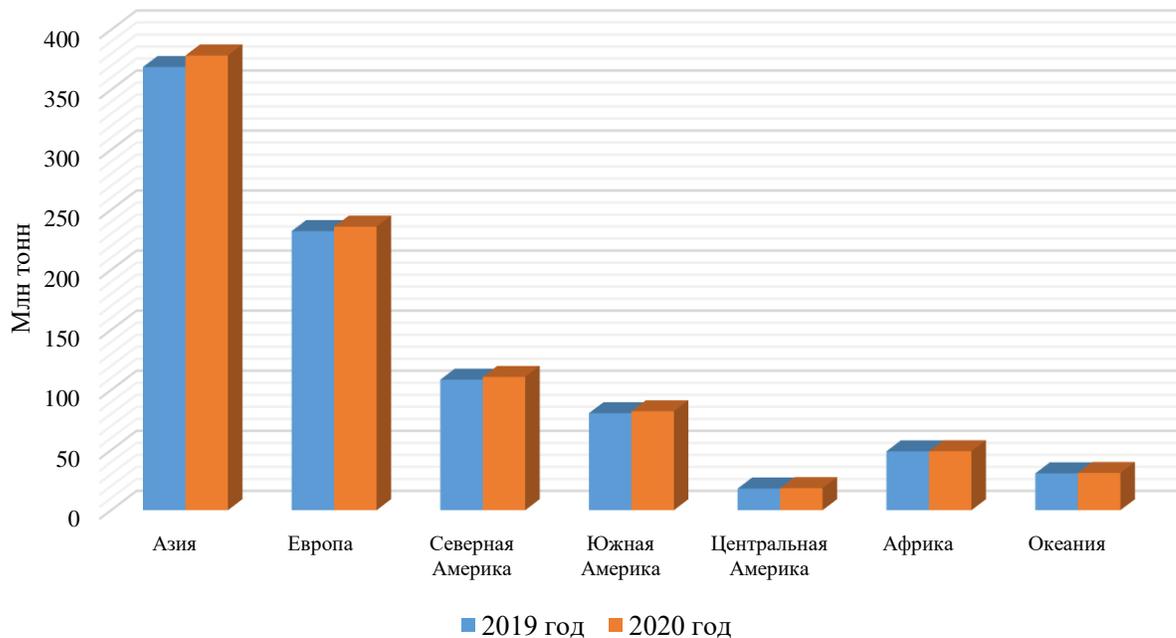


Рисунок 1.1.1. – Доля основных регионов мира в производстве молока в 2020 году [А-1].

На втором месте находятся страны Европы, где получено 235,92 млн тонн или 26,0% от общего объема производства молока. Третье место в мире по объему производства молока занимают страны Северной Америки – 12,24% [1-2, 3].

При переработке молока получают масло, ряженку, кефир, сметану, йогурт, сыр, творог, кисломолочные продукты, мороженное, а также побочный продукт – сыворотку, которая в последнее время получает все большее применение. Сыворотка является дешевым биологически полноценным сырьем, имеющимся в достаточных промышленных объемах [4,5].

Молочная промышленность производит большое количество сыворотки в качестве побочного продукта, что привело к значительным экологическим проблемам из-за высокого содержания в ней органических веществ. В течение последних десятилетий изучались возможности более экологически и экономически эффективного использования сыворотки, в первую очередь для превращения нежелательных конечных продуктов в ценное сырье. Устойчивое управление сывороткой в основном ориентировано на биотехнологические и пищевые применения для разработки продуктов с добавленной стоимостью, таких как сывороточные порошки, сывороточные белки, функциональные продукты питания и напитки, пищевые пленки и покрытия, молочная кислота и другие биохимические вещества, биопластик, биотопливо и аналогичные ценные биопродукты [6]. Все это, а также постоянно ужесточающиеся правила утилизации сыворотки обуславливают поиск путей ее переработки и извлечением ценных компонентов – лактозы и белков.

Для обогащения продуктов питания недостающими и необходимыми компонентами, обуславливающими их функциональные свойства, в них вносятся различные вещества, чаще всего природного происхождения, которые устраняют дефицит недостающих компонентов или применяют в качестве основы пищевого продукта обладающее функциональными свойствами сырья [7]. Таким функциональным сырьем можно считать молочную сыворотку, образующуюся при

производстве сыра и творога, так как молочная сыворотка содержит много веществ, обеспечивающих ее функциональные свойства. В зависимости от вида вырабатываемого продукта различают сыворотку подсырную, творожную и казеиновую.

Проблема полного и рационального использования молочной сыворотки, как вторичного сырья, является актуальной, независимо от получаемых объемов, методов организации и форм собственности производства во всех странах мира [8].

Переработка и рациональное использование МС является актуальной проблемой для всех стран с развивающейся молочной промышленностью, в том числе и для Таджикистана, где отсутствие экономически выгодных технологий переработки молочной сыворотки, долгое время являлось причиной того, что большая часть этого продукта рассматривалась как отходы и сливалась в канализацию. При этом происходила не только потеря очень ценного пищевого сырья, но и значительно ухудшалась экологическая ситуация. При условии слива в канализацию 1 тонны сыворотки, загрязняется водоём сродни 100 м³ хозяйственно-бытовых стоков.

Поиском путей рационального использования молочной сыворотки занимались многие видные деятели молочного дела во всех странах мира. Большой вклад в решение проблем, связанных с получением и переработкой вторичного молочного сырья, внесли ведущие зарубежные ученые: P. L. H. McSweeney, M. C. Коваленко, T. P. Guinee, A. Г. Храмцов и его ученики, S. L. Taylor, Н. Н. Липатов, M. G. Gänzle, A. A. Остроумов, A. P. Roy, Г. Б. Гаврилов, G. Bylund, A. Ю. Просеков, J. W. Fuquay, M. B. Залашко, T. Sienkiewicz, C. L. Riedel, J. G. Zadow, J. N. deWit, U. Kulozik, P. F. Fox и др. [9].

Сыворотка является побочным продуктом молочной промышленности. Она долгое время не считалась значимой и использовалась либо в качестве корма для животных, либо как отходы. Учитывая, что в мире ежегодно производится от 150 до 190 миллионов тонн сыворотки, можно оценить стремление исследователей к

новым методам ее использования. Сыворотка – это жидкая фракция, которая остается после производства сыра, творога, и казеина. За последние годы было проведено несколько исследований, касающихся важности сыворотки, ее питательной ценности, свойств ее ингредиентов, из которых сырная сыворотка вносит около 95% [10,11,12-13].

Структура использования МС в России за последние 15 лет претерпела значительные изменения и в настоящее время выглядит следующим образом (рисунок 1.1.2) [14].

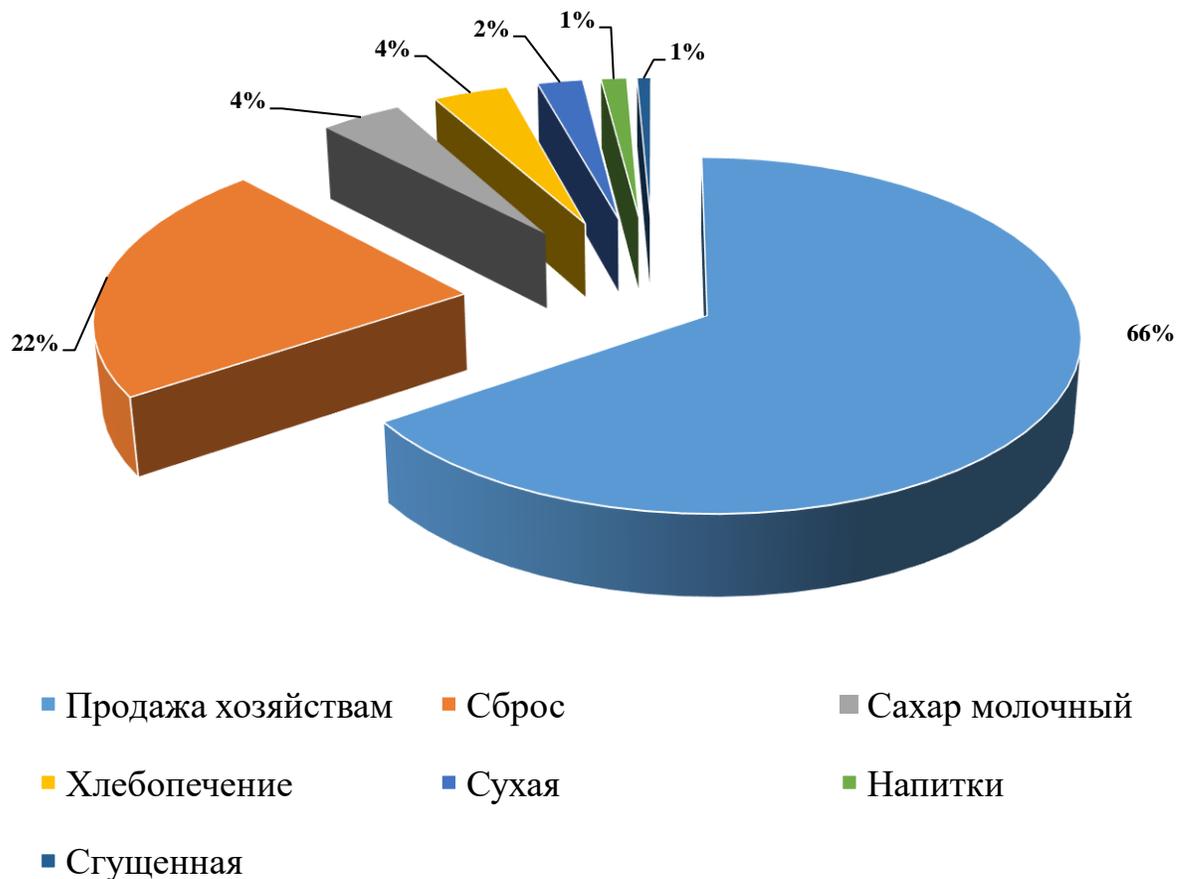


Рисунок 1.1.2. – Структура использования молочной сыворотки в России [3].

"...Произошло резкое сокращение продуктов переработки сыворотки: молочного сахара-сырца – в 3,6 раза (до 2,2 тыс. т), рафинированного – в 24 раза (до

0,07 тыс. т), сыворотки сгущенной без сахара – в 22 раза, сыворотки сгущенной с сахаром – в 5 раз. Значительно уменьшился выпуск обогащенной молочной сыворотки (в 2002 г. – 13 тыс. т), хорошо зарекомендовавшей себя при откорме свиней. В целом снизилась доля промышленной переработки молочной сыворотки: 1991 г. 39 %, в 2002 г. 35%, в 2003 г. – 26% (636 тыс. т из 2447 тыс. т)..." [15].

Что касается Европы, которая занимает лидирующую позицию по производству и переработки молока, наоборот, наблюдается значительный рост объемов сыворотки, полученной в результате увелечения производства сыров и казеина. Основными экспортерами продукции из МС являются страны Европейского союза и США, на долю которых приходится до 75% объема выпускаемой продукции из сыворотки в мире.

Структура использования молочной сыворотки в Европейском союзе приведена на рисунках 1.1.3 и 1.1.4 [14].

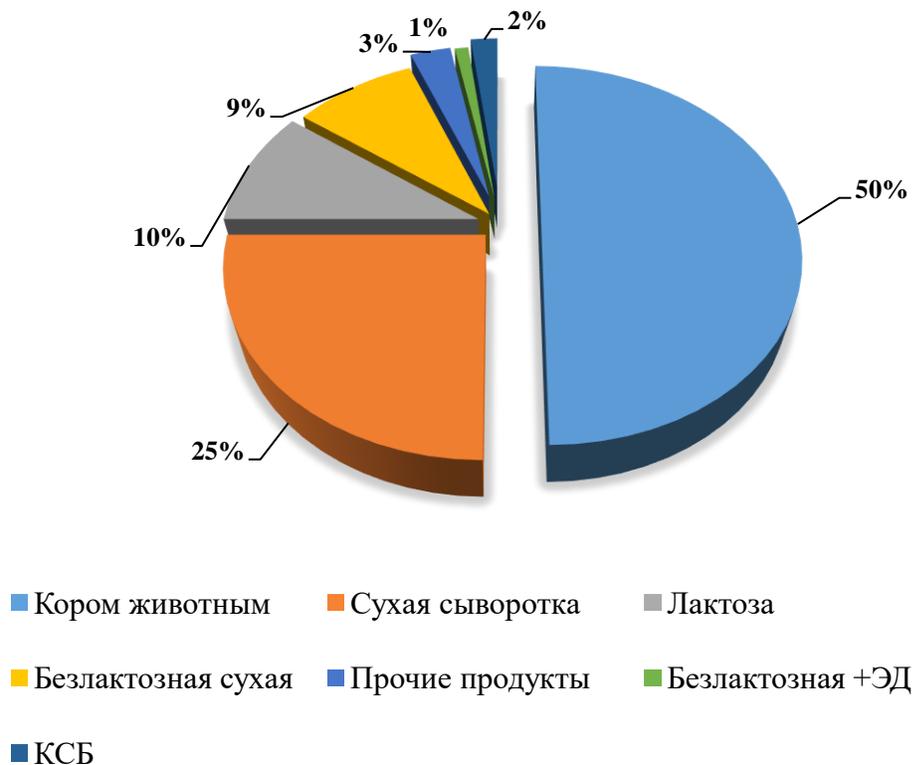


Рисунок 1.1.3. – Структура использования молочной сыворотки в Европейском союзе.

"...Если ранее (1970-1980 гг.) основная часть сыворотки (около 70%) сбрасывалась в окружающую среду, а оставшаяся часть направлялась на производство кормов для сельскохозяйственных животных, то к началу XXI в., с развитием техники и технологии, а также осознанием ценности сыворотки в мировом масштабе, ситуация начала меняться в сторону увеличения доли продуктов пищевого назначения из молочной сыворотки..." [16].

Использование 75% сыворотки в Европейском союзе и, вероятно, менее 50% в остальном мире, и в результате теряется очень большое количество материала с потенциальной ценностью в качестве пищи или корма [17-18]. Структура переработки сыворотки в США приведено на рисунке 1.1.4.

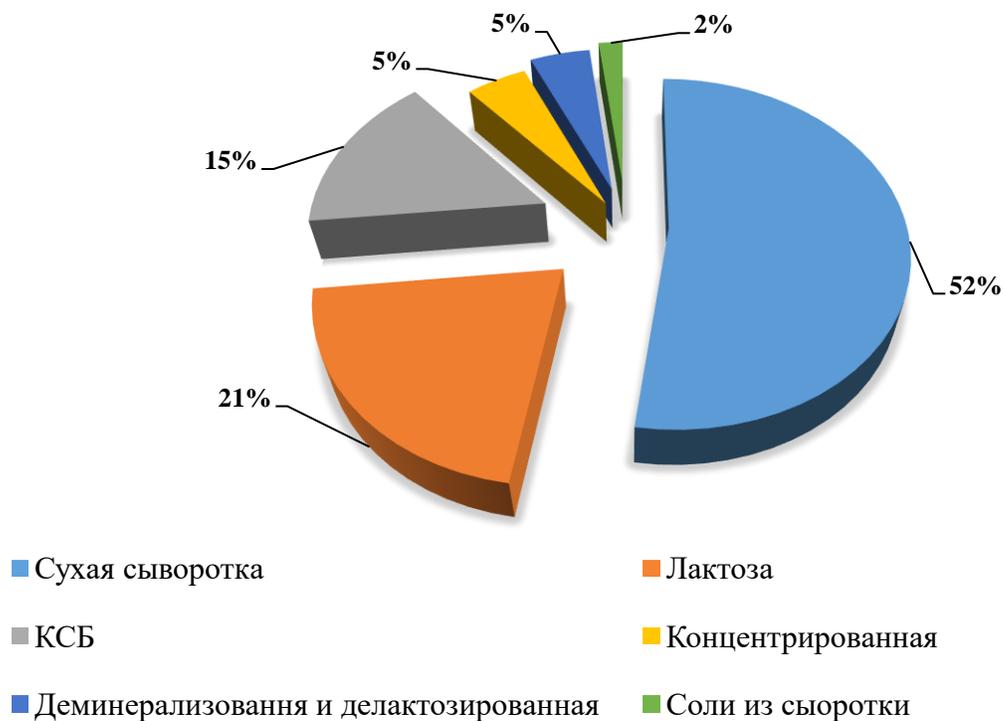


Рисунок 1.1.4. – Структура переработки сыворотки в США.

В Соединенных Штатах Америки ежегодно производится от 2,27 до 3,63 миллион тонн творожной сыворотки и 20,4 миллионов тонн подсырной сыворотки.

В течение последних трех лет наблюдается стабильный рост производства сывороточного порошка и лактозы. Тенденции в производстве концентрированной сыворотки, концентрата сывороточного белка, восстановленной лактозы/восстановленной минеральной сыворотки и смесей сыворотки за этот период различны.

В настоящее время, концентрированная, деминерализованная сладкая сыворотка успешно используется в различной пищевой продукции такой как напитки, порошки, супы, хлебобулочные изделия, кондитерские изделия, мороженное и замороженные молочные десертные продукты.

Из-за текущих потребительских тенденций и рыночных требований, производство творожной сыворотки уменьшилось в три раза за последние 5 лет. И прогнозы таковы, что эта тенденция будет продолжаться. В свою очередь, отрасль сталкивается с растущей проблемой, связанной с производством потока отходов – 1,6 млн. тонн в год. Как правило, творожная сыворотка по сравнению со сладкой сывороткой имеет более низкий pH и более низкие содержания белка и лактозы, но содержит большее количество кальция, фосфора и молочной кислоты (LA -МК) [12-19].

В странах Центральной Азии, в том числе в Казахстане, производство сыра и творога в год составляет 30,7 тыс тонн, в Кыргызстане – 3,4 тыс. тонн, в Таджикистане за год производится около 5,3 тыс. тонн этой продукции [20]. С уверенностью можно сказать, что, весь побочный продукт этого производства (МС) фактически не перерабатывается, а реализуется в хозяйства.

Указанная выше проблема существует и в республике Таджикистан. Молочная промышленность является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей республики. На молочных комбинатах и фабриках вырабатывается расширенный ассортимент молочных продуктов, в том числе творога и различных видов сыров, при производстве которых образуется большое количество сыворотки. Так, в 2016-2017 годах на крупном молочном комбинате «Шири Саодат» каждый месяц вырабатывалось от 5 тонн до 22 тонн сыворотки,

которая практически не использовалась, а сливалась в канализацию, создавая экологическую проблему. В отличие от «Шири Саодат», на молочном комбинате «Шири Душанбе» почти вся вырабатываемая сыворотка реализуется потребителям.

Таким образом, утилизация сыворотки остается актуальной проблемой для молочной промышленности. Поскольку сыворотка содержит от 5% до 6% сухих веществ, в том числе лактозу, то она должна перерабатываться [21].

Кроме того, в Таджикистане существует проблема, связанная с производством сахара. Импорт этой продукции является дорогим, поэтому целесообразно перерабатывать лактозу сыворотки в ГГС, что существенно поможет упростить задачу при применении нового продукта в качестве сахарозаменителя. Исследование вопроса получения ГГС из МС, существенно поможет сэкономить пищевой ресурс (сахар) для пищевой промышленности страны.

1.2. Состав и свойства молочной сыворотки и перспективы ее использования

Молочная сыворотка – "...это жидкость, которая остается от осаждения казеина при производстве сыра и творога [22-23]. Сыворотка имеет зеленовато-желтый цвет, а в некоторых случаях может быть даже синей, в основном в зависимости от качества и происхождения молока. Сыворотку получают только при переработке молока. Наиболее популярным в западных странах является коровье молоко, тогда как в других частях мира это козье, овечье и даже верблюжье молоко..." [24-25].

Состав молочной сыворотки обусловлен видом основного продукта и технологией его получения. При переработке молока в сыворотку переходят в большей или меньшей степени все компоненты молока: сухие вещества – более 50 %, молочный сахар – 90 %, белковые вещества – 23 %, минеральные соли – 80 %.

МС представляет собой текучую жидкость светло-желтого цвета с кисломолочным, слегка солоноватым вкусом. Нативная МС в среднем имеет следующий химический состав: массовая доля сухих веществ составляет 4,5-7,5 %, в том числе содержится 3,5-5 % лактозы; 0,5-1,5 % белковых веществ; 0,3-0,8 % минеральных веществ и небольшое количество хорошо диспергированного молочного жира. Белки сыворотки представлены альбумином, глобулином и казеином. В их состав входят все незаменимые аминокислоты. В сыворотке в значительном количестве содержатся витамины, макро- и микроэлементы. Кислый вкус сыворотки обусловлен наличием в ней органических кислот молочной, уксусной, лимонной, муравьиной. Кислотность творожной сыворотки больше, чем у подсырной, поэтому творожную сыворотку иногда называют кислотной [10-21]. Энергетическая ценность молочной сыворотки составляет 30 % энергетической ценности молока [26-27].

"...Обычно существуют два основных источника получения сыворотки: сыроварение – подсырная сыворотка и производство творога – творожная сыворотка..." [28]. МС содержит много веществ, которые обеспечивают ее функциональные свойства. В зависимости от вида вырабатываемого продукта различают сыворотку подсырную, творожную и казеиновую. В процессе производства творога, сыра, казеина и белковых концентратов происходит разделение молока на белково-жировые концентраты и лактозосодержащее сырье – молочную сыворотку. Первые являются основным продуктом при выполнении технологических операций. Состав молочной сыворотки обусловлен видом основного продукта и технологией его получения. При переработке молока в сыворотку, переходят в большей или меньшей степени все компоненты молока: сухие вещества – более 50 %, молочный сахар – 90 %, белковые вещества – 23 %, минеральные соли – 80 %. Например, "...в производстве творога классическим способом, выход сыворотки составляет примерно 70-90%, в которой содержится

около 50% питательных веществ из сырья, включая растворимый белок, лактозу, витамины и минералы..." [29-30].

Сыворотка, полученная изоэлектрическим осаждением или сычужной коагуляцией, называется кислой и сладкой (сычужной), соответственно. Сыворотка, производимая из творога, называется «кислотная сыворотка» или «кислая», поскольку она вырабатывается во время кислотной коагуляции молочных белков и имеет низкий pH и, следовательно, более длительный срок хранения, чем «сладкая сыворотка», которая вырабатывается путем ферментативной коагуляции молочных белков, то есть при производстве чеддера и других видов сыров [31-32]. Механизм кислотной коагуляции изображен на рисунке 1.2.1.

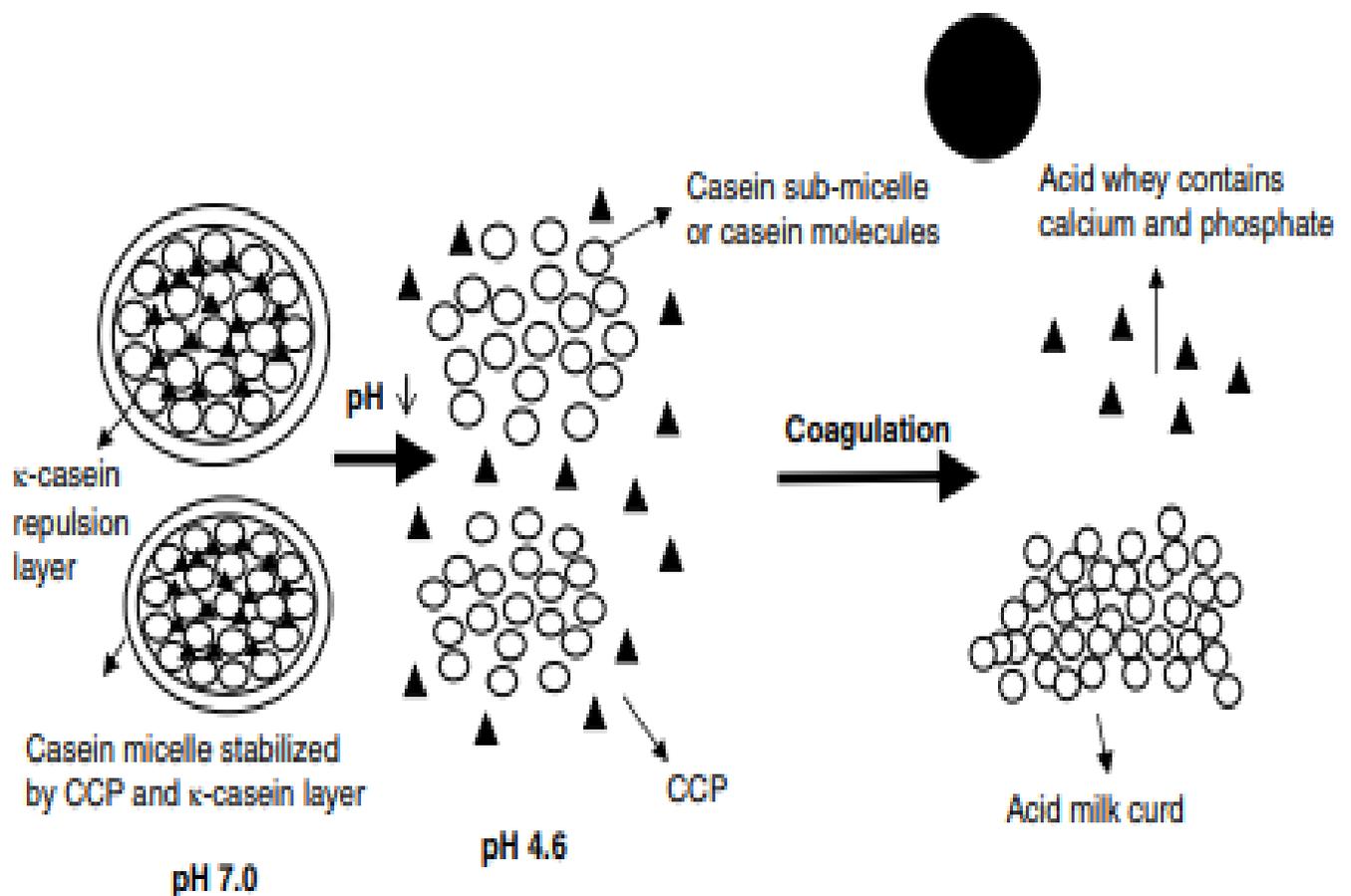


Рисунок 1.2.1. – Механизм кислотной коагуляции творожной сыворотки.

Классификация МС отличаются друг от друга по составу вследствие изменений, которые происходят во время их приготовления. Например, в творожной сыворотке – это ценный состав молочных компонентов: функциональные белки и пептиды, лактоза, липиды, витамины и минералы, а также гораздо более высокие концентрации кальция, магния, фосфата и цитрата, чем в подсырной сыворотке. "...В подсырной сыворотке минеральных веществ несколько меньше, чем в цельном молоке, так как часть солей и микроэлементов переходит в основной продукт - сыр. При правильном приготовлении в кислой сыворотке не должно быть казеина..." [33-34]. Состав творожной сыворотки зависит от нескольких факторов, таких как: источник молока, хранение после доения, термическая обработка молока, тип получаемого творога, и меняется в зависимости от типа коагуляции. рН сырной сыворотки колеблется от 5,9 до 6,4, а рН творожной сыворотки - от 4,0 до 5,6 [35-36]. Общее содержание сухих веществ (TS), жира и белка в сырной сыворотке больше, чем в кислой сыворотке. Но в кислой сыворотке содержится больше кальция, фосфора и молочной кислоты по сравнению со сладкой сывороткой. Типичный состав цельного молока, сладкой сыворотки и кислой сыворотки приведен в таблице 1.2.1.

Творожная сыворотка, полученная кислотной коагуляцией при рН <5,0 или сычужно-кислотным способом с использованием комбинации кислоты и фермента, или термокислотной коагуляции отличается от сладкой сыворотки по содержанию белков, лактозы и минеральных веществ. Также данная сыворотка отличается более высокой кислотности, содержанием кальция и отсутствием казеиномакропептида [37, 33-34].

Основными компонентами сладкой и кислой сыворотки после воды являются лактоза (примерно 70-72% от общего количества сухих веществ), сывороточные белки (примерно 8-10%) и минеральные вещества (примерно 12-15%) (Таблица 1.2.2).

Таблица 1.2.1 – Типичный состав и pH цельного молока, сладкой и кислой сыворотки [5, 24-25]

Компоненты	Компоненты (г/л)				Цельное молоко
	Подсырная сыворотка		Творожная сыворотка		
	Сычужный казеин	Сыр чеддер*	Молочнокислый казеин	Казеин минеральной кислоты	
Содержание сухих веществ	66.0	67.0	64.0	63.0	122.5
Белок (N × 6.38)	6.6	6.5	6.2	6.1	33.0
Лактоза	52.0	52.0	44.0	47.0	47.0
Жир	0.20	3.0	0.30	0.30	35.0
Минералы (зольность)	5.0	5.2	7.5	7.9	7.5
Кальций	0.50	0.40	1.6	1.4	1.2
Фосфаты	1.0	0.50	2.0	2.0	2.0
Натрий	0.53	0.50	0.51	0.50	0.5
pH	6.4	5.9	4.6	4.7	6.7
Титруемая кислотность (%)	0.1 – 0.40		0.40 – 0.60		

* – популярный английский сыр жирностью от 35 до 45%

Основные различия между двумя типами сыворотки заключаются в содержании минеральных веществ, кислотности и составе фракции сывороточного белка.

Таблица 1.2.2 – Основные компоненты подсырной и творожной сыворотки [38]

Компоненты	Подсырная сыворотка, (%)	Творожная сыворотка, (%)
Общие сухие веществ	7.0	7.0
Жиры	0.3	0.1
Белки	0.9	1.0
Лактозы	4.9	5.1
Другие	0.6	0.7

В таблице 1.2.3 приводится степень перехода компонентов молока в творожную и подсырную сыворотку традиционным и нетрадиционными способами производства.

Таблица 1.2.3 – Степень перехода компонентов молока в молочную сыворотку

Компоненты молока	Размер частиц, нм	Степень перехода компонентов молока в сыворотку, %	
		традиционных	нетрадиционных
Лактоза		96,2	96,5
Белки молока:	100-200	22,5	98,0
казеин	15-50	95,0	
сывороточный			
Молочный жир	2000-5000	7,7	
Сухие вещества		49,9	45,1
Минеральные соли		81,1	60,6

Основную массу сухих веществ молочной сыворотки занимает лактоза (более 70 %), 14 % приходится на белковые соединения, около 6 % – на молочный жир, оставшаяся часть – минеральные вещества [39]

В последние годы, недоедающие популяции (части) человечества можно обеспечить пищей за счет использования сыворотки, содержащей доступные питательные вещества (белки, жир, сахар и минералы).

Минеральные вещества сыворотки находятся в коллоидном состоянии в виде истинного молекулярного раствора солей различных кислот, которые представлены преобладающими катионами макро- и микроэлементов, а также анионами – радикалами фосфорной и лимонной кислот, хлора. По результатам, приведенным в таблице 1.2.4 можно проследить степень перехода минеральных веществ в молочную сыворотку [29].

Содержащиеся в молочной сыворотке минеральные вещества оказывают отрицательное воздействие на ее переработку, особенно, при производстве лактозы и в процессе сушки сыворотки. При высокой температурной обработке труднорастворимые кальциевые соли фосфорной и лимонной кислот выпадают в осадок, образуя отложения на поверхностях нагрева теплообменных аппаратов. Исходя из этого, молочную сыворотку до сушки необходимо подвергать деминерализацию с использованием электро-мембранных методов [40].

Таблица 1.2.4 – Степень перехода минеральных веществ молока в молочную сыворотку

Продукты	Содержание минеральных компонентов в золе, %							SO ₃
	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	P ₂ O ₅	C ₁	Fe ₂ O ₃	CaO	
Молоко	8,00	22,00	2,20	0,28	28,60	0,28	24,30	2,80
Сыворотка	9,24	31,29	2,37		27,70		20,12	2,63

Пищевая ценность сыворотки. Сыворотка является богатым источником питательных компонентов, и ее биологические компоненты доказали свою эффективность при лечении ряда хронических заболеваний, таких как: рак, сердечно-сосудистые заболевания, ВИЧ и т. д. Поскольку она слишком богата питательными веществами, то ее также можно использовать в детском, гериатрическом и спортивном питании [41].

Молочная сыворотка по составу и свойствам, как традиционное лактозосодержащее сырье, должна соответствовать требованиям ГОСТ 34352-2017 «Сыворотка молочная – сырье. Технические условия». По органолептическим показателям сыворотка должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.2.5 [41-43].

Таблица 1.2.5 – Органолептические показатели молочной сыворотки

Наименование показателя	Характеристика для сыворотки			
	Подсырной		Творожной	Казеиновой
	соленой	несоленой		
Внешний вид и консистенция	Однородная непрозрачная или полупрозрачная жидкость. Допускается наличие незначительного белкового осадка			
Цвет	От светло-желтого до бледно-зеленого			
Вкус и запах	Характерный для молочной сыворотки, сладковатый.	Характерный для молочной сыворотки, солоноватый.	Характерный для молочной сыворотки, кисловатый.	
	без посторонних привкусов и запахов			

Физико-химические показатели молочной сыворотки должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.2.6.

Таблица 1.2.6 – Физико-химические показатели молочной сыворотки

Показатель	Молочная сыворотка			
	Подсырная		Творожная	Казеиновая
	несоленой	соленой		
Массовая доля сухих веществ. %, не менее	5,0	6,5	5,0	5,5
Массовая доля лактозы. % не менее	3,5	3,5	3,5	3,5
Массовая доля белка. % не менее	0,5	0,5	0,4	0,5
Титруемая кислотность, °Т, не более	20	20	70	90
Массовая доля хлористого натрия, %, не более	-	1,5	-	-
Температура, °С не выше	6			
Минеральные вещества	0,3-0,8			
Плотность, кг/м ³	1018-1027		1019-1026	1020-1025
Кислотность, °Т	15-20		50-90	
Молочный жир	0,05-0,5		0,05-0,4	

По микробиологическим показателям молочная сыворотка должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.2.7.

Таблица 1.2.7 – Микробиологические показатели молочной сыворотки

Наименование показателя		Значение показателя
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), КОЕ/см ³ , не более		1 * 10 ⁵
Объем продукта (см ³), в котором не допускаются	БГКП	0.01
	Патогенные микроорганизмы (в том числе сальмонеллы)	25
	<i>S. aureus</i>	0,1
	Листерин <i>L. monocytogenes</i>	25

Выход молочной сыворотки составляет 70-85 % от количества переработанного молока [26]. Несмотря на ценный состав, ее использование часто ограничивалось применением в качестве добавок, при производстве хлебобулочных изделий, в качестве корма для сельскохозяйственных животных и непосредственным использованием в качестве самостоятельного лечебного напитка. Также молочная сыворотка использовалась как сырье для получения молочного сахара, применяемого в медицине. Однако это энергоемкое производство. Отсутствие экономически выгодных технологий переработки молочной сыворотки долгое время было причиной того, что большая часть молочной сыворотки обычно выливалась в канализацию. При этом не только терялось очень ценное пищевое сырье, но значительно ухудшалась экологическая ситуация.

В современных условиях, когда приоритетным является совершенствование и создание инновационных технологий и оборудования, направленных на комплексную переработку сырья, в том числе вторичного, и обеспечивающих ресурсосбережение, а также энергосбережение и повышение качества продуктов, разработка технологий переработки молочной сыворотки и функциональных продуктов питания на ее основе является весьма важной и актуальной задачей.

В настоящее время наибольший удельный вес набирают кисломолочные напитки на основе молочной сыворотки с различными добавками. Традиционно в качестве добавок или наполнителей применяют плодово-ягодные сиропы, пюре, соки, варенье, повидло, подварку, а также плоды и ягоды замороженные или после сублимационной сушки. По сравнению с другими напитками они содержат больше полноценных белков, углеводов, минеральных солей, витаминов С и Е.

Таким образом, сыворотка является ценным источником компонентов, из которых производятся многочисленные пищевые продукты.

1.3. Переработка лактозы

Лактоза является основным углеводом в молоке большинства млекопитающих, которые являются ее единственными источниками. Молоко человека и некоторых других видов млекопитающих содержит высокий уровень олигосахаридов, которые, как полагают, очень важны для питания и физиологии [44]. "...Лактоза относится к классу олигосахаридов, а именно, дисахаридов. Содержание лактозы в коровьем молоке колеблется между 4,4% и 5,2%, в среднем составляет 4,8%..." [45,46,47,48-49].

Лактоза и сывороточные белки являются основными компонентами сыворотки, составляющими соответственно 77% и 10% от ее сухого веса. Фракционирование сыворотки включает разделение белков, которое может быть выполнено с помощью мембранной УФ [50-51]. При этом образуются ретентат,

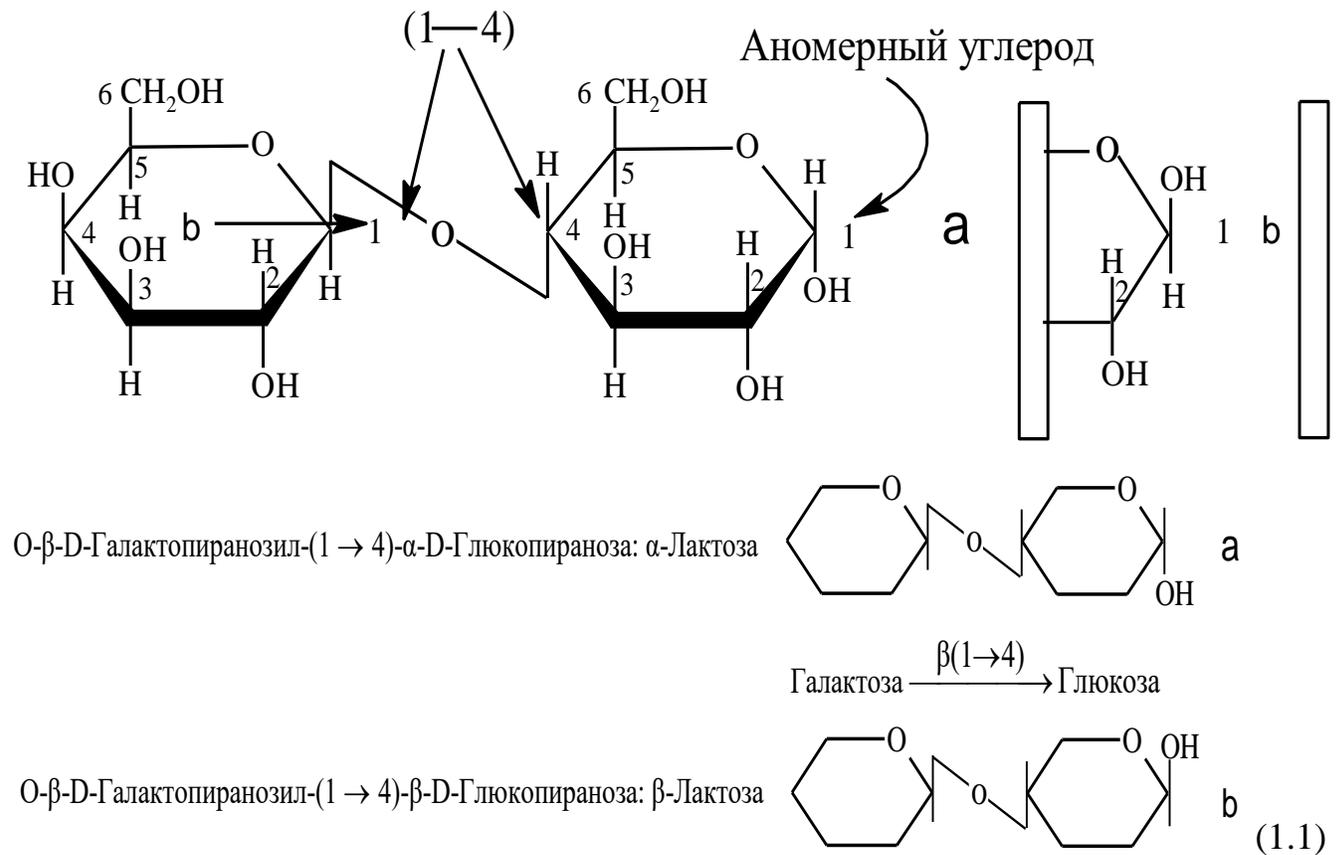
состоящий в основном из концентрата сывороточных белков, и фильтрат (пермеат). В зависимости от содержания солей в сыворотке и направления ее использования требуется обессоливание с помощью нанофильтрации, ионного обмена, или электродиализа [52].

Лактоза используется в пищевой (добавка в детские смеси, кондитерские и хлебобулочные изделия и мясные продукты) и фармацевтической (наполнитель для большинства таблетированных лекарств) отраслях производства. Лактоза используется в качестве добавки в детские смеси, поскольку коровье молоко содержит на 30% меньше лактозы, чем грудное молоко. Также, из-за низкой, по сравнению с сахарозой или глюкозой, сладости лактоза используется в качестве добавки в кондитерские изделия. Эти две области применения составляют более 80% потребления лактозы в США и только 35% в Европейском Союзе, где существуют другие важные области применения в хлебобулочных и мясных продуктах [52]. В фармацевтической промышленности лактоза используется в качестве наполнителя для большинства таблетированных лекарств, поскольку она инертна, безвредна, негигроскопична, доступна с высокой чистотой и имеет хорошие связывающие свойства [53]. Помимо непосредственного применения в пищевой и фармацевтической промышленности, лактоза, как таковая или содержащаяся в сыворотке или пермеате сыворотки, является ценным сырьем для производства ряда пищевых продуктов путем ферментации или химического преобразования. Химические вещества, полученные из лактозы, могут быть продуктами их гидролиза (глюкоза и галактоза) или продуктами, синтезированными из нее в результате различных химических реакций, таких как окисление, восстановление, изомеризация и этерификация.

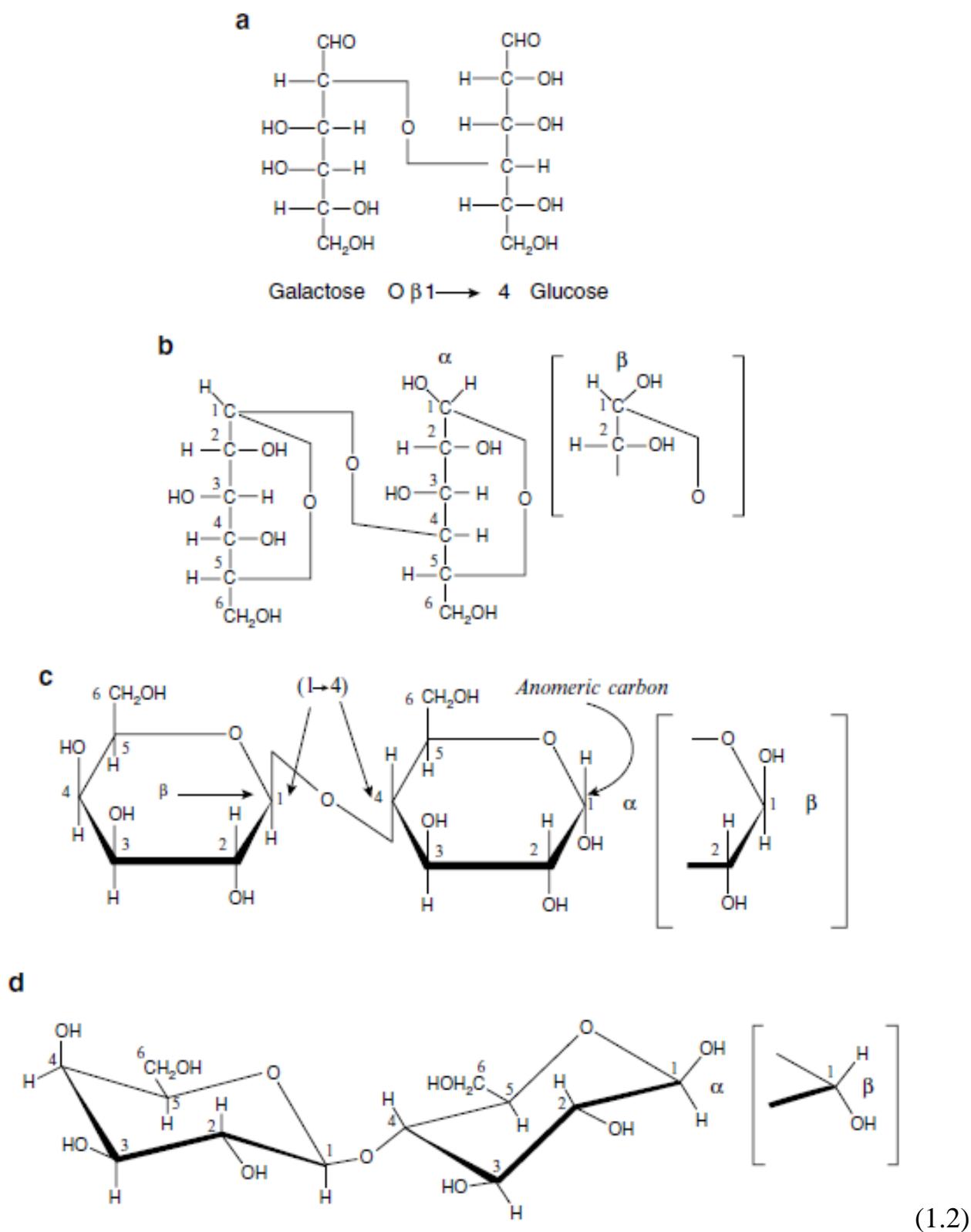
Концентрация лактозы в молоке широко варьирует между видами. Содержание лактозы в коровьем молоке зависит от инфекции вымени и особенно от стадии лактации.

1.3.1. Структура лактозы

Лактоза представляет собой дисахарид, состоящий из галактозы и глюкозы, связанных гликозидной связью β 1-4. Его систематическое название - О- β -d-галактопиранозил- (1-4) α -d-глюкопираноза (α -лактоза) или О- β -d-галактопиранозил- (1-4) - β -dglucopyranose (β -лактоза), Гемиацетальная группа глюкозного фрагмента потенциально свободна (то есть лактоза представляет собой восстанавливающий сахар) и может существовать в виде α - или β -аномера. В структурной формуле α -лактозы гидроксильная группа на C_1 глюкозы является цис-группой к гидроксильной группе на C_2 (ориентирована вниз) и наоборот для β -формы (ориентирована вверх) [53-55].



Структура лактозы.



Структурные формулы α - и β -лактозы: (а) открытые цепи, (б) проекция Фишера, (в) проекция Наворث и (д) конформационная формула [53].

Лактоза имеет низкую растворимость и низкую сладость по сравнению с продуктами гидролиза: глюкоза и галактоза [56]. Известно, что лактоза может существовать в пяти изомерных формах: α , β , γ , δ и ϵ , основными из которых являются α и β . Агрегатное состояние лактозы в водных растворах зависит от температуры и концентрации. В молочном сырье она находится в виде истинного раствора. В процессах сгущения и концентрирования, т.е. в пересыщенных растворах происходит образования кристаллов лактозы. Основная часть лактозы в насыщенных растворах и в сухом молоке находится в аморфном состоянии [57].

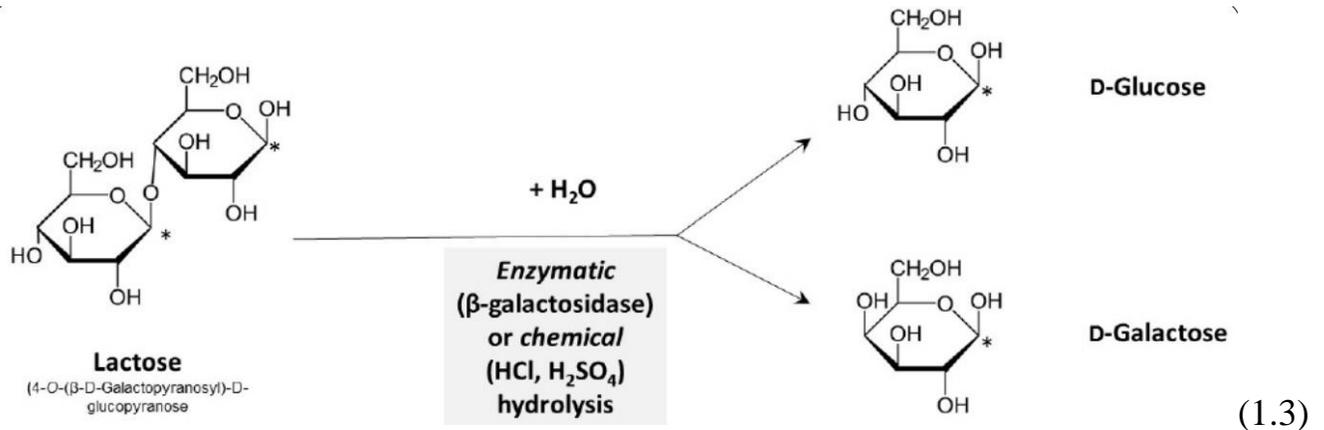
1.3.2. Гидролиз лактозы

Гидролиз лактозы изучен по нескольким причинам. Основная причина в том, что лактоза плохо усваивается некавказскими людьми (около 70% населения мира) [58]. Каждый год 3,2 миллиона тонн лактозы, растворенной в сыворотке – основного побочного продукта производства сыра и казеина (содержит около 6% твердых веществ, из которых 70% или более составляют лактозу и около 0,7% – белки), выбрасывается в отходы, что вызывает загрязнение окружающей среды [59]. Кроме того, процесс гидролиза увеличивает растворимость и сладость, что приводит к улучшению сенсорных характеристик пищевых продуктов, содержащих гидролизованную лактозу из молока или сыворотки. Для производства мороженого и других охлажденных молочных продуктов положительный эффект на кристаллизацию будет достигнут после гидролиза лактозы [10-17].

Гидролиз молочной сыворотки можно осуществлять двумя методами: ферментативным гидролизом и кислотным гидролизом [60]. Схематическая иллюстрация гидролиза лактозы двумя способами представлена на схему 1.3.

Кислотный гидролиз лактозы классически прибегает к применению минеральных кислот HCl и H_2SO_4 при значениях pH ниже 1,5 и высоких температурах до 150°C [61]. Гидролизированный продукт коричневого цвета требует

нейтрализации, деминерализации и обесцвечивания перед использованием. Коррозийность условий является основной проблемой инженерного проектирования этого процесса. Таким образом, он не был коммерчески принят в какой-либо значительной степени [62].

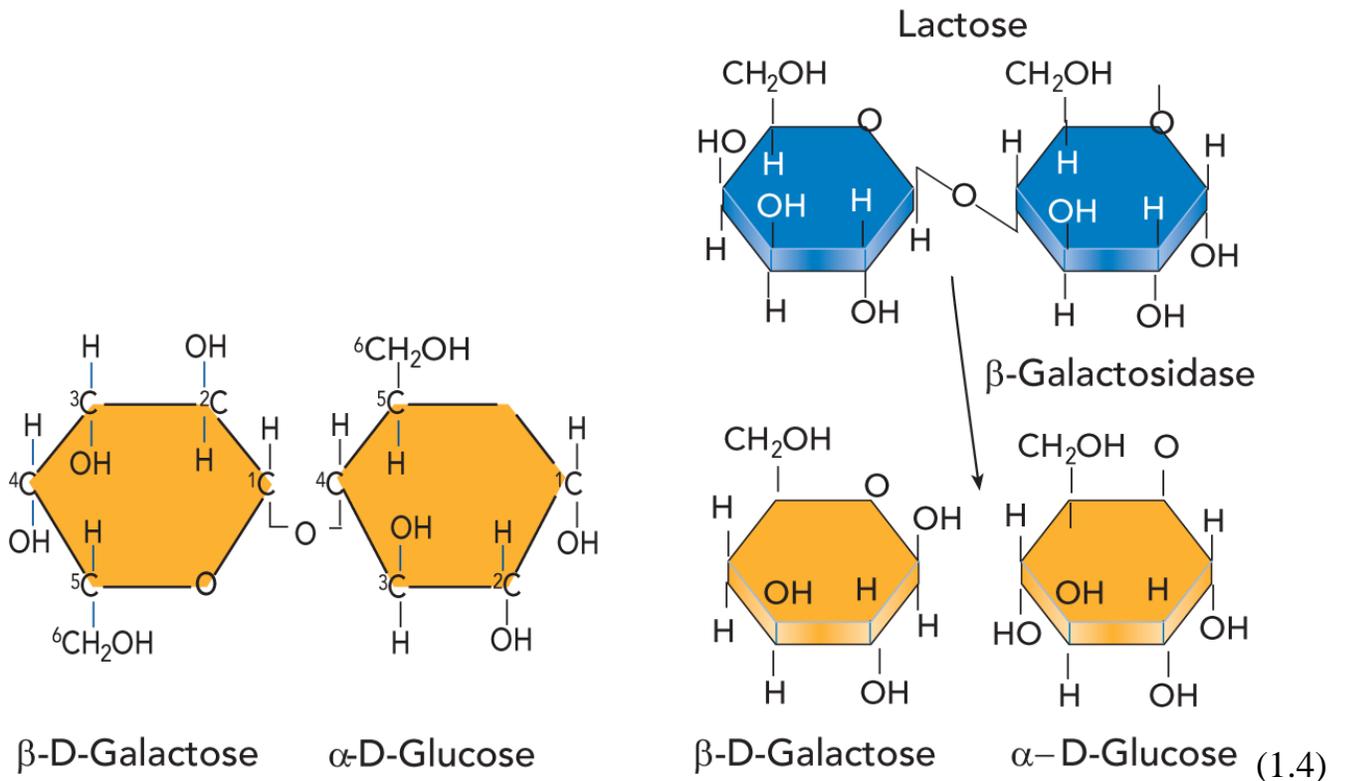


Схематическая иллюстрация гидролиза лактозы.

Потемнение нейтрализованной реакционной смеси является самой большой проблемой, приводящей к сложным этапам удаления цвета, которые увеличивают стоимость обработки и вызывают проблемы с утилизацией. В промышленности этот процесс использовался только для чистых растворов лактозы.

Ферментативный гидролиз расщепляет лактозу на глюкозу и галактозу. Он осуществляется при помощи коммерческого фермента β -галактозидазы, (рисунок 1.9). Фермент широко распространен, но не имеет оптимального значения pH для работы творожной сыворотки. Ферментативный гидролиз лактозы является популярной технологией [63], при котором можно получать ГГС, который в 3 раза слаще [38,64-65], чем лактоза. В основном сироп вырабатывается из сладкой сыворотки, но можно научно подтвердить и использование творожной сыворотки. Технология производства ГГС актуальна для некоторых стран, в том числе и для

Таджикистана, поскольку позволяет получить экономически выгодный сахарозаменитель.



Расщепление лактозы на глюкозу и галактозу с помощью β -галактозидазы.

Степень сладости молочных сахаров приведена в таблице 1.3.2.1.

Таблица 1.3.2.1 – Степень сладости молочных сахаров [49, 66-73]

Сахар	Относительная сладость
Лактоза	15 - 32
Глюкоза	69 – 82 ^b
Галактоза	63 - 69
Галактоолигосахарид (ГОС)	30 – 50 ^a

На рисунке 1.3.2.2 показана относительная степень сладости различных видов сахаров в виде диаграммы.

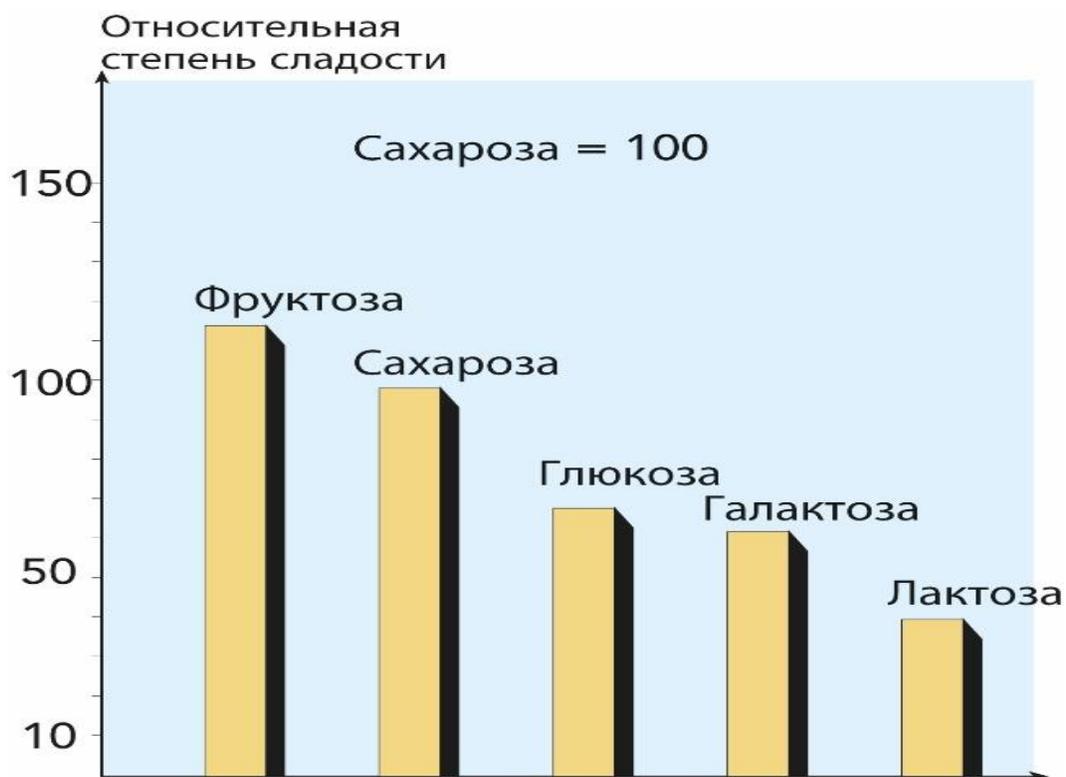


Рисунок 1.3.2.2. – Степень сладости разных видов сахаров.

На сегодняшний день, всеми известными способами молочную сыворотку можно переработать для производства различных молочных напитков, получения сгущенных и сухих концентратов, выделения отдельных его компонентов (белка, лактозы, жира) методом биологической конверсии лактозы, с целью получения глюкозо-галактозного и лактулозного сиропов и ряда биологически активных аминокислот и пептидов, которые используются в качестве ингредиентов для производства пищевых продуктов [74].

В настоящее время, проблема со сладкой сывороткой была успешно решена переработкой во множественные пищевые продукты [75]. Единственной проблемой остается творожная сыворотка. Доступно небольшое количество публикаций по переработке творожной сыворотки. Однако, переработка кислой, например, творожной сыворотки, остается не востребованной в молочной промышленности из-за высокой концентрации молочной кислоты, золы, высокого содержания

органических кислот, высокого содержания минеральных веществ и лактатов [76], что вызывает сложности при последующих операциях получения ГГС [77].

Кислая сыворотка имеет более низкий pH (4,5-4,7) и более низкое содержание белка и лактозы, но по сравнению со сладкой сывороткой, больше кальция, фосфора и молочной кислоты [77-78]. Это, в свою очередь, может вызвать различия в поведении лактозы и других кислых компонентов сыворотки во время концентрирования, что затрудняет обработку потока [79]. Влияние на процесс ферментативной переработки кислой сыворотки недостаточно изучен, что ограничивает решения текущей и растущей проблемы ее утилизации.

Учитывая состав творожной сыворотки, целесообразно её использовать для гидролиза лактозы и получения новых сахаров.

Однако, переработка кислой, например, творожной сыворотки, остается не востребованной в молочной промышленности из-за высокой концентрации молочной кислоты, золы и высокого содержания органических кислот [76], что вызывает сложности при последующих операциях получения ГГС [17].

1.4. Ферментные препараты, используемые при гидролизе лактозы

Ферменты являются биологическими катализаторами. Они увеличивают скорость химических реакций, протекающих в живых клетках, без каких-либо общих изменений. Реагенты, катализируемых ферментами реакций, называются субстратами. Каждый фермент имеет довольно специфический характер, воздействующий на конкретный субстрат или субстраты с целью получения определенного продукта или продуктов [80].

Ферменты представляют собой особый тип белка, который действует в качестве биологических катализаторов химических реакций в живых организмах. Действие ферментов имеет решающее значение для жизни, обеспечивая энергию, уничтожая отходы и позволяя организмам функционировать [81].

Систематическая классификация некоторых важных ферментов для пищевой промышленности приведена в таблице 1.4.1.

Таблица 1.4.1 – Систематическая классификация некоторых важных ферментов для пищевой промышленности [67-85]

Класс/подкласс		Ферменты	ЕС-Номер	В тексте, найденном под
1	2	3	4	5
1.	Оксидоредуктазы	Алкогольдегидрогеназа		
1.1	СН-ОН в качестве донора	бутандиолдегидрогеназа	1.1.1.1	2.6.1
		L-идитол-2-дегидрогеназа	1.1.1.4	2.7.2.1.5
		L-лактатдегидрогеназа	1.1.1.14	2.6.1
		3-гидроксиацил-КоА дегидрогеназа	1.1.1.27	2.6.1
		1.1.1.35		12.10.1.2
1.1.1	С НАД или НАДФ как акцептор	Малатдегидрогеназа		
		Галактоза-1-дегидрогеназа	1.1.1.37	2.6.1
		Глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы	1.1.1.48	2.6.1
		1- дегидрогеназа	1.1.1.49	2.6.1
1.1.3	С кислородом в качестве акцептора	Глюкозооксидаза	1.1.3.4	2.6.1 и
		Ксантинооксидаза	2.7.2.1.1	
			1.1.3.22	2.3.3.2
1.2	Альдегидная группа как донор			
1.2.1	С НАД или НАДФ как акцептор	Альдегиддегидрогеназа	1.2.1.3	2.7.2.1.4
1.8	S-соединение в качестве донора			
1.8.5	С хиноном или родственным соединением в качестве акцептора	Глутатиондегидрогеназа (аскорбат)	1.8.5.1	15.2.2.7
1.10	Дифенол или эндоол в качестве донора			
1.10.3	С кислородом в качестве акцептора	Аскорбатоксидаза	1.10.3.3	2.2.6
1.11	Гидропероксид как акцептор	Каталаза	1.11.1.6	2.7.2.1.2
		Пероксидаза	1.11.1.7	2.3.2.2 и 2.5.4.4

Продолжение таблицы 1.4.1

1	2	3	4	5
1.13	Воздействие на отдельных доноров			
1.13.1 1	Включение молекулярного кислорода	Липоксигеназа	1.13.11.1 2	2.5.4.4 и 3.7.2.2
1.14	Воздействие на парных доноров	Монофенолмоноокси- геназа (Полифенолоксидаза)	1.14.18.1	2.3.3.2
1.14.1 8	Включение одного атома кислорода			
2.	Трансферазы			
2.3	Перенос ацильных групп			
2.3.2	Аминоацилтрансферазы	Трансглутаминаза	2.3.2.13	2.7.2.4
2.7	Перенос фосфата			
2.7.1	НО - группа как акцептор	Гексокиназа Глицеринкиназа Пируваткиназа	2.7.1.1 2.7.1.30 2.7.1.40	2.6.1 2.6.1 2.6.1
2.7.3	Н - группа как акцептор	Креатинкиназа	2.7.3.2	2.6.1
3.	Гидролазы			
3.1	Расщепление сложных эфиров			
3.1.1	Карбоксилэфир гидролазы	Карбоксилэстераза	3.1.1.1	3.7.1.1
		Триацилглицероллипаза	3.1.1.3	2.5.4.4 и 3.7.1.1
		Фосфолипаза А ₂	3.1.1.4	3.7.1.2
		Ацетилхолинэстераза	3.1.1.7	2.4.2.5
		Пектинэстераза	3.1.1.11	4.4.5.2
		Фосфолипаза А ₁	3.1.1.32	3.7.1.2
3.1.3	Гидролазы фосфорных моноэфиров	Щелочная фосфатаза	3.1.3.1	2.5.4.4
3.1.4	Гидролазы фосфорных диэфиров	Фосфолипаза С	3.1.4.3	3.7.1.2
		Фосфолипаза D	3.1.4.4	3.7.1.2
3.2	Гидролиз О-гликозильных соединений			
3.2.1	Гликозидазы	α- Амилаза	3.2.1.1	4.4.5.1.1
		В- Амилаза	3.2.1.2	4.4.5.1.2

Продолжение таблицы 1.4.1

1	2	3	4	5
		Глюкан-1.4- α -	3.2.1.3	4.4.5.1.3
		D-глюкозидаза (глюкоамилаза)		
		Целлюлаза	3.2.1.4	4.4.5.3
		Полигалактуроназы	3.2.1.15	2.5.4.4 и 4.4.5.2
		Лизоцим	3.2.1.17	2.7.2.2.11 и 11.2.3.1.4
		α -D- Глюкозидаза (Мальтаза)	3.2.20	2.6.1
		β -D- Глюкозидаза	3.2.1.21	2.6.1
		α -D- Глюкозидаза	3.2.1.22	
		β -D- Глюкозидаза (Лактоза)	3.2.1.23	2.7.2.2.7
		β -фруктофуранозидаза (инвертаза, сахараза)	3.2.1.26	2.7.2.2.8
		1.3- β -D-Ксланаза	3.2.1.32	2.7.2.2.10
		α -L-Рамнозидаза	3.2.1.40	2.7.2.2.9
		Пуллуланаза	3.2.1.41	4.4.5.1.4
		Экзополигалактуроназы	3.2.1.67	4.4.5.2
3.2.3	Гидролиз S-гликозильных соединений	Тиоглюкозидаза (Мирозиназа)	3.2.3.1	2.7.2.2.12
3.4	Пептидазы ²			
3.4.21	Сериновые эндопептидазы ^a	Микробные сериновые эндопептидазы, например, субтилизин	3.4.21.62	1.4.5.2.1
3.4.22	Цистеиновые эндопептидазы ^a	Папаин	3.4.22.2	1.4.5.2.2
		Фичин	3.4.22.3.	1.4.5.2.2
		Бромелайн	3.4.22.33	1.4.5.2.2
3.4.23	Эндопептидазы аспарагиновой кислоты ²	Химозин (Реннин)	3.4.23.4	1.4.5.2.4
3.4.23	Металлоэндопептидазы ^a	Термолизин	3.4.24.27	1.4.5.2.3

Продолжение таблицы 1.4.1

1	2	3	4	5
3.5	Воздействие на платы с-N, кроме пептидных досок			
3.5.2	В циклических амидах	Креатинкиназа	3.5.2.10	2.6.1
4.	Лиазы			
4.2	С-О- Лиазы			
4.2.2	Действие на полисахариды	Пектат лиаза	4.2.2.2	4.4.5.2
		Экзопалигалактуронатли аза	4.2.2.9	4.4.5.2
		Пектинлиаза	4.2.2.10	4.4.5.2
5.	Изомеразы			
5.3	Внутримолекулярные оксидоредуктазы			
5.3.1	Взаимное превращение альдоз и кетоз	Ксилозоизомераза Глюкозо-6- фосфатизомераза	5.3.1.5 5.3.1.9	2.7.2.3 2.6.1

1.5. Технология производства ГГС

Пермеат молочной сыворотки является перспективным сырьем для производства пищевых продуктов на основе лактозы и ее производных, в частности ГГС.

Утилизация данного продукта в виде конечного ГГС в пищевых диетических продуктах с пониженным содержанием сахарозы является весьма рентабельным производством. К примеру, в России ГГС был одобрен для использования в производстве различных молочных продуктов [82]. На основе ГГС были приготовлены фруктовые продукты, такие как смешанные и питьевые йогурты. Замена 25% сахара на ГГС при приготовлении фруктовых десертов позволила сэкономить 6 миллионов долларов в год [83].

Предварительная обработка в виде деминерализации не является обязательной, но ее использование улучшает вкус конечного продукта. После гидролиза сыворотка выпаривается. Затем получают сироп с содержанием сухих

веществ 70-75%. 85% лактозы в этом сиропе гидролизуется и может быть использован в качестве подсластителя в хлебопекарной промышленности и в производстве мороженого.

На рисунке 1.5.1 показана технология производства ГГС ферментативным способом гидролиза лактозы в сыворотке.

Во время производства ГГС фермент инактивируется термической обработкой или регулированием рН и не может использоваться повторно.

В настоящее время взамен свободных ферментов используются ферменты, которые связаны с различными видами водорастворимых и водонерастворимых носителей. Такого рода системы с иммобилизованными ферментами могут использоваться при непрерывном процессе гидролизе лактозы. При этом, употребление дорогостоящих ферментов не целесообразно, но они могут быть использованы в больших количествах в процессе гидролиза лактозы, что в конечном итоге увеличивает доходность. Техника еще в значительной степени не доработана [84].

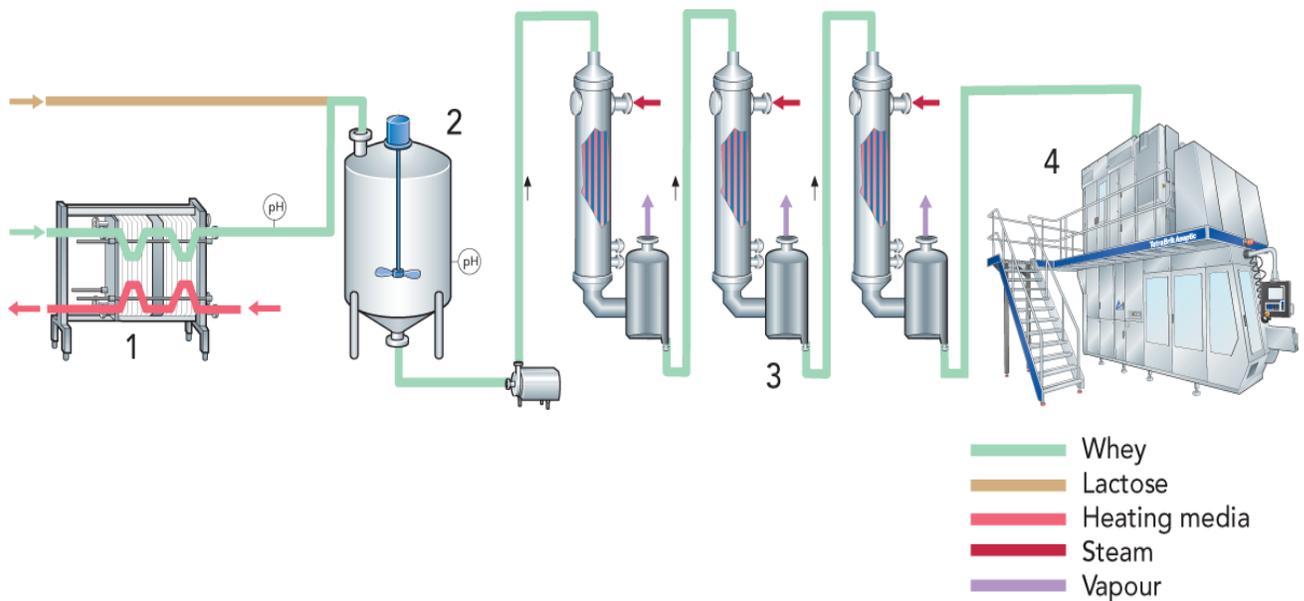


Рисунок 1.5.1. – Принципиальная технологическая схема производства ГГС ферментативным способом: 1 –Пастеризатор; 2 – Бак для гидролиза лактоза; 3 – Испаритель; 4 – Начинка [84].

Технология производства ГГС еще не получила достаточного развития. Производство сиропов с гидролизованной лактозой включает следующие операции: сбор фильтрата, подсушивание, очистку и деминерализацию, гидролиз, досушивание, рафинацию, фильтрацию, резервирование, расфасовку. Принципиальная схема выработки продукта показана на рисунке 1.5.2 [27].

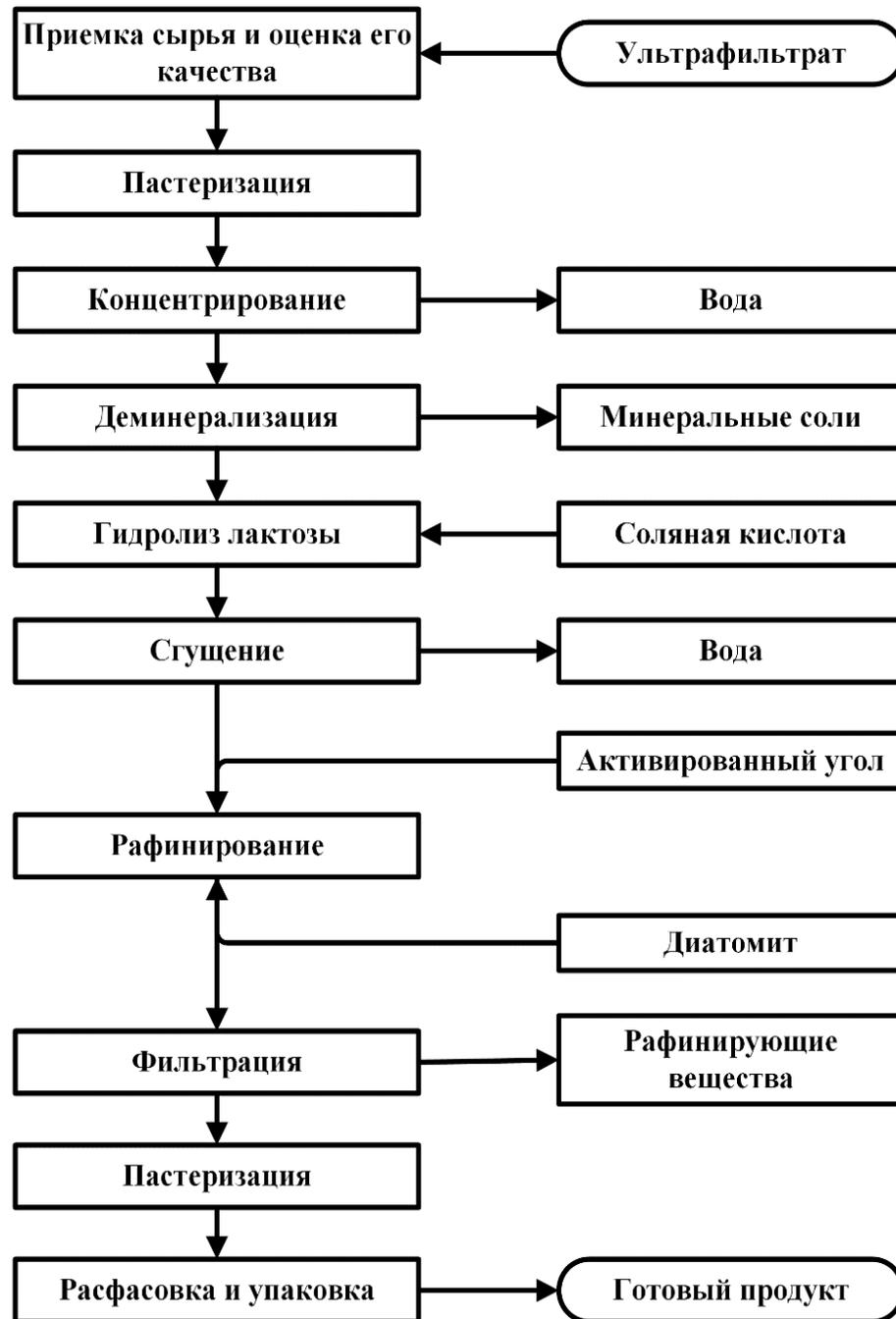


Рисунок 1.5.2. - Принципиальная схема выработки ГГС.

В технологии производства ГГС в качестве сырья используют пермиат (фильтрат), полученный после концентрирования МС на ультрафильтрационных установках и концентрируют его до массовой доли сухих веществ 20–22%. Сгущения концентрированного пермиата проводится в вакуум-выпарных или обратноосмотических установках, после чего подсгущенный пермиат подвергается очистке от азотистых соединений, при этом нагревается до 90–95 °С с подкислением соляной кислотой и выдерживается в течение 15–20 мин. После этого производится центробежная очистка на сепараторе-очистителе. Очищенный фильтрат гидролизуется соляной кислотой, а полученная смесь обрабатывается на электродиализной установке. Деминерализованный фильтрат далее концентрируется в вакуум-выпарной установке и насосом перекачивается в реактор, где с использованием адсорбентов (активированный уголь и диатомит) подвергается рафинацию при температуре 75 ± 5 °С в течение 10–15 мин. Раствор с рафинирующими веществами направляется на фильтр-пресс. Очищенный ГГС собирается в емкость. Фасование готового продукта производится во фляги или другую соответствующую тару.

1.6 Заключение по главе 1

Проблема полного и рационального использования молочной сыворотки, как вторичного сырья, является актуальной, независимо от получаемых объемов, методов организации и форм собственности производства во всех странах мира. Молочная промышленность производит большое количество сыворотки в качестве побочного продукта, что привело к значительным экологическим проблемам из-за высокого содержания в ней органических веществ. В течение последних десятилетий изучались возможности более экологически и экономически эффективного использования сыворотки, в первую очередь для превращения нежелательных конечных продуктов в ценное сырье. Утилизации сыворотки

обуславливают поиск путей ее переработки и извлечением ценных компонентов – лактозы и белков для получения других пищевых продуктов.

Ранее основная часть сыворотки сбрасывалась в окружающую среду, а оставшаяся часть направлялась на производство кормов для сельскохозяйственных животных. С развитием техники и технологии, а также осознанием ценности сыворотки в мировом масштабе, ситуация начала меняться в сторону увеличения доли продуктов пищевого назначения из молочной сыворотки. В Европе и США, наблюдается положительная динамика роста объемов сыворотки, предназначенной для переработки, за счет увеличения производства сыров и казеина. В настоящее время, концентрированная, деминерализованная сладкая сыворотка успешно используется в различной пищевой продукции такой как напитки, порошки, супы, хлебобулочные изделия, кондитерские изделия, мороженное и замороженные молочные десертные продукты.

В Таджикистане, где отсутствие экономически выгодных технологий переработки молочной сыворотки, долгое время являлось причиной того, что большая часть этого продукта рассматривалась как отходы и сливалась в канализацию. При этом происходила не только потеря очень ценного пищевого сырья, но и значительно ухудшалась экологическая ситуация. При условии слива в канализацию 1 тонны сыворотки загрязняет водоём сродни 100 м³ хозяйственно-бытовых стоков. На молочных комбинатах и фабриках вырабатывается расширенный ассортимент молочных продуктов, в том числе творога и различных видов сыров, при производстве которых образуется большое количество сыворотки. Так, в 2016-2017 годах на крупном молочном комбинате «Шири Саодат» каждый месяц вырабатывалось от 5 до 22 тонн сыворотки, которая практически не использовалась, а сливалась в канализацию, создавая экологическую проблему. В отличии от «Шири Саодат», на молочном комбинате «Шири Душанбе» почти вся вырабатываемая сыворотка реализуется потребителям.

Таким образом, утилизация сыворотки остается актуальной проблемой для молочной промышленности. Поскольку сыворотка содержит от 5 до 6% сухих веществ, в том числе лактозу, которая должна перерабатываться.

Кроме того, в Таджикистане существует проблема, связанная с производством сахара. Импорт этой продукции является дорогим, поэтому целесообразно перерабатывать лактозу сыворотки в ГГС, что существенно поможет упростить задачу при применении нового продукта в качестве сахарозаменителя.

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Организация работы и схема проведения исследований

Аналитические и экспериментальные исследования проводились на кафедре «Технология пищевых производств» Технологического университета Таджикистана (ТУТ) и в лабораториях: «Наука о питании», «Контроль качества пищевых продуктов», «Микробиологическая лаборатория», «Научная лаборатория» и «Химическая лаборатория» факультета пищевой технологии Университета естественных наук и технологий Латвии (Елгава, Латвия) в период с 2016 по 2019 год.

Схема выполнения диссертационных исследований представлена на рисунке 2.2.1. Она в виде блок-схем показывает основные направления данного исследования, порядок их выполнения и решения поставленных задач.

В первую очередь проведен анализ априорной информации, патентный поиск и обзор литературных источников по теме научной работы с использованием фондов библиотеки Университета естественных наук и технологий Латвийской Республики, база данных Web of Science, Scopus, информационных материалов ScienceDirect, а также сети Internet. После проведенного анализа сформулированы цель и задачи исследования, определены методики проведения экспериментов.

2.2 Структура исследований

Исследовательская работа структурирована в пять этапов, проиллюстрированных на рисунке 2.2.1, где каждый этап способствует совершенствованию технологии производства ГГС, повышению сладости сиропа и использования сиропа как сырья для производства мучного кондитерского изделия – пряника. Все этапы далее разделены на многочисленные подэтапы, которые обсуждаются более подробно.

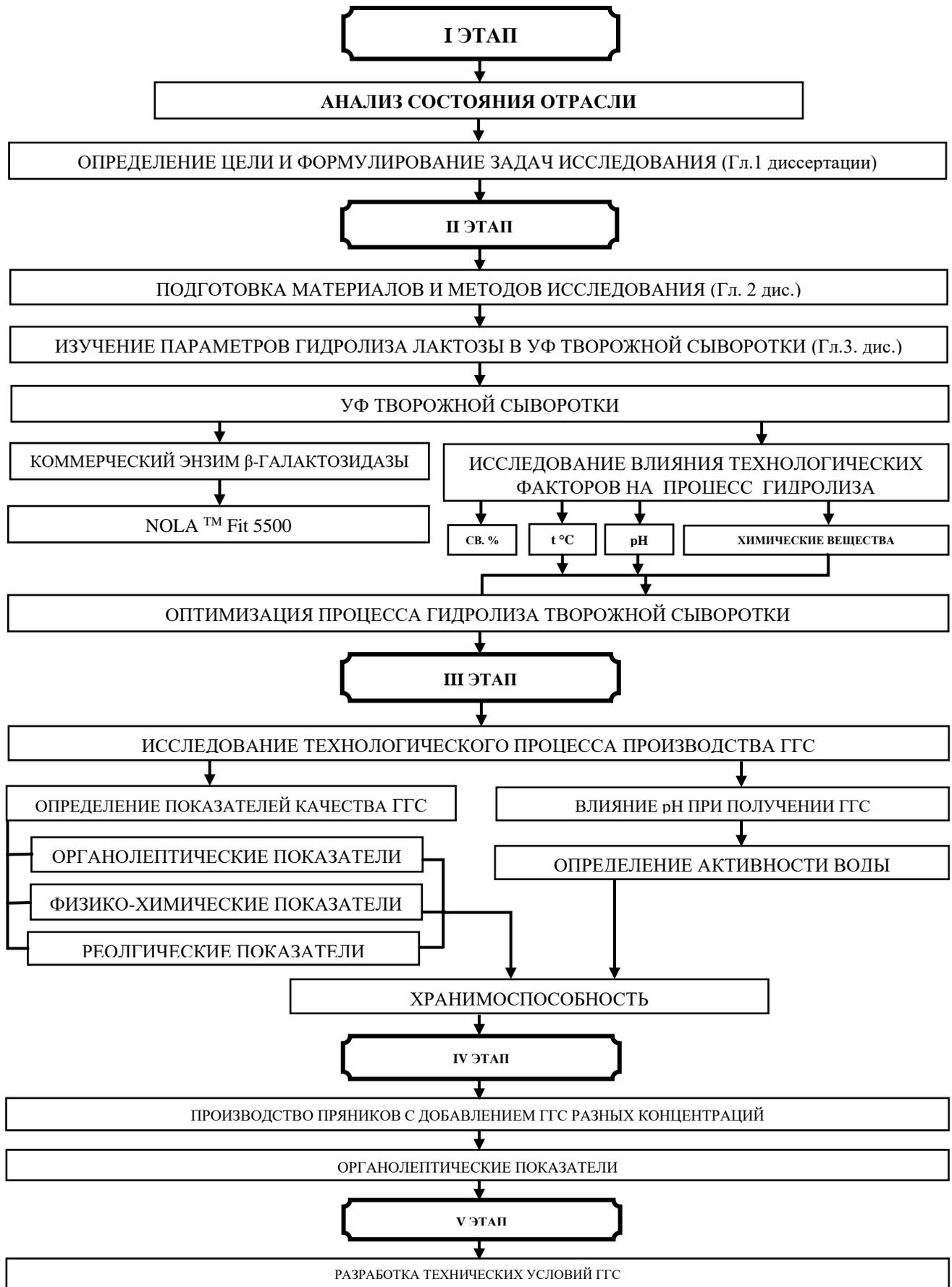


Рисунок 2.2.1. – Схема проведения исследований.

2.3 Объекты исследования

2.3.1 Характеристика сырья и реагентов

Пермеаты сладкой и кислой сыворотки, которые использовались для экспериментов, были получены ультрафильтрацией МС местными производителями молочной продукции SC «Smiltenes piens» и SC «Tukuma piens» и любезно предоставлены для проведения исследований. В таблице 2.3.1.1 представлены состав и рН пермеатов.

Таблица 2.3.1.1 – Состав и рН пермеатов подсырной и творожной сывороток

Пермеат	Жиры, %	Белки, %	Лактоза, %	Всего твердых веществ, %	рН
Подсырной сыворотки	0	0.2±0.1	3.8±0.1	4,6±0.1	6.1±0.1
Творожной сыворотки	0	0.68±0.1	4.09±0.2	5.09±0.1	4.49±0.2

В начале исследований проводился анализ состава пермеатов с помощью анализатора молока MilkoScan™ Mars (Foss Analytical, Дания) и измерялись значения рН с помощью рН-метра GPH 114 (Германия) [86].

Фермент β-галактозидаза. В исследовании была использована коммерческая β-галактозидаза NOLA™ Fit 5500 (Chr. Hansen, Дания) – высокоочищенный фермент, полученный из *Bacillus licheniformis*. Согласно рекомендациям производителей, фермент NOLA™ Fit 5500 активен в кислых условиях (оптимальное значение рН 5.0-7.0, температура 35-50°C), его активность составляет 5500 БЛЕ (бифидолактозных единиц) г·л⁻¹ [87].

Использованные материалы и оборудование перечислены в таблицах 2.3.1.2. и 2.3.1.3.

Таблица 2.3.1.2 – Список материалов и реагентов, использованных в исследовании

Химические вещества	Бренд	Страна
NaHCO ₃ (Гидрокарбонат натрия)	Sigma	Германия
NaOH (Гидроксид натрия)		
α- Лактоза моносахарид		
D-лактоза		
D-Глюкоза (>98%)		
D-Галактоза (>98%)		
Колонка хроматографическая – SUPELCO SILTM LC-NH ₂ , (250 мм × 4,6 мм × 5 мкм)		
Ацетонитрил (≥99.93%)		
8-канальная пипетка		
NH ₄ OH (Гидроксид аммония)	FIRMA CHEMPUR	Латвия
H ₂ SO ₄ (Серная кислота)		
H ₂ O (Вода)		
H ₃ BO ₃ (Борная кислота)		
KOH (Гидроксид калия)	SIA «Lorien»	Латвия

Таблица 2.3.1.3 – Список оборудования, использованного в исследовании

Оборудование	Назначение оборудования	Бренд	Страна
1	2	3	4
Многорежимный считыватель номерных знаков	Многорежимный считыватель номерных знаков	Infinite 200 M Pro	Швейцария
pH-метр	Для измерения значения pH растворов	720 pH meter	Нидерланды
pH-метр	Для измерения значения pH растворов	GPH 114	Германия
Высокоэффективный жидкостной хроматограф (ВЭЖХ) (HPLC) и	Для анализа компонентов смеси и измерения показателя преломления света	Shimadzu LC-20 с RID-10A	США

Продолжение таблицы 2.3.1.3

рефрактометрический детектор RID-10A			
Цифровой рефрактометр	Для измерения коэффициента преломления света	KR ÜSS GmbH	Германия
Анализатор качества молока, основанный на инфракрасной технологии	Для определения содержания лактозы, белков, жиров и общего твердого вещества в молоке	MilkoScan TM Mars, Foss	Дания
Вакуум-испаритель Heidolph Laborota 4000 effective	Концентрирование жидких растворов при разряжении (вакууме)	(Heidolph Instruments GmbH & Co KG,	Германия
Реометр жидких продуктов	Для измерения вязкости	BROOKFIELD DV-111 model: LVDV - 111	США
Измеритель активности воды	Для измерения активности воды	Labswift-aw, SN: 1303008	Швейцария
Микроскоп	Для проведения микроскопических исследований	Leica ICC50 HD, Leica DM 3000LED,	Германия
Термостат	Измерение при постоянной температуре	IN 55, 0-200°C; UF55, 0-300°C,	Германия
Водяная баня	Для проведения ферментативных реакций при постоянной температуре	WB10 MEMMER,	Германия
Весы лабораторные	Для измерения массы 0g -600g	Sahn GmbH D-72336, SN:0675	Германия
Весы лабораторные	Для измерения массы 0g -200g	L-series, LA200, SN:80208815,	Германия
Весы лабораторные	Для измерения массы 0.5g - 2100g	PS2100 R2,	Польша
Термометр образцовый	Для измерения температуры 0°C - 300°C ±0,01°C.	Reset Precision,	Латвия

2.4 Методы исследования

В данном исследовании для решения поставленных экспериментальных задач, определения характеристик объектов исследований и технологических процессов использовались физико-химические, микробиологические, биохимические и математические методы анализа, соответствующим целям исследования. Использовались стандартные и общепринятые методы, опубликованные в специальной литературе.

2.4.1 Определение сухих веществ пермеата творожной сыворотки

Перед концентрированием твердых веществ, в пермеатах определялось содержание лактозы, белков, жиров и общего количества твердых веществ с использованием анализатора качества молока MilkoScan™ Mars, Foss Analytical SC (Дания) (рисунок 2.4.1.1) [88].



Рисунок 2.4.1.1. – Анализатора молока, основанного на инфракрасной технологии MilkoScan™ Mars, Foss Analytical SC (Дания).

2.4.2 Ферментативный гидролиз пермеата творожной сыворотки

Гидролиз лактозы проводился в соответствии с методом, описанным в работе [89], с внесением некоторых изменений. Коммерческий фермент помещался в коническую колбу на 100 мл, содержащую 50 мл кислого пермеата сыворотки со значением pH 4.24 и содержанием лактозы 20%. Для нейтрализации пермеата значение pH доводилось до значений 6.20 ± 0.03 с помощью 5% и 10% растворов KOH, MgOH, NH₄OH, NaHCO₃. После нейтрализации субстрат (пермеат сыворотки) пастеризовался при температуре 80.0 ± 1.0 °C с выдержкой 4-5 мин для инактивации микроорганизмов. К одному литру раствора субстрата добавлялся фермент с активностью 7200 БЛЕ, раствор перемешивался в течение 2 минут и помещался в термостат IN55 (Mettler, Германия), где выдерживался в течение 3 часов при температуре 38 ± 1.0 °C. Далее каждый час проводился мониторинг значения pH после реакции гидролиза.

Для получения ГГС ферментированный раствор упаривался в вакуум-выпарном испарителе Heidolph Laborota 4000 efficiency (Heidolph Instruments GmbH & Co KG, Германия). Процесс проводился при давлении 4-8 кПа и температуре 51 ± 9 °C. Общее содержание сухих веществ в сиропе доводилось до $65 \pm 2\%$ и $70 \pm 2\%$. Концентрация сухих веществ определялась с помощью рефрактометра DR301-95 (KRUSS, Германия) [90].

2.4.3 Определение лактозы, глюкозы, галактозы и галактоолигосахаридов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии

Содержание углеводов определялось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием хроматографа LC 20 Prominence (Shimadzu, LC-20, Торранс, Калифорния, США). В жидкостных хроматографах серии LC-20 Prominence впервые были реализованы такие

современные техники хроматографического анализа, как режим быстрой хроматографии с использованием коротких хроматографических колонок с мелкозернистым сорбентом, хроматография высокого давления, двумерная хроматография, автоматизированная online-пробоподготовка, нано-хроматография на капиллярных колонках, представленные на рисунке 2.4.3.1.



Рисунок 2.4.3.1. – Высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ Prominence, Shimadzu LC-20, Торранс, Калифорния, США).

Исследуемый образец ГГС переносился в пробирки объемом 2 мл и центрифугировался 5 мин при 10 000 об/мин. Приблизительно 1,5 мл отфильтрованного образца помещали в пробирку для проб и закрывали для

дальнейшего анализа методом ВЭЖХ (Prominence, Shimadzu LC-20, Торранс, Калифорния, США) (рисунок 2.4.3.1). Этим методом определялись продукты гидролиза лактозы (глюкоза, галактоза и галактоолигосахариды). Система ВЭЖХ состояла из серии оборудования: насоса высокого давления (LC-20Ai); детектора показателя преломления РИД-10А; колонки Alltech NH₂ 4,6 мм x 250 мм, 5 мкм. Температура колонки поддерживалась при 30°C; подвижная фаза состояла из: А – ацетонитрил 85% и Б – деионизированная вода 15%; объем инъекции образца составлял 10 мкл. Элюирование проводилось в изократическом режиме, скорость потока составляла 1,0 мл/мин, а общее время анализа – 15 минут [88, 89, 91-92]. Калибровка колонки ВЭЖХ проводилась с использованием моногидрата α-лактозы, D-глюкозы (>98%) и D-галактозы (>98%) в диапазоне концентраций от 0,5 до 100 г/л.

Для расчета массовой концентрации лактозы $\rho_{\text{лак}}$ (г·л⁻¹) в образце использовали уравнение:

$$\rho_{\text{лак}} = \frac{M_{\text{лак}} * \rho_{\text{лак}} m}{M_{\text{лак}} m},$$

где, $M_{\text{лак}}$ – молекулярная масса лактозы (342,3 г·моль⁻¹); $M_{\text{лак}} m$ – молекулярная масса моногидрата α-лактозы (360,3 г моль⁻¹); $\rho_{\text{лак}} m$ – массовая концентрация моногидрата α-лактозы (г/л) по данным анализа ВЭЖХ [91].

Анализы проводились в трехкратной повторности. Подготовка пермеата для исследования описана в разделе 2.2.1. Калибровка сахара проводилась по исходной смеси, содержащей лактозу, галактозу, глюкозу в концентрациях по 8 г/л каждой.

Пермеаты гидролизировались методом, который применяется в промышленности для производства ГГС.

Для эксперимента выбирались несколько концентраций твердого субстрата 20%, 30% и 40%, а также фермента в количестве 0,5, 2,5 и 5 ед./мл коммерческих единиц, соответственно. Вариации концентраций и количества ферментов были необходимы для оценки выхода конечных сахаров, экономических перспектив и

для лучшего понимания свойств ферментов. По результатам определяли, какая комбинация лучше всего подходит для максимальной скорости гидролиза лактозы. Помимо этого, в данном исследовании представлены данные о профиле моносахаридов, информирующие о питательной ценности ГГС (Рисунок 2.4.3.2).

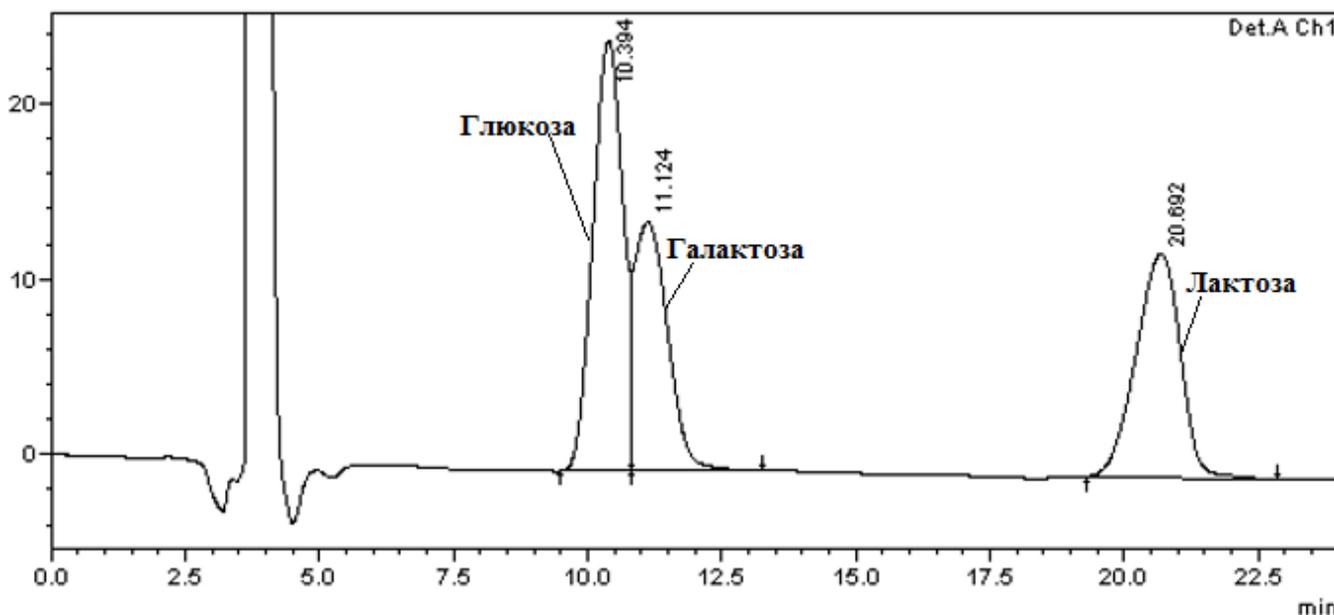


Рисунок 2.4.3.2 – Хроматограмма смеси сахаров, содержащих лактозу, галактозу, глюкозу с концентрацией 8 г/л.

Пермеаты гидролизировались методом, который применяется в промышленности для производства ГГС.

Для эксперимента выбирались несколько концентраций твердого субстрата 20%, 30% и 40%, а также фермента в количестве 0,5, 2,5 и 5 ед./мл коммерческих единиц, соответственно. Вариации концентраций и количества ферментов были необходимы для оценки выхода конечных сахаров, экономических перспектив и для лучшего понимания свойств ферментов. По результатам определяли, какая комбинация лучше всего подходит для максимальной скорости гидролиза лактозы. Помимо этого, в данном исследовании представлены данные о профиле моносахаридов, информирующие о питательной ценности ГГС.

2.4.4 Определение массовой доли сухих веществ

Определение массовой доли сухих веществ, проводилось рефрактометрическим методом на приборе DR301-95 (KRUSS, Германия) в соответствии со стандартами ISO 2173-2003 и ГОСТ ISO 2173–2013 [93-94].

Система циркуляции воды поддерживалась так, чтобы температура призм рефрактометра в процессе определения сохранялась постоянной в пределах $\pm 0,5$ °С в диапазоне температур от 15 °С до 25 °С. Температура анализируемого раствора доводилась до температуры измерения. 2-3 капли раствора наносились на неподвижную призму рефрактометра и сразу же накрывались подвижной призмой. Поле зрения освещалось надлежащим способом, использовались лампы с парами натрия, позволяющие получать более точные результаты, особенно при анализе окрашенных или темных продуктов [93-94].

2.4.5 Определение активной кислотности

Активную кислотность пермеата творожного сиропа и ГГС определяли контрольным методом по стандарту ISO 5546:2010 [86] на приборе рН-метр GPH 114 (Германия).

Для калибровки рН-метра использовались стандартные буферные растворы со значениями рН 4 и рН 9, с точностью до второго знака после запятой, при 20°С. Для контроля работы рН-метра, ежедневно использовался фосфатный буферный раствор с рН 7.0.

Перед началом измерений, стеклянный электрод рН-метра тщательно ополаскивается дистиллированной водой. 20 мл осадочного раствора наливается в химический стакан и измеряется рН этого раствора [86].

2.4.6 Метод определения азота по Кьельдалю

Метод Кьельдаля применялся в соответствии с ISO 8968-1:2002 [95] для определения содержания общего азота в сыворотке. Эквивалент общего белка, включая азот, как из белковых, так и из небелковых источников, определялся как после гидролиза пермеата творожной и подсырной сывороток, так и после получения ГГС каждого образца. Определение проводилось с образцами массой $2 \pm 0,1$ г в более трёх повторяемостях.

Расчет общего белка (р%) проводился по следующему уравнению:

$$p\% = \frac{1,4007 \cdot (V_S - V_b) \cdot M \cdot 6.38 \cdot 100}{W},$$

где, V_S – объем HCl титранта, использованный для пробы, мл; V_b – объем HCl титранта, использованный для контроля, мл; M – молярность раствора HCl (0,1); 6.38 – коэффициент, выражающий процентное содержание азота в пересчете на белок; W – масса навески, мг [96].

2.4.7 Определение вязкости раствора ГГС

Вязкость ГГС измерялась с помощью ультрапрограммируемого реометра DV-III (Brookfield Engineering Laboratories Inc., США) (на рисунке 2.4.7.1), после каждых 15-ти дней хранения, при температуре $0-12^\circ\text{C} \pm 0,3^\circ\text{C}$. Скорость вращения шпинделя SC4-16 устанавливалась на уровне 10 мин^{-1} . Данные регистрировались программой Rheocalc V2.6: Rheometer через 10 с после начала вращения шпинделя. Вязкость измерялась 5 раз, каждый раз использовалась новая порция ГГС [97]. Параметры теста задавались программой Rheocalc V2.6 следующим образом:

- CSH (заданная скорость вискозиметра) – 5 об/мин;
- WTI (интервал ожидания) – 20 с;

- DSP (одна точка данных);
- LSC (количество циклов) – 10.



Рисунок 2.4.7.1. – Ультрапрограммируемый реометр DV-III (Brookfield Engineering Laboratories Inc., США)

2.4.8 Оценка активности воды.

Активность воды – это мера энергетического статуса воды в системе, которая предсказывает стабильность срока хранения в отношении роста микробов, скорости реакции разложения и физических свойств. Активность воды в ГГС измерялась с помощью измерителя активности воды (Labswiftaw: Novasina AG, Швейцария) при

температуре ($25\pm 1^\circ\text{C}$). Результаты были представлены как среднее значение проведенных измерений. [98-99].

2.4.9 Измерение размера кристаллов ГГС

Измерения размера кристаллов в ГГС проводили микроскопическим методом для каждого испытания. Пробы брали из каждого образца ГГС при определенной температуре и определенного времени хранения, для каждого экспериментального и контрольного испытания. Для просмотра и анализа изображений кристаллов использовали микроскоп Leica DM500 HD (Leica DM 3000LED, Германия, рисунок 2.4.9.1), оснащенный объективом с 10-400 кратным увеличением, и камеру Leica ICC50 HD. Для измерения размера и форм кристаллов (мкм) использовалась компьютерная программа Leica Application Suite EZ (версия 4.2) [100-101].



Рисунок 2.4.9.1. – Микроскоп Leica DM500 HD (Leica DM 3000LED, Германия).

Определение активной кислотности сиропа проводилось потенциометрическим методом по ГОСТ 32892-2014 с использованием рН-метра JENWAY 3510, SN:03389, Латвия.

2.5 Статистический анализ

Эксперименты проводились в более трех повторностях. Результаты выражались как среднее значение \pm стандартное отклонение (SD). Достоверные различия результатов исследования были выявлены с помощью t-критерия Стьюдента при уровне значимости $p < 0,05$. Статистический анализ проводился с использованием программ Windows и Excel версии 10.0. Статистический анализ для определения состава сахаров проводился с использованием двухфакторной программы ANOVA [102].

ГЛАВА III. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛЮКОЗНО-ГАЛАКТОЗНОГО СИРОПА И ПРОДУКТЫ НА ЕГО ОСНОВЫ

3.1 Оптимизация процесса гидролиза пермеата творожной сыворотки для производства ГГС

В данной главе диссертационной работы были изучены оптимальные условия для действия ферментных препаратов β -галактозидазы в пермеат МС. Основным параметром для изучения стали влияние рН пермеата творожной сыворотки, а также температура ($^{\circ}\text{C}$) и продолжительность процесса (мин) гидролиза.

В работе в качестве объекта исследований использовались пермеат творожной и подсырной сыворотки Латвийских производителей молочной продукции SC «Smiltenes piens» и SC «Tukuma piens». В таблице 3.1.1 приведен состав пермеата творожной и подсырной сыворотки:

Было изучено влияние различных параметров, таких как время ферментации и рН, и результаты представлены на рисунке 3.1.1. Во время ферментации наблюдалось достоверное увеличение ($p < 0,05$) рН субстрата с 6.23 до 6.37. Изменения рН могут быть связаны с активностью целлюлазы и глюкоамилазы, которые включаются в ферментный препарат и гидролиз белковых остатков пермеата [103-104]. Повышение рН помогает поддерживать активность ферментов во время ферментации, а в конце ферментации изменения рН становятся медленнее.

Анализ концентрации моносахаридов показал, что оптимальное время ферментации для гидролиза лактозы составляет 2 часа. Продолжительность процесса ферментации влияет на концентрацию глюкозы и галактозы [105]. Следует отметить, что конечная концентрация глюкозы и галактозы в субстрате в конце ферментации неодинакова, что противоречит теоретическому выходу этих моносахаридов.

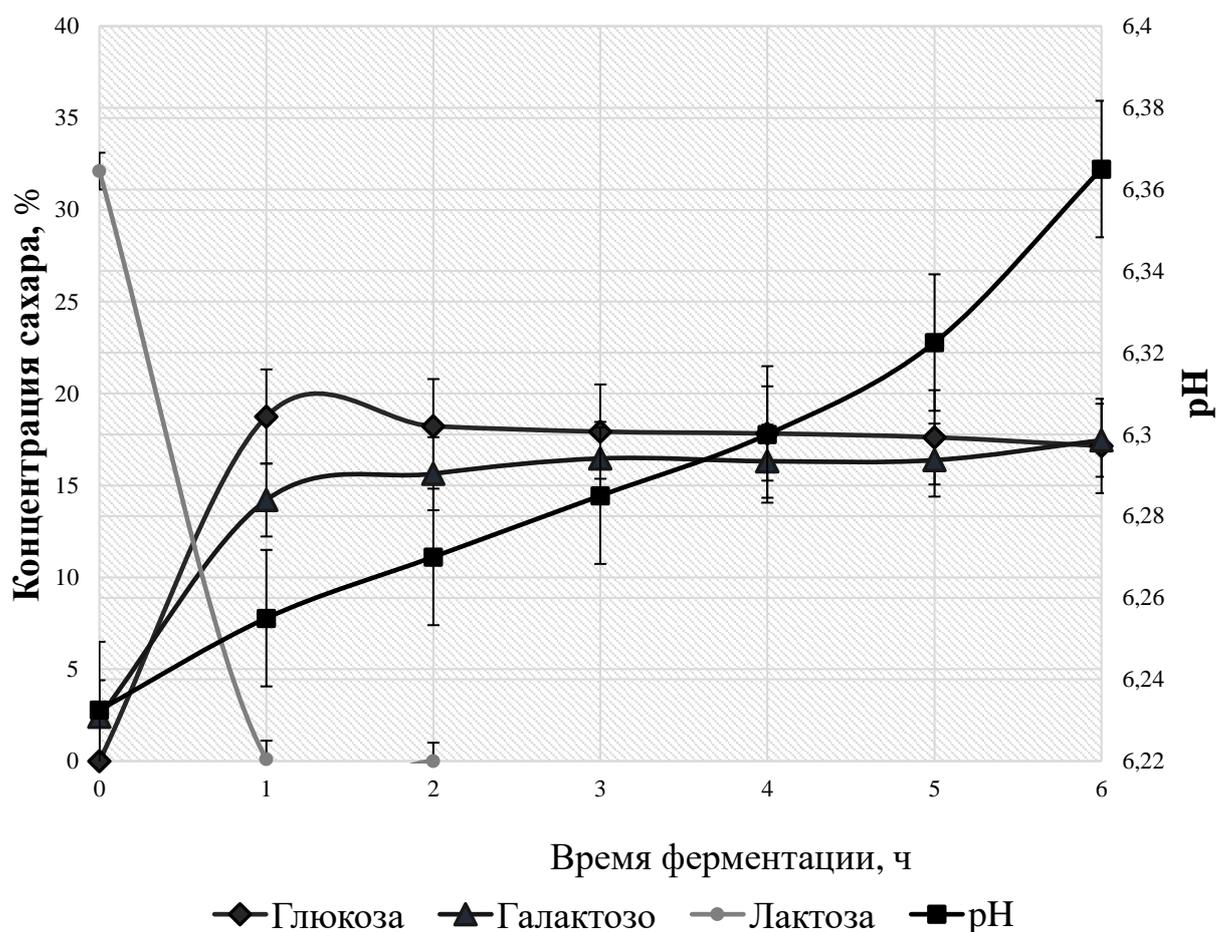


Рисунок 3.1.1. – Влияние процесса ферментации на концентрацию и состав моносахаридов, а также pH субстрата [А-3].

При добавлении меньшего количества ферментного препарата соотношение глюкозы и галактозы увеличивалось в сторону глюкозы, тогда как при увеличении количества фермента различия в концентрации моносахаридов уменьшались. Следует отметить, что коэффициент пересчета, характеризующий превращение лактозы в глюкозу и галактозу, колеблется от 1,05 до 1,11 [106-107]. При продолжении ферментации концентрация глюкозы снижалась за счет образования новых олигосахаридов [108].

Как показал ряд исследований [109,110-111], гидролиз лактозы β -галактозидазой (*Bifidobacterium bifidum*) показал высокую активность, значительно снижающую исходное количество лактозы в субстратах. Это влияет на конечную концентрацию моносахаридов, особенно на более высокий выход глюкозы.

Таблица 3.1.1 – Сравнительный анализ углеводного состава ГГС [А-3]

Углеводы, г/л ¹	Экспериментальный сироп*		Коммерческий сироп* с 65% от общего содержания сухих веществ**
	65% от общего количества твердых веществ	70% от общего количества твердых веществ	
Глюкоза	45±2	43±3	25
Галактоза	20±3	24±2	22
Лактоза	–	–	12

* Сиропы содержат не менее 1–2% белка.

** Сомов и др. (2015)

Перед вакуумным выпариванием термическую обработку субстрата для инактивации фермента не проводили. Температуру в процессе упаривания устанавливали на уровне 51±9 °С, в этих условиях фермент мог работать.

Получен ГГС с содержанием сухих веществ 65±2% и 70±2%. По данным хроматографического анализа сиропы содержат 43–45 % глюкозы и 20–24 % галактозы (таблице 3.1.1). Высокая концентрация глюкозы по сравнению с галактозой может быть объяснена ее инверсией под действием β-галактозидаза в процессе испарения. С увеличением общего содержания сухих веществ в сиропе снижается концентрация глюкозы и увеличивается концентрация галактозы. Концентрация глюкозы и галактозы в опытных сиропах была выше, чем в коммерческом сиропе, полученном с использованием коммерческой Na-Lactase 5200.

В коммерческом сиропе обнаружена β-галактозидаза [87], а также остатки лактозы (таблица 3.1.1) [14]. Анализ моносахаридов показал, что β-галактозидаза NOLA™ Fit 5500 способна полностью гидролизовать лактозу на глюкозу и галактозу в кислой сыворотке (таблица 3.1), а также обеспечивать более высокую степень сладости сиропа.

Таким образом, результаты исследования показали, что оптимальное время гидролиза лактозы составляет 2 часа. Удлинение процесса брожения приводит к снижению концентрации глюкозы, поскольку степень сладости сиропа является ключевым фактором в отношении качества сиропа. Рекомендуется концентрировать сироп до 65% общего содержания сухих веществ.

3.1.1 Влияние термообработки пермеата молочной сыворотки на качество ГГС

Для упрощения энергосбережения процесса в предыдущем исследовании [112], нами, после ультрафильтрационного концентрирования МС и ферментативного гидролиза термическая обработка не проводилась в целях инактивации β -галактозидазы. Результаты исследования показали разницу между концентрацией глюкозы и галактозы в сиропе из-за активного фермента, что отразилось на конечной сладости сиропа.

Цель данного исследования – выявить оптимальные параметры для ферментативного гидролиза кислого пермеата сыворотки в производстве ГГС. Для достижения поставленной цели, после гидролиза пермеата сыворотки была проведена термическая обработка, с целью улучшения сладости ГГС.

Для получения ГГС использовались следующие материалы: кислый пермеат молочной сыворотки с общим содержанием сухих веществ 4,80 - 5,09 % (по данным Milkoscan™ Mars, Foss, Дания), коммерческая β -галактозидаза (NOLA™ Fit 5500, Chr. HANSEN, Дания) с активностью 7200 BLU и 10 % NaHCO_3 .

Гидролиз лактозы проводили при 40 °С в течение 2 часов и использовали термическую обработку при 80 ± 2 °С с кратковременной выдержкой 3 ± 2 мин. Гидролизированный пермеат концентрировали в вакуумном испарителе (Heidolph labourta 4000 эффективность, Heidolph Instruments GmbH & Co. KG, Германия) до 65 и 70 % от общего количества твёрдых веществ. Общее содержание сухих

веществ в сиропе измеряли с помощью рефрактометра KRUSS (DR301-95, Германия). Состав моносахаридов в сиропе определяли с помощью жидкостной хроматографии (Shimadzu, LC-20, Torrance, CA, USA). Статистический анализ данных был проанализирован с использованием t-критерия: для средних статистических результатов использовали средние значения парных образцов.

Сравнительный анализ состава моносахаридов сиропов представлен в таблице 3.1.1.1.

Таблица 3.1.1.1 – Сравнительный анализ состава моносахаридов сиропов [А-4], [А-5]

Углеводы, г/л ⁻¹	65 % сухих веществ		70 % сухих веществ	
	Предыдущий эксперимент, %	Новый эксперимент, %	Предыдущий эксперимент, %	Новый эксперимент, %
Глюкоза	45.0±2.0	42.0±0.2	43.0 ± 3.0	45.2± 0.2
Галактоза	20.0 ± 3.0	15.0± 0.2	24.0 ± 2.0	17.3± 0.1
Неидентифицированные сахара	-	~ 8	-	~ 7,5

Данные таблицы показывают, что термообработка приводит к снижению количества галактозы. Вероятно, во время термообработки происходит реакция Майяра между белками сыворотки и углеводов. Коммерческая β-галактозидаза, которая используется для гидролиза лактозы, приводит к превращению лактозы в глюкозу и галактозу, где галактоза очень реактивная [113]. Снижение концентрации галактозы можно объяснить образованием продуктов реакции Майяра.

Таким образом, при производстве моносахаридов, после гидролиза пермеата сыворотки целесообразно проведение термической обработки с целью улучшения сладости ГГС. Данный продукт приобретает профилактические свойства, что связано с высоким содержанием минеральных веществ и белков.

Кроме того, использование местного растительного сырья – фруктов, овощей, орехов, бобовых и других злаковых культур, а также дикорастущих лекарственных и пищевых растений позволит производить функциональные молочные продукты, обогащённые комплексом необходимых биологически активных веществ, обеспечивающих физиологические потребности различных групп населения.

3.1.2 Влияние типа и концентрации щелочного агента на углеводный состав и вкусовые качества ГГС

Данные содержания жира – 0,00%, белка – $0,68 \pm 0,01\%$, лактозы – $4,09 \pm 0,01\%$, сухих веществ – $5,09 \pm 0,01\%$, обезжиренных твердых веществ – $4,87 \pm 0,01\%$ были получены с помощью Milkoscan™ Mars (Foss, Дания). Значение pH растворов измеряли с помощью pH-метра GPH 114 (Германия). Необходимо отметить, что полученная сыворотка в исходном виде имела кисловатый вкус и неприятный запах.

Для проведения операции нейтрализации применяли растворы КОН, MgОН, NH₄ОН, NaHCO₃ и др., разрешённые к применению в пищевой отрасли. При нейтрализации щелочами образуются соли молочной кислоты – лактаты, которые придают сыворотке солёный вкус и обуславливают гигроскопичность сухой сыворотки. Такие полуфабрикаты, как сырье для пищевых продуктов, имеют ограниченную область применения [114].

Процесс нейтрализации кислой сыворотки проводили в присутствии щелочных агентов разной ионной силы и массовой концентрации 5 и 10%.

Таблицы 3.1.2.1 и 3.1.2.2 показывают постепенное и значительное изменение pH пермеата сыворотки после нейтрализации щелочными агентами по мере увеличения срока хранения ($p < 0,05$).

Значение pH пермеата сыворотки после нейтрализации 5%-ми растворами аммиака и соды (таблица 3.3) оставались неизменёнными в течение 2 часов.

Таблица 3.1.2.1 – Нейтрализация творожной сыворотки 5%-ми растворами щелочей. Исходное значение рН пермеата после УФ 4,24±0,006 [А-2]

Щелочи	С, моль/л	рН пермеата после нейтрализации	Изменение значения рН		
			После 1 часа	После 2 часов	После 3 часов
NH ₄ OH	1.43	6,19±0,01	6,24±0,01	6,24±0,01	6,15±0,02
NaHCO ₃	0.60	6,19±0,01	6,22±0,02	6,21±0,01	6,21±0,01
KOH	0.89	6,18±0,01	6,15±0,01	6,13±0,01	6,04±0,02

Таблица 3.1.2.2 – Нейтрализация творожной сыворотки 10%-ми растворами щелочей. Исходное значение рН пермеата после УФ 4,24±0,06 [А-2]

Щелочи	С, моль/л	рН пермеата			
		после нейтрализации	после 1 часа	после 2 часов	после 3 часов
NH ₄ OH	2.86	6,22±0,01	6,16±0,01	6,14±0,01	6,10±0,02
NaHCO ₃	1.20	6,19±0,01	6,14±0,01	6,17±0,01	6,18±0,01
KOH	1.78	6,19±0,02	6,16±0,01	6,10±0,01	6,05±0,01

На третий день хранения наблюдалось снижение рН сыворотки, нейтрализованной аммиаком (с 6,24±0,01 до 6,15±0,02), в то же время значение рН сыворотки, нейтрализованной содой, оставалось неизменным (р<0,01). Однако, в случае с применением раствора KOH значение рН снизилось с 6,16±0,01 до 6,10±0,01 на второй день хранения и до 6,04±0,02 на третий день хранения. Характер изменения значения рН при нейтрализации сыворотки с 10% растворами щелочей был почти одинаков. Причем значение рН раствора сыворотки, нейтрализованной содой, вначале уменьшался, а на второй день несколько вырос (6,19±0,01; 6,14±0,01 и 6,18±0,005 при р<0,05).

Причина такого изменения рН сыворотки является следствием образования молочной и муравьиной кислот в процессе ее хранения при комнатной температуре. Эти результаты соответствуют результатам, полученным в работе [114], где было обнаружено, что титруемая кислотность подсырной сыворотки увеличивается во время хранения после ее нейтрализации растворами гидроксида натрия и соды.

На наш взгляд стабилизация рН сыворотки после нейтрализации раствором (сода) происходила в результате образования слаборастворимых солей молочной и муравьиной кислот с бикарбонатом натрия, а также связана с буферной емкостью образовавшейся смеси. В то же время добавление аммиака и КОН с кислотами сыворотки образуют более растворимые соли, что приводит к гидролизу и нарушению буферных емкостей образующих солей.

Кроме того, многими авторами [115,116-117] было показано, что в соответствующих условиях фермент β -галактозидаза также может катализировать реакции трансглюкозилирования. Польза такой активности для производства ценных олигосахаридов была реализована авторами [118-119], что является предметом дальнейшего исследования.

Такой характер изменения в растворе при нейтрализации кислой сыворотки различными щелочными агентами, несомненно, повлиял и на процесс ферментативного гидролиза и состава его продуктов: глюкозы и галактозы.

В предыдущих работах [112] были определены оптимальные параметры ферментативного гидролиза кислого пермеата сыворотки при различной степени концентрирования для получения ГГС. Кислый пермеат сыворотки гидролизовали с использованием коммерческого препарата β -галактозидазы [87]. В результате было подтверждено, что данный фермент с оптимальным рН 6.23 подходит для гидролиза лактозы до 100% инверсии, а оптимальное время гидролиза составляет 2-2,5 часа. Следует отметить, что в процессе гидролиза лактозы рН раствора значительно повышается до 6,37 ($p < 0.05$), такое изменение рН было объяснено активностью других ферментов, входящих в состав данного препарата [103]. В результате ферментации был получен сывороточный продукт

с высоким содержанием галактозы. В процессе получения ГГС обнаружена высокая концентрации глюкозы в сиропе. Этот факт объясняется образованием галактоолигосахаридов, поскольку β -галактозидаза сохранила свою активность в условиях проведенного эксперимента.

Как видно из данных рисунка 3.1.2.1, углеводный состав раствора гидролизата кислой сыворотки после нейтрализации щелочными агентами значительно отличается ($p < 0,01$). Если при гидролизе сыворотки, нейтрализованной 5%-ми растворами КОН и аммиака, формируются одинаковые продукты глюкозы и галактозы (около 24-25 г/л и 11-12 г/л, соответственно) и в растворе остается непрореагировавшая часть лактоза (3.4-3.9 г/л), то при гидролизе сыворотки, нейтрализованной 5%-ой содой, образуется смесь составом 23.5 г/л глюкозы и 15.0 г/л галактозы.

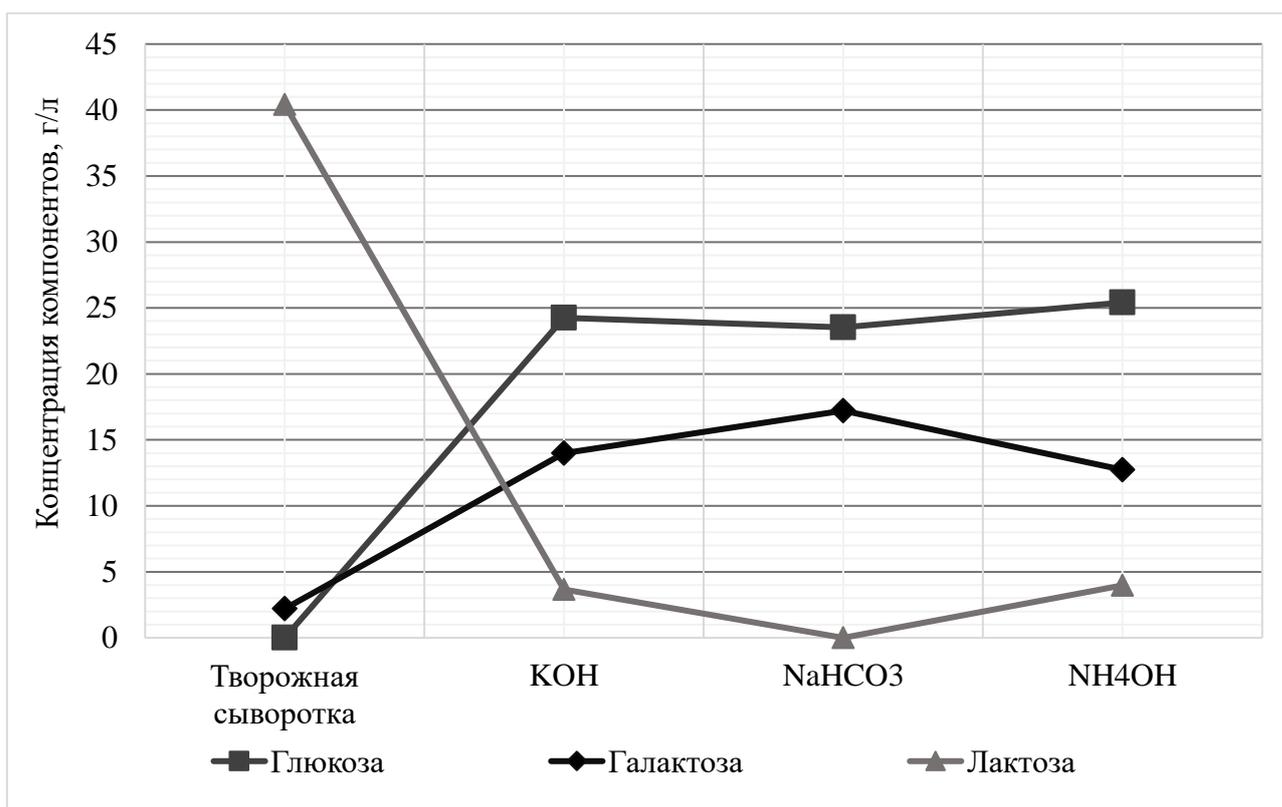


Рисунок 3.1.2.1. – Сравнительный анализ углеводного состава творожной сыворотки после нейтрализации 5%-ми растворами NH₄OH, NaHCO₃, КОН и ее гидролиза β -галактозидазой при pH $6,18 \pm 0,02$, температура $38^\circ\text{C} \pm 1,0$ [А-2].

Как видно из данного анализа, содержание галактозы несколько выше (на $2.0 \pm 0,3$ г/л) содержания этого моносахарида в составе гидролизата сыворотки, нейтрализованной содой. Кроме того, в растворе не обнаружено присутствие лактозы, что говорит о 100% превращении дисахаридов в моносахариды при таком режиме гидролиза.

Однако, гидролиз кислой сыворотки, нейтрализованной 10%-ми растворами щелочей (рисунок 3.1.2.2), привел к иному составу углеводов: здесь полученные результаты при применении раствора КОН как щелочного агента наибольшие ($p < 0,05$), по сравнению с результатами, полученными при использовании соды. В обоих случаях степень превращения лактозы 100% и содержание галактозы в растворе гидролизата выше, чем при применении аммиака, как нейтрализующего агента.

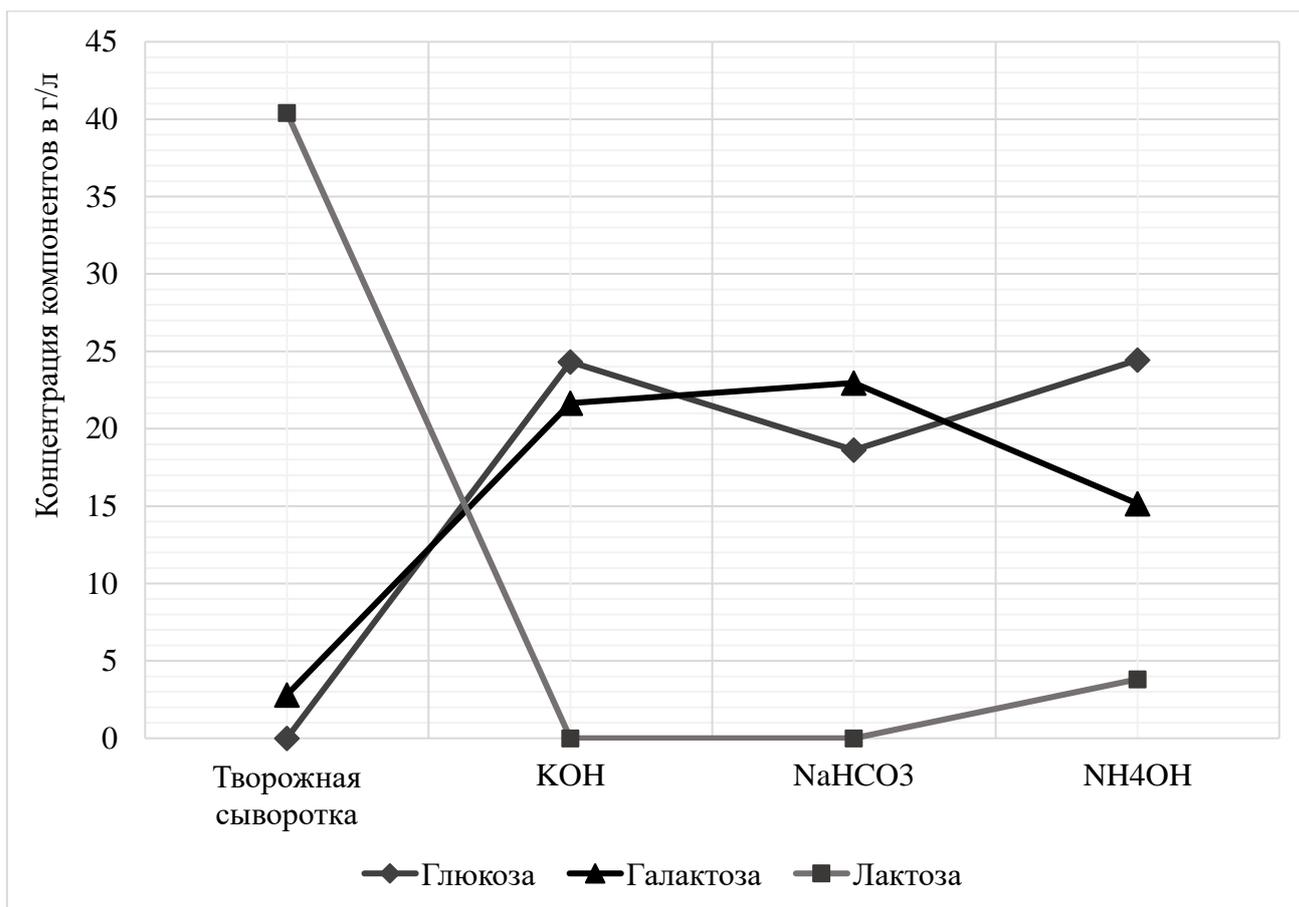


Рисунок 3.1.2.2. – Сравнительный анализ углеводного состава творожной сыворотки после нейтрализации 10%-ми растворами NH₄OH, NaHCO₃, КОН и ее гидролиза β-галактозидазой при pH $6,18 \pm 0,02$, температура $38^\circ\text{C} \pm 1.0$ [А-2].

В данных условиях очевидно, что процесс формирования галактоолигосахаридов предпочтительнее при нейтрализации кислой сыворотки содой, а в других случаях формируется в основном глюкоолигосахариды.

Все образцы были также проанализированы физико-химическими методами (рН, содержание жира и белка) и органолептическим (цвет, вкус, текстура и общая приемлемость) с интервалом в одну неделю, при сроке хранения в один месяц.

Статистический анализ показал, что интервалы хранения и обработки оказали значительное ($p < 0,05$) влияние на физико-химическое и сенсорное качество нейтрализованной сыворотки.

"...Следует отметить, что процесс нейтрализации творожной сыворотки в настоящее время изучен недостаточно глубоко [120-121]. Отсутствуют четкие рекомендации по виду и природе используемых щелочных агентов, оптимальным значениям рН и очередности проведения операции в технологической цепочке. В известных способах нейтрализации в качестве конечного параметра степени нейтрализации принимается титруемая кислотность, что является не совсем корректным для концентрированной и сгущённой сыворотки..." [121-122]. Также требуется деминерализация и концентрирование сыворотки при производстве ГГС, чтобы минимизировать затраты на последующую очистку [123,124-125]. Следовательно, нужно создать такие условия, при которых бы активность подобранного фермента выдерживала не только кислотность и осмотический стресс, вызванный высокой концентрацией лактозы и солей, но и производился целевой продукт с высоким выходом и приятным вкусом.

После определения влияния типа и концентрации щелочного агента на углеводный состав и вкусовые качества ГГС было установлено, что оптимальное время ферментации для гидролиза лактозы составляет 2 часа. В окончательном варианте использовался пермеат творожной сыворотки, который

нейтрализовали 5%-ми растворами NH_4OH , NaHCO_3 , KOH и гидролизовали β -галактозидазой при $\text{pH } 6,18 \pm 0,02$, температуре $38^\circ\text{C} \pm 1,0$.



Рисунок 3.1.2.3. – ГГС с концентрацией сухих веществ в 65 и 70 %.

Перед вакуумным выпариванием провели термическую обработку при температуре $80 \pm 4^\circ\text{C}$ субстрата для инактивации фермента.

Получен ГГС с содержанием сухих веществ $65 \pm 2\%$ и $70 \pm 2\%$. По данным хроматографического анализа сиропы содержат 43-48 % глюкозы и 16-22 % галактозы (рисунки 3.1.2.3 и 3.1.2.4). Высокая концентрация глюкозы по сравнению с галактозой может быть объяснена ее инверсией под действием фермента.

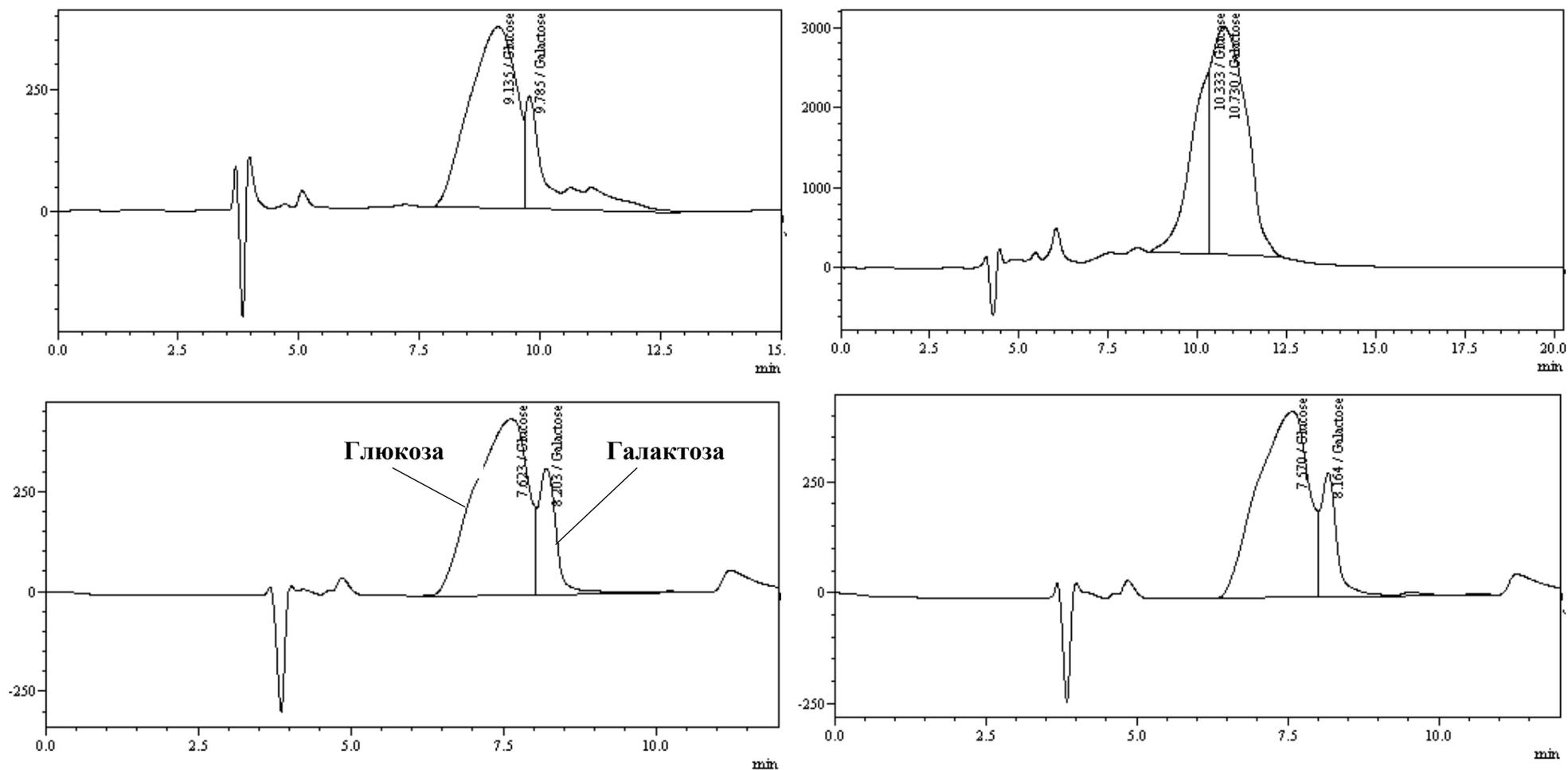


Рисунок 3.1.2.4. – Сравнительный анализ пиков хроматограмм смеси сахаров, содержащих галактозу, глюкозу с концентрацией 65 и 70% сухих веществ.

На рисунке 3.1.2.4 показана типичная хроматограмма стандартной смеси сахаров глюкозы и галактозы. ГГС, полученный в новом эксперименте, составляет $49,1 \pm 0,12$ глюкозы, что позволяет нам получить на 12,4% больше глюкозы, чем предыдущий эксперимент 43 ± 3 . Это позволяет получить сироп намного слаще и использовать как сахарозаменитель при производстве мучных и кондитерских изделий, мороженого и конфет.

Таблица 3.1.2.3 – Сравнительный анализ углеводного состава ГГС

Углеводы, г/л ₁	Предыдущий эксперимент		Новый эксперимент			
	65% от общего количества твердых веществ	70% от общего количества твердых веществ	65% от общего количества твердых веществ		70% от общего количества твердых веществ	
			5% NaHCO ₃	5% КОН	5% NaHCO ₃	5% КОН
Глюкоза (г/л)	45±2	43±3	44,9±0,4	44,9±0,1	49,1±0,12	47,7±0,14
Галактоза(г/л)	20±3	24±2	18,5±0,3	20,4±0,1	18,8±0,1	21,06±0,1
Лактоза(г/л)	–	–	–	–	–	–

Исходя из таблицы 3.1.2.3 можно сказать, что в новом эксперименте получения сиропа ГГС имеет значительный эффект. Подтверждением тому служит хроматограмма смеси сахаров, с содержанием глюкозы и галактозы с концентрацией сухих веществ 65 и 70%, представленная на рисунке 3.5.

Из лактозы можно получить еще несколько ценных пищевых производных, наиболее важными из которых являются ГГС, которые в 3-4 раза слаще лактозы [126], полученные путем гидролиза пермаста творожной сыворотки с использованием β-галактозидаза NOLA™ Fit 5500.

3.2 Определение физико-химических свойств ГГС и процесс его кристаллизации

В таблице 3.2.1 были изучены физико-химические показатели ГГС. В целях решения экологических проблем, производство ГГС в последние годы развивается быстрыми темпами.

Данная часть диссертационной работы направлена на оценку и определение физико-химических свойств и процессов кристаллизации ГГС при различных содержаниях концентрации сухих веществ (65-70%) (таблице 3.2.1).

Таблица 3.2.1 – Физико-химический состав ГГС (средние значения \pm стандартное отклонение)

№ п/н	Параметры	65% от общего количества твердых веществ		70% от общего количества твердых веществ	
		5% NaHCO ₃	5% KOH	5% NaHCO ₃	5% KOH
1	pH	5,70 \pm 0,01	5,71 \pm 0,01	5,87 \pm 0,01	5,85 \pm 0,01
2	Лактоза (г/л)	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Глюкоза (г/л)	44,9 \pm 0,4	44,9 \pm 0,1	49,1 \pm 0,12	47,7 \pm 0,14
4	Галактоза (г/л)	18,5 \pm 0,3	20,4 \pm 0,1	18,8 \pm 0,1	21,06 \pm 0,1
5	Белки (%)	1,55 \pm 0,02	1,53 \pm 0,02	2,27 \pm 0,03	2,310,03
6	Жиры (%)	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Активность вода (A _w)	0,67 \pm 0,01	0,68 \pm 0,01	0,728 \pm 0,002	0,730 \pm 0,002
8	Вязкость (мПа·с)	292,94 \pm 5	293,90 \pm 5	655,86 \pm 10	644,87 \pm 10

Что касается активности воды (A_w) и содержания жира, таблица 3.6 показывает, что уровень включения ГГС не оказывает существенного влияния (P>0,05). Такой результат можно было бы объяснить тем, что по активности воды продукт очень похож на сироп, одновременно подвергнутый выпариванию [127]. Таким образом, в этом ГГС не выявлено содержание жира не только благодаря предшествующей обработке, при которой жировые шарики должны быть

удалены перед тем, как подвергать сыворотку УФ, но и благодаря технологиям УФ и нанофильтрации, которым она подвергалась.

На рынок были представлены различные типы ГГС, однако проблема хранения сиропов остается нерешаемой. На рисунках 3.2.1 и 3.2.2 представлены стабильность ГГС, при концентрациях 65% и 70% от общего количества твердых веществ в течение 50 суток хранения, при температуре 20°C.

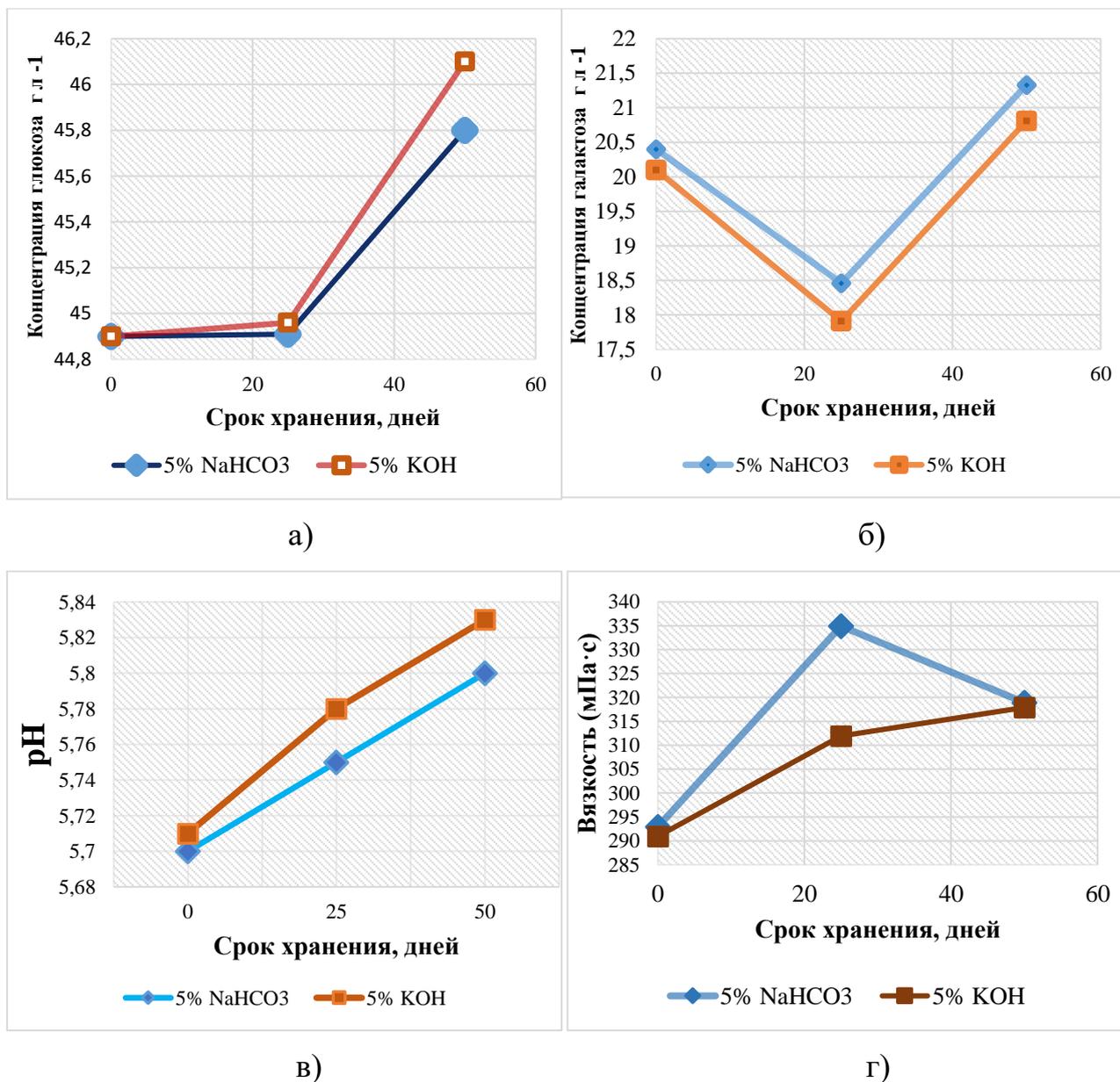
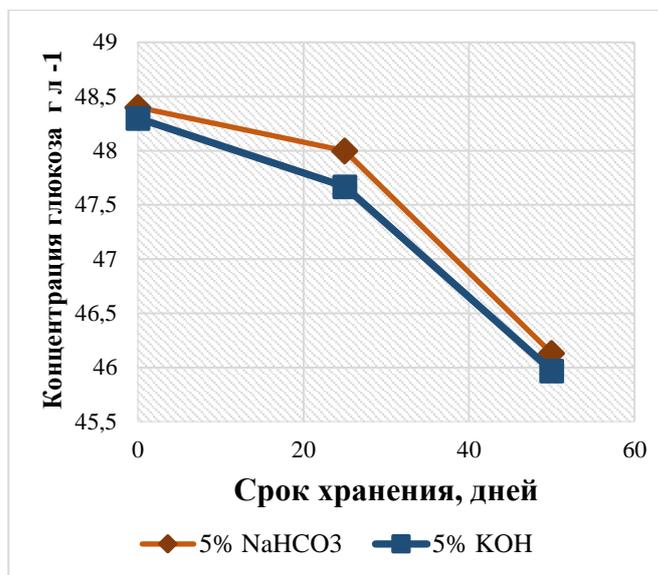
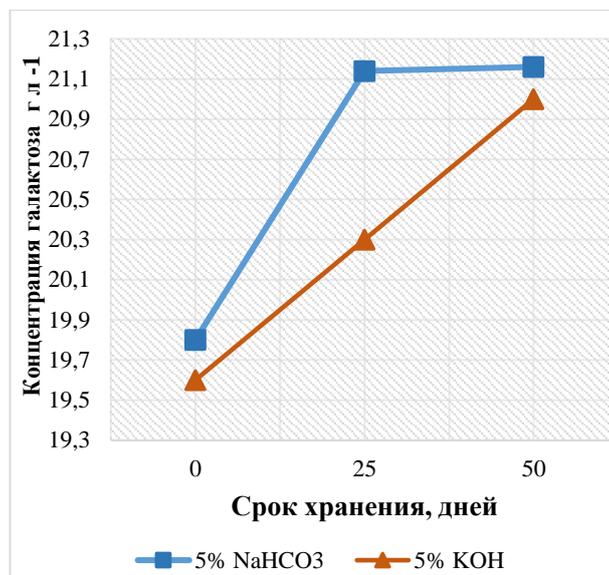


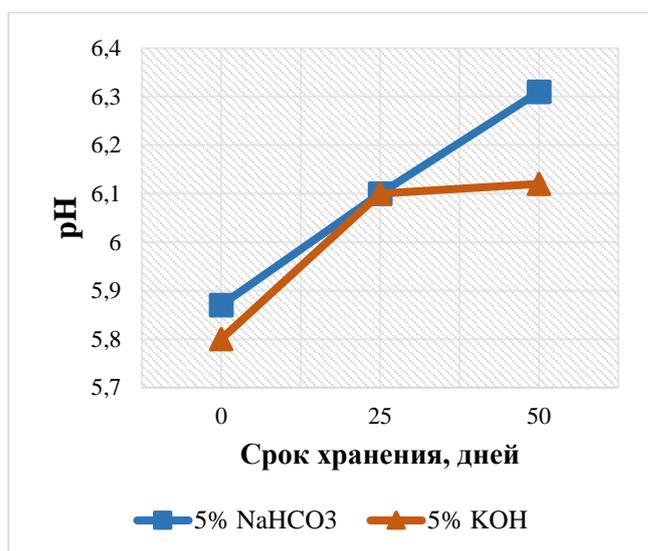
Рисунок 3.2.1. – Стабильность ГГС, в концентрациях 65% от общего количества твердых веществ в течение 50 суток хранения при температуре 20°C. а) Концентрация глюкоза, г·л⁻¹; б) Концентрация галактоза, г·л⁻¹; в) pH; г) Вязкость, мПа·с.



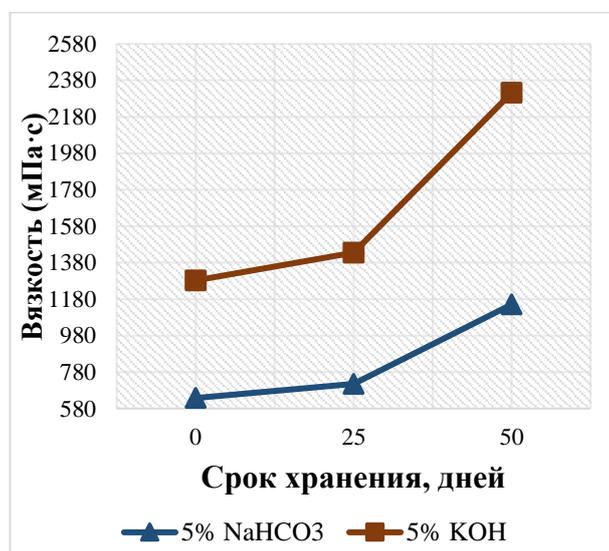
а)



б)



в)



г)

Рисунок 3.2.2. – Стабильность ГГС, в концентрациях 70% от общего количества твердых веществ в течение 50 суток хранения при температуре 20°C: а) Концентрация глюкоза, г·л⁻¹; б) Концентрация галактоза, г·л⁻¹; в) рН; г) Вязкость, мПа·с.

Результаты показали увеличение общего содержания ГОС (GOS) с $0,54 \pm 0,02$ г/л включением ГГС [128-129]. Более того, они показали стабильность в течение срока хранения в 40 дней. Кроме того, произошло уменьшения содержания глюкозы в 70% ГГС и органолептический анализ показал большее восприятие сладости.

Водные растворы сахаров изучаются на протяжении многих лет благодаря их научной и практической значимости (молекулярная биология и биохимия, пищевая химия и технология, сахарная промышленность и др.). Сахара в пищевых продуктах обычно присутствуют в виде смесей. Готовые продукты могут также содержать смеси лактозы, галактозы или сахарозы. Кристаллизация сахаров контролируется таким образом, что, либо сахар поддерживается в фазе раствора, либо контролируется образование твердой кристаллической фазы для получения желаемой текстуры. Поскольку текстурное качество пищевого продукта зависит от распределения кристаллов по размерам, скорость роста кристаллов сахара имеет решающее значение для характеристик конечного продукта [130].

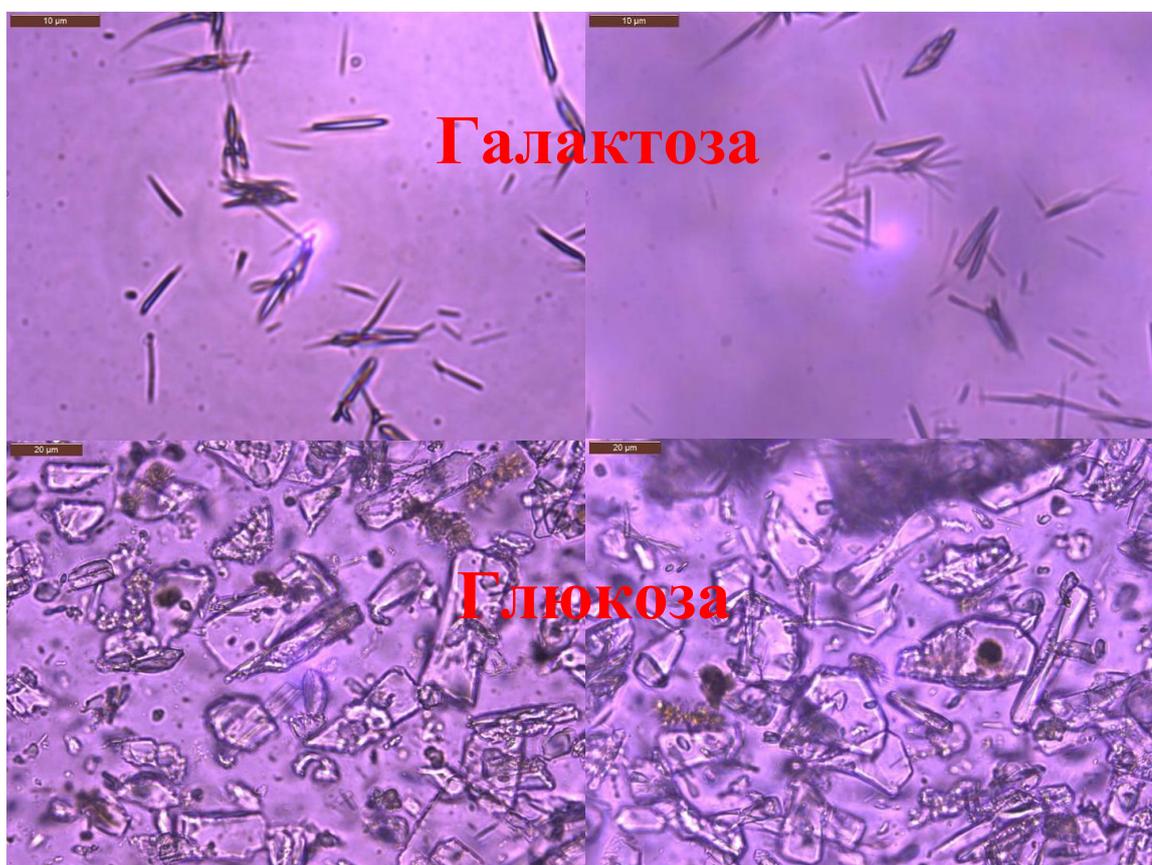


Рисунок 3.2.3. – Изображения кристаллов ГГС при просмотре под микроскопом. увеличение размером (x40 или x100).

Цель данной части исследования состоит в том, чтобы измерить размеры (мкм) и формы кристаллов при помощи микроскопа Leica DM500 HD (Leica DM

3000LED, Германия). Изображения кристаллов ГГС были получены с использованием компьютерной программы Leica Application Suite EZ (версия 4.2), показанная на рисунке 3.2.23.

В соответствии с рисунком 3.8, кристаллизация происходит в четыре этапа: генерация пересыщенной фазы, нуклеация, рост кристаллов и рекристаллизация. Как только раствор или расплав становятся пересыщенными, возникает термодинамическая движущая сила для кристаллизации. То есть молекулы стремятся к кристаллическому состоянию, чтобы понизить энергетический уровень системы. Во время нуклеации, молекулы в жидком состоянии перестраиваются, и в конечном итоге, формируются в стабильное скопление, которое организуется в кристаллическую решетку. Упорядоченное расположение молекул в решетке включает в себя высвобождение скрытого тепла при смене фазы. Нуклеация также зависит от состава (типы и концентрации нуклеирующих промоторов или ингибиторов) и от условий обработки и хранения. Ядра, которые образуются, могут вырасти до большего размера в зависимости от имеющегося перенасыщения в растворе [131]. Рост продолжается до тех пор, пока доступное перенасыщение не будет исчерпано и система не приблизится к равновесию в фазовом объёме, которое зависит от температуры и состава системы. Как только равновесие в фазовом объёме достигнуто, изменения всё ещё могут происходить в кристаллической структуре при длительном хранении. Такой подход к более глобальному равновесию называется рекристаллизацией.

Таким образом, на основе результатов приведённых исследований, разработана технология производства ГГС из пермеата творожной сыворотки ферментативным способом с использованием β -галактозидазы NOLA™ Fit 5500 (рисунок 3.9). На данную технологию получен патент Республики Таджикистан и разработано Техническое условие ГГС (приложение 1). Изобретение относится к молочной промышленности и может быть использовано для получения ГГС на основе пермеата молочной сыворотки с применением ферментативного гидролиза лактозы.

3.3 Технологические процессы производства ГГС

Технологический процесс производства ГГС сиропа представлен на рисунке 3.3.1.

Хорошо известно, что сыворотка, полученная из коровьего или овечьего молока, является типичным отходом молочной промышленности. Благодаря современному процессу УФ можно получить такой благородный продукт, который интересен рынку, как сывороточные протеины. В современном обществе (особенно в развитых странах) употребление подслащивающих веществ в виде сахара стало привычным, причем всего несколько веков назад это употребление удовлетворялось фруктами и медом. В настоящее время производство сахара – на уровне дисахарида сахарозы – полностью удовлетворяет потребности рынка, так как это осуществляется за счет свеклы, сахарного тростника и крахмала кукурузы. Напротив, для спортсменов и детей интерес к моносахариду преобладает по сравнению с дисахаридом, так как они заинтересованы в немедленном эффекте, вызванным быстрым усвоением моносахарида, особенно когда усталость должна быть своевременно восстановлена после продолжительных усилий.

Использование ГГС отличается тем, что указанный сироп, состоит из моносахаридных глюкоидов (источник энергии, который быстро поглощается), легко растворяется на уровне слюнных желёз и усваивается в организме, посредством чего указанный сироп может быть использован в качестве пищи для спортсменов и людей, которым требуется получение быстрой энергии.

Известно несколько способов выделения D-галактозы и D-глюкозы из олигосахаридов растительного и молочного сырья. Одним из наиболее распространенных способов производства D-галактозы и D-глюкозы, применяемых в настоящее время, является гидролиз молочного сахара – лактозы.

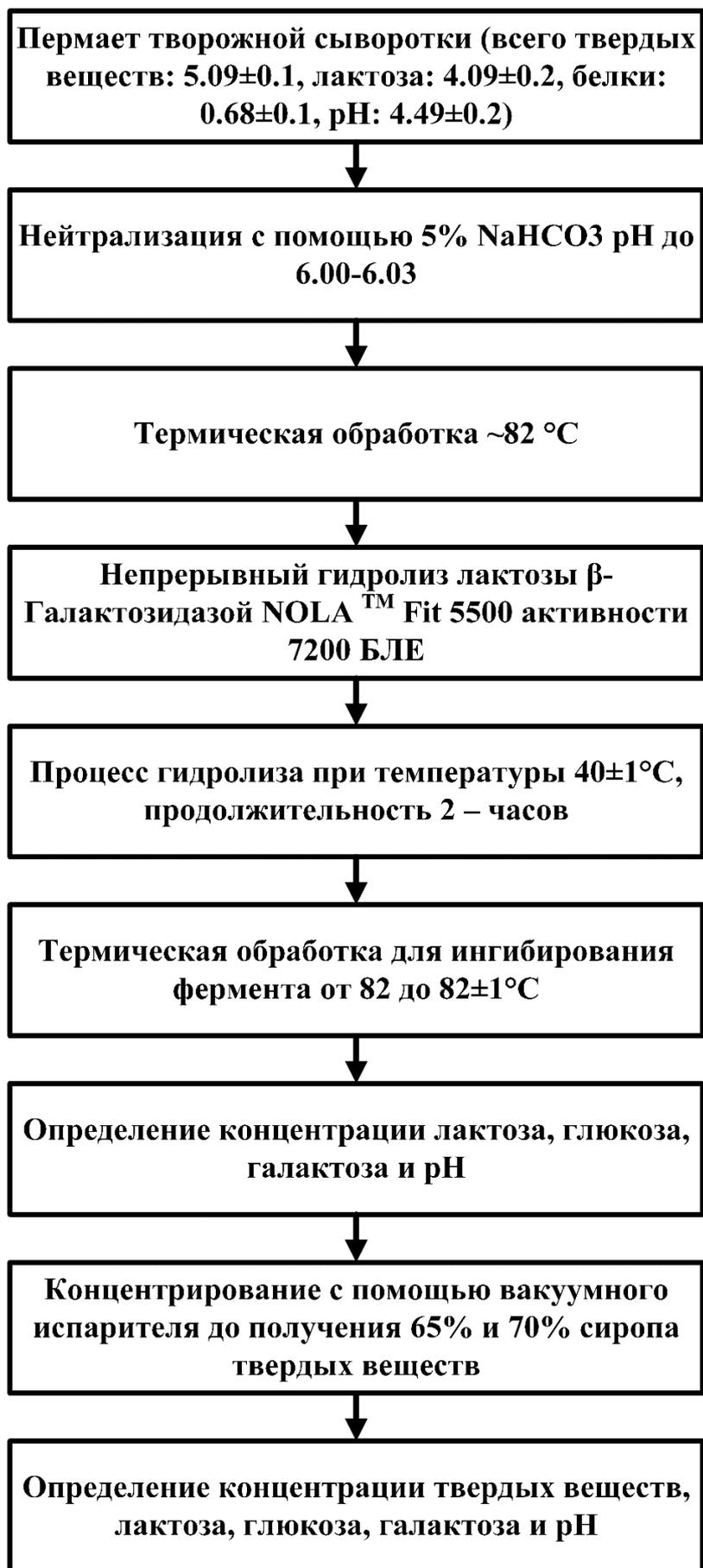


Рисунок 3.3.1. – Технологическая схема производства ГГС.

Европейский патент EP 168127 [133] раскрывает способ и устройство для непрерывного гидролиза лактозы в глюкозу и галактозу с использованием проточного реактора, в котором иммобилизован фермент лактаза. Введение непрерывного потока раствора лактозы либо из порошка лактозы, кристаллизованного из потока сыворотки, либо непосредственно из одного или нескольких устройств УФ, которые удаляют белок МС в концентрированной форме из потока сыворотки в реактор, производит необходимую смесь моносахаридов.

В другом патенте EP 0499165A2 [134] описан способ получения из молочного сахара (лактоза) сироп, отличающийся тем, что он состоит из смеси галактозы, фруктозы и глюкозы, причем указанный сироп является продуктом процесса, в котором на уровне сырья используется лактоза, полученная путем УФ сыворотки. Для превращения глюкозы в фруктозу дополнительно используют кислоту для инвертизации.

Предложенные способы гидролиза и применяемые ферментные препараты имеют ограниченную производительность по лактозе, что не позволяет использовать их в производстве.

Наиболее близким по техническому исполнению к разработанному методу [А-8] является способ производства ГГС ферментативным способом, предусматривающий следующие операции: приемку МС, ее сепарирование, пастеризацию, охлаждение, УФ и электрохимическую активацию фильтрата до достижения оптимального рН для действия фермента β -галактозидаза и последующего ферментативного гидролиза; причем перед гидролизом проводят приемку МС, ее сепарирование, пастеризацию, охлаждение, УФ и электрохимическую активацию фильтрата до достижения рН 4,3-5,7, после внесения ферментного препарата проводят термостатирование в течение 3-3,5 часов при температуре 43-54°C до достижения степени гидролиза 50-90% от исходной концентрации лактозы, после чего проводят сгущение и инактивацию фермента в вакуум-выпарной установке до массовой доли сухих веществ не менее 60% [135].

Недостатком способа является то, что в процессе гидролиза лактозы, степень ее превращения с применением известных ферментных препаратов с оптимальным значением рН раствора 4.0-5.5 не достигается полностью. В связи с чем требуется усовершенствование способа, чтобы получить ГГС с максимальным выходом. Дополнительные операции усложняют технологический процесс и требуют больших затрат в процессе гидролиза, что приводит к значительному росту себестоимости процесса гидролиза и делает ГГС неконкурентоспособным к сахарозе или патоке.

Общим недостатком рассмотренных способов является низкий выход продуктов гидролиза лактозы.

Технический результат разработанного нами изобретения [А-8] достигается в максимальном увеличении выхода продуктов гидролиза лактозы по сравнению с прототипом и получении способ производства ГГС. Продукты с ГГС могут быть пригодны для употребления спортсменам, людьми, страдающими лактазной интолерантностью.

Таким образом, цель настоящего изобретения, направлена не только на обеспечение рынка подслащивающими веществами, которые интересны благодаря их легкому и быстрому усвоению человеческим организмом, но также на решение проблем загрязнения окружающей среды из-за неконтролируемого выброса сыворотки или пермеата, который содержит лактозу. Очевидно, что моносахаридный состав сиропа, согласно изобретению, может удовлетворить запрос отраслей, производящих подслащивающие вещества для спортсменов, детей или людей с особыми потребностями в пище (диабетики и т. д.).

3.4 Разработка технологии производства пряника с использованием ГГС

Цель данной части диссертационной работы направлена на разработку и обоснование принципиальной технологической схемы производства пряника с использованием ГГС сиропа и проведение сенсорного анализа.

Одним из наиболее перспективных направлений в обеспечении населения продовольствием является производство функциональных продуктов с добавлением биологически активных веществ к пище, которые имеют большое значение для корректировки структуры питания [136]. Современные технологии производства пряников разнообразны и включают в себя применение различного нетрадиционного сырья и добавок. Перед представителями кондитерского производства стоит задача расширения ассортиментного перечня товаров за счет разработки рецептур продуктов, отличающихся высокой пищевой ценностью [137].

В связи с этим, целью данной части исследования является описание технологии производства пряника с использованием ГГС.

Рецептура для производства пряника приведена в таблице 3.4.1.

Таблица 3.4.1 – Рецептура производства пряника с использованием ГГС

№ н/п	Сырье	Расход на 1000г готовой продукции, гр		
		Норма по ГОСТ 15810-2014*	ГГС с 5% NaHCO ₃	ГГС с 5% KOH
1	Кефир	70	40,15	40,2
2	Мука	270	270,26	270,5
3	Сахар	130	65,06	65,23
4	Сироп ГГС	-	86,33	86,5
5	Сода	2	2,1	2,1
6	Мед	7,4	7,4	7,4
7	Яйцо (шт)	1	1	1
8	Масло	16,3	16,3	16,3
9	Вода			
	Выход, гр	1000	1000	1000

*ГОСТ 15810-2014. Изделия кондитерские. Изделия пряничные. Общие технические условия

Технологический процесс производства пряника с использованием ГГС сиропа представлена на рисунке 3.4.1.

На основании технологического процесса производства пряника с использованием ГГС ниже приведем описание основных этапов технологического процесса.

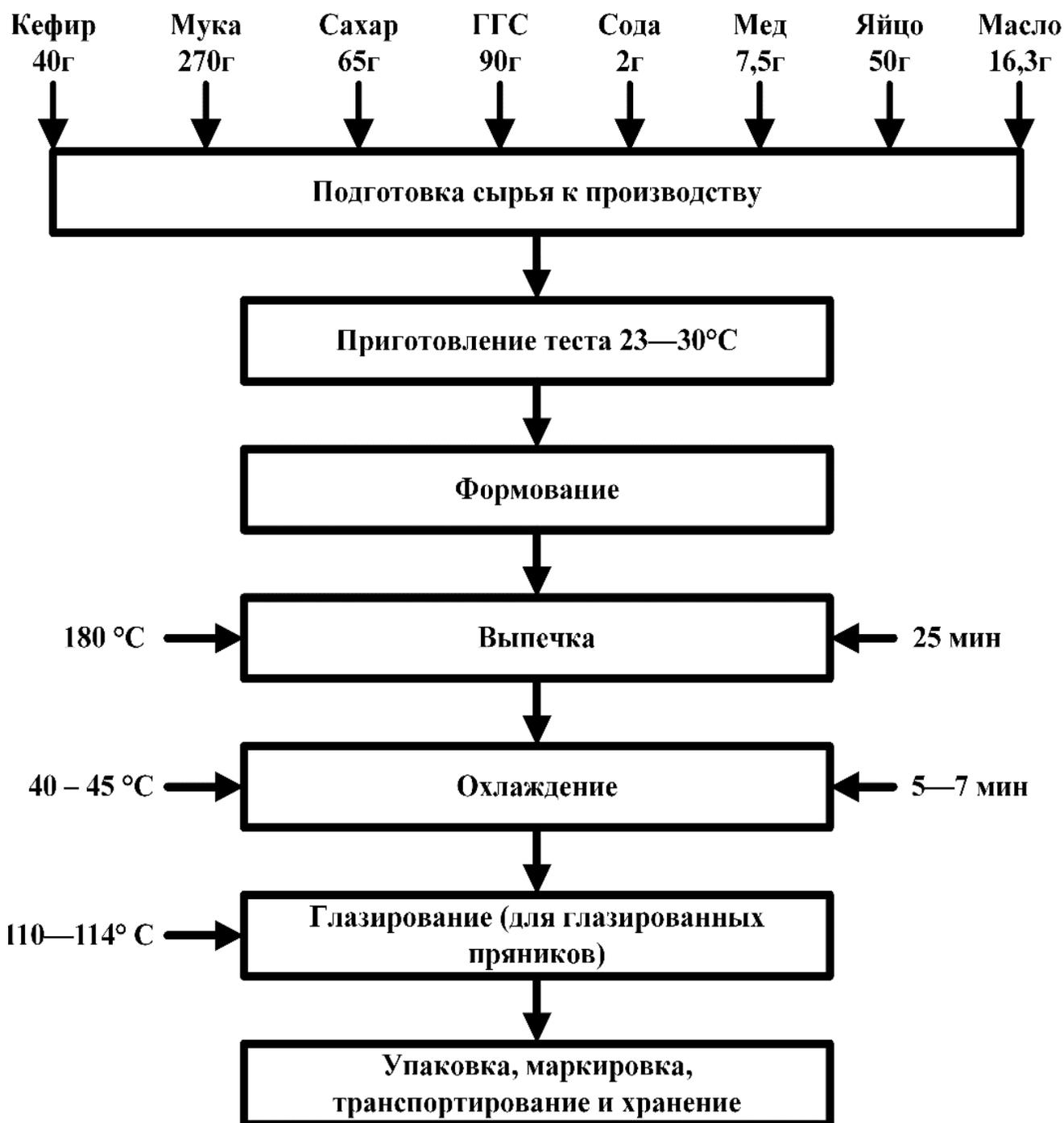


Рисунок 3.4.1. – Технологический процесс производства пряника на основе ГГС.

1. Подготовка сырья к производству. Все поступающее сырье для производства пряника проходит входной контроль на подтверждение соответствия

требованиям нормативно-правовых документы (НПД) и должны иметь документ подтверждающий их соответствие.

2. Приготовление теста. Для приготовления теста была использованна рецептура, приведенная в таблице 3.4.1. Тесто вносили в варочный котел, перемещивали с ГГС при температуре 23-30°C для растворения и равномерного распределения.

3. Формование. "...Пряничное тесто формуют ручным способом с применением различных приспособлений, чаще всего металлических выемок или деревянных резных форм. Формование теста для батонов состоит в том, что раскатывают пласт теста, который по длине и ширине должен соответствовать размерам железного листа, а для батонов пласт, кроме того, разрезают на куски прямоугольной формы..." [138].

4. Выпечка. Пряники выпекали в конвейерных печах непрерывного действия при температуре 180°C при длительности в 25 минут.

5. Охлаждения. После выпечки пряники, идущие на глазирование, охлаждали в течение 5-7 мин до температуры 40-45 °C.

6. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. Пряники упаковывают в коробки, пакеты и в ящики. При маркировке пряников указывается номер партии, дата выработки, срок хранения, состав продукта и вес брутто и нетто в соответствии с Техническим регламентом "Маркировка пищевых продуктов" [138].

Пряничные изделия транспортируют специализированными транспортными средствами в соответствии с условиями перевозок, действующими на данном виде транспорта и требованиями [138].

Условия перевозки и хранения пряничных изделий должны соответствовать условиям, указанным изготовителем. Пряничные изделия следует хранить в сухих, чистых, хорошо вентилируемых складах, не зараженных вредителями [139]. Внешний вид готовых продуктов предоставлен в рисунке 3.4.2.



а)



б)

в)

Рисунок 3.4.2. – Производства пряников на основе ГГС: а) Норма по ГОСТ 15810-2014*; б) ГГС с 5% NaHCO_3 ; в) ГГС с 5% КОН.

Органолептические показатели пряников с использованием ГГС представлены в таблице 3.4.2.

Таблица 3.4.2 – Органолептические показатели пряничных изделий с использованием ГГС

Наименование показателей	Характеристика		
	По стандарту (ГОСТ 15810-2014)	Пряничные изделия (ГГС с 5% NaHCO ₃)	Пряничные изделия (ГГС с 5% KOH)
Вкус и запах	Изделия с ярко выраженным сладким вкусом и ароматом, свойственные данному пряничному изделию, с соответствующим вносимым вкусоароматическим добавкам, без постороннего привкуса и запаха	Изделия с ярко выраженным сладким вкусом и ароматом, мягкий, свойственными данному наименованию пряничного изделия, соответствующими вносимым вкусоароматическим добавкам, без посторонних привкуса и запаха	Изделия с ярко выраженным сладким и горьким вкусом и ароматом, свойственными данному наименованию пряничного изделия, соответствующими вносимым вкусоароматическим добавкам, с посторонних привкуса и запаха
Структура	Изделия с мягкой, связанной структурой, не рассыпающиеся при разламывании		
Цвет	От бело-кремового до темно-коричневого с оттенками различной интенсивности. Цвет мякиша — равномерный по всему объему изделия. Поверхность может быть темнее мякиша, нижняя поверхность темнее верхней. Допускается более темный цвет выступающих рельефов оттиска рисунка или надписи. Общий тон окраски отдельных изделий должен быть одинаковым в каждой упаковочной единице		
Вид в изломе	Пропеченные изделия, с равномерной хорошо развитой пористостью, без пустот, закала и следов непромеса. В пряниках с начинкой, начинка должна находиться внутри изделия, не допускается вытекание начинки на поверхность изделия. Допускается незначительное уплотнение в местах, граничащих с начинкой. Коврижки с начинкой представляют собой пряничное изделие, состоящее из пластов пряничного полуфабриката, соединенных между собой начинкой. Начинка не должна выступать за края пряничного изделия		
Поверхность	Сухая, без крупных трещин, вздутий, впадин, не подгоревшая, без наплывов. Допускается наличие мелких трещин не более 5 % площади поверхности. Оттиск рисунка или надписи должны быть четкими, нерасплывшимися. Допускается отделка верхней поверхности.		
Форма	Правильная, разнообразная, нерасплывчатая, без вмятин, с выпуклой верхней поверхностью (за исключением пряничных изделий, имеющих оттиск рисунка или надписи на поверхности). Нижняя поверхность ровная. Допускаются каверны не более 5 мм в диаметре в количестве не более 10 % площади нижней поверхности. Срез у коврижек должен быть ровным, без смятых граней. Начинка не должна выступать за края пряничного изделия		

Результаты данного испытания показали, что полученный продукт с использованным ГГС с массовой долей сухих веществ 70 %, нейтрализованного 5% пищевой содой по сравнению с образцом, нейтрализованным 5% едким натрием обладает ярко выраженным сладким вкусом и ароматом, свойственными данному наименованию пряничного изделия, соответствующими вносимым вкусоароматическим добавкам, без посторонних привкуса и запаха, что соответствует требованиям ГОСТ 15810-2014. Следует отметить, что по остальным органолептическим характеристикам исследуемые образцы полностью соответствовали требованиям нормативного документа.

Сенсорную оценку проводили согласно гедонистической шкалы, учитывая такие характеристики, как текстура, цвет, аромат, твердость, сладкий тест и после теста по структурированной шкале из 5 баллов. Сенсорную оценку на приемлемость проводили с участием и опросом 25 потребителей из различных областей пищевой промышленности, через 24 часа после ее приготовления. Восприятие потребителей относительно общей приемлемости оценивалось по структурированной гедонистической шкале в 9 баллов, представленной на рисунке 3.4.3. Девятибалльная гедонистическая шкала регулярно используется в пищевой науке уже 60 лет [140]. "...Основная причина широкого признания 9-балльной гедонической шкалы заключается в том, что по сравнению с другими методами масштабирования (например, оценкой величины) ее категориальный характер и ограниченный выбор облегчают ее использование как участниками исследования, так и исследователями. Его простота дополнительно делает 9-точечную гедоническую шкалу пригодной для использования широким кругом населения без обширной подготовки. Соответственно, стоит пересмотреть протоколы анкетирования и анализы, связанные со шкалой, а также некоторые альтернативы. То, как мозг генерирует числа и типы чисел, которые он генерирует, имеет значение для выбора протоколов измерения..." [141-142].

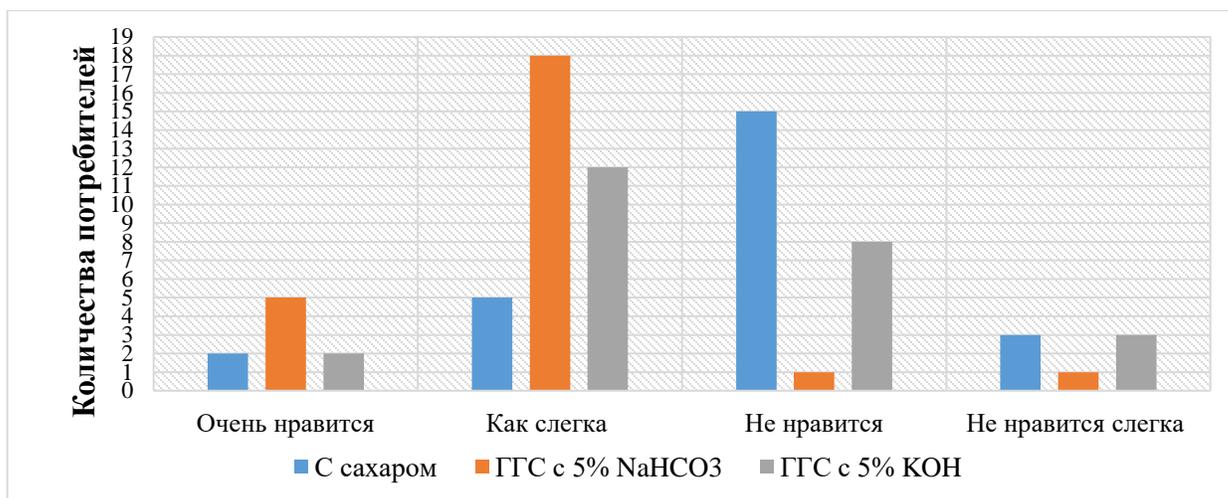


Рисунок 3.4.3. – Результат сенсорной оценки на приемлемость 25 потребителей.

Как видно из рисунка 3.4.4 все включения имели очень хорошее признание: более 70% потребителей описывали их как «мне это слегка нравится».

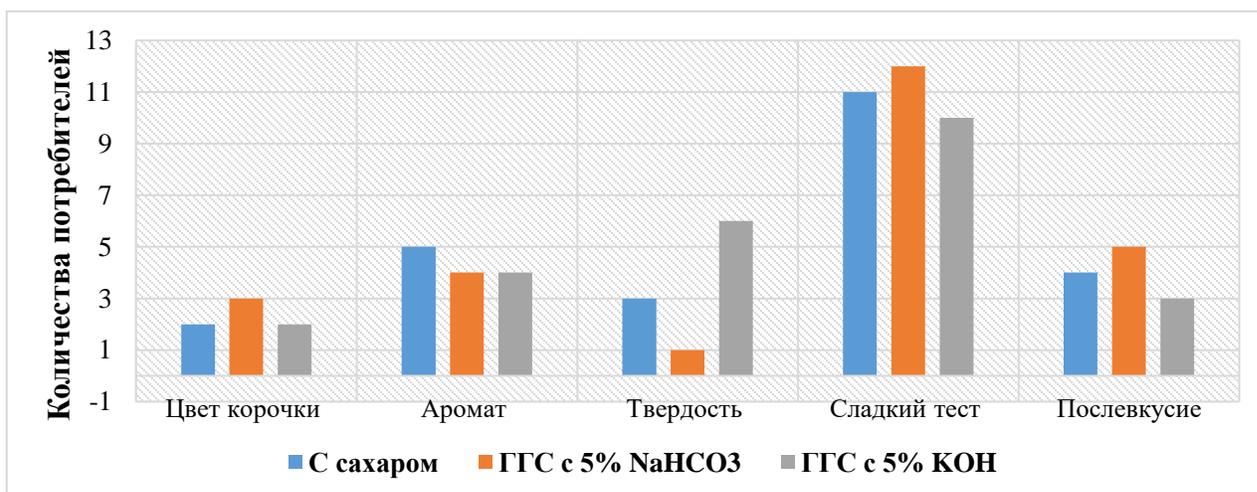


Рисунок 3.4.4. – Результат сенсорной оценки на вкусовые качества пряничных изделий с ГТС 25 потребителей.

В сенсорной оценке оценивались различные факторы: цвет корочки, аромат, твердость, сладкий тест и послевкусие (рисунке 3.4.4). Изделия с ГТС с 5% NaHCO₃ имел наилучшую оценку на сладкий тест, аромат и послевкусие. По восприятию ароматов оценщики оценили их как «очень приятные».

Результаты физико-химических исследований пряничных изделий с использованием ГГС с 5% NaHCO_3 приведены в таблице 3.4.3.

Таблица 3.4.3 - Физико-химические показатели пряничных изделий с использованием ГГС

Показатель	Норма по ГОСТ 15810-2014	Полученный результат
	сырцовых пряников	сырцовых пряников
Массовая доля влаги, %	11,0— 16,0	13±0,8
Плотность*, г/см ³	От 0,55 до 0,75	0,69±0,04
Намокаемость**, %, не менее	180	186±2
Массовая доля золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты массовой долей 10 %, %, не более	0,1	0,078±0,01
Щелочность ^{4*} , градусы, не более	2,0	1,3±0,1
Свинец	0,5	0,021±0,01
Кадмий	0,1	0,0041±0,0001

Данные таблицы 3.4.3 свидетельствуют о том, что полученные пряничные изделия с ГГС с 5% NaHCO_3 по всем физико-химическим показателям удовлетворяют требованиям, предъявляемым ГОСТ 15810-2014.

ГЛАВА IV. РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ХАССП ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГГС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

4.1 Безопасность пищевых продуктов и её важность

Безопасность и качество пищевых продуктов являются важнейшими вопросами, которым следует уделять больше внимания во всём мире, главным образом с точки зрения качества питания и здоровья человека. Безопасность пищевых продуктов – это научная область исследований, которая занимается обработкой, приготовлением и хранением пищевых продуктов, способами, предотвращающими болезни пищевого происхождения. Обеспечение качества является обязательным перед употреблением молочных продуктов, в том числе продуктов на основе ГГС. Это достигается на плановых и систематических мероприятиях, выполняемых на каждом этапе системы качества. Молоко и молочные продукты, идущие на экспорт на мировой рынок, должны соответствовать самым строгим стандартам качества по стандарту ISO 22000-2018 «Системы управления безопасностью пищевых продуктов. Требования к любой организации в пищевой цепи». Согласно этому стандарту, анализ рисков и система критических контрольных точек (НАССР) требуют критического осмотра на каждом этапе процесса производства пищевых продуктов для определения возможности физического, химического или микробиологического загрязнения [143,144-145]. Для этого необходимо контролировать качество ГГС при производстве.

Внедрение НАССР является обязательным для всех пищевых компаний в Республике Таджикистан, Европейском союзе и других странах, а НАССР признан международным сообществом по безопасности пищевых продуктов в качестве мирового руководства по контролю угроз безопасности пищевых продуктов [146]. Его принципы, подробно изложенные в руководствах Codex Alimentarius, ГОСТ, интегрированы с международным стандартом ISO

22000:2018.

Одним из самых эффективных способов обеспечения безопасности пищевых продуктов является сосредоточение на предотвращении возможных опасностей и улучшений процесса. НАССР позволяет гарантировать высокое качество и безопасность пищевых продуктов [147, 148-149].

Целью данной главы диссертационной работы является анализ состояния внедрения ISO 22000-2018 при производстве ГГС в ЗАО "Комбинати Шири Душанбе". В исследовании определены основные трудности, с которыми сталкиваются производители в процессе внедрения данного стандарта, а также получаемые выгоды и наиболее важные преимущества.

4.2 Внедрение НАССР при производстве ГГС

4.2.1 Предварительные шаги при внедрении

Существуют предварительные шаги, используемые при планировании НАССР для управления безопасностью пищевых продуктов и качеством, чтобы предотвратить или, по крайней мере, уменьшить присутствие загрязняющих веществ в пищевых продуктах. Планирование мер безопасности пищевых продуктов для системы НАССР требует тщательного обдумывания времени, рассмотрения процессов, при этом общая цель состоит в том, чтобы обеспечить безопасность пищевых продуктов за счет устранения критических опасных рисков. Перед тем, как будут разработаны основные принципы НАССР, необходимо выполнить как минимум пять предварительных шагов для системы НАССР, которые направлены на подготовку первоначального комплексного плана НАССР. В системе НАССР управление безопасностью пищевых продуктов ориентирован на процесс или продукт, но в большей степени на безопасность, чем на качество. Наряду с этими предварительными пятью шагами команды, отвечающими за безопасность пищевых продуктов, должны обеспечиваться санитарные и безопасные условия для предварительных

программ. Эти санитарные и безопасные рабочие условия устанавливают основные условия для производства безопасных пищевых продуктов, включающие здоровье работников, эффективные программы обслуживания, обучение работников, применение работников, управление отходами и т. д. Эти предварительные программы контролируют небезопасные рабочие условия, тем самым предотвращая опасности пищевого происхождения [150].

После создания команды НАССР для конкретного продукта необходимо всесторонне определить возникновения опасности пищевого продукта с учетом 7 принципов НАССР. Определение опасности в этом контексте означает привлечение всех критериев вместе с производными, которые они могут иметь, и основных условий процесса производства продукта. На этом этапе очень важно тщательное знание состава пищевого продукта. Все опасности и любые вероятные критерии должны быть описаны и проанализированы, поскольку они могут стать опасными или вызвать проблемы в производственном процессе [151]. Описание этих опасностей и характеристик критериев пищевого продукта поможет команде НАССР проанализировать надлежащие условия для распространения. Некоторые пищевые продукты, такие как готовые к использованию как сырье ГГС, могут испортиться при неправильной упаковке, транспортировке и хранению при повышенной внутренней или окружающей температуре [152-153]. Минимальные и максимальные температурные требования для перевозки пищевых продуктов должны быть предъявлены в целях контроля безопасности.

4.2.2 Определение критических контрольных точек производства ГГС

Критическая контрольная точка (ККТ) – это любой этап, процедура или точка в производственном процессе, где контроль применим для предотвращения или устранения угрозы безопасности пищевых продуктов или, по крайней мере, ее снижения до приемлемого уровня. Чтобы определить

критическую контрольную точку, может помочь следующий вопрос; на этом этапе приготовления может ли пища быть заражена или может ли увеличиться загрязнение? [153-154]. На рисунке 4.2.2.1 показаны шаги, которые могут помочь идентифицировать ККТ.

Дерево решений ККТ

Используется дерево решений ККТ, чтобы оценить, требуют ли этапы вашего процесса критических контрольных точек (ККТ). Ваш план HACCP требует только ККТ. Вы можете исключить контрольные точки (ККТ) или контролируемые опасности из своего плана HACCP.

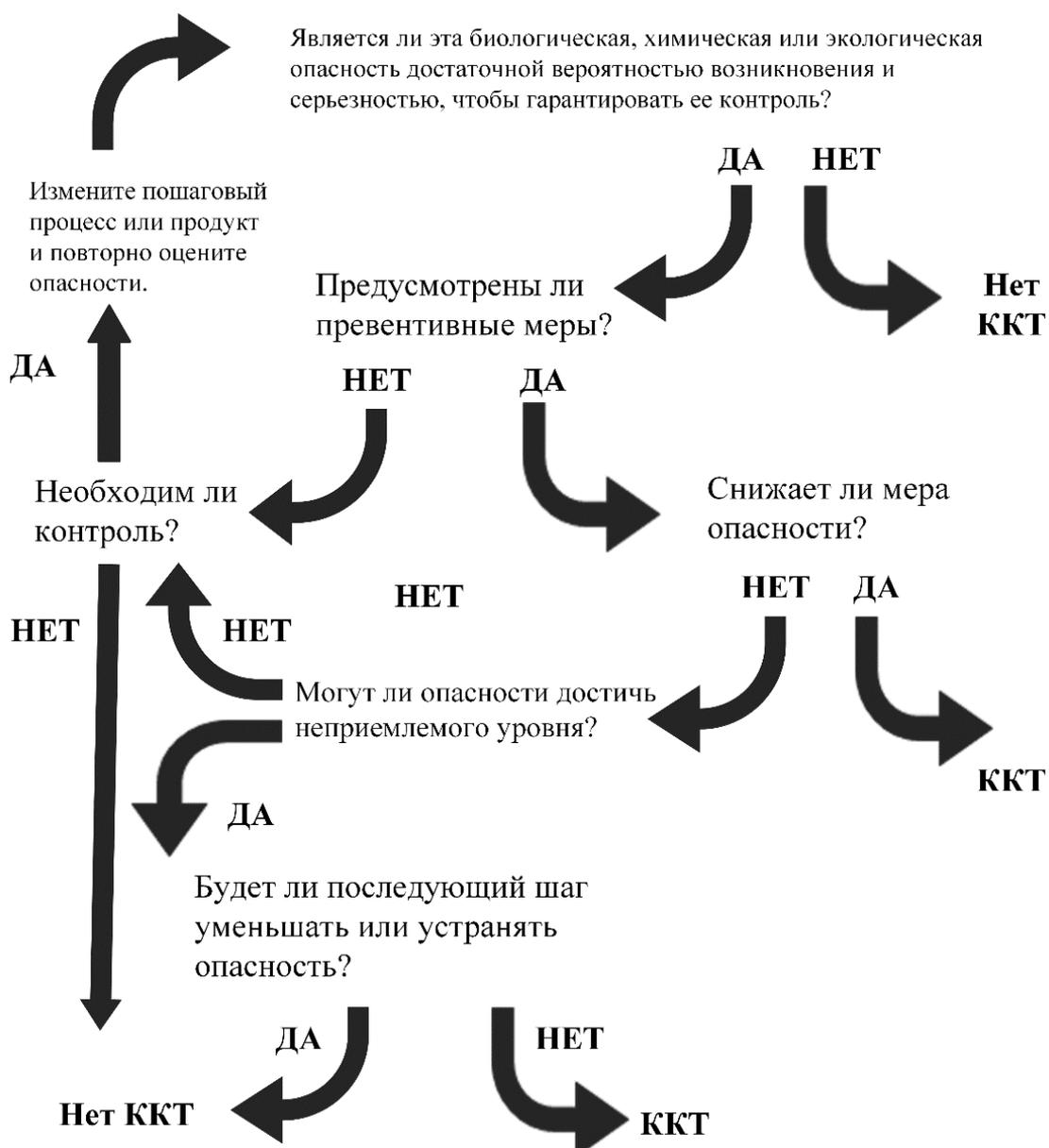


Рисунок 4.2.2.1. – Дерево решений для идентификации ККТ, которое может использовать команда HACCP.

Мониторинг необходим для обеспечения контроля процесса на каждой ККТ. Также может потребоваться, чтобы каждая процедура мониторинга и ее периодичность были включены в план НАССР. Факторы, которые можно учитывать при установлении требований к мониторингу ККТ, включают: количество продукции, подверженной риску, если отклонение происходит в критической контрольной точке; уровень допуска между критическим пределом и рабочим пределом; изменения в продукте и процессе; ручные или автоматизированные процессы; история предыдущих проверок и т. д. [155].

Корректирующие действия должны быть установлены как действия, которые будут предприниматься, когда система мониторинга показывает отклонения от установленного критического предела. Требуется, чтобы план НАССР предприятия определял корректирующие действия в случае несоответствия критическому пределу. Эти действия также направлены на то, чтобы убедиться, что ни один пищевой продукт не нанесет вреда человеку или не будет его фальсифицированным, если это отклонение попадет на рынок. Внедрение корректирующих действий в системе НАССР в промышленности повысит безопасность и качество пищевых продуктов, а также улучшит управление производством [156].

Регулирование и устойчивость НАССР требуют ведения документации по обслуживанию на всех комбинатах, включая письменный план НАССР, анализ опасностей, а также записи для мониторинга ККТ, действий по проверке, критических пределов и корректирующих действий для отклонений. Внедрение включает в себя проверку, мониторинг и подтверждение ежедневной работы, которая постоянно соответствует нормативным стандартам и требованиям на всех этапах. На рисунке 4.2.2.2 обобщены 7 принципов НАССР для облегчения обзора всех принципов, используемых в НАССР.



Рисунок 4.2.2.2. – 7 принципов системы НАССР в циклическом процессе.

Применение этих семи принципов НАССР обеспечивает безопасность пищевых продуктов в процессе их производства, и оно читается надежным инструментом. Семь основных принципов НАССР должны применяться при разработке планов НАССР для достижения требуемой цели предоставления потребителям безопасных пищевых продуктов. Эти принципы, основанные на НАССР, предлагают экономически эффективную систему контроля безопасности пищевых продуктов, начиная с процесса жизненного цикла продукта, которое начинается с получением сырья и заканчивая производством, хранением продуктов питания, распределением продуктов до конечного потребителя. Внедрение этих принципов НАССР позволит контролировать любые потенциальные опасности, обнаруженные в пищевых продуктах, и, следовательно, снизит риски для потребителей.

4.2.3 Анализ рисков при производстве ГГС

Для обеспечения безопасности пищевых продуктов и определению ККТ, необходимо рассматривать нормативно-правовые документы Республики Таджикистан, регламентирующие показатели качества, особое внимание уделено совершенствованию качества ГГС.

Контроль и обеспечение качества должны начинаться на производстве от получения сыворотки, где производится ГГС, с использованием утвержденных методов производства и обработки ГГС и соблюдения правил, касающихся физико-химических, микробиологических рисков, которые могут влиять на конечный результат. Выход МС составляет 70-85 % от количества переработанного молока [26], поскольку это ценный продукт и жизненный цикл данного процесса должна определяться и контролироваться ККТ, чтобы обеспечивать качества готового продукта.

После того, как предприятие по производству ГГС приняло сыворотку, привезенную от разных молочных комбинатов и многочисленных центров сбора, он несет ответственность за обеспечение того, чтобы сыворотка соответствовала требованиям стандарта ГОСТ 34352-2017 – Сыворотка молочная – сырье. Показатели качества сыворотки нормируются в следующих документах Республики Таджикистан: Закон «О безопасности молока и молочной продукции», Закон «О безопасности пищевых продуктов» [157], ТР РТ «Безопасность молока и молочной продукции», ТР РТ «Безопасность пищевой продукции» [158], ГОСТ 34352-2017 Сыворотка молочная–сырье. Технические условия [159].

Таким образом, разработана блок-схема производства ГГС с включением системы НАССР, представленная на рисунке 4.2.3.1, где были определены ККТ на этапе производства, с целью устранить риски возникновения опасностей.

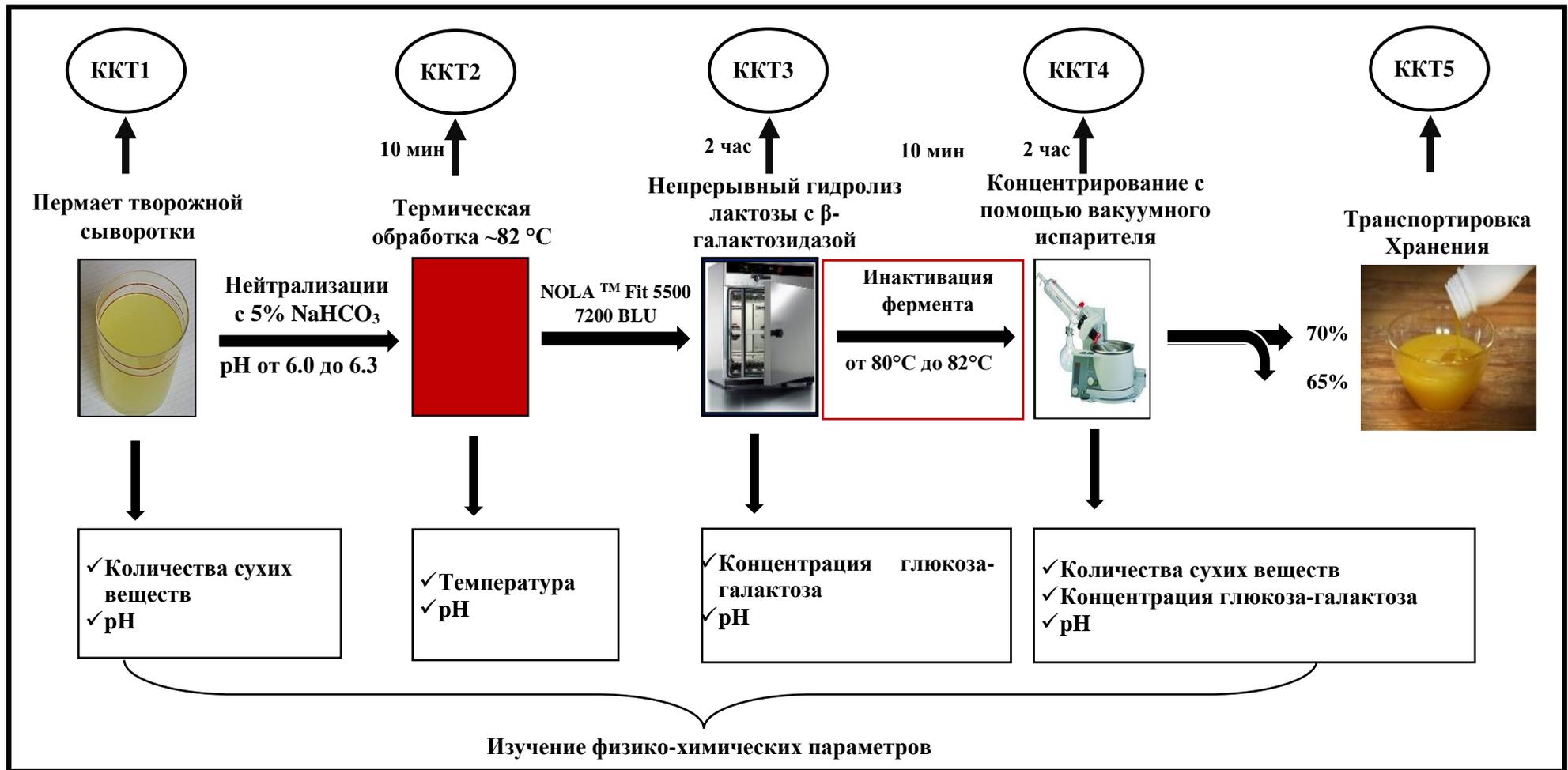


Рисунок 4.2.3.1. – Анализ блок-схемы производства ГГС и определение ККТ.

Таблица 4.2.4.1 – План НАССР и влияющие ККТ при производстве ГГС

Идентификатор ККТ	Критическая контрольная точка	Значительные Опасности	Процедура мониторинга	Объект мониторинга	Критические ограничения	Корректирующие меры	Ответственный персонал
1	2	3	4	5	6	7	8
ККТ 1	Хранение молочной сыворотки во время его пребывания в резервуарах-охлаждителях на комбинате	Изменение сыворотки, рост патогенных микробов. Спецификации	Проверка температуры пребывания и запись показаний. Запись результатов каждые полчаса. Проверка правильной работы термометра и охлаждающей машины. Проверка pH.	Температура	<6°C	Сцеживание сыворотки в запасный бак само охладителя и микробиологический контроль. Проверка пригодности калибра и холодильной машины. Замена или ремонт инструмента /машины	Ответственный за получения сыворотки
				Время ожидания	не более 24ч		
				pH	4,0 до 5,6		
					5,9 до 6,4		
				Количество КОЕ/мл	≤ 1*10 ⁵ КОЕ/мл		
				Стафилококк S. aureus	0,1		
Органолептические характеристики	Цвет: От светло-желтого до бледно-зеленого Вкус и запах: Характерный для молочной сыворотки. Сладковатый и кисловатый						
ККТ 2	Термическая обработка пермеата сыворотки	Не полная термическая обработка после нейтрализации, рост патогенных микробов	Проверка измерительных приборов. Визуальный осмотр и учет условий термической обработки и готовность процесса	Температуры	Термическое обработка ~82 °C <40°C	Отказ от дальнейшего процесса. Проверка данного процесса. Замена или ремонт оборудования. Повторная проверка правильности работы системы термической обработки	Ответственный за процесс термическое обработки
				Время	10 мин		
				Фосфатаза	Негативная реакция		
				Пероксидаза	Положительная реакция		
ККТ 3	Непрерывный гидролиз лактозы с β-галактозидазой	Неправильность термостатировани	Измерения температуры, pH и	Температуры	<40°C±2	Проверка данного процесса. Найти	Ответственный за гидролиз
				pH	6,0 – 6,3		

		я, не полный гидролиз лактозы	физико-химическое показатели	Время	2 ч	причину полученного результата.		
				Лактоза	0,00			
				Глюкоза	23,7±0,2			
				Галактоза	17,3±0,2			
ККТ 4	Концентрирование с помощью вакуумного испарителя	Неправильность процесса вакуумного выпаривание	Измерения давления, время, рН, количества сухих веществ и физико-химическое показатели	Температура	51±9 °С	Проверка данного процесса. Найти причину полученного результата.	Ответственный за процесс вакуумное выпаривание	
				рН	5,7 – 5,87±0,01			
				Время	~			
				Давления	4–8 кПа			
				Лактоза	0,00			
				Глюкоза	49,1±0,12			
				Галактоза	18,8±0,1			
ККТ 5	Транспортировка и хранение	Неподходящие условия транспортные и распределительные операции, которые могут вызвать деградацию. Задержка в доставке товара заказчику, в результате чего воздействие пищи к опасным условиям пребывания.	Проверка температуры и влажность. Проверка правильной работы термометра и охлаждающей машины.	Температура	≥20°С±1	Перенос груза на другое транспортное средство, которое соответствует условиям безопасности и гигиены пищевых продуктов. Ремонт или замена датчика или машины охлаждающей жидкости. Остановка или изменение маршрута Перепроверка температуры переноса, правильного функционирования органа или охлаждающей машины.	Ответственный за распределение и водитель	
				Распределение по времени	≥50 суток			

4.2.4 Внедрение критической контрольной точки анализа рисков (НАССР) в производстве ГГС

Значительные опасности и другие критические факторы, выявленные в блок-схеме производственного процесса, представлены в таблице 4.2.4.1 и включают точки контроля качества продукции на разных стадиях жизненного цикла производства (ТК).

ККТ осуществляется на основе системы мониторинга плановых измерений и/или наблюдений, обеспечивающей как своевременное распознавание любых отклонений ККТ от критических пределов, так и, во-вторых, доказывая, что каждая ККТ всегда находится под контролем.

Заполнение специального плана является следующим шагом в реализации НАССР, с целью создания файлов прикладных систем мониторинга во всех ККТ, которое содержит следующие элементы:

- стадия процесса;
- вид критической контрольной точки;
- параметр управления и его пределы;
- метод, частота, записи и агент мониторинга;
- корректирующее действие в случае, если контрольный параметр выходит из-под контроля, проверка/оценка эффективности примененного корректирующего действия и лица, ответственного за корректирующее действие;
- сотрудник по оценке мер по исправлению положения

В целом, документация помогает убедиться в том, что средства контроля НАССР существуют и поддерживаются надлежащим образом [160].

Осуществление контроля указанным способом позволит осуществлять эффективную проверку блок-схемы производства, оперативно устанавливать несоответствие продукта и устранить несоответствие, согласно требованиям технологической и нормативно-правовой документации.

4.3 Предложения по совершенствованию процесса улучшения качества продукта на основе метода непрерывного улучшения процессов и продуктов

Представлен алгоритм «Модель обеспечения качества ГГС» которая даст возможность осуществлять действия по циклу P-D-C-A с разработкой сквозного процесса контролируемого производства продукции, включающего: оценку рисков и планирование продукции с заданными показателями качества; производство, с указанием видов контроля входного, операционного, приемочного; контроль в виде подтверждения соответствия в форме сертификации (декларирования) соответствия требованиям нормативно-правовых документов Республики Таджикистан; разработку корректирующих действий, в зависимости от природы их возникновения и действиями по устранению несоответствий.

Применение процедуры оценки соответствия продукции в форме обязательной сертификации с оценкой производства (системы качества), аккредитованными испытательными лабораториями и органами по сертификации, позволит потребителю быть более уверенным в качестве продукции и соответствии ее показателей требованиям нормативно-правовой документации.

Одним из важнейших факторов, влияющих на трудоспособность и здоровье людей, является питание. Совокупность химических, физических и биологических свойств продуктов должны удовлетворять энергетическим, гигиеническим и органолептическим потребностям. Промышленное производство сбалансированных и здоровых продуктов питания всегда было одной из самых важных задач, стоящих перед человечеством [159-161].

В связи с этим возникает необходимость жесткого контроля качества, и в первую очередь, безопасности выпускаемой продукции в соответствии с нормативно-правовыми документами [162]. Известно, что существенное влияние на состояние готовой продукции оказывают ряд факторов, такие как:

качество сырья, условия и способы производства, упаковка, транспортирование и хранение [163]. И этому способствует действие Законов Республики Таджикистан «О стандартизации», «О техническом нормировании» и «О безопасности пищевых продуктов», предусматривающих повышение уровня безопасности жизни и здоровья людей путем обеспечения комплексности и системности стандартизации.

Анализируя производственную цепочку выпуска молочных продуктов, особое внимание следует уделить санитарному состоянию предприятий [168], которое является одним из важнейших факторов, влияющих на качество продукта и срок его хранения. Обеспечение безопасности пищевой продукции, и молочной, в частности, возможно разработкой и внедрением Системы менеджмента качества, предназначенной для осуществления скоординированной деятельности по руководству и управлению организацией на основе ISO ИСО 9001-2015 [164] и ISO 22000-2018 [165].

Цель данной части исследования – совершенствование алгоритма процесса управления качеством и оценки соответствия продукции требованиям Технических регламентов при глубокой переработке сырья, с использованием отходов, образующихся при производстве молочной продукции, на примере ГГС, в Республике Таджикистан.

Поскольку в Республике Таджикистан и в Центральной Азии недостаточно развита разработанные и внедренные системы качества по переработке отходов молочных продуктов, основанные на оценке рисков выполнен анализ факторов, влияющих на качество продукции с использованием наиболее простых методов и инструментов.

На основе метода «5М» выполнена оценка причин появления несоответствующей продукции и установлено около 100 факторов определенного риска при производстве. Использование метода «мозгового штурма» с применением 5М позволяет выполнить расслоение факторов и выявить причины для управления процессом производства, с целью обеспечения безопасности продукции в момент употребления человеком в пищу [161]. Для

этой цели составлена причинно-следственная диаграмма Исикавы (таблица 4.3.1).

Таблица 4.3.1 – Расслоение фактора для строения причинно-следственная диаграмма

Фактор	Расслоение фактора
1	2
1. Технология	
1.1 Рецептура	1.1.1 Творожной сыворотки
	1.1.2 Подсырной сыворотки
	1.1.3 Гидрокарбонат натрия (5% NaHCO ₃)
	1.1.4 β-галактозидазой (NOLA TM Fit 5500 – 7200 BLU)
1.2 Технологическая дисциплина	1.2.1 Соблюдение технологических параметров процесса производства
	1.2.2 Соблюдение параметров очистки при обработке оборудования
	1.2.3 Наличие санитарного допуска у персонала
1.3 Обеспечение процесса производства	1.3.1 Метрологическое обеспечение
	1.3.2 Технологическая документация
	1.3.3 Организационно-распорядительная документация
	1.3.4 Инструкции по технике безопасности
	1.3.5 Должностные инструкции
2. Персонал	
2.1 Квалификация	2.1.1. Специальность (направление подготовки) работников
	2.1.2. Уровень образованности
	2.1.3 Трудовой стаж по специальности
	2.1.4 Стажировки
	2.1.5 Навыки выполнение обязанностей
2.2 Обучаемость	2.2.1 Безопасным приемам работы
	2.2.2 Практические навыки
	2.2.3 Технологическая дисциплина
	2.2.4 Трудовая дисциплина
	2.2.5 Охват сотрудника при обучения

Продолжение таблицы 4.3.1

	2.2.6 Психологическая устойчивость
2.3 Укомплектованность	2.3.1. Рабочая команда
	2.3.2 Ремонтная бригада
	2.3.3 Управленческий персонал
2.4 Условия работы	2.4.1 Помещения
	2.4.2 Система защиты
	2.4.3 Факторы внешней среды
	2.4.3.1 влажность
	2.4.3.2 температура
	2.4.4 Внешние техногенные воздействия
	2.4.4.1 шум
	2.4.4.2 освещенность
	2.4.4.3 загазованность
	2.4.4.4 запыленность
	2.4.4.5 вибрация
2.5 Материальное поощрение	2.5.1 Система стимулирования
	2.5.1.1 бездефектные работы
	2.5.1.2 осуществление плана
	2.5.1.3 соблюдения технологическая дисциплина
	2.5.1.4 соблюдения трудовая дисциплина
	2.5.1.5 инициативность
	2.5.1.6 внесения рационализаторская предложения по совершенствования:
	2.5.1.6.1 оборудования
	2.5.1.6.2 технология производства
	2.5.1.6.3 методов и средств контроля и измерений
	2.5.2 Система штрафов за:
	2.5.2.1 прогул
	2.5.2.2 опоздание на работу
	2.5.2.3 выпуск несоответствующей продукции
2.6 Вовлеченность персонала	2.6.1 Наличие способности и навыков
	2.6.1.1 принимать ответственность за определенный круг задач и решать проблемы

Продолжение таблицы 4.3.1

	2.6.1.2 вести активный поиск возможностей для улучшений
	2.6.1.3 вести активный поиск возможностей для повышения уровня компетентности знаний и опыта
	2.6.2 Свободный обмен знаниями и опытом внутри команды
	2.6.3 Сосредоточение на создании ценностей для потребителя
	2.6.4 Новаторство и изобретательность
	2.6.5 Стремление к улучшению имиджа организации
	2.6.6 Получение удовлетворения от работы
	2.6.7 Энтузиазм в работе
	2.6.8 Гордость за принадлежность к организации
3. Материал	
3.1 Заготовка	Состояние материалов
	3.1.2 Пищевая ценность молочной сыворотки
	3.1.3 Наличие сопроводительных документов
	3.1.4 Управление заготовкой
	3.1.5 Контроль качества
	3.1.5.1 средства контроля
	3.1.5.2 методы контроля
	3.1.6 Квалификация исполнителей
3.2 Доставка	3.2.1 Способ доставки:
	3.2.1.1 автомобильный
	3.2.1.2 железнодорожный
	3.2.1.3 водный
	3.2.1.4 смешанный
	3.2.2 Средства доставки
	3.2.3. Управление погрузочно-разгрузочными работами
	3.2.4 Контроль
	3.2.5 Квалификация исполнителей
3.3 Хранение	3.3.1 Способ хранения
	3.3.2 Способ контроля параметров
	3.3.3 Срок хранения
4. Контроль	
4.1 Наличие	4.1.1 Персонал

Продолжение таблицы 4.3.1

испытательной лаборатории (ИЛ)	4.1.2 Помещения
	4.1.3 Оборудование для испытаний
	4.1.4 Средства измерений
	4.1.5 Нормативно – правовая база
	4.1.6 СМК
4.2 Система менеджмента качества	4.2.1 Документированные процедуры
	4.2.1.1 Управление документацией
	4.2.1.2 Управление рисками
	4.2.1.3 Управление несоответствующей продукцией
	4.2.1.4 Внутренний аудит
	4.2.1.5 Корректирующие действия
4.3 Организация контроля	4.3.1. Верификация
	4.3.2 Валидация
	4.3.3 Приемочный контроль
	4.3.4 Документирование контроля
4.4 Нормативное обеспечение	4.4.1 Внешние документы
	4.4.1.1 Технические регламенты
	4.4.1.2 Международные стандарты
	4.4.1.3 Межгосударственные стандарты
	4.4.1.4 Национальные стандарты
	4.4.2 Внутренние документы
	4.4.2.1 Стандарты организации
	4.4.2.2 Технические условия
Оборудование	5.1 Износ
	5.2 Моральное старение
	5.3 Наличие планово-предупредительного ремонта
	5.4 Настройка на технологическую точность

Таким образом, причинно-следственная диаграмма Исикавы позволяет представить причины возникновения несоответствующих показателей, которые влияют на качество продукции. Из расслоения фактора при построении причинно-следственной диаграммы Исикавы наиболее значимой причиной является низкая

квалификация и ответственность работников, а также соблюдение технологических и гигиенических норм в производстве.

На основе положений технических регламентов Республики Таджикистан, межгосударственных и национальных стандартов сделаны выводы о необходимости усовершенствования процесса управления жизненным циклом продукции. Несомненно, наличие процедуры декларирования продукции значительно снижает риск появления несоответствующей продукции на рынке товаров, однако применение схем сертификации, с включением процедур оценки производства (оценки систем менеджмента качества) и проведения инспекционного контроля позволят значительно повысить доверие потребителей к качеству продукции [166].

Предложенный алгоритм действий представлен на схеме (рисунок 4.3.1), где условные обозначены:

А – анализ;

Кв – контроль входного сырья и материалов;

Ко – контроль операционный;

Кп – контроль приемочный;

Д₁ – корректирующие действия по разработке мероприятий, связанных с соблюдением технологической дисциплины;

Д₂ – корректирующие действия по разработке мероприятий по оценке возможностей предприятия по выпуску продукции и оценке риска;

Д₃ – корректирующие действия по оценке требований технических регламентов и стандартов на продукцию и процессы с ней связанные и соответствие процесса производства этим требованиям;

Д₄ – корректирующие действия по разработке мероприятий по оценке и выбору новых поставщиков сырья.

Достоинством предложенного алгоритма «Модели обеспечения качества ГГС» является возможность осуществлять действия по циклу P-D-C-A с разработкой сквозного процесса контролируемого производства продукции, включающего: оценку рисков и планирование продукции с заданными

показателями качества; производство, с указанием видов контроля входного, операционного, приемочного; контроль в виде подтверждения соответствия в форме сертификации (декларирования) [167] соответствия требованиям Технических регламентов Республики Таджикистан; разработку корректирующих действий, в зависимости от природы их возникновения и действиям по устранению несоответствий.

Применение процедуры оценки соответствия продукции в форме обязательной сертификации с оценкой производства (системы качества), аккредитованными испытательными лабораториями и органами по сертификации, позволит потребителю быть более уверенным в качестве продукции и соответствии ее показателей требованиям нормативно-правовой документации. Результаты анализа оценки причин появления несоответствий по 5М и предлагаемый алгоритм позволят производителям молочной продукции, в том числе ГГС оценить возможные риски при производстве.

Достоинством предложенной модели «Обеспечение качества ГГС» является возможность осуществлять сквозной контроль процесса производства.

Предлагается процесс, содержащий:

- ✓ планирование;
- ✓ оценку рисков (расчет критических точек);
- ✓ входной контроль;
- ✓ операционный контроль;
- ✓ приемочный контроль;
- ✓ подтверждение соответствия в форме декларирования на соответствие требованиям Технических регламентов Республики Таджикистан.

ВЫВОДЫ

1. Обосновано и экспериментально подтверждены способы гидролиза лактозы, предварительно нейтрализованной МС, ферментативным способом из пермеата творожной сыворотки с получением ГГС, что позволило сократить время гидролиза лактозы до 2 часов [А-1], [А-3], [А-4].

2. Впервые, применён нейтрализующий агент, 5%-ая пищевая сода для нейтрализации МС, в целях совершенствования процесса гидролиза и вкусовых качеств исходного сырья. Получен ГГС с концентрацией 70% от общего количества сухих веществ и установлен срок его годности в течение 40 суток при температуре 20°C [А-2], [А-5].

3. Изучены физико-химические свойства ГГС и процесс его кристаллизации. Установлено, что ГГС полученный по данной технологии не содержит жиров благодаря подбору нейтрализующего агента и применению технологий УФ [А-2].

4. Произведена опытная партия пряничных изделий с использованием ГГС, как заменителя сахара, который обладает ярко выраженным сладким вкусом и ароматом, что соответствует требованиям ГОСТ 15810-2014.

5. Проведена сенсорная оценка пряничных изделий на основе ГГС согласно гедонистической шкале и внедрена в производственном цикле ЗАО «Лаззат», г. Душанбе.

6. Доказана целесообразность и экономическая эффективность использования ГГС из пермеата творожной сыворотки в производстве пряников, разработана техническая документация на производство ГГС [А-10].

7. Определены риски и контрольные критические точки с использованием принципов НАССР при производстве ГГС.

8. Разработана модель обеспечения качества ГГС в Республике Таджикистан и предложена использование ее на базе молочного комбината ЗАО "Комбинати Шири Душанбе" [А-7], [А-8], [А-9].

Рекомендации по практическому использованию результатов

По результатам, полученным в данной работе, рекомендуется:

- с целью создания безотходной технологии, выделения ценных компонентов МС использовать предложенную технологию получения ГГС ферментативным способом на предприятиях молочной отрасли;*
- использовать ГГС в качестве сахарозаменителя и вкусоароматической добавки для производства мучных и кондитерских изделий;*
- внедрять разработанную и обоснованную принципиальную технологическую схему производства пряников на перерабатывающих предприятиях нашей республики, при этом использовать ГГС с массовой долей сухих веществ 70 % (нейтрализованный 5 % пищевой содой);*
- широко применять разработанную модель обеспечения качества ГГС в соответствующих предприятиях отрасли.*

Разработанные нами технология и модель обеспечения качества ГГС способствует созданию безотходной технологии, формированию новой продукции, внедрению новой технологии и обеспечивает долгосрочный импортозамещающий потенциал экономики нашей республики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, Н. И. Состояние отрасли молочного/ Н. И. Абрамова, О. Л. Хромова, Г. С. Власова, Л. Н. Богорадова // *Агротехника*. – 2018. – Т. 1. – № 2. – С. 1–11. <https://doi.org/10.15838/alt.2018.2.2.1>
2. Food and Agriculture Organization (FAO). Dairy Market Review. Overview of Global Dairy Market Developments in 2020. – Рома. – 2021.
3. Пронина О.В. Современное состояние переработки молочной сыворотки / Пронина О.В. // *Инновации в Науке*. – 2015. – № 47. – С. 59–63.
4. Николаева М.А. Рынок молочных товаров: состояние и перспективы развития / Николаева М.А. // *Индустрия питания*. – 2018. – Т. 3, с – №. 3. С. – 78-85.
5. Джос И. П. Классификация молока и молочной продукции на рынке / Джос И. П., Сердюкова Я. П. // *Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК*. – 2022. – С. 226-230.
6. Zandona E. Whey utilization: Sustainable uses and environmental Approach / Zandona E., Blažić M., Režek Jambrak A. // *Food Technology and Biotechnology*. – 2021. – Т. 59. – №. 2. – С. 147-161.
7. Кацерикова Н. В. Технология продуктов функционального питания / Кацерикова Н.В. // – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. –2004. – С. 146.
8. Пронина О. В. Современное состояние переработки молочной сыворотки / О. В. Пронина // *Инновации в науке*. – 2018. – № 47. – С. 59–63.
9. Евдокимов, И. А. Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки / И. А. Евдокимов, Д. Н. Володин // *Переработка молока*. – 2016. ISSN: 2222-5455. – №8. – С. 10-13.
10. Macwan S. R. Whey and its Utilization / S. R. Macwan, B. K. Dabhi, S. C. Parmar, K. D. Aparnathi // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. – 2016. – Т. 5. – №. 8. – С. 134-155.

11. Achmadi E. Whey protein transformation: looking to solve waste in the dairy industry / Evita Achmadi // Food Science. – 2021.
12. Chandrapala, J. Properties of acid whey as a function of pH and temperature / J. Chandrapala, M. C. Duke, S. Gray, B. Zisu, M. Weeks & M. Palmer // Journal of Dairy Science. – 2015. – Т. 98. – №. 7. – С. 4352-4363.
13. Global Dairy Industry and Trend Accessed Online 5 September 2021. – URL: <https://www.feedandadditive.com/global-dairy-industry-and-trend> – Текст: электронный.
14. Сомов В. С. Разработка технологии фруктовых добавок на основе глюкозо-галактозного сиропа, полученного из творожной сыворотки с применением мембранных методов [Текст]: дис... канд. тех. наук: 05.18.04: защищена 19.12.2013: утв. 15.02.2014 / Сомов Виталий Сергеевич. -М., 2013. -137 с. -Библиогр.: с. 7-123. -04201453665.
15. Евдокимов И. А., Перспективы и особенности организации переработки сыворотки за рубежом и в России / И. А. Евдокимов, М. С. Золоторева, Д. Н. Володин, В. К. Топалов // Переработка Молока. – 2011. – № 8. – С. 6–9.
16. Кравченко Э. Ф. Использование молочной сыворотки в России и за рубежом / Кравченко Э. Ф., Волкова Т. А. //Молочная промышленность. – 2005. – №. 4. – С. 56-58.
17. Обзор молочной отрасли государств - членов Евразийского экономического союза за 2012-2016 г. (2017). Retrieved May 18, 2019, http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_agroprom/sensitive_products/Documents/проект_ОБЗОРА_по_молоку_08_11_2018.pdf
18. Rasane P. Khoa: a heat desiccated indigenous Indian dairy product / Rasane P., Tanwar B., Dey A. //Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2015. – Т. 6. – №. 5. – С. 39-48.
19. Birania S. Whey and its valorization using Biorefinary: a review / Birania S., Rohilla P., Kumar R., Saini P. //Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2021.

– Т. 10. – №. 1S. – С. 542-548.

20. Обзор рынка молока и молочной продукции государств – членов Евразийского экономического союза за 2010-2015 годы. (2016). http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_agroprom/.pdf

21. Coté A. Hydrolysis of lactose in whey permeate for subsequent fermentation to ethanol/ A. Coté, W. A. Brown, D. Cameron // Journal of Dairy Science. – 2004. – Т. 87. – №. 6. – С. 1608-1620. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73315-9. PMID: 15453474.

22. Magalhães K.T. Production of fermented cheese whey-based beverage using kefir grains as starter culture: evaluation of morphological and microbial variations / K. T. Magalhães, M. A. Pereira, A. Nicolau, G. Dragone, L. Domingues, J. A. Teixeira, J. B. de Almeida Silva, R. F. Schwan // Journal of Bioresource Technology. – 2010. – Т. 101. – №. 22. – С. 8843-8850. doi: 10.1016/j.biortech.2010.06.083. Epub 2010 Jul 8. PMID: 20619643.

23. Pires A. F. Dairy by-products: A review on the valorization of whey and second cheese whey / Pires A. F., Marnotes, N. G., Rubio O. D., Garcia A. C., Pereira C. D. //Foods. – 2021. – Т. 10. – №. 5. – С. 1067.

24. Smithers G. W. Whey and whey proteins—From ‘gutter-to-gold’ / Smithers G. W. //International dairy journal. – 2008. – Т. 18. – №. 7. – С. 695-704.

25. Królczyk J. B. Use of whey and whey preparations in the food industry-a review / J. B. Królczyk, T. Dawidziuk, E. Janiszewska-Turak, B. Solowiej // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. – 2016. – Т. 66. – №. 3. – С. 157.

26. Тёпел А. Химия и физика молока / А. Тёпел. - Пер. с нем. под ред. канд. техн. наук, доц. СА Фильчаковой - Санкт-Петербург: Издательство Профессия, 2012. - 832 с.

27. Храпцов А. Г. Технология продуктов из вторичного молочного сырья: Учебное пособие / А. Г. Храпцов, С. В. Васи́лин, С. А. Рябцева, Т. С. Воротникова // ГИОРД – 2011. С. – 25-27

28. McSweeney P. L. H., P. F. Fox *Advanced Dairy Chemistry Volume 3: Lactose, Water, Salts and Minor Constituents Third Edition* / P. L. H. McSweeney, P. F. Fox // Springer Science+Business Media, LLC 2009. С. – 254–371.
29. Храпцов, А. Г. Феномен молочной сыворотки /А . Г. Храпцов // Санкт-Петербург: Издательство Профессия. - 2011. 804-804. - с.
30. Lievore P. Chemical characterisation and application of acid whey in fermented milk / P. Lievore, D. R. S. Simões, K. M. Silva // *Journal of Food Science and Technology*. – 2015. – Т. 52. – С. 2083-2092. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1244-z>
31. Mingruo G. Whey protein production, chemistry, functionality and applications / Mingruo Guo // Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, Inc. – 2019. С. – 39-184.
32. Fox, P. F. *Fundamentals of Cheese Science (Second Edi)*. / P. F. Fox, T. P. Guinee, T. M. Cogan, P. L. H. Mcsweeney // Springer. – 2017 - Т. 1. 271 - с.
33. Rocha-Mendoza D. Invited review: Acid whey trends and health benefits / D. Rocha-Mendoza, E. Kosmerl, A. Krentz, L. Zhang, S. Badiger, G. Miyagusuku-Cruzado, A. Mayta-Apaza, M. Giusti, R. Jiménez-Flores, I. García-Cano // *Journal of Dairy Science*. – 2021. – Т. 104. – №. 2. – С. 1262-1275. doi: 10.3168/jds.2020-19038. Epub 2020 Dec 23. PMID: 33358165.
34. Bylund G. *Dairy Processing Handbook* / G. Bylund // Sweden (3rd. ed.), Tetra Pak Processing Systems AB, Lund. – 2015.
35. Lucas A. Respective effects of milk composition and the cheese-making process on cheese compositional variability in components of nutritional interest / A. Lucas, E. Rock, J. F. Chamba, I. Verdier-Metz, P. Brachet, J. B. Coulon // *Journal of Dairy Science and Technology*. – 2006. – Т. 86. – №. 1. – С. 21-41. <https://doi.org/10.1051/lait:2005042>
36. Nishanthi M. Properties of whey proteins obtained from different whey streams / Nishanthi M., Vasiljevic T., Chandrapala J.//*International Dairy Journal*. – 2017. – Т. 66. – С. 76-83.

37. Konrad, G. Ultrafiltration flux of acid whey obtained by lactic acid fermentation / G. Konrad, T. Kleinschmidt, W. Faber // International Dairy Journal. – 2012. – Т. 22. – №. 1. – С. 73-77. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.08.005>
38. Taylor, S. L. Milk proteins from expression to food. (Second Edition, Ed.). / S. L. Taylor, K. Buckle // Elsevier Inc. – 2014.
39. Храпцов А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки: Учебное пособие / А. Г. Храпцов, П. Г. Нестеренко // Москва: ДеЛи принт. – 2003. 15-86. – с.
40. Харью М. Удаление лактозы из молока / М. Харью // Молочная промышленность. – 2005. №. – 4. С. – 52-54.
41. Alsaed A. K. Characterization, concentration and utilization of sweet and acid whey / Alsaed A. K., Ahmad R., Aldoomy H., Abd El-Qader S., Saleh D., Sakejha, H., Mustafa L. //Pakistan Journal of Nutrition. – 2013. – Т. 12. – №. 2. – С. 172.
42. ГОСТ 34352-2017 Сыворотка молочная — сырье. Технические условия.
43. ГОСТ Р 53438-2009 Сыворотка молочная. Технические условия.
44. Urashima T. Milk oligosaccharides. / Urashima T., Kitaoka M., Asakuma S., Messer M.// – Springer New York, 2009. 295-349. - с. https://doi.org/10.1007/978-0-387-84865-5_8
45. Gänzle M. G. Lactose: Crystallization, hydrolysis and value-added derivatives / M. G. Gänzle, G. Haase, P. Jelen // International Dairy Journal. – 2008. – Т. 18. – №. 7. – С. 685-694. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2008.03.003>
46. Schaafsma G. Lactose and lactose derivatives as bioactive ingredients in human nutrition / G. Schaafsma // International Dairy Journal. – 2008. – Т. 18. – №. 5. – С. 458-465. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.11.013>
47. Simpson B. K. Food biochemistry and food processing. / B. K. Simpson, L. M. Nollet, F. Toldrá, S. Benjakul, G. Paliyath, Y. H. Hui // – John Wiley & Sons, 2012. 427-491 - с.

48. Uniacke-Lowe T. Equid milk: chemistry, biochemistry and processing. In: Simpson BK (ed) / T. Uniacke-Lowe, P. F. Fox // Food Biochemistry and Food Processing, 2nd edn. – 2012. Wiley-Blackwell, Ames, Iowa. 491–530. - с.

49. Fox P. F. Fundamentals of cheese science / P. F. Fox, T. P. Guinee, T. M. Cogan, P. L. McSweeney // New York: Springer US. – 2017. 759-765. - с.

50. Caballero A. Conversion of whey into value-added products through fermentation and membrane fractionation / Caballero A., Caballero P., León F., Rodríguez-Morgado B., Martín L., Parrado J., Ramos-Martín A. // Water. – 2021. – Т. 13. – №. 12. – С. 1623.

51. Мухидинов З. К. Концентрат лактоглобулинов из молочной сыворотки и методы их выделения. / Мухидинов З.К., Джонмуродов А.С., Тешаев Х.И. и др. // Здравоохранения Таджикистана. – 2009. – №3. – С. 44-49.

52. Illanes A. Whey upgrading by enzyme biocatalysis (Review) / Illanes A. // Electronic Journal of Biotechnology. – 2011. – Т. 14. – №. 6. – С. 9-9. ISSN: 0717-3458. <http://www.ejbiotechnology.info>. DOI: 10.2225/vol14-issue6-fulltext-11.

53. Fox P.F. Lactose: Chemistry and properties / In: FOX, P.F. and Mcsweeney, P.L.H. eds. // Advanced Dairy Chemistry, 3rd ed. New York, Springer. – 2009. – Т. 3. – С. 1-15.

54. Fox P. F. Fundamentals of cheese science / P. F. Fox // Gaithersburg, MD : Aspen Pub. – 2000. 20 – 28. - с.

55. Скворцов Е. В. Эффективность применения β -галактозидазы для гидролиза лактозы молочной сыворотки / Е. В. Скворцов, Ю. А. Морозова, Л. К. Букуру, Ф. К. Алимова, З. А. Канарская // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – №. 13. С. – 288–291.

56. Demirhan E. A modelling study on hydrolysis of whey lactose and stability of β -galactosidase /E. Demirhan K. Dilek B. Özbek// Journal of Chemical Engineering. – 2010. – Т. 27. – С. 536-545. <https://doi.org/10.1007/s11814-010-0062-5>

57. Храпцов А. Г. Лактоза и ее производные / А. Г. Храпцов // Пищевая промышленность. – 2008. №. – 3. С. – 18–20.

58. Curcio S. A. A theoretical and experimental analysis of a membrane bioreactor performance in recycle configuration /S. Curcio, V. Calabr, G. Iorio// Journal of Membrane Science. – 2006. – Т. 273. – №. 1-2. – С. 129-142.
<https://doi.org/10.1016/j.memsci.2005.10.006>

59. Novalin S. A new innovative process to produce lactose-reduced skim milk / S. Novalin, W. Neuhaus, K. D. Kulbe // Journal of Biotechnology. – 2005. – Т. 119. – №. 2. – С. 212-218. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2005.03.018>

60. Das B. Lactose hydrolysis by β -galactosidase enzyme: Optimization using response surface methodology. / B. Das, A. P. Roy, S. Bhattacharjee, S. Chakraborty, C. Bhattacharjee // (2015). Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2015. – Т. 121. – С. 244-252. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.03.024>

61. Koller M. Comparing Chemical and Enzymatic Hydrolysis of Whey Lactose to Generate Feedstocks for Haloarchaeal Poly (3-hydroxybutyrate-co-3- hydroxyvalerate) Biosynthesis / M. Koller, D. Puppi, F., G. Chiellini Braunegg, // International Journal of Pharmaceutical Sciences Research. – 2016. – Т. 3. – №. 1. – С. 2394-1502.

62. Harju M. Lactose hydrolysis and other conversions in dairy products : Technological aspects / M. Harju, H. Kallioinen, O. Tossavainen // International Dairy Journal. – 2012. – Т. 22. – №. 2. – С. 104-109.
<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.09.011>

63. Ansari S. A. Lactose hydrolysis by β galactosidase immobilized on concanavalin A-cellulose in batch and continuous mode / S. A. Ansari, Q. Husain // Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic. – 2010. – Т. 63. – №. 1-2. – С. 68-74.
<https://doi.org/10.1016/j.molcatb.2009.12.010>

64. Singh H. Milk proteins from expression to food. Second Edition / H. Singh, M. Boland // Elsevier Inc. – 2014.

65. Fox P. F. Encyclopedia of Dairy Sciences: 2nd Edition. / J. W. Fuquay, P. F. Fox, P. L. H. McSweeney // Copyright Elsevier Ltd. All rights reserved. – 2011. 28-65. - с.
66. Goldfein K. R. Why Sugar Is Added to Food: Food Science 101. / K. R. Goldfein, J. L. Slavin // Comprehensive Reviews In Food Science and Food Safety. – 2015. – Т. 14. – №. 5. – С. 644-656. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12151>
67. Belits H. D. Food Chemistry / H. D. Belits, W. P. S. Grosh // Berlin Heidelberg: Springer. – 2009. 248–337 - с.
68. BeMiller J. N. Carbohydrate Reactions Introduction. In Carbohydrate Chemistry for Food Scientists 3rd ed. / J. N. BeMiller // Woodhead Publishing. – 2019. 25–48. - с.
69. Нечаев А. П. Пищевая химия 4th ed. / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова, В. В. Колпакова, И. С. Витол // Санкт-Петербург: ООО “ГИОРД”. – 2015.
70. Wrolstad, R. E. Food Carbohydrate Chemistry / R. E. Wrolstad// A John Wiley & Sons, Ltd. – 2012. Т. – 48.
71. Кокушков Д. Галактоолигосахарид «Bioligo 5700 IMF» компании «Ingredion». / Д. Кокушков // Бизнес Пищевых Ингредиентов. – 2012. Т. – 4. С. – 11.
72. Shankar P. Non-nutritive sweeteners: review and update. / Shankar P., Ahuja S., Sriram K. //Nutrition. – 2013. – Т. 29. – №. 11-12. – С. 1293-1299.
73. Bruno-Barcena J. M. Galacto-oligosaccharides and colorectal cancer: Feeding our intestinal probiome. / Bruno-Barcena J. M., Azcarate-Peril M. A. //Journal of functional foods. – 2015. – Т. 12. – С. 92-108.
74. Гаврилов Г. Б. Пути рационального использования молочной сыворотки / Г. Б. Гаврилов, Э. Ф. Кравченко //Сыроделие и маслоделие. – 2013. – №. 2. – С. 10-13.
75. Chandrapala J. Lactose crystallization as affected by presence of lactic acid and calcium in model lactose systems / J. Chandrapala, R. Wijayasinghe, T. Vasiljevic //

Journal of Food Engineering. – 2016. – Т. 178. – С. 181-189. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.01.019>

76. Wherry B. Use of acid whey protein concentrate as an ingredient in nonfat cup set-style yogurt. / Wherry B., Barbano D.M., Drake M. A. // Journal of Dairy Science. – 2019. – Т. 102. – №. 10. – С. 8768-8784. ISSN 0022-0302, <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16247>.

77. Chen G. Q. Removal of lactic acid from acid whey using electro dialysis. / Chen G.Q., Eschbach F.I.I., Weeks M., Gras S. L., Kentish S.E. // Separation and Purification Technology. – 2016. – Т. 158. – С. 230-237. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2015.12.016>.

78. Prazeres A. R. Cheese whey management: A review / A. R. Prazeres, F. Carvalho, J. Rivas // Journal of Environmental Management. – 2012. – Т. 110. – С. 48-68. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.05.018>

79. Dec B. Characteristics of acid whey powder partially demineralised by nanofiltration. / Dec B., Chojnowski W. // Polish journal of food and nutrition sciences. – 2006. – Т. 15. – №. 1. – С. 87.

80. Palmer T. Enzymes. Biochemistry, Biotechnology, Clinical Chemistry / T. Palmer, P. L. Bonner // Publisher: Woodhead Publishing, Year: 2007. ISBN: 978-1-904275-27-5. 431. - с.

81. Leksmono C. S. Measuring Lactase Enzymatic Activity in the Teaching Lab / C. S. Leksmono, C. Manzoni, J. E. Tomkins, W. Lucchesi, G. Cottrell, P. A. Lewis // Journal of Visualized Experiments. – 2018. – №. 138. – С. e54377. <https://doi.org/10.3791/54377>

82. Пат. № 2495595 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/06 (2006.01). Фруктовый наполнитель, способ его производства и содержащий его продукт / Сомов В.С., Князев С.Н., Перминов С.И.; 30.12.2011; опубл. 20.10.2013. Бюл. № 29. – 16 с.

83. Somov V. Application of whey- derived syrups in dairy products / Somov V., Evdokimov I., Knyazev S., Perminov S., Kurash Yu. // Foods and Raw Materials. – 2015. – T. 3. – №. 2. – C. 89-95. doi:10.12737/13113.

84. Bylund G. Dairy processing handbook. / G. Bylund // – Tetra Pak Processing Systems AB. Sweden. – 1995. 331–353. - c.

85. Fischer C. Synthesis of galactooligosaccharides using sweet and acid whey as a substrate / C. Fischer, T. Kleinschmidt // International Dairy Journal. – 2015. – T. 48. – C. 15-22. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.01.003>.

86. ISO 5546:2010 Caseins and caseinates. Determination of pH (Reference method) International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

87. NOLA™ Fit5500 Product Information, [accessed on 06.11.2018.]. Available: https://hjemmeriet.com/se/ChrHansen/Products/NOLAFit/PI_GLOB_NOLA_Fit5500_350502_EN.pdf

88. Žolnere K. A study of commercial β -galactosidase stability under simulated in vitro gastric conditions /K. Žolnere, I. Ciproviča, A. Ķirse, I. Cinkmanis// Agronomy Research. – 2018. T. – 16. C. –1555–1562.

89. Zolnere K., Ciproviča I. Lactose hydrolysis in different solids content whey and milk permeates / Proceedings of the 13th Baltic Conference on Food Science and Technology FOODBALT 2019 joined with 5th North and East European Congress on Food NEEFood 2019. May 2–3, 2019. Jelgava, Latvia. C.35–39.

90. Sarenkova I. The effect of concentrated whey solids on Lactobionic acid production by *Pseudomonas taetrolens* / I. Sarenkova, I. Ciproviča, I. Cinkmanis // In Conference Proceedings. FOODBALT 2019. 13th Baltic Conference on Food Science and Technology" FOOD, NUTRITION, WELL-BEING", Jelgava, Latvia, 2-3 May 2019 (pp. 250-253). Latvia University of Life Sciences and Technologies.

91. Srivastava A. A novel method for quantification of lactose in mammalian milk through HPTLC and determination by a mass spectrometric technique / A. Srivastava, R.

Tripathi, S. Verma, N. Srivastava, A. K. S. Rawat, D. Deepak // *Analytical Methods*. – 2014. – Т. 6. – №. 18. – С. 7268-7276.

92. Lee C. H. A novel agarolytic β -galactosidase acts on agarooligosaccharides for complete hydrolysis of agarose into monomers / C. H. Lee, H. T. Kim, E. J. Yun, A. R. Lee, S. R. Kim, J. H. Kim, K. H. Kim // *Applied and environmental microbiology*. – 2014. – Т. 80. – №. 19. – С. 5965-5973.

93. ISO 2173:2003 Fruit and vegetable products — Determination of soluble solids — Refractometric method. (Reference method) International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

94. ГОСТ ISO 2173–2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ.

95. ISO 8968-1:2014 Milk and milk products — Determination of nitrogen content — Part 1: Kjeldahl principle and crude protein calculation. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

96. AOAC Official method 991.20 Nitrogen (Total) in Milk - Kjeldahl Methods. AOAC Official methods of analysis (17th ed), Association of Official Analytical Chemists, Washington. DC. – 2000. Chapter. – 33. 12-13. - с.

97. Boča S. The effect of freezing and hydrocolloids on the physical parameters of strawberry mass-based desserts / S. Boča, R. Galoburda, I. Skrupskis, D. Skrupska // *Rural Sustainability Research*. – 2014. – Т. 31. – №. 1. – С. 12-24.

98. Devi T. B. Physicochemical and microbiological characteristics of ginger paste (cv. Suprabha) during storage in different packaging and temperature conditions / T. B. Devi, S. K. Dash, L. M. Bal, N. R. Sahoo // *Cogent Food & Agriculture*. – 2016. – Т. 2. – №. 1. – С. 1223261.

99. Hani M. N. F. Effects of drying on the physical characteristics of dehydrated watermelon rind candies / M. N. F. Hani, W. W. N. Zahidah, K. Saniah, H. M. Irwani // *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*. – 2014. – Т. 42. – №. 2. – С. 115-123.

100. Alexander L. Application of Nanofiltration to Delactosed Permeate to Produce Food Grade Retentate and Permeate Streams. / Alexander L. // – South Dakota State University. USA. – 2020. 78-79. - с.
101. Zhao D. Preparation and characterization of Ganoderma lucidum spores-loaded alginate microspheres by electrospraying / Zhao, D., Li, J. S., Suen, W., Chang, M. W., & Huang, J. //Materials Science and Engineering: C. – 2016. – Т. 62. – С. 835-842.
102. Kristine M. Optimisation of Lactose Hydrolysis by Combining Solids and β -Galactosidase Concentrations in Whey Permeates, Proceedings of the Latvian Academy of Sciences / Kristine M., Ciprovica I.// Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences. – 2020. – Т. 74. – №. 4. – С. 263-269. <https://doi.org/10.2478/prolas-2020-0041>.
103. Robinson P. K. Enzymes: principles and biotechnological applications / Robinson P. K.// Essays in biochemistry. – 2015. – Т. 59. – С. 1.
104. Roy I. Lactose hydrolysis by Lactozym TM immobilized on cellulose beads in batch and fluidized bed modes. / Roy I., Gupta M. N.// Process Biochemistry. – 2003. – Т. 39. – №. 3. – С. 325-332.
105. Мяло С. В. Исследование процесса гидролиза молочного сахара энзиматическим и микробиологическим способами. / Мяло С. В., Гаврилова Н. Б., Воронова Т. Д., Щетинин М. П. // Ползуновский альманах. – 2005. – Т. 1. – С. 87-94.
106. Остроумов Л. А., Гаврилов В. Г. Биотрансформация лактозы ферментными препаратами β -галактозидазы //Техника и технология пищевых производств. – 2013. – №. 1 (28). – С. 26А-30.
107. Остроумов Л. А. О составе и свойствах молочной сыворотки / Остроумов Л. А., Гаврилов Г. Б. //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – №. 8. – С. 47-48.

108. Mano M. C. R. Whey permeate as the raw material in galacto-oligosaccharide synthesis using commercial enzymes / Mano M. C. R., Paulino B. N., Pastore G. M. //Food Research International. – 2019. – T. 124. – C. 78-85.

109. Bojan M. Impact of enzymatic hydrolyzed lactose on fermentation and growth of probiotic bacteria in whey. / Bojan M., Katarina L., Rajka B., Ljubica T. // Food and Agriculture Organization of the United Nations – 2011. – T. 61. – №. 2. – C. 154.

110. Goderska K., Nowak J., Czarnecki Z. Comparision of growth of Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium Bifidum species in media suplemented with selected saccharides including prebiotics //Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria. – 2008. – T. 7. – №. 2. – C. 5-20.

111. Warmerdam A. β -galactosidase stability at high substrate concentrations / Warmerdam A., Boom R. M., Janssen A. E. M. //Springerplus. – 2013. – T. 2. – C. 1-8.

112. Samadov R. The optimization of acid whey permeate hydrolysis for glucose-galactose syrup production / Samadov R., Ciprovica I., Majore K., Cinkmanis I. //Proceedings of the 13th Baltic Conference on Food Science and Technology, FOODBALT 2019 Joined with 5th North and East European Congress on Food, NEEFood. – 2019. T 13. C. 254–257.

113. Zhang W. Inhibition of Maillard reactions by replacing galactose with galacto-oligosaccharides in casein model systems / Zhang W., Ray C., Poojary M. M., Jansson T., Olsen K. Lund M. N. //Journal of agricultural and food chemistry. – 2018. – T. 67. – №. 3. – C. 875-886.

114. Muhammad A. Whey Neutraliza-tion with Different Concentration of Sodium Hydroxide and Sodium Bicarbonate / Muhammad A., Durrani Y., Hashmi M.S., Qazi I.M., Ayub M., Saifullah S. // Sarhad Journal of Agriculture. 2018. T. 34 (4). C. 910-916.

115. Planas A. Glycosidases and glycol synthases in enzymatic synthesis of oligosaccharides. An overview / Planas A., Faijes M. // Afinidad LIX. 2002. T. 500. C. 295-313.

116. Plou F. J. Application of glycosidases and transglycosidases in the synthesis of oligosaccharides / Plou F. J., Segura A. G., Ballesteros A. //Industrial enzymes: structure, function and applications. – 2007. – С. 141-157.

117. Husain Q. β Galactosidases and their potential applications: a review / Husain Q. //Critical reviews in biotechnology. – 2010. – Т. 30. – №. 1. – С. 41-62.

118. Rodriguez-Colinas B. Galactooligosaccharides formation during enzymatic hydrolysis of lactose: Towards a prebiotic-enriched milk / Rodriguez-Colinas, B., Fernandez-Arrojo, L., Ballesteros, A. O., & Plou, F. J. //Food Chemistry. – 2014. – Т. 145. – С. 388-394.

119. Martínez-Villaluenga C. Optimization of conditions for galactooligosaccharide synthesis during lactose hydrolysis by β -galactosidase from *Kluyveromyces lactis* (Lactozym 3000 L HP G) / Martínez-Villaluenga, C., Cardelle-Cobas, A., Corzo, N., Olano, A., & Villamiel, M. //Food Chemistry. – 2008. – Т. 107. – №. 1. – С. 258-264.

120. Németh Á. Role of pH-regulation in lactic acid fermentation: Second steps in a process improvement / Németh Á., Sevelle B. //Chemical Engineering and Processing: Process Intensification. – 2011. – Т. 50. – №. 3. – С. 293-299.

121. Дымар О. В. Особенности переработки кислых видов молочной сыворотки / Дымар О. В. // Молочная промышленность. – 2014. – № 11. – С. 52-55.

122. Дымар О. В. Меркель А. Изучение взаимосвязи скорости деминерализации кислой сыворотки от изменения напряжения процесса / Дымар О. В., Яковлева М. Р., Меркель А. //Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2019. – Т. 12. – №. 1. – С. 74-79.

123. Khan A. Applications of whey in biotechnology / Khan A., Islam M. A., Alam M., Khan S., Khan U., Bisht D., & Mohammad O. //Advances in cheese whey utilization. – 2008. – С. 1-33.

124. Pereira-Rodríguez Á. Structural basis of specificity in tetrameric *Kluyveromyces lactis* β -galactosidase / Pereira-Rodríguez, Á., Fernández-Leiro, R.,

González-Siso, M. I., Cerdán, M. E., Becerra, M., & Sanz-Aparicio, J. //Journal of Structural Biology. – 2012. – T. 177. – №. 2. – C. 392-401.

125. Siso M. I. G. The biotechnological utilization of cheese whey: a review //Bioresource technology. – 1996. – T. 57. – №. 1. – C. 1-11.

126. Fuquay J. W. Encyclopedia of dairy sciences: 1st Edition. / Fuquay J. W., McSweeney P. L. H., Fox P. F.// – Academic Press, 2011.

127. Atra R. Investigation of ultra-and nanofiltration for utilization of whey protein and lactose /Atra, R., Vatai, G., Bekassy-Molnar, E., & Balint, A. //Journal of food engineering. – 2005. – T. 67. – №. 3. – C. 325-332.

128. Vargas-Díaz S. Physicochemical, sensory and stability properties of a milk caramel spread sweetened with a glucose-galactose syrup from sweet whey / Vargas-Díaz, S., Sepúlveda-V, J. U., Ciro-V, H. J., Mosquera, A. J., & Bejarano, E. // Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. – 2019. – T. 72. – №. 3. – C. 8995-9005.

129. Mosquera-Martínez A. J. Whole yogurt sweetened with glucose-galactose syrup obtained by nanofiltration: Effect on galactooligosaccharides concentration, physicochemical and sensory properties / Mosquera-Martínez, A. J., Sepúlveda-Valencia, J. U., Ciro-Velásquez, H. J., Vargas-Díaz, S., & Pérez-Escobar, L. //Applied Food Research. – 2023. – C. 100272.

130. Laos A. K. Crystallization of the supersaturated sucrose solutions in the presence of fructose, glucose and corn syrup / Laos, A. K., Kirs, B. E., Kikkas, C. A., & Paalme, D. T.// Proceedings of European Congress of Chemical Engineering (ECCE-6). – 2007. – T. 9. – C. 16-20.

131. Chen J. Thermal and X-ray diffraction analysis of lactose polymorph / Chen, J., Wang, J., Li, R., Lu, A., & Li, Y. //Procedia engineering. – 2015. – T. 102. – C. 372-378.

132. US Patent 4156076A. Process for the conversion of lactose into monosaccharides and derivatives thereof. Publication data May 22, 1979, by Carbo Ag company.

133. EP Patent 168127. A process and apparatus to hydrolyze lactose to glucose and galactose, Publication data Jan. 15, 1986, by FMC Corporation.

134. EP0499165A2 Sugary syrup, its production process and use. Publication data August 19, 1992, by NORDECO S.p.A.

135. Патент РФ №2353657, Способ производства глюкозо-галактозного сиропа.// 2007139944/13, 29.10.2007. Опубликовано 27.04.2009, бюл. №12. Храпцов А. Г., Варданян А. Г., Евдокимов И. А., Лодыгин А. Д., Варданян Г. С., Донской Н. С.

136. Потапова А. А. Мучные кондитерские изделия, обогащенные эссенциальными микронутриентами овощного сырья / Потапова А. А., Перфилова О. В. //Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК– продукты здорового питания. – 2014. – №. 4. – С. 50-54.

137. Бояршинова Е. В. Технология производства и контроль качества заварных медовых пряников с добавлением черемуховой муки / Бояршинова Е. В. //Ползуновский вестник. – 2022. – №. 1. – С. 109-117.

138. Технический Регламент Республики Таджикистан "Маркировка пищевых продуктов" г. Душанбе, от 3 января 2014 года, № 29

139. ГОСТ 15810-2014 Изделия кондитерские. Изделия пряничные. Общие технические условия

140. Wichchukit S., O'Mahony M. The 9-point hedonic scale and hedonic ranking in food science: some reappraisals and alternatives / Wichchukit S., O'Mahony M. //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2015. – Т. 95. – №. 11. – С. 2167-2178.

141. Lim J. Hedonic scaling: A review of methods and theory / Lim J. //Food quality and preference. – 2011. – Т. 22. – №. 8. – С. 733-747.

142. Lim J., Wood A., Green B. G. Derivation and evaluation of a labeled hedonic scale / Lim J., Wood A., Green B. G. //Chemical senses. – 2009. – Т. 34. – №. 9. – С. 739-751.

143. Ahmedsham M. Review on milk and milk product safety, quality assurance and control / Ahmedsham M., Amza N., Tamiru M. //International Journal of Livestock Production. – 2018. – Т. 9. – №. 4. – С. 67-78.

144. Awuchi C. G. HACCP, quality, and food safety management in food and agricultural systems / Awuchi C. G. //Cogent Food & Agriculture. – 2023. – Т. 9. – №. 1. – С. 2176280.

145. Shehzadi S. Implementation framework of ISO 22000 food safety management system in higher educational institutes (HEIs) cafes of Pakistan / Shehzadi S., Wasim A., Hussain S., Shafiq M., Jahanzaib M.//The Nucleus. – 2018. – Т. 55. – №. 4. – С. 200-218.

146. Panghal A. Role of Food Safety Management Systems in safe food production: A review / Panghal A., Chhikara N., Sindhu N., & Jaglan S.//Journal of food safety. – 2018. – Т. 38. – №. 4. – С. e12464.

147. Губер, Н. Б., Ребезов М. Б., Топурия Г. М. Инструменты снижения рисков при реализации инновационных проектов в сфере продуктов питания животного происхождения. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2014. Т. 8. № 1. с. 156–159.

148. Keskin O. Y. Quality management systems in dairy industry / O. Y. Keskin, Z. Gulsunoglu // In International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. – 2012. Vol. – 3. №. –6. P. – 523-531.

149. Granados L. R. Food Quality Management Systems in the Dairy Industry: A Case Study on the Application of Predictive Microbiology in the Microbial Quality of Milk / L. R. Granados, F. Pérez, A. Valero // Technological Approaches for Novel Applications in Dairy Processing. – 2018. Vol. –149.

150. Tuyet Hanh T. T. Hygienic practices and structural conditions of the food processing premises were the main drivers of microbiological quality of edible ice products in Binh Phuoc province, Vietnam 2019 / Tuyet Hanh T. T., Hanh M. H. //Environmental Health Insights. – 2020. – Т. 14. – С. 1178630220929722.

151. Popova A. Y. Introduction of hazard analysis and critical control points (HACCP) principles at the flight catering food production plant / Popova A. Y., Trukhina G. M., Mikailova O. M. //Gigiena i sanitariia. – 2016. – Т. 95. – №. 11. – С. 1083-1086.
152. Bosch A. Foodborne viruses: Detection, risk assessment, and control options in food processing / Bosch A., Gkogka E., Le Guyader F. S., Loisy-Hamon F., Lee A., Van Lieshout L., Phister T.// International Journal of Food Microbiology. – 2018. – Т. 285. – С. 110-128.
153. Mureşan C. C. Food Safety System (HACCP) as Quality Checkpoints in a Spin-Off Small-Scale Yogurt Processing Plant / Mureşan C. C., Marc R. A., Jimborean M., Rusu I., Mureşan A., Nistor A. Suharoschi R.// Sustainability. – 2020. – Т. 12. – №. 22. – С. 9472.
154. Suherman S. Review on hazard analysis and critical control point (HACCP) in the dairy product: Cheese / Suherman S., Janitra A. A., Budhiary K. N. S., Pratiwi W. Z., Idris F. A.//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2021. – Т. 1053. – №. 1. – С. 012081.
155. Raji I. A. Effect of food hygiene training on food handlers' knowledge in Sokoto Metropolis: a quasi-experimental study / Raji I. A., Oche O. M., Kaoje A. U., Awosan K. J., Raji M. O., Gana G. J., Abubakar A. U.//Pan African Medical Journal. – 2021. – Т. 40. – №. 1.
156. Hung Y. T. The implementation of a Hazard Analysis and Critical Control Point management system in a peanut butter ice cream plant / Hung Y. T., Liu C. T., Peng I. C., Hsu C., Yu R. C., Cheng K. C.//Journal of food and drug analysis. – 2015. – Т. 23. – №. 3. – С. 509-515.
157. Технический регламент Республики Таджикистан "Безопасность молока и молочной продукции" Душанбе, от 30 апреля 2016 года, № 190 [Электронный ресурс] –Режим доступа: http://standard.tj/documents/files/file_33.pdf
158. Технический регламент Республики Таджикистан "Безопасность

пищевой продукции" Душанбе, от 30 апреля 2016 года, №190 [Электронный ресурс] –Режим доступа: http://standard.tj/documents/files/file_34.pdf

159. ГОСТ 34352-2017 Сыворотка молочная–сырье. Технические условия. [Электронный ресурс] –Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200157889>

160. Peristeropoulou M. Implementation of the hazard analysis critical control point (HACCP) system to a dairy industry: evaluation of benefits and barriers / Peristeropoulou M., Fragkaki, A. G., Printzos, N., & Laina, I. //Food Nutri Diete. – 2015. – Т. 1. – №. 1. – С. 102.

161. ГОСТ 33958—2016 Сыворотка молочная сухая. Технические условия. [Электронный ресурс] –Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200142723>

162. Боган, В. И., Ребезов М. Б., Гайсина А. Р., Максимюк Н. Н., Асенова Б. К. Совершенствование методов контроля качества продовольственного сырья и пищевой продукции. Молодой ученый. 2013. № 10. с. 101–105.

163. Ребезов, М. Б., Несмеянова О. В. Технология получения новых кисломолочных и мясных биопродуктов функционального назначения на основе поликомпонентных смесей (патентный поиск). Экономика и бизнес. Взгляд молодых: мат. междунар. заочной научн.-практ. конф. молодых ученых, 3 декабря 2012 г. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. с. 263–265.

164. ISO 9001:2015 Quality management systems — Requirements – Tech. rep. URL: <https://www.dnvgl.be/publications/%7B%5C%%7D0Athe-new-iso-9001-2015-63171>, 2015.

165. ISO 22000:2018 Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain

166. Самадов Р. С. Совершенствование системы обеспечения качества колбасных изделий / Р. С. Самадов, О. Г. Тарасова //Научному прогрессу– творчество молодых. – 2016. – №. 2. – С. 37-38.

167. Burke, N. The dairy industry: Process, monitoring, standards, and quality / N. Burke, K. A. Zacharski, M. Southern, P. Hogan, M. P. Ryan, C. C. Adley // Descriptive

Food Science. – 2018. Vol. – 25.

168. Уварова В. М., Губер Н. Б., Асенова Б. К., Окусханова Э. К., Азильханов А. С. Методы оценки качества и безопасности сметаны // Молодой учёный. 2014. №10(69). С. 2013.

Основное содержание работы изложено в следующих публикациях:

Статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте РФ:

[A-1] Самадов Р. С. Перспектива производства функциональных продуктов питания на основе молочной сыворотки / Самадов Р. С. // Вестник технологического университета Таджикистана. – №. 4(47) 2021 Душанбе – 2021г - С. 99-105.

[A-2] Самадов Р. С. Влияние типа и концентрации щелочного агента на углеводный состав глюкозо-галактозного сиропа / Самадов Р. С., Икромии Х.И., Ципровича И., Мухидинов З. К. // Известия высших учебных заведений. пищевая технология. Учредители: Кубанский государственный технологический университет. - 2022. № 2-3(386-387) ISSN: 0579-3009 - с. 16-20.

Статьи в других изданиях

[A-3] Samadov R. The optimization of acid whey permeate hydrolysis for glucose-galactose syrup production / Samadov R., Ciprovica I., Majore K., Cinkmanis I. // Proceedings of the 13th Baltic Conference on Food Science and Technology, FOODBALT 2019 Joined with 5th North and East European Congress on Food, NEEFood. – 2019. Т 13. С. 254–257.

[A-4] Samadov R. The influence of whey permeate treatment on glucose-galactose syrup production / Samadov R., Ciprovica I. // 14th International Scientific Conference students on their way to science (undergraduate, graduate, post-graduate students) Collection of Abstracts April 26, 2019. – 2019. – С. 60.

[A-5] Самадов Р. С. Влияние термообработки пермеата молочной сыворотки на качество глюкозо-галактозного сиропа / Самадов Р. С., Икромии Х. И., Ципровича

И., Мухидинов З. К. // Сборник статей XI Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания» Саратов, 28-29 ноября 2019 г. / Под ред. Симаковой И.В., Неповинных Н.В. – Пенза: РИО ПГАУ, 2020. – С.130-134.

[А-6] Самадов Р. Функциональные продукты на основе биополимеров / Самадов Р., Икромии Х., Бобокалонов Дж. Т., Мухидинов З. К. // Наука и техника для устойчивого развития. Материалы республиканской научно-практической конференции. 28 апреля 2018 г. Душанбе. 278с. С. 30-33.

[А-7] Самадов Р. С. Совершенствование обеспечения качества кисломолочных продуктов в Республике Таджикистан / Самадов Р. С., Икромии Х. И. // Вклад молодых ученых в инновационное развитие Республики Таджикистан. Материалы республиканской научно-практической конференции. 28-29 апреля 2017 г. 256с. С. 53-64.

[А-8] Самадов Р. С. Влияние сахара на реологические свойства качества сгущенного молока и молочных продуктов / Назаров Ш.А., Курбонов Ф.Б., Самиев Н. К., Худойодов А., Самадов Р.С. // Вклад молодых ученых в инновационное развитие Республики Таджикистан. Материалы республиканской научно-практической конференции. 28-29 апреля 2017 г. 256с. С. 42-47.

[А-9] Самадов Р.С. Совершенствование системы обеспечения качества молочных продуктов / Самадов Р.С. // «Стандарт и качество» №2 март-апрель -2017 г. – С. 37-38.

Патенты

[А-10] Самадов Рамазон Саидович «Способ производства глюкозо-галактозного сиропа» // Малый патент №ТJ 1248. 2021г.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ҶУМҲУРИИ
ТОҶИКИСТОН



ИДОРАИ
ПАТЕНТӢ

НАХУСТПАТЕНТ

№ ТҶ 1248

БА ИХТИРОИ

Тарзи истеҳсоли сиропи глюкоза - галактоза

Дорандаи нахустпатент Саматов Р.С., Икромӣ Х.И., Муҳиддинов З.К.

Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон

Муаллиф(он) Саматов Р.С., Икромӣ Х.И., Муҳиддинов З.К.

Аввалияти ихтироъ 24.12.2021

Таърихи рӯзи пешниҳоди ариза 24.12.2021

Аризаи № 2101617

Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои

Ҷумҳурии Тоҷикистон 1 апрели с. 2022 ба қайд гирифта шуд

Нахустпатент
эътибор дорад аз 24 декабри с. 2021 то 24 декабри с. 2031

ДИРЕКТОР

Исмоилзода М.

«МУФОВИКА КАРДА ШУД»
 Директори МД «Маркази экспертизаи
 санитарно-эпидемиологӣ ва назорат
 дар нақлиёту сарҳадот»
 Н. Ятимов
 2022с.

«ТАСДИҚ МЕКУНАМ»
 директори
 ДСП «Комбинати Шири
 Душанбе»
 Р. Д. Хотамзода
 2022 с.



СИРОПИ ГЛЮКОЗА – ГАЛАКТОЗА

ШТ 9232 ҚТ 040003710.001-2022

ШАРТҲОИ ТЕХНИКӢ

Санаи амал аз «10» 05 соли 2022

ТАҲИЯ КАРДА ШУД:

аз тарафи докторанти PhD

Р.С. Самадов
 «10» апрел 2022с.



ДУШАНБЕ 2022



«Тасдиқ мекунам»

директори

ҚСҶ "Комбинати Шири Душанбе"

Ҷотамзода Р. Д.

« 22 / 09 2021 с.

САНАДИ ҶОРИКУНИ

Санади ҳақиқӣ оид ба ҷорикунӣ натиҷаҳои диссертатсияи докторанти PhD Самадов Рамазон Саидович дар мавзӯи “Технологияи истеҳсоли шарбати глюкоза – галактоза аз зардоби шир” (дар мисоли ҚСП “Комбинати шири Душанбе”), ки дар ҳақиқат ҳам тайи солҳои 2018 – 2019 коркард шудааст, тартиб дода шудааст.

Бо воридсозии натиҷаҳои ин тадқиқот умед бар он дорем, ки яке аз масъалаҳои муҳими таъмини аҳоли бо ғизои аз ҷиҳати экологӣ тоза дар тамоми фаслҳои сол пурарзиш маҳсуб меёбад, бо коркарди технологияи истеҳсоли шарбати глюкоза – галактоза аз зардоби шир роҳи халли ҳешро меёбад. Бо истифодаи технологияи мазкур метавон партовҳои маҳсулоти шириро дар ҷумҳурӣ пурра корард намуд, ки ин барои истеҳсоли маҳсулоти бепартов заминаи хуберо фароҳам меорад.

Инчунин шарбати глюкоза галактоза – хусусиятҳои функционали дошта барои бемориҳои диабети қанд дошта ва як қатор бемориҳои дигар низ тавсия дода мешавад.

Ҳамзамон қайд кардан бамаврид аст, ки шарбати глюкоза – галактозаро барои истифода дар истеҳсоли маҳсулоти каннодӣ (кулчақанд, яхмос, торт ва ғ.) ҳамчун ивазкунандаи қанд тавсия дода мешавад.

Технолог:

Назарбекова Н. З.



Махмамов А. Х.

« 20 » 11 2022 г.

АКТ

об испытании применения глюкозно-галактозного сиропа при производстве пряников на ЗАО «Лаззат», г. Душанбе

В цехе ЗАО «Лаззат» в октябре 2022 г. проведено испытание применение глюкозно-галактозного сиропа (ГГС) для получения пряников по ГОСТ 15810-2014 – Изделия кондитерские. Изделия пряничные. Общие технические условия.

ГГС был получен из пермеата молочной сыворотки путём гидролиза лактозы ферментативным способом по разработанной нами технологии (Патент ТД №1248, Способ производства ГГС, 24.12.2021, Бюл. №182 (2022)). Полученный ГГС был использован в качестве сахарозаменителя и вкусоароматической добавки для производства пряников с применением разработанной и обоснованной принципиальной технологической схемы производства данного продукта на ЗАО «Лаззат», г. Душанбе. В испытание был использован ГГС с массовой долей сухих веществ 70 %, нейтрализованный 5 % пищевой содой и 5 % едким натрием.

Результаты данного испытания показали, что полученный продукт с использованным ГГС с массовой долей сухих веществ 70 %, нейтрализованного 5 % пищевой содой по сравнению с образцом нейтрализованным 5 % едким натрием обладает ярко выраженным сладким вкусом и ароматом, свойственными данному наименованию пряничного изделия, соответствующими вносимым вкусоароматическим добавкам, без посторонних привкуса и запаха, что соответствует требованиям ГОСТ 15810-2014. Следует отметить, что по остальным органолептическим характеристикам исследуемые образцы полностью соответствовали требованиям нормативного документа.

Результаты сенсорного анализа (оценки) полученного продукта с использованным ГГС с массовой долей сухих веществ 70 %, нейтрализованного 5 % пищевой содой, проведенного по гедонистической

шкале с участием 25 потребителей различных областей пищевой промышленности на приемлемость имели очень хорошие признание: более 70 % потребителей описывали их «мне это слегка нравится». Результаты сенсорной оценки на вкусовые качества, в котором оценивались цвет корочки, аромат, твёрдость, сладкий тест и послевкусие также были удовлетворительными – оценщики в восприятии ароматов оценили их как «очень приятные».

Таким образом, рекомендовано использовать ГГС с массовой долей сухих веществ 70 % (нейтрализованный 5 % пищевой содой) при производстве пряников вместо импортного сахара с внедрением данной технологии в производственном цикле ЗАО «Лаззат», г. Душанбе.

По расчетам специалистов предприятия экономический эффект от использования ГГС с массовой долей сухих веществ 70 % при производстве пряников составляет 827 сомони на тонну готового продукта.

Главный инженер ЗАО «Лаззат»

Махкамов О. Х.

Начальник экономического сектора

Гайратов С. И

ЗАО «Лаззат»

Гл. науч. сотр. Института Химии НАНТ

Мухиддинов З. К.

Й. о. доцента кафедры ТПП ТУТ

Икромии Х. И.

Докторант PhD ТУТ

Самадов Р. С.



Latvia University of Life Sciences and Technologies
Faculty of Food Technology

FOODBALT 2019
NEEFOOD 2019

May 2-3
2019

CERTIFICATE

OF ATTENDANCE

issued to

Ramazon Samadov

for participation at

FoodBalt 2019

**13th Baltic Conference on Food Science
“FOOD. NUTRITION. WELL-BEING”**

and

NEEFood 2019

5th North and East European Congress on Food

Conference chair
Dean, *Dr.sc.ing.* Martins Sabovics



May 2-3, 2019, Jelgava, Latvia



Latvia University
of Life Sciences
and Technologies



July 23, 2019

Reg. No. 2.5.-15/47

Certificate

This is to certify that

RAMAZON SAMADOV

has studied as a visiting PhD student in the

framework of the Latvian State Scholarship Programme

from **03.09.2018.** to **25.07.2019** at

Latvia University of Life Sciences and Technologies.

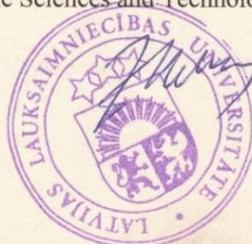
Study period conducted research on “*Development a new functional food from biopolymers of agriculture (dairy) by-products*” under the supervising prof., Dr.sc.ing Inga Ciproviča.

PhD studies included following topics:

- Study of microstructure of biopolymers based on secondary dairy raw materials,
- Investigation of microbiological characteristics of biopolymers on the basis of secondary dairy raw products,
- Theoretical analysis of the use of proteins as a texture modifiers and the structure element of the creation functional dairy products,
- Structural and mechanical characteristics of dietary fiber of various origins,
- Development of new technology of products from secondary dairy raw materials, analysis of their texture and sensory properties.

On behalf of Latvia University of Life Sciences and Technologies

Chancellor Ziedonis Helvigs





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

СЕРТИФИКАТ

подтверждает, что

Самадов Р. С.

участвовал(а)

**В МЕЖДУНАРОДНОМ ФОРУМЕ
СТУДЕНТОВ, МАГИСТРАНТОВ И
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Министр,
Председатель организационного комитета



Кудайбердиева Г.К.

Иссык-Куль - 2017

CERTIFICATE

This is to certify that

Ramazon Samadov

has participated in the 14th International Scientific Conference

Students on Their Way to Science

held on 26 April 2019 at the Latvia University of Life Sciences and Technologies

26 April, 2019, Jelgava, Latvia

Chairman of Conference Committee:

Voldemars Bariss,

Head of Centre of International Cooperation

