

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ»

На правах рукописи

КРАСНОВА ЮЛИЯ ВАЛЕРЬЕВНА

**РАЗРАБОТКА БИОТЕХНОЛОГИЙ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ
НА ОСНОВЕ ПЕКТИН-СЫВОРОТОЧНЫХ ГЕЛЕЙ**

Специальность 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических
активных веществ

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель
д.б.н., проф. Бутова С.Н.

Москва – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
ГЛАВА 1 Обзор литературы.....	11
1.1 Разработка функциональных продуктов питания – основа здоровья нации	11
1.2 Промышленный потенциал молочной сыворотки и ее питательная ценность	16
1.3 Перспективы создания низколактозных продуктов питания.....	21
1.4 Характеристики фермента β -галактозидазы и его природных источников.....	23
1.5 Пектин и его характеристика.....	27
1.6 Биологическое действие и направления применения пектина в технологии продуктов здорового питания.....	33
ГЛАВА 2 Объекты и методы исследования.....	40
2.1 Объекты исследований.....	40
2.2 Методы исследований.....	43
ГЛАВА 3 Результаты экспериментов и их обсуждение.....	50
3.1 Исследование параметров получения низколактозной молочной сыворотки.....	50
3.2 Сравнительная характеристика пектинов из различных видов растительного сырья.....	55
3.2.1 Изучение биохимических свойств пектинов.....	55
3.2.2 Изучение сорбционной способности пектинов.....	56
3.2.3 Изучение влияния пектинов на микроорганизмы <i>in vitro</i>	58
3.3. Изучение условий структурообразования низколактозных пектин-сывороточных гелей.....	60
3.3.1 Исследование зависимости структурообразования пектин-сывороточных гелей от концентрации яблочного пектина.....	61

3.3.2	Исследование зависимости структурообразования пектин-сывороточных гелей от активной кислотности.....	63
3.3.3	Влияние концентрации сахарозы на процесс гелеобразования пектина в молочной сыворотке.....	65
3.3.4	Влияние температуры на вязкость пектин-сывороточных гелей.....	66
3.3.5	Влияние продолжительности хранения на прочность пектин-сывороточных гелей.....	68
3.4.	Разработка технологии сокосодержащего низколактозного функционального напитка.....	70
3.4.1	Обоснование рецептуры сокосодержащего низколактозного функционального напитка	70
3.4.2	Разработка технологической схемы производства сокосодержащего низколактозного функционального напитка.....	79
3.5.	Разработка технологии низкожирного майонезного соуса.....	81
3.5.1	Обоснование рецептуры низкожирного майонезного соуса.....	81
3.5.2	Разработка технологической схемы производства низкожирного майонезного соуса.....	90
ГЛАВА 4 Экономическая часть.....		93
4.1	Оценка экономической эффективности проекта производства низколактозного сокосодержащего функционального напитка.....	93
4.2	Оценка экономической эффективности проекта производства низкожирного майонезного соуса.....	96
Заключение.....		99
Список сокращений		101
Список литературы.....		102
Приложение А (обязательное) Технические условия на низколактозный сокосодержащий функциональный напиток.....		121

Приложение Б (обязательное) Технологическая инструкция на производство низколактозного сокосодержащего функционального напитка	131
Приложение В (обязательное) Технические условия на низкожирный майонезный соус.....	135
Приложение Г (обязательное) Технологическая инструкция на производство низкожирного майонезного соуса.....	145
Приложение Д (обязательное) Акт производственных испытаний.....	149

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Одной из ключевых задач государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения является обеспечение граждан продуктами функционального назначения, обогащенными незаменимыми компонентами и биологически активными веществами. Особое внимание уделяется экологичным биотехнологическим способам переработки вторичного сырья с целью создания новых функциональных продуктов, удовлетворяющих потребности организма человека. Перспективным источником для создания такой продукции является молочная сыворотка. Молочная сыворотка обладает большим биопотенциалом. Известно, что в состав сывороточных белков входят все незаменимые аминокислоты, их количественное содержание приближено к аминокислотному составу «идеального» белка. Кроме сывороточных белков в ней содержатся молочный жир, небелковые азотистые соединения, соли и микроэлементы, витамины и органические кислоты, ферменты и иммунные тела.

Несмотря на высокую биологическую и пищевую ценность, низкую себестоимость сыворотки, объем ее переработки составляет всего около 30%. Существуют технологии переработки молочной сыворотки, базирующиеся на физических методах с использованием мембранных процессов (ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос, электродиализ и пр.), концентрировании и т.д. Однако внедрение данных технологий требует дополнительных затрат, капитальных вложений и переоборудования производства, что весьма проблематично в рамках уже функционирующего предприятия.

Переработка молочной сыворотки с применением биотехнологических методов позволяет избежать потерь ценных питательных веществ, улучшить органолептические и реологические характеристики, снизить содержание лактозы в ней. В работе рассмотрен процесс гидролиза молочной сыворотки с применением фермента β – галактозидазы из бактерий *Bacillus licheniformis*.

Преимуществами данного фермента являются термостабильность, более высокая удельная активность и способность работать в широком диапазоне рН в сравнении с ферментами, полученными из дрожжей.

Получение низколактозной молочной сыворотки с применением ферментативной обработки является практически значимым при разработке биотехнологий функциональных продуктов питания, в том числе, для людей, страдающих лактазной недостаточностью.

При производстве функциональных продуктов питания большое внимание уделяется натуральным, безвредным, гипоаллергенным компонентам, обладающим биологической активностью и способным улучшать органолептические свойства продукта. Одним из таких веществ является пектин. Он применяется в пищевой промышленности в качестве загустителя, гелеобразователя, стабилизатора и эмульгатора.

Пектин обладает комплексообразующей способностью, угнетает рост патогенных и условно патогенных микроорганизмов, положительно влияет на жизнедеятельность полезной микрофлоры кишечника, удаляет из организма токсины и радионуклиды, способен блокировать раковые клетки, замедлять их агрегацию и распространение (Gunning A.P., Bongaerts R.J.M., Morris V.J., 2009, Kidd P.M., 1997 и др.). Наличие у одного вещества столь разнообразных качеств, каждое из которых представляет самостоятельный технологический интерес, определяет пектин как биополимер, особенно ценный для применения в технологии функциональных продуктов питания.

Исходя из всего вышперечисленного актуальной является разработка биотехнологий функциональных продуктов питания на основе пектин-сывороточных гелей.

Степень разработанности проблемы. Проведенные исследования основаны на научно-теоретических трудах и экспериментальных исследованиях ученых: С.Н. Бутовой, Л.В. Донченко, С.Г. Козлова, А.А. Кочетковой, Н.Н. Липатова, О.Я. Мезеновой, П.Г. Нестеренко, А.П. Нечаева, О.В. Тюльпиной, А.Г. Храмцова и других ученых, работающих над этой проблемой.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы являлась разработка биотехнологий функциональных продуктов питания на основе пектин-сывороточных гелей.

В рамках поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

1) определить оптимальные параметры получения низколактозной молочной сыворотки с применением ферментного препарата β – галактозидазы Nola Fit[®] из бактерий *Bacillus licheniformis*;

2) исследовать сорбционные свойства пектинов из различных видов растительного сырья и их зависимость от pH среды;

3) исследовать антибактериальные свойства пектинов и их зависимость от концентрации пектинового раствора;

4) изучить закономерности структурообразования пектин-сывороточных гелей на основе гидролизованной молочной сыворотки;

5) изучить особенности старения пектин-сывороточных гелей;

6) разработать технологии сокосодержащего низколактозного функционального напитка и низкожирного майонезного соуса, определить соответствие показателей качества разработанной продукции технической документации;

7) исследовать изменения свойств сокосодержащего низколактозного функционального напитка и низкожирного майонезного соуса при хранении и установить их сроки годности.

Научная новизна работы. Научно обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность и перспективность производства функциональных продуктов с использованием пектин-сывороточных гелей на основе низколактозной молочной сыворотки.

Установлена зависимость сорбционной способности цитрусового, яблочного и черносмородинового пектинов от pH среды по отношению к тяжелым металлам (свинец, кадмий), меди.

Доказано, что яблочный пектин обладает лучшими антибактериальными свойствами по сравнению с цитрусовым и черносмородиновым пектинами. Установлена корреляция между увеличением концентрации пектиновых растворов и угнетением жизнеспособности патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, таких как *P. vulgaris*, *P. aeruginosa*, *S. viridans*, *B. Subtilis*.

Установлены условия влияния активной кислотности среды, концентрации сахарозы и пектина, температуры на физико-химические закономерности структурообразования низколактозной молочной сыворотки с пектинами, позволяющие разрабатывать различные продукты питания с заданными реологическими свойствами.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретические выводы, полученные при изучении процесса ферментативного гидролиза лактозы молочной сыворотки и при исследовании изменения свойств пектин-сывороточных гелей под влиянием различных факторов, явились основой для решения задачи по разработке биотехнологий сокосодержащего низколактозного функционального напитка и низкожирного майонезного соуса с использованием пектин-сывороточных гелей на основе гидролизованной молочной сыворотки и яблочного пектина.

Определены технологические параметры гидролиза лактозы в молочной сыворотке ферментным препаратом β – галактозидазы Nola Fit[®] из бактерий *Bacillus licheniformis*.

Разработана техническая документация (технологическая инструкция, технические условия) на низколактозный сокосодержащий функциональный напиток «Пектосомол» и низкожирный майонезный соус «Юливия».

Результаты диссертации апробированы в промышленных условиях. Выработка опытной партии продуктов осуществлялась на производственной площадке ОАО «Дашковка» (Московская обл., г.о. Серпухов, д. Калиново).

Результаты исследований используются в учебном процессе при изучении дисциплин «Химия природных органических соединений», «Технология биологически активных добавок» учебного плана направления 190302 «Продукты питания из растительного сырья».

Методология и методы исследования. В основе организации и проведения исследований лежат труды российских и зарубежных ученых, направленные на изучение молочной сыворотки и пектинов, и труды по модификации молочной сыворотки для улучшения ее потребительских свойств.

В работе использовались физико-химические методы для определения свойств и состава изучаемых объектов, включающие метод изучения реологических свойств с применением ротационного вискозиметра «Реотест», метод тонкослойной хроматографии, а также методы микробиологической и органолептической оценки качества разрабатываемой продукции.

Основные положения, выносимые на защиту:

1) Способ получения низколактозной молочной сыворотки с применением ферментного препарата β – галактозидазы Nola Fit[®] из бактерий *Bacillus licheniformis*.

2) Результаты исследования сорбционной способности и антибактериальных свойств пектинов из различных видов растительного сырья.

3) Закономерности изменения свойств низколактозной молочной сыворотки под влиянием пектина и технологических параметров.

4) Технология сокодержащего низколактозного функционального напитка.

5) Технология низкожирного майонезного соуса.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация соответствует пунктам 4, 5, 10 паспорта специальности 05.18.07 – «Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ».

Степень достоверности результатов. Достоверность полученных результатов подтверждена применением современных физико-химических методов анализа, актом проведения испытания разработанной технологии на производственных мощностях ОАО «Дашковка». Статистическую обработку данных проводили с доверительно вероятностью 0,95 в программе Microsoft Office Excel.

Личный вклад диссертанта заключается в проведении сбора и анализа литературных данных, планировании и реализации научных экспериментов, обобщении результатов исследований и оформлении диссертации, участии в подготовке материалов научных публикаций.

Апробация результатов работы. Результаты исследований были представлены на конференции «Национальная безопасность России» (Москва, 2011 г.), XII Международном форуме «Высокие технологии XXI века (Москва, 2011 г.), IX Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты» (Москва, 2011 г.), V Международной научно-практической конференции «Роль науки в развитии общества» (Ницца, Франция, 2012 г.), Международной научной конференции с элементами научной школы «Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств (Тверь, 2013 г.), XIII Международном биотехнологическом форуме-выставке «РосБиоТех-2019» (Москва, 2019 г.), Международной конференции «Научные исследования стран ШОС: Синергия и интеграция» (Пекин, Китай, 2019 г.).

Получен диплом на конкурсе Рособразования за научную работу на тему: «Получение биопектина из отходов плодово-ягодного и овощного сырья микробиологическим путем и применение его в производстве средств специального назначения», (КубГТУ, 2010 г.).

По результатам диссертационной работы опубликовано 12 печатных работ, из них 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и 5 приложений. Основной текст работы изложен на 150 страницах, содержит 18 рисунков и 35 таблиц. Список использованной литературы включает 162 источника.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Разработка функциональных продуктов питания – основа здоровья нации

Создание функциональных продуктов высокого качества, обладающих пищевой и биологической ценностью – основное направление современной пищевой промышленности.

Необходимость создания теоретических основ и технологий производства функциональных продуктов питания обусловлена увеличением спроса и необходимостью расширения ассортимента данной продукции. Известно, что функциональные продукты питания – продукты, которые способны улучшать физиологические процессы в организме человека и повышать его сопротивляемость заболеваниям, обеспечивая сохранность здоровья и возможность вести активный образ жизни [44].

В связи с быстрым темпом роста численности населения и ухудшением экологии остро встает вопрос разработки функциональных продуктов питания, обогащенных питательными и биологически активными веществами.

Несбалансированное питание - основной фактор современного образа жизни, формирующий состояние здоровья населения.

Высокая калорийность пищевой продукции, потребление насыщенных жиров, низкая пищевая ценность, в том числе недостаток микронутриентов и пищевых волокон, являются причинами развития ряда заболеваний и снижения качества жизни населения [101].

Следует выделить ряд факторов, влияющих на ухудшение здоровья населения.

В первую очередь – резкое увеличение количества рафинированных продуктов в питании человека. В результате очистки продуктов питания от балластных веществ, в их составе значительно снизилось количество

растительных волокон, многих витаминов, других необходимых пищевых компонентов и увеличилось содержание легко усваиваемых углеводов [99].

Кроме того, изменение соотношения питательных компонентов пищи в рационе населения в сторону увеличения жиров и «быстрых» углеводов, которое приводит к нарушению обмена веществ, и как следствие может вызвать серьезные физические изменения в организме.

Дефицит белков в рационе человека, ведущий к белковой недостаточности. Белки участвуют в транспортной и ряде других специфических функций организма, являются строительным материалом тканей, являются составляющей основы ферментов и гормонов. Суточная потребность организма в белке в среднем составляет 75 грамм [71]. Белки организма постоянно обновляют свой состав и для этого необходимо постоянное поступление аминокислот, поскольку организм практически лишен резервов белка. Единственным источником аминокислот являются белки пищи. Считается, что основная часть белка должна поступать за счет продуктов животного происхождения и составлять около 60% суточного количества белка у взрослого человека и 80% у детей для удовлетворения потребности организма в аминокислотах [2].

Недостаточное потребление витаминов оказывает отрицательное воздействие на здоровье человека, рост и развитие подрастающего поколения и является постоянно действующим и распространённым фактором, который в конечном итоге влияет на жизнеспособность всей нации. Поэтому разработка витаминизированных продуктов питания является необходимым шагом для снижения проблем здоровья населения [100].

Особо следует отметить снижение поступления в организм минеральных веществ. Они регулируют водно-солевой обмен и кислотно-щелочной баланс, входят в состав ферментных систем, влияют на рост и развитие организма и участвуют в различных обменных процессах организма. Недостаточное поступление в организм макро- и микроэлементов может привести к возникновению патологических состояний.

Немаловажным фактором также является состояние экологии, которое помимо отравлений организма вредными веществами из внешней среды приводит к снижению иммунитета человека и ухудшению обмена веществ в организме. Существуют исследования, свидетельствующие о наличии влияния уровней загрязнений окружающей среды на рост проявлений нарушения иммунитета и иммунологической патологии [17]. Развитие иммунологической недостаточности часто происходит под влиянием радиации, тяжелых металлов, пестицидов, диоксидов и нитратов, что сопровождается, в свою очередь, снижением общей сопротивляемости организма и ростом заболеваемости. В связи с этим требуется разработка функциональных продуктов с применением специальных компонентов, направленных на связывание и выведение из организма тяжелых металлов, токсичных веществ внешнего и внутреннего происхождения [9, 47].

Следует выделить такой фактор, как малоподвижность людей. Снижение двигательной активности детей и молодежи всего мира становится по признанию ЮНЕСКО и других крупных международных общественных организаций всемирной опасностью для сохранения человечества на планете [5]. Увеличение количества различных средств передвижения, колоссальное развитие информационных технологий, автоматизация и механизация труда приводят к гиподинамии населения. Из-за снижения двигательной активности, недостатка в рационе пищевых волокон, витаминов и минералов, употребления продуктов с большим содержанием жира и простых углеводов, происходят нарушения обмена веществ, которые приводят к возникновению заболеваний различной этиологии.

По оценкам ВОЗ, с 1975 по 2016 год число людей, страдающих ожирением, во всем мире выросло более чем втрое. В динамике с 2013 года среди взрослого населения в возрасте 18 лет и старше отмечен рост возникновения данного заболевания в 1,7 раза. Статистический анализ, проведенный в 2018 году в Российской Федерации, в целом прогнозирует рост показателей заболеваемости ожирением [72]. Избыточная масса тела один из

основных факторов риска возникновения таких неинфекционных заболеваний, как сердечно-сосудистые (главным образом, болезни сердца и инсульт), диабет, нарушения опорно-двигательной системы; некоторые онкологические заболевания. По сравнению с большинством европейских стран смертность в Российской Федерации от хронических болезней, вызванных в значительной степени ожирением, намного выше [73].

Профилактика заболеваний, вызванных алиментарным фактором, основана на обучении населения принципам и навыкам рационального питания, а также организации питания с использованием разнообразных наборов функциональных продуктов, соблюдением калорийности рациона, применением в необходимых случаях препаратов витаминов.

Одной из ключевых задач государственной политики в области здорового питания является развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения, диетических (лечебных и профилактических) пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище, в том числе для питания в организованных коллективах (трудовые, образовательные и др.) [73].

Все это свидетельствует о необходимости разработки функциональных продуктов питания. При создании таких продуктов используют сырье животного и растительного происхождения для обогащения незаменимыми веществами [10].

В качестве сырья животного происхождения большие перспективы применения в производстве функциональных продуктов питания имеет молочная сыворотка, так как она обладает высокой биологической ценностью, в ее состав входят питательные компоненты молока, в том числе сывороточный протеин, который состоит из группы молочных белков, β -лактоглобулина, α -лактоальбумина, сывороточного альбумина и иммуноглобулина [109, 132]. В области переработки молочной сыворотки учеными ведутся исследования в направлении создания функциональных продуктов питания. Существуют

технологии переработки молочной сыворотки, основанные, например, на физических методах ее концентрирования на базе мембранных процессов (обратный осмос, электродиализ, ультрафильтрация, нанофильтрация, и пр.) [15, 49]. В настоящее время на отечественном рынке имеются разработки пищевых продуктов на основе молочной сыворотки, дополнительно обогащенных питательными компонентами. Однако их ассортимент невелик.

Преимуществом растительного сырья в сравнении с другими источниками является его богатая пищевая ценность, а также содержание пищевых волокон. Пищевые волокна – остатки растительных клеток, представленные полисахаридами и лигнином, которые устойчивы к гидролизу пищеварительными ферментами организма и не адсорбируются в тонком кишечнике человека и полностью или частично ферментируются в толстом кишечнике. Этот низкокалорийный полисахаридный комплекс очищает организм от тяжелых металлов и токсичных элементов, остаточных пестицидов, радионуклидов, нитратов, нитритов, избытка холестерина, что способствует профилактике хронических интоксикаций, нормализации аппетита, предупреждает развитие рака толстой кишки [119]. Известно, что потребление пищевых волокон снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний, ишемической болезни сердца, диабета, ожирения и позволяет улучшать иммунную функцию организма [8].

Пищевые волокна также обладают рядом технологических свойств, среди которых можно выделить способность образовывать гели и стабилизировать пищевые системы, позволяющих применять их в различных отраслях промышленности, в том числе в пищевой, косметической и фармацевтической.

Из пищевых волокон, в свою очередь, следует выделить пектины – природные полисахариды растительного происхождения, обладающие широким спектром функциональных свойств, способные эффективно связывать, блокировать и ускорять выведение из организма токсинов, радионуклидов и тяжелых металлов. Пектины активно используют в фармакологии в качестве профилактического и лекарственного средства при

заболеваниях желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), нарушениях липидного обмена и т.д. Производство и потребление пектиновых веществ имеет большие перспективы роста и развития [8, 13, 16, 75, 102, 103, 145].

Таким образом, следует обратить внимание на использование пектин-сывороточных гелей на основе гидролизованной молочной сыворотки и пектина в технологии функциональных продуктов питания. Комплекс сывороточных белков и пектина является уникальным источником ценных аминокислот и пищевых волокон.

1.2 Промышленный потенциал молочной сыворотки и ее питательная ценность

В России насчитывается более 1500 предприятий молочной промышленности, побочным продуктом переработки которых может являться сыворотка [61]. На протяжении последних трех лет в России наблюдается увеличение производства сыворотки. В 2018 году в России было произведено 706 872,7 тонн сыворотки, что на 4,4% выше объема производства предыдущего года [91]. Ожидается, что рынок молочной сыворотки будет стремительно развиваться. Но из всего объема производимой сыворотки перерабатывается только 20-30%, некоторая часть идет на корм сельскохозяйственным животным, а остальная сливается на поля и в сточные воды.

Молочная сыворотка представляет собой ценное вторичное сырье. Целесообразность ее использования обсуждается многими авторами [84, 106, 127] и необходимо выделить следующие основные аспекты ее применения:

- пищевая ценность, позволяющая использовать молочную сыворотку в разработке функциональных продуктах питания;
- снижение объемов выбросов молокоперерабатывающей промышленности и уменьшение негативного влияния на экологию в целом;

- доступность молочной сыворотки, как сырья, с учетом представленных данных об объемах производства в России;
- снижение себестоимости готовой продукции при частичной или полной замене молочного сырья без потери качества готового продукта.

Недостаток в пище полноценных (животных) белков, содержащих незаменимые аминокислоты, может привести к различным нарушениям работы организма, в том числе развитию отрицательного азотистого баланса, истощению, задержке физического, умственного и речевого развития, нарушению функций нервной системы и др. [46, 90].

Необходимо отметить, что молочная сыворотка обладает большим биопотенциалом, в ее составе содержатся белки, молочный жир, лактоза, минеральные вещества, что составляет до 50% сухих веществ молока [52].

Известно, что в состав сывороточных белков входят все незаменимые аминокислоты и по количеству их содержание приближено к аминокислотному составу "идеального" белка (таблица 1).

По общему содержанию аминокислот подсырная и творожная сыворотки практически не отличаются, по качественному составу в творожной сыворотке по сравнению с подсырной содержится больше валина, фенилаланина, лейцина и изолейцина. По сравнению с исходным молоком в молочной сыворотке содержится большее количество свободных аминокислот [3, 115].

Биологическая ценность сывороточных белков выше по сравнению с другими протеинами животного и растительного происхождения [157]. Известно, что для обеспечения суточной потребности человека в незаменимых аминокислотах требуется 14,5 г сывороточного белка в нативном состоянии, в то время как общего белка коровьего молока требуется 28,4 г, а яичного – 17,4 г [115]. Благодаря составу молочной сыворотки возможно ее применение в производстве детских молочных продуктов, так как содержащиеся в ней белки больше соответствуют составу белков женского молока, чем белки коровьего молока [56].

Таблица 1 – Содержание незаменимых аминокислот в белке молочной сыворотки и "идеальном" белке (FAO и ВОЗ) [115]

Незаменимые аминокислоты	Содержание аминокислот, г/100 г белка	
	"Идеальный" белок	Белок молочной сыворотки
Изолейцин	4,0	6,2
Лейцин	7,0	12,3
Лизин	5,5	9,1
Метионин, цистин	3,5	5,7
Фенилаланин, тирозин	6,0	8,2
Треонин	4,0	5,2
Триптофан	1,0	2,2
Валин	5,0	5,7

Белки молочной сыворотки представлены в основном глобулярными белками. Можно выделить следующие основные фракции сывороточных белков: β - лактоглобулин, α -лактоальбумин, протеозопептоны, иммуноглобулины и альбумин сыворотки крови [67, 98]. Характеристики фракций сывороточных белков приведены в таблице 2.

Молочная сыворотка отличается низким содержанием жира до 0,5% и степень его дисперсности более высокая, чем в молоке (размер жировых шариков составляет 0,5- 1,0 мкм), что в свою очередь положительно влияет на пищеварительные процессы, происходящие в организме человека при его всасывании, и обеспечивает его хорошую усвояемость [118].

В технологии производства творога в процессе образования творожного сгустка происходит гидролиз жира, что обеспечивает содержание в творожной сыворотке большого количества жирных кислот [117].

Таблица 2 – Основные фракции сывороточных белков [4, 18, 92].

Фракция сывороточного белка	Содержание в белке, %	Молекулярная масса, кДа	Изоэлектрическая точка, рН
β - лактоглобулин	50-55	18,3	5,3
α - лактоальбумин	20-25	14,2	5,1
Протеозопептоны	16-18	4-200	3,7
Иммуноглобулины	10-15	150-1000	4,6-6,0
Альбумин сыворотки крови	5-10	69	4,7

Кроме сывороточных белков и молочного жира в сыворотке содержатся иммунные тела, небелковые азотистые соединения, органические кислоты, витамины и минералы, пробиотики и другие вещества цельного молока [112, 129, 155].

Например, в подсырной сыворотке обнаружено (данные на 100 г): 25,5 мг общего небелкового азота, 13,4 мг мочевины, 3,9 мг свободных аминокислот, 1,8 мг креатина и другие азотистые соединения [116].

В состав сыворотки переходят водо- и жирорастворимые витамины молока: витамины группы В, аскорбиновая, никотиновая кислоты, витамины А, D и Е. Содержание пиридоксина, рибофлавина и холина в сыворотке больше чем в самом молоке, что обусловлено выработкой данных биологически активных веществ молочнокислыми бактериями [57, 115].

Молочная сыворотка богата солями и минеральными элементами такими как калий, магний, кальций, натрий, фосфор, хлор. В ее состав переходят почти все вводимые при выработке основного продукта микроэлементы молока и соли [113].

Разработан ряд стандартов, регламентирующих качество молочной сыворотки, как сырья, используемого для дальнейшей переработки, а также для использования в производстве пищевых продуктов и продуктов детского питания. Данные документы устанавливают требования к органолептическим,

физико-химическим, микробиологическим показателям молочной сыворотки и продуктов ее переработки (таблица 3) [36, 38, 42].

Таблица 3 – Нормы физико-химических показателей сыворотки [36]

Наименование показателя	Значение показателя для молочной сыворотки			
	подсырной несоленой	подсырной соленой	творожной	казеиновой
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
Массовая доля хлористого натрия, %, не более	-	1,5	-	-
Титруемая кислотность, °Т, не более	20	20	70	90
Температура, °С, не выше	6			

Приведенные данные по составу показывают, что молочная сыворотка является ценным пищевым сырьем. Ее биологическая ценность приравнивается к биологической ценности молока, что говорит о необходимости комплексной переработки и использовании сыворотки в диетическом питании.

Однако сыворотка обладает специфическим привкусом, повышенной кислотностью, нестойкостью при хранении, визуальной непривлекательностью [65]. Так, в процессе хранения лактоза подвергается молочнокислому брожению, что приводит к повышению титруемой кислотности из-за образования молочной кислоты. Помимо этого, могут накапливаться нежелательные и вредные вещества в результате гидролиза белков и жира, вследствие чего происходит изменение вкуса сыворотки. Поэтому практически нецелесообразно использовать необработанную

молочную сыворотку для производства после хранения, и рекомендуется проводить ее переработку в первые часы выработки [57].

Устранить данные недостатки, повысить стабильность при хранении и улучшить потребительские качества позволяет обработка высокомолекулярными соединениями, обладающими способностью образовывать гели.

Для получения дисперсных систем с заданными структурно-механическими характеристиками из молочной сыворотки предлагается исследование гелеобразования с использованием пектина из различных видов растительного сырья.

1.3 Перспективы создания низколактозных продуктов питания

Лактаза расщепляет лактозу на две молекулы моносахаридов – глюкозу и галактозу, – а также обладает другой энзиматической активностью: флоризин-гидролазной, гликозилцерамидазной и β -галактозидазной. Благодаря этому данный фермент может принимать участие в расщеплении гликолипидов. Лактаза является ферментом мембранного пищеварения [108].

Лактазная недостаточность (ЛН) развивается в результате снижения или полного отсутствия фермента лактаза-флоризин-гидролаза в эпителии слизистой оболочки тонкой кишки и является наиболее частой формой дисахаридазной недостаточности [69, 128].

Непереносимость лактозы – широко распространенное состояние. Ему подвержены в России около 40% взрослых.

Разделяют первичную и вторичную ЛН. Первичная ЛН является врожденной и характеризуется сниженной активностью лактазы. Вторичная ЛН - приобретенная, как правило, возникает в результате инфекционных, иммунных, воспалительных процессах или при атрофических изменениях в кишечнике. Отсутствие или недостаточная активность лактазы вызывает сильную диарею, тошноту, головокружения, вздутие и боли в животе.

Врачами-диетологами рекомендуется не прекращать употребление молочных продуктов, а принимать вместе с ними ферментные препараты и/или заменять молочные продукты функциональными безлактозными или с пониженным содержанием лактозы продуктами питания.

Лактазная непереносимость приводит к сокращению поступления в организм необходимых питательных веществ, содержащихся в молоке и молочных продуктах. Использование низколактозных и безлактозных продуктов в диете обеспечивает снабжение аминокислотами, кальцием и другими макро- и микронутриентами молока, позволяет скорректировать содержание белка в рационе, нормализовать деятельность желудочно-кишечного тракта.

Существуют исследования, направленные на разработку различных концентратов и продуктов лечебно-профилактического назначения на основе молочной сыворотки, обогащенные микронутриентами, пре- и пробиотиками [53].

Коллективом авторов ПАО "Молочный комбинат "Воронежский" запатентованы ряд безлактозных продуктов. Изобретения описывают производство безлактозного творога, кефира, йогурта и кисломолочного продукта с содержанием лактозы в готовом продукте 0,05-0,1 г в 1000 г. [77, 78, 79, 80, 82].

Также известно изобретение, описывающее получение безлактозного напитка из молочной сыворотки путем ее ферментации, внесения закваски на основе культур термофильного стрептококка и болгарской палочки и фруктового наполнителя [81].

Известен ряд исследований, направленных на изучение условий обработки молочной сыворотки растворимой и иммобилизованной β -галактозидазой с последующим исследованием ее влияния на технологию производства концентратов сыворотки [94, 95].

На российском рынке представлены следующие безлактозные продукты: молоко и мороженое фирмы Валио, молоко, сыр, сливки, йогурт питьевой Останкинского молочного комбината, молоко фирмы ООО «Арла Фудс»,

молоко, йогурт питьевой и термостатный ООО «Братья Чебурашкины» Семейная ферма и детские сухие безлактозные смеси Nutricia, Nestle, Abbott, ОАО «Беллакт» и другие.

Не смотря на широкое распространение проблемы нарушения работы организма, связанной с лактазной недостаточностью, ассортимент низколактозной и безлактозной продукции достаточно небольшой, что говорит о необходимости разработки продукции данного вида.

1.4 Характеристики фермента β – галактозидазы и его природных источников

Согласно Международной классификации и номенклатуре ферментов β -галактозидаза относится к классу гидролаз (3), подклассу гликозил-гидролаз (3.2), подклассу гликозидаз (3.2.1) без учета структурных особенностей белков [70].

β -Галактозидаза (лактаза, β -галактозид-галактогидралаза, КФ 3.2.1.23) может отщеплять концевой нередуцированный остаток β -D-галактозы в β -галактозидах, действуя на O-гликозильные соединения с образованием свободных моносахаридов, либо переносить остаток β -D-галактозы на молекулу β -D-галактозидов с образованием галактоолигосахаридов [70, 151].

β – галактозидаза имеет три ферментативные активности (рисунок 1):

1) расщепляет дисахарид лактозу с образованием глюкозы и галактозы, которые затем могут войти в гликолиз;

2) катализирует трансгалактозилирующую активность лактозы в аллолактозе;

3) расщепляет аллолактозу до моносахаридов [51].

Свойства β -галактозидазы обуславливают основные направления ее использования. Фермент применяют при производстве низколактозных пищевых продуктов для детского и взрослого питания, глюкозо-галактозных

сиропов, лекарственных средств, галактоолигосахаридов, спирта из молочной сыворотки, питательных сред для культивирования микроорганизмов [97].



Рисунок 1 - Функции β -галактозидазы

Известны β -галактозидазы растений, млекопитающих и человека, а также микроорганизмов. В промышленности широкое применение имеют β -галактозидазы, продуцентами которых являются грибы (дрожжи, плесени) и бактерии. Так, для промышленного получения используются препараты дрожжевых грибов родов *Brettanomyces*, *Bullera*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Kluveromyces*, *Lipomyces*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*, *Saccharopolyspora* *Sirobasidium*, *Sporobolomyces*, *Sterigmatomyces*, *Torulopsis*, *Trichosporon*, препараты из бактерий *E. coli*, *B. licheniformis* и др. [137, 143, 149, 150, 152, 153, 156].

β -галактозидазы условно разделяют на вне- и внутриклеточные. Внеклеточными являются ферменты грибов, внутриклеточными - ферменты

большинства бактерий и некоторых дрожжей. Внутриклеточные β -галактозидазы обладают высокой молекулярной массой, для них характерны выраженная зависимость каталитической активности от присутствия ионов двухвалентных металлов - Mg^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , термо- и pH-чувствительность [55, 134].

Дрожжевые β -галактозидазы, в основном представлены олигомерами, имеющими молекулярную массу от 200 до 600 кДа и состоящими из различных субъединиц. Данные ферменты термостабильны, проявляют максимум активности в диапазоне pH 6,8-7,2, активируются в присутствии ионов одно- и двухвалентных металлов, а также в их структуре содержится цистеин [55].

β -галактозидазы грибов являются внеклеточными протеогликанами, представленными одной полипептидной цепью массой 96-200 кДа и содержащими в своем составе до 30% углеводов. Например, из *Aspergillus niger* выделили три вида β -галактозидазы [161]:

- 1) 83% с молекулярной массой 124 кДа, и содержанием углеводов 12,5%;
- 2) 8% с массой 150 кДа и содержанием углеводов 20,5%;
- 3) 9% фермента с молекулярной массой 174 кДа и содержанием углеводов 29%.

Фермент *Aspergillus oryzae* является мономером, масса которого составляет приблизительно 100 кДа.

Среди дрожжевых β -галактозидаз хорошо изучена глобулярная структура фермента *Kluveromyces lactis*. При изучении данного фермента было выявлено, что он представляет собой гомотетрамер, состоящий из мономера, димера и тетрамера, молекулярная масса которых приблизительно 124 - 385 кДа [83].

β -галактозидаза *Kluveromyces fragilis* не является гликопротеином. Впервые фермент был получен в 1972 году [159]. Было показано, что 30% приходится на долю гидрофобных аминокислотных остатков, которые влияют на формирование межбелковых и внутрибелковых контактов. Установлено, что

фермент состоит из двух основных каталитически активных субъединиц с молекулярными массами 90 и 120 кДа и семи-восьми белковых глобул [162].

Для продуктов с нейтральными значениями pH обычно используют дрожжевые ферменты типа *Kluyveromyces fragilis* и *Kluyveromyces lactis*, для гидролиза лактозы в продуктах с кислотным значением pH - грибковые ферменты типа *Aspergillus niger* и *Aspergillus oryzae* [74, 136].

β -галактозидазы бактериального происхождения относятся к внутриклеточным ферментам. Являются самой многочисленной группой среди β -галактозидаз с известной первичной структурой, приведенной в электронных базах данных аминокислотных последовательностей [83]. Между собой бактериальные β -галактозидазы различаются молекулярной массой, количеством субъединиц, аффинностью к различным субстратам, pH-оптимумом действия, термостабильностью. Максимум активности бактериальных и дрожжевых β -галактозидаз проявляется в диапазоне pH 6,5-7,5, а грибных ферментов при pH 3,5-5,0 [48, 55].

Известен ферментный препарат β -галактозидазы, полученный методом глубинной ферментацией селекционного штамма *Bacillus licheniformis*.

Bacillus licheniformis представляет собой обитающий в почве эндоспорообразующий микроорганизм, который широко используется для промышленного производства важных ферментов, включая термостабильную амилазу, протеазы, β -лактамазу и α -ацетолактатдекарбоксилазу, а также для производства более мелких соединений, таких как антибиотик бацитрацин и различных органических метаболитов, например, 2,3-бутандиол и глицерина [140, 154].

Преимуществами β -галактозидазы, полученной из селекционного штамма *Bacillus licheniformis* являются его термостабильность, более высокая удельная активность и способность работать в широком диапазоне pH в сравнении с ферментами, полученными из дрожжей.

Изучение параметров гидролиза лактозы данным ферментным препаратом имеет практический интерес с целью разработки биотехнологий функциональных продуктов питания на основе гидролизованной молочной сыворотки с добавлением яблочного пектина.

1.5 Пектин и его характеристика

При выборе пищевых добавок для продуктов питания все большее место занимают природные полимерные материалы, к которым относятся пектин и пектиновые вещества. В международной классификации пищевых добавок зарегистрированы под номером E 440.

Пектины – это комплексные высокомолекулярные соединения, относящиеся к группе полисахаридов.

Свое название пектин получил в 1825 году от греческого слова «*rectos*» - «свернувшийся», «застывающий». Он входит в состав структурных элементов клеточной ткани наземных растений и некоторых водорослей [131].

Пектиновые вещества состоят из остатков полигалактуроновой кислоты, которая представляет собой мономерные звенья α -D-галактуроновой кислоты в пиранозной форме, соединенные α - 1→4 гликозидными связями [50, 124].

Структура фрагмента полигалактуроновой кислоты представлена на рисунке 2.

Полигалактуроновая кислота в растениях встречается в форме частично этерифицированного метоксильными группами и частично или полностью нейтрализованного (главным образом ионами кальция, магния) производного. Теоретически вычислено для полигалактуроновой кислоты максимальное содержание метоксильных групп, составляющее 16,2%. В молекуле пектина кроме метоксильных групп присутствуют другие функциональные группы, что подтверждено методом ИК–спектроскопии [107].

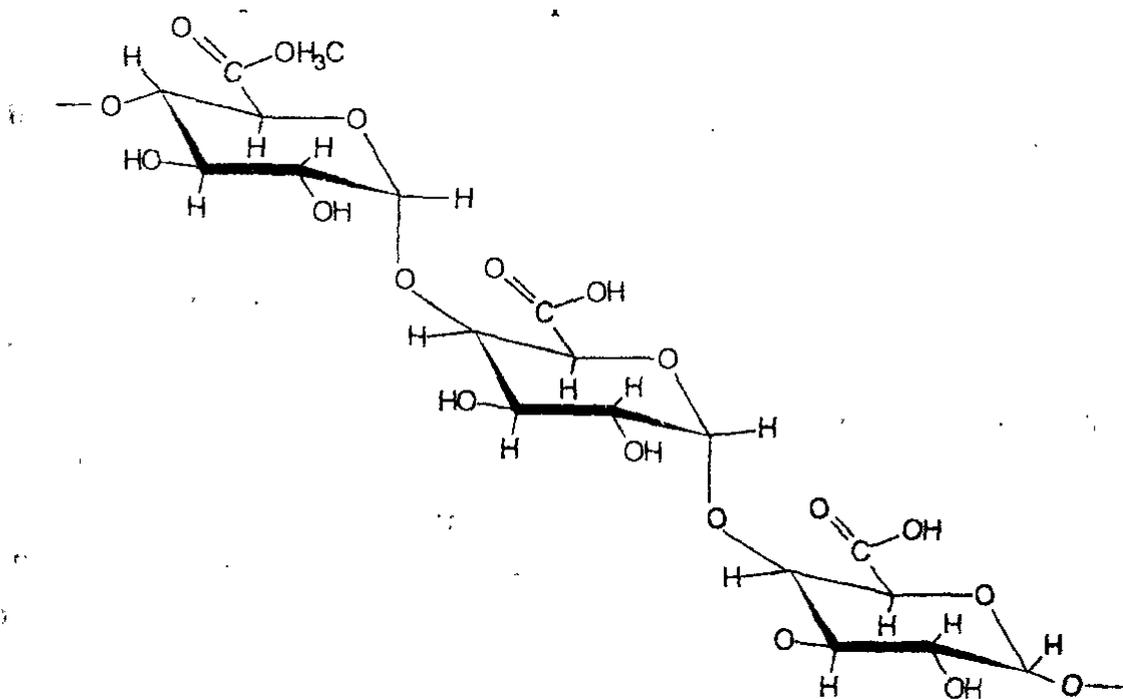


Рисунок 2 – Фрагмент полигалактуроновой кислоты

В соответствии с принятой номенклатурой выделяют следующие пектиновые вещества: пектиновую кислоту (частично метоксилированная полигалактуронозная кислота), растворимый пектин, протопектин, пектовую кислоту (лишенная метоксильных групп полигалактуронозная кислота), пектинаты (соли пектиновой кислоты) и пектаты (соли пектовой кислоты) [44, 126, 141].

Пектины представляют собой полидисперсные соединения, извлеченные из разнообразного сырья [124]. Кроме D-галактуронозной кислоты пектиновые вещества содержат D-ксилозу, D-галактозу, D-маннозу, D-метилксилозу, L-арабинозу, L-рамнозу и L-фукозу [1].

Для пектиновых веществ устанавливается только средняя молекулярная масса, так как они состоят из нескольких молекул с разной длиной цепи. Молекулярная масса яблочного пектина может колебаться от 20000 до 200000 Да, цитрусового пектина от 23000 до 360000 Да, свекловичного пектина от 24000 до 30000 Да.

На молекулярную массу пектиновых веществ влияет их источник и способ получения, вызывающий различную степень деградации молекул [50].

Важным показателем, характеризующим свойства пектинов, является степень этерификации (СЭ). Данный показатель показывает количество карбоксильных групп остатков полигалактуроновой кислоты этерифицированных метиловым спиртом. Чем больше таких групп в цепи пектина, тем выше степень этерификации, и наоборот.

Исходя из степени этерификации, пектины классифицируются на низкоэтерифицированные и высокоэтерифицированные. Высокоэтерифицированные пектины характеризуются СЭ более 50% (обычно 60-80%), а низкоэтерифицированные – менее 50% (обычно 20-40%) [11, 44].

Высокоэтерифицированные пектины способны образовывать гели в водных системах с высоким содержанием растворимых сухих веществ и низким значением рН.

Низкоэтерифицированные пектины делятся на две группы:

- низкоэтерифицированный пектин;
- амидированный пектин.

Пектины, относящиеся к данной группе, способны образовывать гели в широком диапазоне рН в присутствии ионов кальция и с низким содержанием сухих веществ в системе [44].

Принадлежность к классу полисахаридов определяет основные физико-химические свойства пектинов. Содержание остатков галактуроновой кислоты обуславливает некоторые специфические особенности взаимодействий пектиновых молекул.

От степени этерификации и полимеризации пектина зависит его растворимость. Сольватация пектиновых веществ в водном растворе увеличивается при уменьшении молекулярного веса и повышении степени этерификации [44, 124, 158].

Так, например, пектин со степенью этерификации 38% малорастворим в воде, а со степенью этерификации 65% – хорошо растворим. Легче растворяются пектины с короткой длиной цепи, и содержащие большее количество метоксильных групп.

Пектиновые вещества способны изменять вязкость их растворов. Высокометоксилированные пектины образуют гели при участии недиссоциированных свободных карбоксильных групп при высоком содержании сухих веществ и в очень узкой области рН около 3,0 за счет образования водородных связей. На рисунке 3 изображена схема образования геля высокоэтерифицированными пектинами.

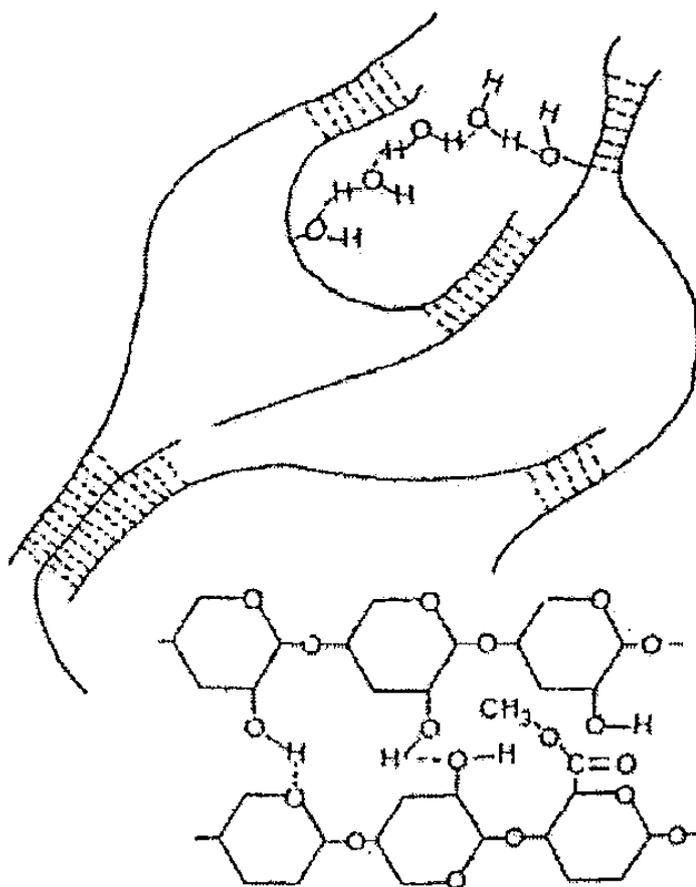


Рисунок 3 – Образование геля высокоэтерифицированными пектинами [144]

Низкометоксилированные пектины требуют регулируемого количества ионов кальция, но в широком диапазоне pH. В данном случае гелеобразование происходит за счет взаимодействия свободных карбоксильных групп пектиновых молекул между собой, связываемых ионами кальция (рисунок 4) [147].

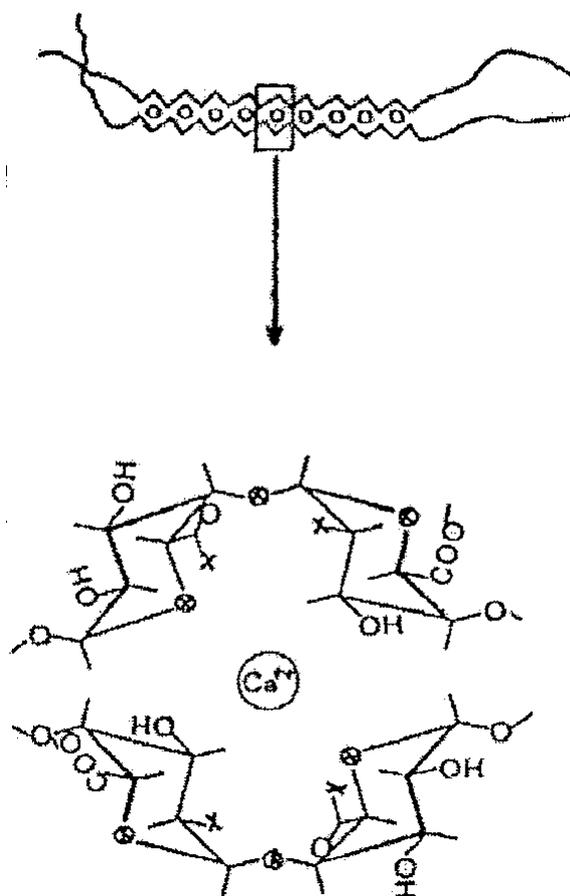


Рисунок 4 – Образование геля низкоэтерифицированными пектинами

В процессе желирования происходит сшивание молекул, и вязкость увеличивается, а при разрушении макромолекул пектина вязкость уменьшается. При одинаковой молекулярной массе пектинов вязкость раствора снижается с уменьшением количества свободных карбоксильных групп и электрического заряда молекул.

Изучение пектиновых веществ различной степени этерификации показало, что они меняют свою вязкость в диапазоне рН 3,5-8,0 и ведут себя в растворе как пучки элементарных фибрилл. Так при рН 7 пектиновый раствор обладает большей вязкостью, чем рН 4 [44].

Немаловажным свойством пектиновых веществ является комплексообразующая способность. Они способны образовывать прочные комплексы с токсинами, особенно с ионами тяжелых металлов, за счет наличия свободных карбоксильных и спиртовых гидроксильных групп, и способствовать выведению их из организма, что позволяет использовать пектин как лечебно-профилактическое средство.

В пищевой промышленности пектин имеет широкое применение в качестве студнеобразователя и используется при производстве конфет (желейных и фруктово-желейных) и кондитерских изделий пастиломармеладной группы (зефир, желейный мармелад) [122].

Также его применяют в консервной промышленности при производстве повидло, джемов, желе, конфитюров, и для выработки изделий лечебно-профилактического назначения - овощных и мясных консервов, напитков, пюре, киселей, соков и т.д. [110].

Пектин используется для увеличения продолжительности хранения кисломолочных продуктов и для улучшения качества хлеба как стабилизатор кремов на растительном масле, в хлебопечении [123].

В последнее время пектины часто используются в фармацевтической промышленности в качестве биологически активной добавки и в качестве носителя лекарственных средств, что обусловлено его способностью нормализовать работу ЖКТ, влиять на жизнедеятельность патогенных микроорганизмов, образовывать пленки на ранах и связывать ионы тяжелых металлов.

Все вышеописанные свойства представляют огромный интерес для изучения и практического применения.

1.6 Биологическое действие и направления применения пектина в технологии функциональных продуктов питания

Действие пектина связано с особенностями его химического строения. Наличие свободных химически активных карбоксильных и гидроксильных групп обуславливает широкий спектр свойств лечебно-профилактического действия.

Пектины способствуют нормализации обмена веществ, положительно влияют на перистальтику кишечника и на специфический иммунитет, помогают организму человека защищаться от различных заболеваний, среди которых злокачественные опухоли, сердечно-сосудистые заболевания и др. [7].

Лечебно-профилактическое влияние пектинов на организм человека доказано многочисленными исследованиями. Существуют данные, которые свидетельствуют о положительном действии пектинов при заболеваниях, которые на ранней стадии сопровождаются эндоинтоксикацией и вызваны нарушениями липидного и углеводного обмена, например, заболевания печени и поджелудочной железы, сахарный диабет, желудочно-кишечные заболевания, ожирение и др. [130].

Широко известно применение пектинов для профилактики и лечения желудочно-кишечных заболеваний. Попадая в ЖКТ, пектин образует гели, обволакивает стенки желудка и кишечника, предотвращая влияние агрессивных факторов, ускоряя вывод токсичных веществ и способствуя улучшению перистальтике кишечника [43, 85, 86]. Его рекомендуется применять при диарее, различной этиологии, хронической дизентерии, язвенных повреждениях.

Экспериментальные исследования, проведенные Потиевским Э.Г. и соавторами, показали, что пектин имеет бактерицидное действие на возбудителей острых кишечных инфекций (ОКИ), гноеродную микрофлору (золотистый стафилококк, стрептококки и др.), а также условно-патогенную микрофлору кишечника (клебсиеллы, синегнойную палочку, протей и др.).

Хорошо выражена чувствительность к пектинам у золотистого стафилококка. Кишечная палочка сохраняется в течение 2 часов при концентрации пектина 2%. Также отмечена высокая чувствительность к пектинам у шигелл, а сальмонеллы проявляют большую устойчивость [87, 89].

Также существуют данные подтверждающие, что при вводе яблочного пектина концентрацией 0,1-1,0% происходит стимуляция роста лакто- и бифидобактерий, а при более низкой концентрации – 0,1-0,5% проявляется антимикробный эффект в отношении энтеробактерий (клебсиелл, кишечной палочки) и стафилококков [68].

Показано, что в условиях *in vitro* в 4%-ом растворе пектина количество протея уменьшалось в течение 24 часов, а стрептококков, синегнойной и споронной палочек вплоть до полного исчезновения в течение 4 часов [63].

Использование пектинов приводит к количественному уменьшению микробной обсеменённости. Эффективность пектина по отношению к микроорганизмам можно сопоставить с эффективностью антибиотиков, но по сравнению с ними у патогенных и условно патогенных микроорганизмов не развивается устойчивость к пектину.

При введении пектинов в пищевые системы может происходить образование солей щелочных металлов в результате частичного омыления этерифицированных карбоксильных групп, и метилового спирта в небольшом количестве, которое безвредно для макроорганизма, но губительно для микроорганизмов [125].

Способность пектина восстанавливать микрофлору кишечника позволяет применять его для лечения хронических рецидивирующих алергодерматозов. При заболеваниях атопическим дерматитом и экземой наблюдается кишечный дисбактериоз. Применение пектина при заболеваниях данной этиологии позволило улучшить показатели выздоровления и самочувствие пациентов [85].

Существуют исследования, доказывающие способность пектинов снижать уровень холестерина в крови, т.е. они обладают гипохолестеролитическим действием. Данное свойство преимущественно характерно для высокоэтерифицированных пектинов (цитрусового и яблочного). Они способны связывать, ускорять обмен и увеличивать выведение из организма желчных кислот. Употребление пектина может приводить к снижению уровня холестерина в крови на 13-15%, а сочетание цитрусового пектина с аскорбиновой кислотой значительно увеличивает данное значение [45].

Особую значимость имеет способность пектина образовывать комплексы с тяжелыми металлами. Известно, что тяжелые металлы со временем накапливаются в организме человека и негативно влияют на биохимические процессы в организме.

Тяжелые металлы накапливаются в желудочно-кишечном тракте, нарушая его работу. При этом ухудшается перистальтика кишечника, ухудшается пищеварение. Продвигаясь по пищеварительному тракту, пектин связывается с водой, образуя гель, и затем гель, попадая в кишечник, захватывает токсические вещества. В процессе всасывания пищи происходит деметоксилирование пектина, образуется полигалактуроновая кислота, которая, в свою очередь, соединяется с вредными веществами, токсинами, тяжелыми металлами или др. и образует нерастворимые комплексы. Данные комплексы «пектин – вредное вещество» не всасываются в кишечнике и выводятся из организма [6, 59].

Наличие в молекуле полимера-пектина карбоксильных и гидроксильных групп галактуроновой кислоты обуславливает комплексообразующие или хелатные свойства пектинов. Комплексообразующая способность, активность и прочность образования хелатов зависят от степени этерификации пектинов, т.е. от соотношения между свободными карбоксильными

и этерифицированными группами. Чем меньше степень этерификации пектина, тем больше свободных карбоксильных и гидроксильных групп и, соответственно, легче образуются хелаты металлов. Помимо образования прочных комплексов с металлами пектин, физические свойства которого проявляются как гидрофильный коллоид, обладает также большой сорбционной способностью [120].

Пектин образует пектинаты металлов и способен выводить из организма свинец, медь, кадмий, ртуть, стронций. Он обладает хелатообразующей способностью по отношению к радиоактивным металлам (цезию, стронцию, цирконию, кобальту, рутению, иттрию и др.) и образует их соли. Пектин сильнее активированного угля адсорбирует ацетат свинца. Причем его комплексообразующая способность повышается в присутствии солей кальция [59].

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) советует принимать пектин, как профилактическое средство в экологически загрязненных территориях. Рекомендуемая суточная доза для профилактического применения составляет 4 – 5 г, в условиях загрязнения радиоактивными металлами – 15 – 16 г.

Кроме того, использование пектина в качестве носителя при иммобилизации, обладающего способностью вывода из организма тяжелых металлов, позволяет решить проблему профилактического питания для групп населения, проживающего в промышленно развитых городах [76].

Лечение и профилактика онкологических заболеваний является актуальным вопросом 21 века. Известно, что пектин проявляет противораковый и антиметастатический эффект, препятствуя развитию и распространению рака. Он снижает метастазирование различного вида раковых опухолей (простаты, груди, кожи (меланомы)) [144].

На поверхности клеток рака простаты, молочной железы, толстой кишки, лимфомы, меланомы, глиобластомы есть специфические молекулы галектины, которые имеют белковое происхождение [142]. Молекулы галектина-3 участвуют в процессе роста и развития раковых опухолей. За счет взаимодействия с галактозой на других раковых клетках и олигосахаридами здоровых клеток галектины играют значимую роль в межклеточном взаимодействии и способствуют метастазированию раковых клеток.

Схематичное изображение взаимодействия раковых клеток через белковые молекулы с образованием конгломератов представлено на рисунке 5.

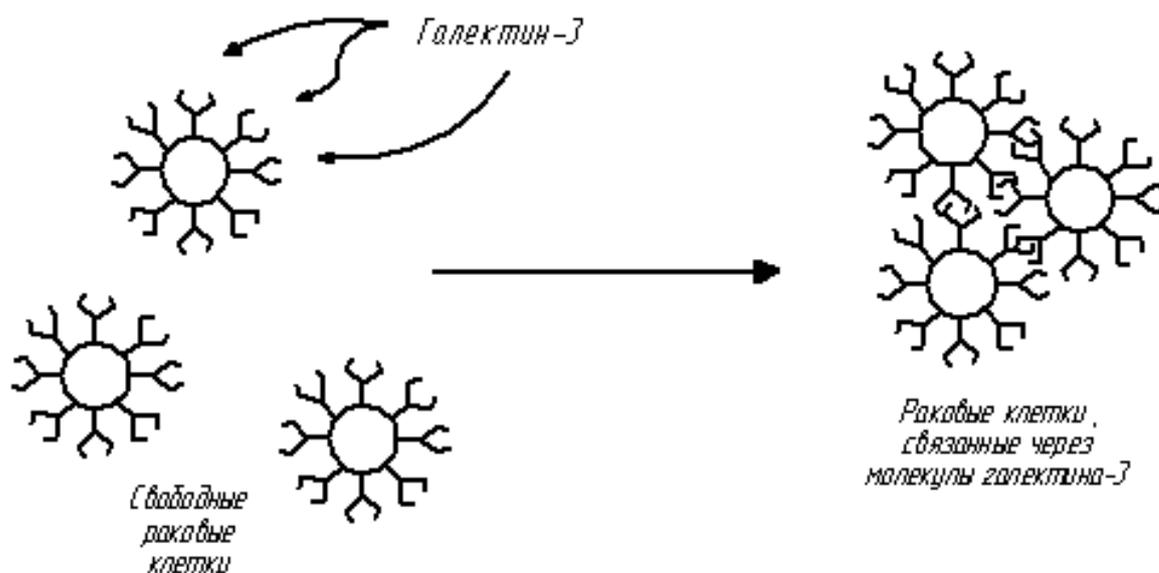


Рисунок 5 – Образование опухоли раковыми клетками

Высокие уровни галектина способствуют связыванию раковых клеток с нераковыми на расстоянии и лучшему сцеплению их поверхностей, что приводит к метастазированию. В свою очередь на поверхности метастазных клеток образуется большее количество галектина-3 в сравнении с раковыми клетками, которые являются их источником [135].

Благодаря своему строению пектиновые вещества обладают свойством с описанными белковыми молекулами, галектинами. Считается, что пектин связывается с галектинами, предотвращая дальнейшее распространение раковых клеток. По существу, пектин обволакивает и изолирует раковые клетки (рисунок 6), и защищает от проникновения и метастазирования в новые районы и ткани в организме [142, 146].

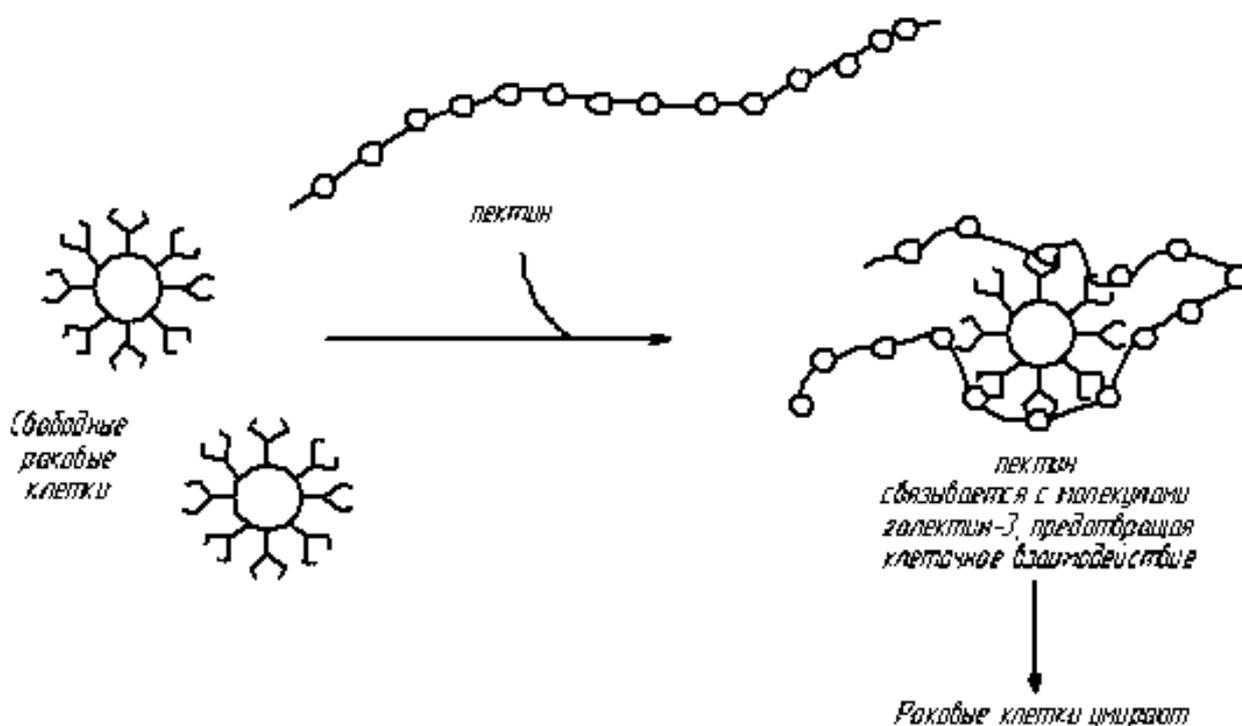


Рисунок 6 – Взаимодействие пектина с раковыми клетками

Эта галектиновая блокада приводит к снижению способности раковых клеток «склеиваться», они не могут процветать и в некоторых случаях более легко уничтожаются иммунной системой организма. Пектин предотвращает деление и колониобразование опухоли в большую массу и блокирует их распространение в других тканях.

Многие испытания на животных показали, что пектин ингибирует метастазирование меланомы у мышей, рак предстательной железы у крыс [133, 138].

Таким образом, пектин представляет собой биополимер, обладающий разнообразными лечебно-профилактическими свойствами, что позволяет его использовать в производстве функциональных продуктов питания, как биологически активную добавку, а также в качестве субстанции в сочетанных препаратах для лечения и профилактики заболеваний различной этиологии.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1 Объекты исследований

В процессе проведения исследований на разных этапах изучались следующие объекты:

- сыворотка молочная по ГОСТ Р 53438-2009 «Сыворотка молочная. Технические условия» (производитель ОАО «Дашковка»);
- ферментный препарат β -галактозидазы Nola Fit[®] (производитель Chr. Hansen из бактерий *Bacillus licheniformis*);
- высокоэтерифицированный цитрусовый пектин Унипектин MRS 160 ND (производитель Cargill, Германия);
- высокоэтерифицированный яблочный пектин Classic AS 401 (производитель Herbstreith & Fox KG Pektin-Fabriken, Германия).
- пектин черной смородины, полученный в лабораторных условиях микробиологическим способом;
- пектин-сывороточные гели;
- новый низколактозный сокосодержащий функциональный напиток;
- новый низкожирный майонезный соус.

По органолептическим и физико-химическим характеристикам, используемая сыворотка соответствовала требованиям, представленным в таблице 4.

Ферментный препарат β -галактозидазы Nola Fit[®] – высокоочищенный стандартизованный жидкий фермент (Лактаза). Производится методом глубинной ферментации на растительном субстрате из селекционного штамма *Bacillus licheniformis*. Органолептические, физико-химические, микробиологические показатели ферментного препарата β -галактозидазы Nola Fit[®] представлены в таблице 5.

Схема проведения исследования представлена на рисунке 7.

Таблица 4 – Качественные показатели молочной сыворотки

Наименование показателя	Норма по ГОСТ [38]
Внешний вид и консистенция	Однородная жидкость. Допускается наличие белкового осадка
Цвет	Бледно-зеленый
Вкус и запах	Свойственный молочной сыворотке, кисловатый
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	5,5
Массовая доля лактозы, %, не менее	3,5
Кислотность, °Т, не более	70
Температура, °С, не выше	6
БГКП, не более	0,01
Патогенные микроорганизмы (в т.ч. сальмонеллы), не более	25

Таблица 5 – Органолептические, физико-химические, микробиологические показатели ферментного препарата β -галактозидазы Nola Fit[®]

Наименование показателя	Норма для ферментного препарата
Цвет	От бесцветного до янтарного
Внешний вид	Жидкость
Запах	Легкий, типичный для фермента
Растворимость	Водорастворимый
pH	6.50 – 8.00
Плотность	1.10 – 1.20
Активность	5500 BLU/г
Микробиологическая чистота:	
ОМЧ	< 100 КОЕ/мл
Клостридии	< 1 КОЕ/мл
Дрожжи и плесени	< 1 КОЕ/мл
<i>E. coli</i> , в 25 мл	Отсутствуют
Сальмонелла, в 25 мл	Отсутствуют
Колиформы, в 5 мл	Отсутствуют
Коагулаз-позитивные стафилококки, в 1 мл	Отсутствуют

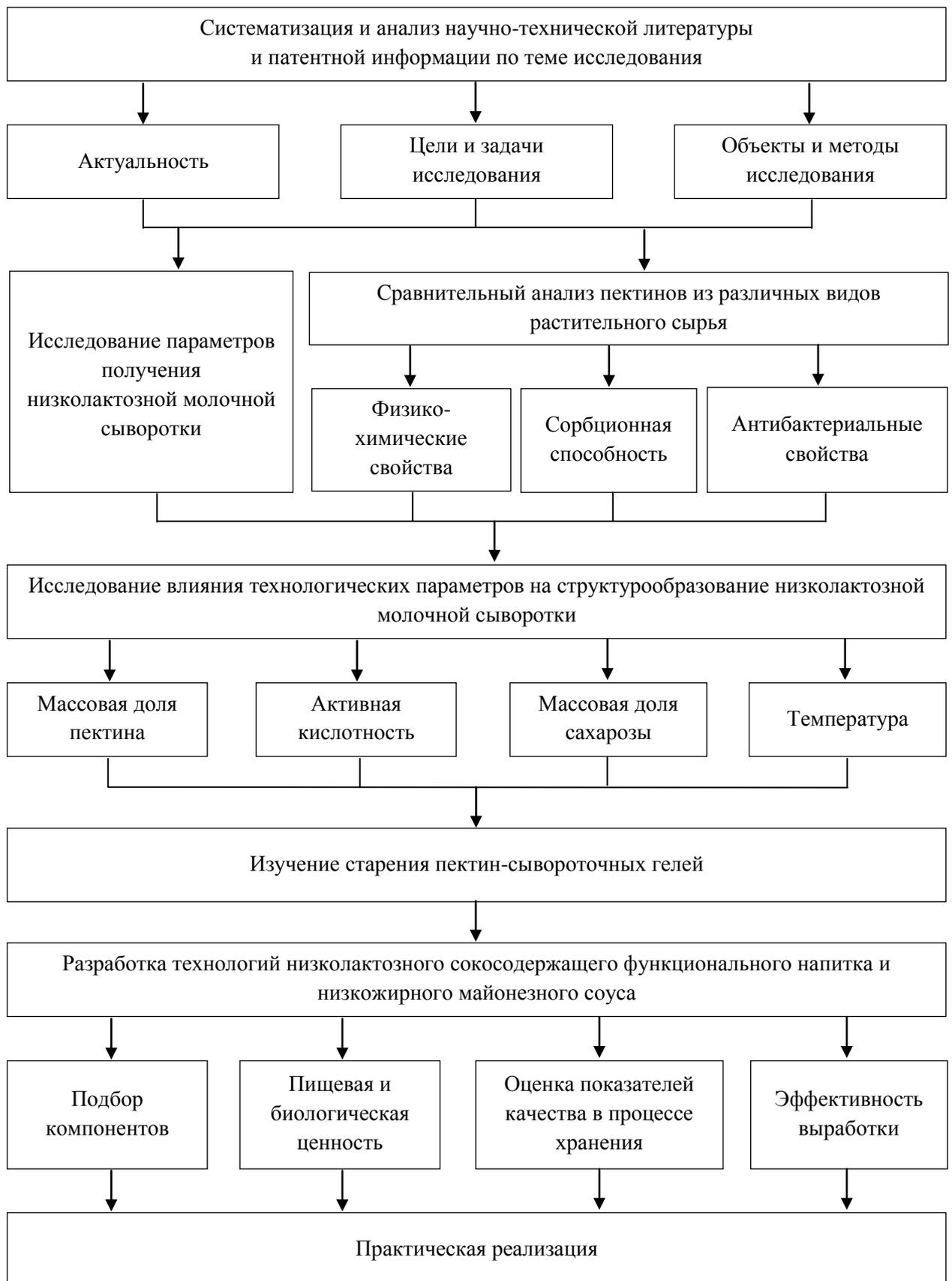


Рисунок 7 – Схема проведения исследований

2.2 Методы исследований

В работе использовали стандартные, общепринятые и авторские методы исследований.

2.2.1 Исследование ферментного препарата

Для характеристики ферментного препарата использовали *метод определения β – галактозидазной активности* с синтетическим субстратом 2-нитрофенил- β -D-галактопиранозид (орто-НФГ) фотоколориметрическим методом [83]. В результате реакции образуется нитрофенол, который в щелочной среде окрашивает растворы в желтый цвет. Реакцию проводили в кювете толщиной 1 см. Объем реакционной смеси составлял 2 мл. Для измерения оптической плотности раствора использовали фотоэлектроколориметр КФК-2МП ($\lambda=400$ нм).

Определение массовой доли лактозы в гидролизованной сыворотке и низколактозном напитке определяли методом тонкослойной хроматографии [96].

2.2.2. Получение пектина из черной смородины

Пектин из черной смородины получали микробиологическим способом по [14]. Для получения использовали жмых черной смородины и ферментный препарат «Экстрапект Пресс», производитель «Eurozymes» GmbH.

Для удаления балластных веществ (пигментов, эфирных масел и других примесей) проводили обработку 96% этанолом. Предварительно высушенные выжимки плодов и ягод экстрагировали спиртом в количестве 400 мл на 100 г сырья, при температуре 80-90°C, в течение 2,5 ч. По окончании времени обработки спирт отделяли от осадка. Далее добавляли дистиллированную воду в соотношении осадок:вода - 1:4 и фермент в количестве 9 ед. на 100 г мезги (при стандартной активности ПГ 3000 ед/мл). Выдерживали смесь 40-50 мин при температуре 30°C и pH 3,5.

По истечении времени ферментативной обработки полученный раствор отделяли от осадка и упаривали примерно в 2 раза по объему. Упаренный раствор повторно обрабатывали 96% этиловым спиртом для осаждения пектина. Осадок пектина отделяли центрифугированием. Полученный пектин высушивали до постоянной массы.

2.2.3 Исследование пектинов

Органолептические показатели, массовую долю влаги пектинов определяли по ГОСТ 29186-91 [29].

Растворимость пектинов оценивали по разности навесок, высушенных до постоянной массы до и после растворения в воде, 1 н HCl, 1 н NaOH при $t = 20^{\circ}\text{C}$ [14].

Зольность определяли методом прокаливания в муфельной печи до постоянной массы [14]. Зольность (A , %) определяли по формуле 1:

$$A = \frac{m - m_0}{m_1 - m_0} * 100, \quad (1)$$

где m – масса тигля с золой, г;

m_1 – масса тигля с навеской продукта до высушивания, г;

m_0 – масса тигля, г.

Свободные карбоксильные группы (K_c , %) определяли титрованием. Расчет количества определяли на основе количества 0,1 н раствора NaOH, использованного на титрование пробы. Содержание карбоксильных групп определяли по формуле 2:

$$K_c = \frac{a}{G_1} * 0,45, \quad (2)$$

где a – количество 0,1 н раствора NaOH, пошедшее на титрование, мл;

G_1 – навеска пектина, г;

1 мл NaOH соответствует 0,0045 г COOH.

Количество этерифицированных групп ($K_{э}$, %) рассчитывали исходя из количества 0,1 н NaOH, пошедшего на второе титрование. Расчет вели по формуле 3:

$$K_{э} = \frac{b}{G_{пв}} * 0,45, \quad (3)$$

где b – количество 0,1 н NaOH, пошедшее на второе титрование, мл;

$G_{пв}$ – навеска промытого и высушенного пектина, г;

Относительное содержание ацетильных групп ($A_{ц}$, %) проводили согласно методике [44]. Расчет вели по уравнению 4:

$$A_{ц} = \frac{43,04 * C}{G_1 * 100}, \quad (4)$$

Количество метоксилированных групп ($K_{м}$, %), с учетом поправки на ацетильные группы определяли по уравнению 5:

$$K_{м} = K_{э} - A_{ц}, \quad (5)$$

где $A_{ц}$ - количество ацетильных групп.

Содержание балластных веществ (B ,%) определяли по выражению 6:

$$B = \frac{G_1 - G_n}{G_1} * 100, \quad (6)$$

где G_n - масса пектина после экстракции спиртом, г.

Определение рН 1%-ного раствора пектина проводили потенциометрически.

Сорбционную способность пектина по отношению к тяжелым металлам определяли исходя из количества связанных тяжелых металлов 1 г пектина [14].

Исследования проводили в кислой среде, приближенной к значениям рН желудка, рН = 1,2, и щелочной среде, приближенной к значениям рН кишечника, рН = 8,0. Кислую среду создавали соляной кислотой, щелочную – фосфатным буфером.

Изучение влияния пектинов на размножение микроорганизмов проводили методом количественных высевок на питательные среды [58]. В 4,5 мл раствора испытуемого вещества вносили 0,5 мл микробной взвеси, содержащей 10^7 микробных тел. Количественные высевы производили сразу после внесения микробной взвеси на плотные питательные среды, оптимальные для каждого микроорганизма (МПА, МРС, среда Левина, кровяной агар, агар Шадлера), через 1, 2, 4, 24, 48, 72 часа. Для исследования использовали следующие штаммы микроорганизмов: *S. aureus* 209 P - ATCC 65-38P, *P. aeruginosa* ATCC-9027, *B. subtilis* ATCC-6633, *S. viridans* ATCC- 49456, *E. faecalis* ATCC- 29212, *P. vulgaris* ATCC-13315, *C. albicans* Y-3108 (ВКМП), *S. epidermidis* B-12635 (ВКМП), *E.coli* B-11419 (ВКМП).

2.2.4 Исследование пектин-сывороточных гелей

Реологические характеристики пектин-сывороточного геля определяли вискозиметрически на ротационном вискозиметре «Реотест-2» [64].

Напряжение сдвига (θ , Па) вычисляли по формуле 7:

$$\theta = Z * \alpha, \quad (7)$$

где Z – константы цилиндров (S_1/S , или S_2/S , или H/h);

α – показания реотеста.

Эффективную вязкость ($\eta_{эф}$, Па*с) вычисляли по формуле 8:

$$\eta_{эф} = \frac{\theta}{\bar{\gamma}}, \quad (8)$$

где $\bar{\gamma}$ – скорость сдвига, c^{-1} .

2.2.5 Исследование функционального напитка и майонезного соуса

Массовую долю сухих веществ в напитке определяли высушиванием до постоянной массы по ГОСТ Р 53438-2009 [38]. *Массовую долю жира* определяли по ГОСТ 5867-90 [21]. Метод основан на выделении жира и измерении его объема с помощью жиromeра. Выделение жира проводили обработкой концентрированной серной кислотой и изоамиловым спиртом. Экстрагированный жир отделили от общей массы центрифугированием.

Массовую долю органических кислот, содержащихся в напитке, определяли потенциометрическим титрованием в пересчете на яблочную кислоту по ГОСТ 34127-2017 [35].

Определение pH 1%-ного раствора функционального напитка проводили потенциометрически.

Содержание пектиновых веществ проводили титрованием с индикатором Хинтона по ГОСТ 29059-91 [28]. *Содержание витаминов А и С* определяли по ГОСТ 7047-55 [22].

Определение запаха, цвета и прозрачности смеси подсолнечного и льняного масел проводили по ГОСТ 5472-50 [19]. Определение вкуса – органолептически.

Цветное число определяли по йодной шкале в диапазоне от 1 до 100 мг йода по ГОСТ 5477-2015 [20]. Определение *кислотного числа* проводили титриметрическим методом с визуальной индикацией по ГОСТ 31933-2012 [34].

Перекисное число определяли по ГОСТ 26593-85 [27]. Для этого проводили обработку исследуемой пробы йодистым калием в растворе уксусной кислоты и хлороформа. В результате чего продукты окисления растительных масел и жиров взаимодействуют с йодистым калием с выделением йода. Количество йода определяли титрованием раствором тиосульфата натрия.

Органолептические и физико-химические показатели майонезного соуса определяли по ГОСТ 31762-2012 [33]. Определение массовой доли жира в соответствии с указанным ГОСТ проводили ускоренным методом.

Определение витамина E проводили методом тонкослойной хроматографии по ГОСТ 30417-2018 [30].

Определение белка проводили по методу Кьельдаля в соответствии с ГОСТ Р 53951-2010 [39] для напитка и ГОСТ Р 54662-2011 [40] для соуса. Расчет массовой доли белка проводили исходя из количества аммиака, образовавшегося в результате обработки исследуемой пробы концентрированной серной кислотой и последующей отгонке аммиака в раствор борной кислоты. Количество аммиака определяли титрованием.

Массовую долю сахаров определяли по методу Бертрана по ГОСТ Р 54667 – 2011 [41].

Расчет *калорийности* (ккал) проводили в соответствии с формулой 9:

$$X = 4 * Б + 9 * Ж + 4 * У, \quad (9)$$

где X – калорийность продукта, ккал;

Б – содержание белка, г на 100 г;

Ж – содержание жиров, г на 100 г;

У – содержание углеводов, г на 100 г;

4, 9, 4 – коэффициенты энергетической ценности соответственно белков, жиров, углеводов, ккал.

Энергетическую ценность (кДж) определяли по формуле 10:

$$Э = X * 4,1868, \quad (10)$$

где Э – энергетическая ценность продукта, кДж;

4,1868 – коэффициент пересчета.

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли посевом в агаризованные питательные среды по ГОСТ 10444.15-94 [25].

В разработанных продуктах и при изучении стабильности напитка определяли *микробиологические показатели*:

- содержание бактерий группы кишечной палочки по ГОСТ 9225-84 [23];
- содержание патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонеллы по ГОСТ 31659-2012 [31];
- содержание дрожжей и плесневых грибов по ГОСТ 10444.12 [24];
- содержание коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus* ГОСТ 31746-2012 [32];
- содержание бактерий *Listeria monocytogenes* по ГОСТ Р 51921-2002 [37].

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Исследование параметров получения низколактозной молочной сыворотки

Применение молочной сыворотки ограничивается растворимостью входящей в ее состав лактозы, а наличие лактазной недостаточности у некоторой части населения, обуславливает снижение потребления продуктов переработки молока. Модифицирование молочной сыворотки и придание ей новых свойств позволяет расширить возможности ее практического применения. В связи с этим, изменение свойств молочной сыворотки путем гидролиза лактозы до моносахаридов, глюкозы и галактозы, представляет определенный интерес. Данная модификация позволяет повысить сладость сыворотки, снизить содержание в ней лактозы и уменьшить добавление сахарозы в готовый продукт. Применение ферментных препаратов для гидролиза лактозы в молочной сыворотке является менее затратным с точки зрения аппаратного оформления технологии и качества получаемого продукта, а потому более перспективно для молочной промышленности.

Для изучения процесса гидролиза лактозы в молочной сыворотке был выбран ферментный препарат β – галактозидазы Nola Fit[®], полученный методом глубинной ферментацией селекционного штамма *Bacillus licheniformis*.

В ходе изучения процесса гидролиза молочной сыворотки ферментом β – галактозидазы были подобраны следующие параметры:

- температура гидролиза;
- рН среды;
- продолжительность гидролиза;
- концентрация ферментного препарата.

Эффективность проведения процесса контролировали по остаточному содержанию лактозы в гидролизате.

Температура гидролиза является важным параметром проведения ферментативной реакции.

Для определения оптимальной температуры гидролиза было изучено влияние температуры на содержание лактозы в системе. Гидролиз проводили при концентрациях фермента 0,01%, 0,03%, 0,05%, 0,07% при pH = 6,0 в течение 2 часов. Данные приведены на рисунке 8.

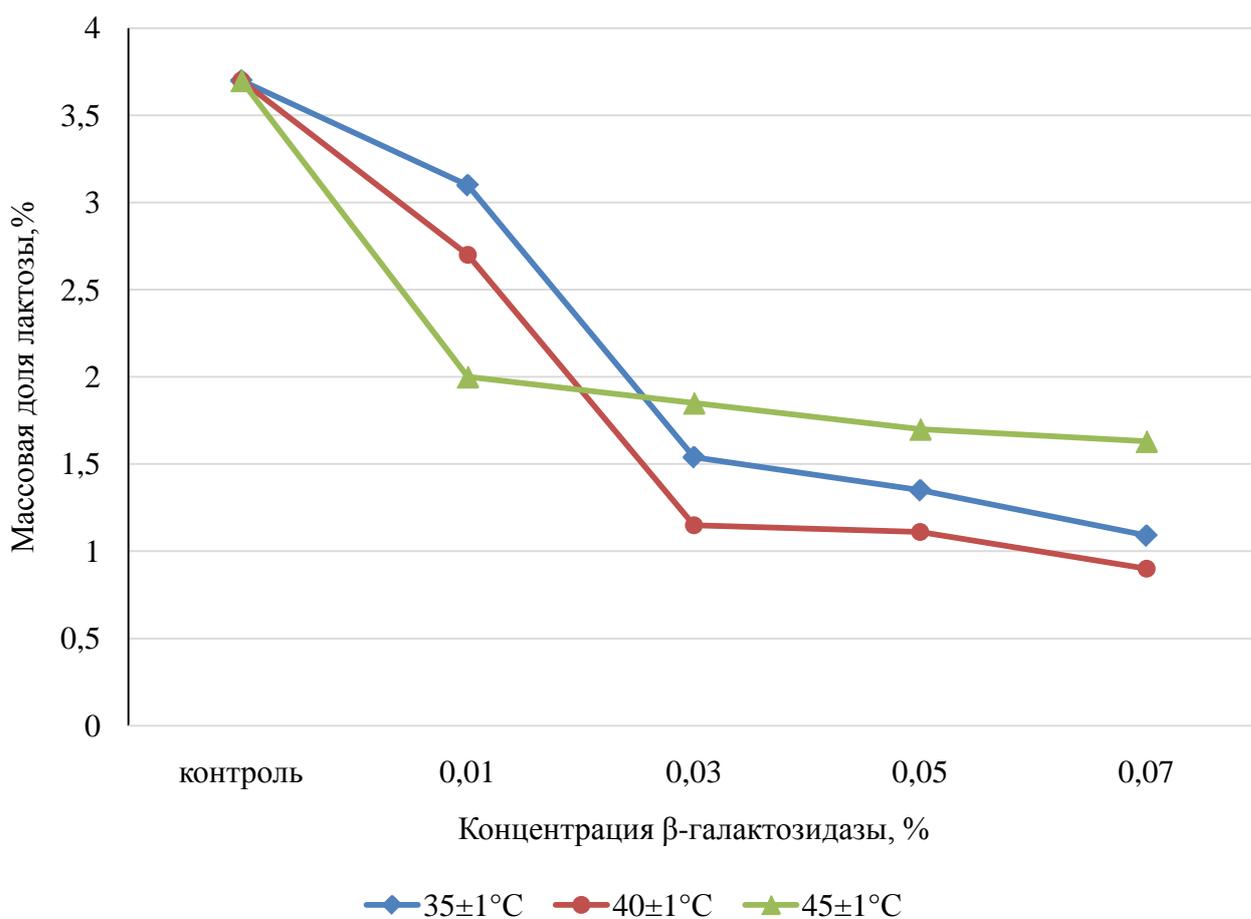


Рисунок 8 – Зависимость остаточного содержания лактозы от температуры гидролиза и концентрации β-галактозидазы

Из рисунка видно, что при увеличении концентрации ферментного препарата уменьшается остаточное содержание лактозы, при концентрации фермента 0,03% происходит резкое снижение концентрации лактозы в системе, дальнейшее увеличение концентрации фермента приводит к незначительному изменению течения процесса.

При температуре $45\pm 1^\circ\text{C}$ гидролиз лактозы протекает хуже, что можно объяснить ускорением тепловой денатурации фермента, приводящей к снижению его активности [12].

Оптимальная температура гидролиза молочной сыворотки – $40\pm 1^\circ\text{C}$, для данной температуры характерны наименьшие показатели остаточного содержания лактозы, так при концентрациях фермента 0,03%, 0,05%, 0,07% содержание лактозы составило 1,15%, 1,11% и 0,9% соответственно.

Для оценки влияния величины рН на процесс гидролиза лактозы изучали действие ферментного препарата при концентрациях 0,01%, 0,03%, 0,05%, 0,07%. Температура проведения процесса $40\pm 1^\circ\text{C}$, время проведения – 2 часа. Регулирование кислотности сыворотки проводили кислыми солями карбоната натрия. Полученные данные изображены на рисунке 9.

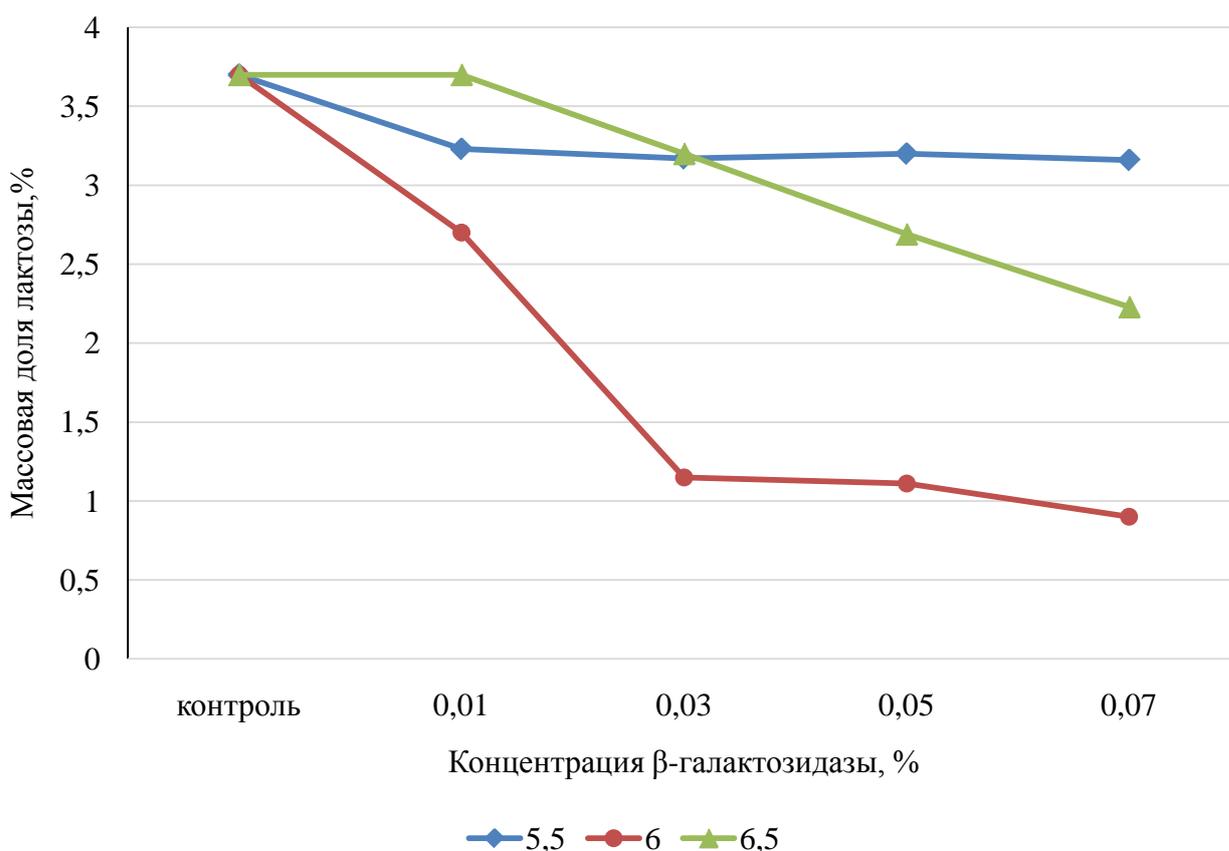


Рисунок 9 – Зависимость содержания лактозы от кислотности среды и концентрации β -галактозидазы

При $pH = 5,5$ остаточное содержание лактозы в молочной сыворотке практически не меняется, увеличение концентрации фермента не приводит к изменению процесса гидролиза. При $pH = 6,5$ и концентрации фермента $0,01\%$, гидролиз лактозы не протекает, а при увеличении концентрации от $0,03\%$ до $0,05\%$ осуществляется менее интенсивно по сравнению с $pH = 6$, что свидетельствует о том, что данные условия являются не рациональными для получения гидролизованной молочной сыворотки.

Из рисунка видно, что при концентрации $0,03\%$ снижение массовой доли лактозы наиболее интенсивное и дальнейшее увеличение концентрации приводит к незначительному изменению содержания лактозы в молочной сыворотке. Наиболее активно процесс биологической трансформации лактозы протекает при $pH = 6$, следовательно, данная кислотность среды является оптимальной для получения гидролизованной сыворотки.

Продолжительность процесса гидролиза лактозы определяли при концентрациях фермента $0,01\%$, $0,03\%$, $0,05\%$, $0,07\%$, pH среды = 6 и температуре $40 \pm 1^\circ C$. Гидролиз проводили в течении $2, 3, 4, 24$ часов. Интенсивность протекания процесса оценивали по снижению массовой доли лактозы. Данные сведены в таблицу 6.

Проведенные исследования показывают, что с увеличением времени воздействия β -галактозидазы на молочную сыворотку гидролиз лактозы продолжается и ее содержание снижается до $0,1\%$. Наиболее интенсивно процесс гидролиза лактозы протекает при концентрации фермента $0,05\%$ и длительности процесса 3 часа и при концентрации фермента $0,03\%$ и длительности процесса 4 часа. Дальнейшее увеличение концентрации при указанных продолжительностях гидролиза незначительно влияет на уменьшение остаточного содержания лактозы. При продолжительности гидролиза 24 часа при всех значениях концентрации фермента содержание лактозы составляет менее $0,6\%$. Данная продолжительность процесса обеспечивает максимальную степень гидролиза в рассматриваемых условиях, но не является оптимальной

ввиду увеличения длительности процесса производства низколактозной молочной сыворотки.

Таблица 6 – Влияние продолжительности гидролиза и концентрации ферментного препарата на содержание лактозы*

Концентрация β -галактозидазы, %	Массовая доля лактозы, %			
	2 часа	3 часа	4 часа	24 часа
контроль	3,70	3,70	3,70	3,70
0,01	2,70	2,50	2,50	0,60
0,03	1,15	1,00	0,61	0,60
0,05	1,11	0,61	0,60	0,45
0,07	0,90	0,45	0,45	0,10

*приведены результаты в виде средних значений, величина доверительных интервалов средних арифметических значений составила 1,0-2,5% при уровне значимости 0,5.

Исходя из полученных данных, определены параметры гидролиза молочной сыворотки ферментным препаратом β – галактозидазы Nola Fit[®], активностью 5 500 BLU/г, которые представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Оптимальные параметры гидролиза лактозы в молочной сыворотке

Параметры			
Концентрация β – галактозидазы, %	pH	Температура, °C	Продолжительность, ч
0,05±0,005	6,0±0,1	40±1	3

Содержание лактозы в молочной сыворотке ухудшает процесс ее переработки, низкая сладость, растворимость и сбраживаемость

микроорганизмами ограничивает ее применение в создании функциональных продуктов. Применение способа модификации лактозы на основании выбранных параметров позволяет получить низколактозную молочную сыворотку с улучшенными свойствами (остаточное содержание лактозы не превышает 0,61%), пригодную для использования в качестве основы для получения пектин-сывороточных гелей для создания функциональных продуктов питания.

3.2 Сравнительная характеристика пектинов из различных видов растительного сырья

Для исследования свойств пектинов с целью их дальнейшего применения в составе пектин-сывороточных гелей при разработке функциональных продуктов питания были выбраны высокоэтерифицированные пектины: промышленные образцы цитрусового, яблочного пектинов, соответствующих [29], а также черносмородинного пектина (Глава 2, п. 2.2.2), полученного в лабораторных условиях ферментативным способом из выжимок ягод черной смородины.

Цитрусовый и яблочный пектины имеют широкое применение в пищевой промышленности, являются стандартизированными и соответствуют по качеству [29]. Пектин из черной смородины получали микробиологическим способом [14].

3.2.1 Изучение биохимических свойств пектинов

Были изучены основные органолептические и биохимические показатели пектинов, полученные данные представлены в таблице 8.

Из таблицы видно, что исследуемые пектины относятся к высокоэтерифицированным, так как имеют степень этерификации более 50%. Для цитрусового пектина характерно большее содержание карбоксильных групп 13,08%, что говорит о его лучшей реакционной способности, и должно способствовать более активному гелеобразованию в системе пектин-молочная

сыворотка. Для яблочного пектина данное значение составляет 12,05%, пектин черной смородины содержит меньшее количество свободных карбоксильных групп – 11,6%.

Таблица 8 – Органолептические и биохимические показатели пектинов

Показатель	Цитрусовый пектин	Яблочный пектин	Черносмородиновый пектин
Внешний вид	Порошок	Порошок	Порошок
Вкус	Слабокислый	Слабокислый	Слабокислый
Запах	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Цвет	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Светло-бордовый
Растворимость, % по массе			
- в воде, t = 20°C	4,00±0,05	3,00±0,09	2,50±0,09
- в щелочи (1н NaOH)	12,00±0,18	10,00±0,16	8,20±0,18
- в кислоте (1н HCl)	7,20±0,12	5,70±0,09	4,75±0,07
Зольность, %	1,70±0,03	1,30±0,03	1,70±0,4
Массовая доля влаги, %	5,40±0,12	4,80±0,07	4,80±0,09
Содержание метоксильных групп, %	9,4±0,1	8,3±0,1	6,9±0,1
Содержание свободных карбоксильных групп, %	13,08±0,18	12,05±0,15	11,60±0,12
Степень этерификации, %	68,0±1,5	63,0±1,4	52,9±1,3
Массовая доля балластных веществ, %	29,9±1,1	30,0±1,5	33,0±1,8
pH 1%-го раствора пектина	3,20±0,01	3,30±0,01	3,20±0,01

3.2.2 Изучение сорбционной способности пектинов

Сорбционная способность пектиновых веществ зависит от степени этерификации карбоксильных групп метанолом, т.е. содержания свободных карбоксильных групп. Степень этерификации определяет силу и способ связи катионов, а, следовательно, линейную плотность заряда молекулы.

Комплексообразование возможно посредством основных (валентных) связей с катионами металлов через карбоксильные группы, а также за счет донорно-акцепторных связей ионов металлов с атомами кислорода из гликозидных связей, ароматических колец и спиртовых групп [50].

Плодово-ягодные пектины благодаря наличию в строении большого количества свободных карбоксильных групп способны образовывать в пищеварительном тракте пектаты или пектинаты (нерастворимые комплексы) ионов тяжелых металлов, которые затем выводятся из организма. Была исследована сорбционная способность цитрусового, яблочного и черносмородинового пектинов по отношению к ионам Pb^{2+} , Cd^{2+} , а также Cu^{2+} . Эксперименты были проведены при pH равном значению pH среды желудка, а, именно, 1,2 и pH среды кишечника – 8,0.

Данные по изучению сорбционной способности пектинов в зависимости от pH среды представлены на рисунке 10.

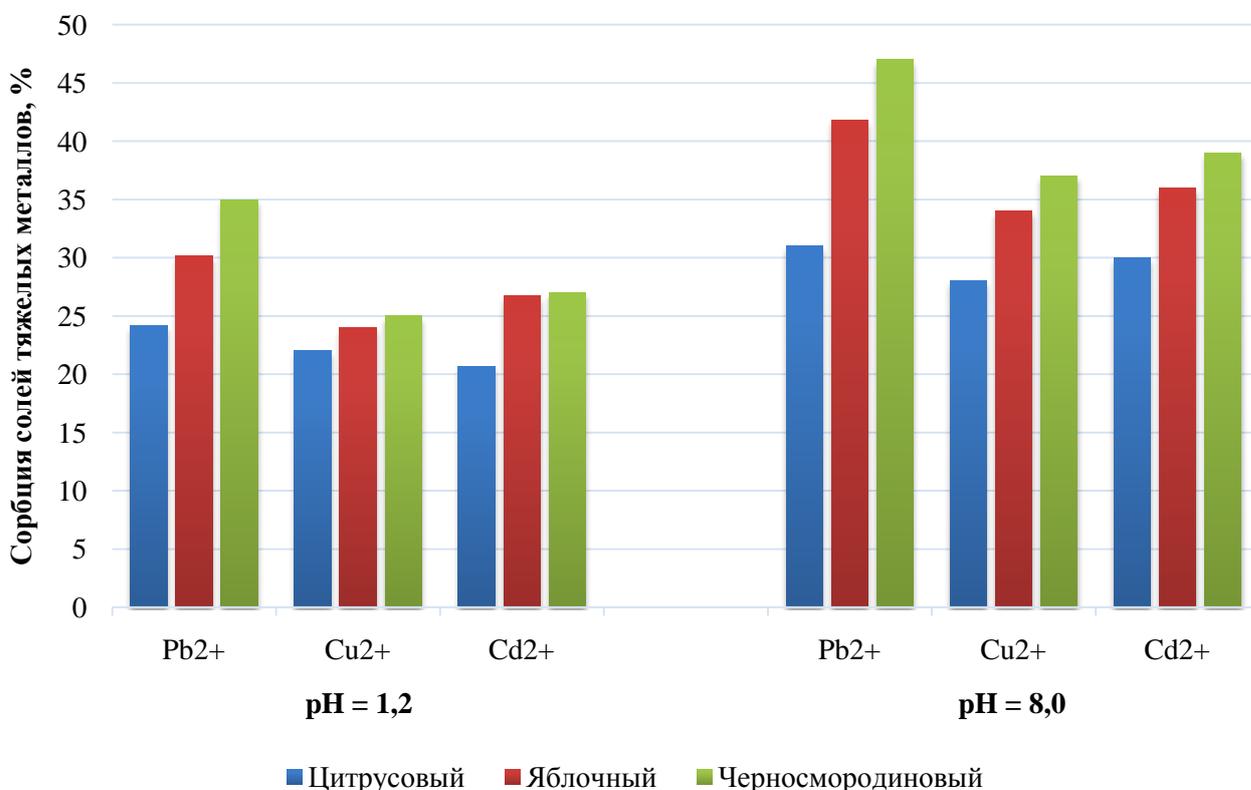


Рисунок 10 – Сорбционная способность пектинов

Из полученных данных видно, что яблочный и черносмородиновый пектины обладают большей сорбционной способностью по сравнению с цитрусовым пектином. В кислой среде, приближенной к значениям рН желудка, относительно катионов меди и кадмия все пектины имеют практически одинаковую активность.

Наибольшую сорбционную способность относительно катионов свинца пектины проявляют при рН = 8,0 (значение соответствует рН кишечника), что можно объяснить тем, что катионы двухвалентного свинца при взаимодействии с карбоксильными группами образуют соединения типа $H(COO)_2Me$ и с оксигруппами макромолекул – соли типа $R(COO)Me(OOCCN_3)$ [44].

Таким образом, данные о сорбционной способности пектинов свидетельствуют об их способности очищать организм от вредных веществ. В связи с этим добавление пектина в функциональные продукты питания позволяет позиционировать их как профилактическое средство в условиях окружающей среды, загрязненной тяжелыми металлами.

3.2.3 Изучение влияния пектинов на микроорганизмы *in vitro*

Было изучено влияние цитрусового, яблочного и черносмородинового пектинов на патогенные микроорганизмы, вызывающие кишечные инфекции, и условно-патогенные микроорганизмы.

В таблице 9 представлена длительность жизнеспособности микроорганизмов в растворе пектинов на физиологическом растворе.

Максимальную антибактериальную активность проявил яблочный пектин. При его концентрации в среде 5% в течении 1 – 4 часов полностью теряли жизнеспособность *P. vulgaris*, *P. aeruginosa*, *S. viridans*, *B. subtilis*. При концентрациях 2,5% и 1% теряли жизнеспособность стрептококки и *B. subtilis*.

Таблица 9 – Длительность (в часах) жизнеспособности микроорганизмов в растворах пектинов различной концентрации

Микроорга- низмы	Цитрусовый			Яблочный			Черносморо- диновый			Контроль (физ. р-р)
	5%	2,5%	1%	5%	2,5%	1%	5%	2,5%	1%	
	рН 3,2	рН 3,4	рН 3,5	рН 3,0	рН 3,2	рН 3,3	рН 3,0	рН 3,2	рН 3,3	рН 7,2
<i>P. vulgaris</i>	>72	>72	>72	4	24	>72	>72	>72	>72	>72
<i>S. aureus</i>	24	>72	>72	24	24	48	48	>72	>72	>72
<i>S. epidermidis</i>	24	48	>72	24	24	24	48	48	>72	>72
<i>P. aeruginosa</i>	2	48	>72	4	24	48	24	48	>72	>72
<i>S. viridans</i>	1	24	48	4	4	4	4	24	48	48
<i>E. faecalis</i>	4	48	>72	24	24	48	24	24	48	>72
<i>E. coli</i>	24	48	>72	24	24	24	24	48	>72	>72
<i>B. subtilis</i>	1	48	48	1	4	4	1	4	48	>72
<i>C. albicans</i>	>72	>72	>72	>72	>72	>72	>72	>72	>72	>72

Более слабым бактерицидным эффектом обладают цитрусовый и черносмородиновый пектины.

Однако потеря жизнеспособности синегнойной палочки *P. aeruginosa* и стрептококков *S. aureus*, *S. viridans* при 5%-ной концентрации цитрусового и черносмородинового пектинов происходила примерно за то же время, что и при той же концентрации яблочного пектина.

Устойчивыми к пектиновым растворам при всех исследуемых концентрациях оказались микроорганизмы *C. albicans*. В 1%-ном растворе пектинов все микроорганизмы были более устойчивы, чем в 2,5%-ной и 5%-ной концентрациях.

В результате проведенных исследований выявлено, что пектины оказывают антибактериальное действие на представителей наиболее распространенных штаммов патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Установлено, что яблочный пектин обладает лучшей бактерицидной активностью. На жизнеспособность дрожжей *C. albicans* пектины не влияют.

3.3 Изучение условий структурообразования низколактозных пектин-сывороточных гелей

Пектин-сывороточные гели представляют собой многокомпонентные системы, состоящие из высокомолекулярных веществ и низкомолекулярной жидкости (воды). Их взаимодействие обусловлено образованием пространственной сетки между молекулами биополимеров, что обеспечивает упругие свойства гелей. Сывороточные гели обычно содержат более 50% воды.

Пектин – эффективный полифункциональный гидроколлоид, представляющий особый интерес для применения в пищевой промышленности. Основными свойствами, определяющими его применение, являются структуро- и комплексообразование. При образовании пектиновых гелей увеличивается вязкость раствора, и пектиновый раствор начинает проявлять свойства твердых тел – прочность, упругость, способность сохранять определенную форму.

Цитрусовые, яблочные и черносмородиновые пектины являются высокоэтерифицированными. Необходимым условием для их гелеобразования является рН менее 4 и содержание в системе не менее 55% сухих веществ. Между молекулами пектина образуются различные связи, способствующие их сшивке. Так, например, между транс-расположенными гидроксильными группами С2 и С3 в звене D – галактуроновой кислоты образуются водородные связи, а в присутствии катионов металлов происходит взаимодействие

неполярных групп, приводящее к объединению макромолекул пектина за счет гидрофобного взаимодействия. Водородные связи возникают между карбоксильными и вторичными гидроксильными группами, ассоциативное взаимодействие – между метоксильными группами.

Для гелеобразования также имеет значение молекулярная масса пектиновых веществ, которая влияет на вязкость пектинового раствора. Чем выше молекулярная масса пектина, тем выше вязкость пектинового раствора [60].

По данным Храмова А.А. [111] полисахариды стабилизируют белковую фракцию молочного сырья при тепловой обработке, что позволяет повышать термостойкость и сохранять нативные свойства чувствительных к температуре компонентов.

В целом прочность геля пектина зависит от концентрации, молекулярной массы, степени этерификации, температуры, рН среды и использованного сахара. Так, гель высокоэтерифицированного пектина на глюкозе прочнее геля такого же пектина на фруктозе [148].

3.3.1 Исследование зависимости структурообразования пектин-сывороточных гелей от концентрации пектина

Для изучения влияния условий гелеобразования в низколактозную сыворотку вносили цитрусовый, яблочный и черносмородиновый пектины в концентрациях 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, 2,5%, 3,0%. В качестве объективной характеристики для изучения влияния пектинов на формирование гелей было выбрано предельное напряжение сдвига полученных сывороточных систем.

На рисунке 11 изображена графическая зависимость предельного напряжения сдвига от концентрации пектина из различного растительного сырья.

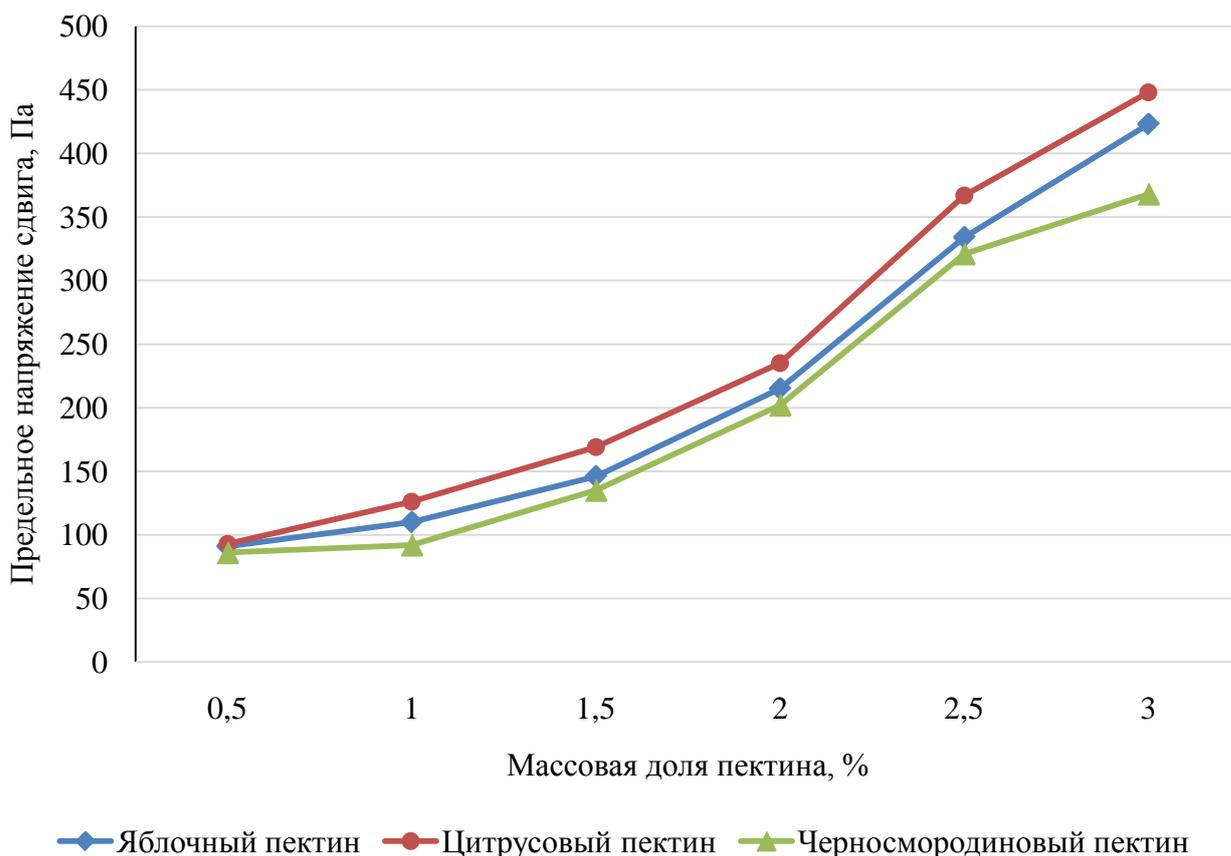


Рисунок 11 – Зависимость предельного напряжения сдвига от концентрации пектина

Из графика видно, что увеличение массовой доли пектина приводит к росту предельного напряжения сдвига низколактозной молочной сыворотки. С увеличением содержания пектина от 0,5% до 3,0 % происходит повышение прочности пектин-сывороточного геля в 4,1-4,8 раза и достигает максимальных значений в исследуемом диапазоне при концентрации пектинов 3,0%.

Данный эффект можно объяснить взаимодействием свободных реакционных групп пектина и увеличением межмолекулярных взаимодействий за счет наличия в системе сывороточных белков. Качественное изменение, характеризующееся резким увеличением напряжения сдвига пектин-сывороточных гелей, происходит при концентрации пектинов от 1,5% до 2,5%, и значения напряжения сдвига в указанном диапазоне концентраций увеличиваются в 2,2 раза для цитрусового пектина и в 2,3 раза для яблочного и черносмородинового пектинов.

Лучшую способность к гелеобразованию проявляют цитрусовый и яблочный пектины. Предельное напряжение сдвига пектин-сывороточной системы с использованием цитрусового пектина при концентрации 3,0% равно 448 Па, яблочного пектина при той же концентрации – 423 Па.

Самую низкую гелеобразующую способность проявляет черносмородиновый пектин, что можно объяснить более низким содержанием свободных реакционных групп, способных к формированию структуры, и вероятно его более низкой молекулярной массой. Максимальное значение напряжения сдвига для черносмородинового пектина составляет 368 Па при концентрации 3,0%.

Дальнейшие исследования проводили с применением яблочного пектина, обладающего хорошей способностью к гелеобразованию при наличии выраженного антибактериального действия и способности связывать ионы тяжелых металлов, что немаловажно при разработке функциональных продуктов питания.

3.3.2 Исследование зависимости структурообразования пектин-сывороточных гелей от активной кислотности

Структурирование пектин-сывороточных гелей также зависит от кислотности среды. Данный показатель определяет степень агрегативной устойчивости пектинов и влияет на ионное равновесие и диссоциацию поверхностных групп его молекул. Изучено влияние активной кислотности на предельное напряжение сдвига пектин-сывороточных систем. Результаты исследований представлены в таблице 10.

Для пектин-сывороточного геля с яблочным пектином повышение концентрации пектина с 0,5 до 3% при $pH = 5,5$ приводило к увеличению напряжения сдвига в 4,27 раза, а при pH 4,7; 4,9; 5,1; 5,3 значения напряжений сдвига увеличились в 3,56; 3,95; 4,08 и 4,09 раз, соответственно.

Таблица 10 – Влияние рН на предельное напряжение сдвига пектин-сывороточного геля с использованием яблочного пектина*

Массовая доля пектина, %	Предельное напряжение сдвига, Па				
	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7
0,5	91	99	114	122	145
1,0	110	129	148	159	172
1,5	186	203	224	231	247
2,0	215	271	318	375	396
2,5	334	364	442	463	513
3,0	423	453	485	503	576

*приведены результаты в виде средних значений, величина доверительных интервалов средних арифметических значений составила 1,0-2,5% при уровне значимости 0,5.

При рН = 4,7 полученные пектин-сывороточные гели с использованием яблочного пектина характеризуются более высокими значениями предельного напряжения сдвига.

Из полученных данных видно, что при снижении активной кислотности среды прочность пектин-сывороточных гелей увеличивается, что можно объяснить диссоциацией карбоксильных групп с последующим образованием дополнительных водородных связей, обеспечивающих изменение условий образования гелей в положительную сторону.

Выявленная закономерность увеличения изменения предельного напряжения сдвига при уменьшении активной кислотности позволяет регулировать параметры готового продукта. Если необходимо разработать продукт с известным значением предельного напряжения сдвига, например, равным 396 Па, то его можно реализовать при рН = 4,7 и концентрации пектина 2,0% и при рН = 5,5 и концентрации пектина в диапазоне 2,5-3,0%.

3.3.3 Влияние концентрации сахарозы на процесс гелеобразования пектина в молочной сыворотке

Пектиновые вещества способны образовывать гели в присутствии сахара и кислоты. Формирование геля объясняется образованием полимерной сети из молекул пектина, связанных друг с другом в жидкой среде водородными связями и гидрофобным взаимодействием между галактуроновыми цепями [139, 159]. Роль сахара в формировании геля состоит в стабилизации областей гидрофобных ассоциаций между метоксильными группами [148].

Механизм взаимодействия макромолекул пектина между собой можно регулировать за счет уменьшения электрического заряда. Добавление кислоты способствует уменьшению степени диссоциации карбоксильных групп в результате чего увеличивается концентрация растворимых веществ. Чтобы предотвратить взаимодействие пектиновых молекул с водой вводится сахароза для дегидратации пектиновых молекул и уменьшения активности воды.

В этой связи изучено влияние концентрации сахарозы на свойства пектин-сывороточных гелей. Исследования проводили при концентрации пектина от 0,5% до 3% при $\text{pH} = 5,5$. Результаты исследований приведены в таблице 11.

Как видно из полученных данных, повышение концентрации сахарозы влияет на увеличение предельного напряжения сдвига, что, в свою очередь, усиливает процесс структурообразования в пектин-сывороточной системе.

Данный эффект можно объяснить тем, что в результате дегидратации пектиновой молекулы сахарозой снижается ее растворимость, происходит межмолекулярное взаимодействие за счет сближения молекул пектина, что приводит к переходу золя в гель и при этом образуется сетка из пектиновых молекул, в которой блокируется сахарный раствор [12, 66]. В результате чего возникают водородные связи между полярными группами сахара, карбоксильными и гидроксильными группами пектиновых молекул.

Таблица 11 – Влияние массовой доли сахарозы на предельное напряжение сдвига пектин-сывороточных гелей при рН = 5,5*

Массовая доля сахарозы, %	Предельное напряжение сдвига (Па) при различной концентрации пектина (%)					
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
0,0	91	110	186	215	334	423
10,0	136	204	271	339	416	479
20,0	167	227	296	351	442	486
30,0	205	243	328	376	472	512
40,0	236	265	348	385	500	546
50,0	267	298	365	401	522	559
60,0	286	315	389	430	545	577

*приведены результаты в виде средних значений, величина доверительных интервалов средних арифметических значений составила 1,0-2,5% при уровне значимости 0,5.

Добавлением сахарозы можно регулировать процесс гелеобразования с целью получения конечного продукта с заданными реологическими характеристиками.

3.3.4 Влияние температуры на вязкость пектин-сывороточных гелей

Для изучения влияния температуры процесса на вязкость пектин-сывороточных гелей исследовали изменение эффективной вязкости при температурах 20°C, 40°C, 60°C, 80°C. Концентрация пектина выбрана с учетом предельного напряжения сдвига не менее 100 Па и составляет 1%. Следует учесть то, что при разработке функциональных продуктов на основе пектин-сывороточных гелей массовая доля пектина будет изменена с учетом вносимых в рецептуру компонентов.

На рисунке 12 изображен график зависимости эффективной вязкости пектин-сывороточных гелей от температуры и показана экспоненциальная линия тренда с прогнозом значений для температуры более 80°C.

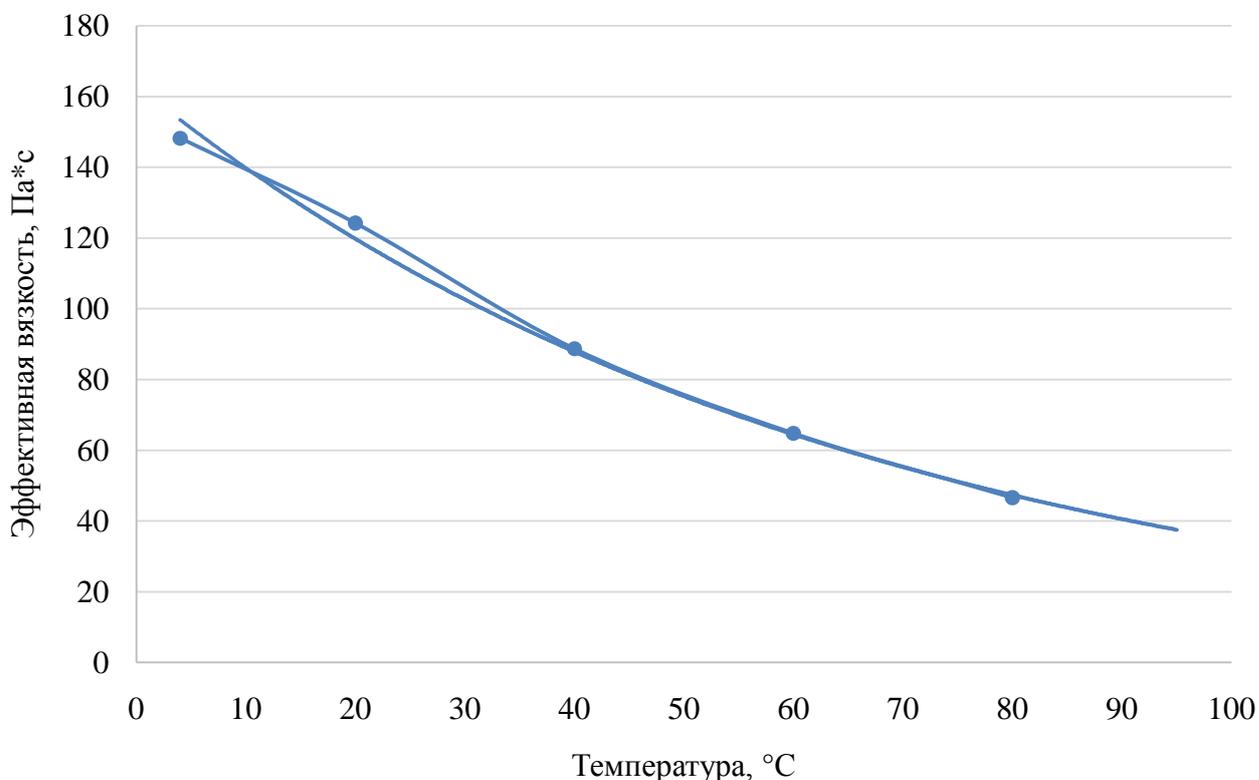


Рисунок 12 – Зависимость эффективной вязкости пектин-сывороточных гелей от температуры

В результате увеличения температуры с 20°C до 80°C происходит снижение эффективной вязкости системы яблочный пектин - низколактозная молочная сыворотка в 3,18 раза по сравнению с максимальным значением вязкости, полученным при исходной температуре пектин-сывороточного геля +4°C. Это можно объяснить тем, что происходит увеличение энергии активации и числа активных контактов молекул пектина, что приводит к снижению устойчивости адсорбционных гидратных слоев. При температуре близкой к 60°C внешне наблюдалось снижение структурированности системы и проявление тиксотропных свойств пектин-сывороточных гелей.

3.3.5 Влияние продолжительности хранения на прочность пектин-сывороточных гелей

Старение геля характеризуется разрушением структуры, которое происходит со временем в результате изменения характеристических свойств системы. Данный показатель определяет срок годности продукта, то есть продолжительность хранения, при которой пектин-сывороточный гель сохраняет свои потребительские и технологические свойства.

Для установления сроков годности пектин-сывороточных гелей изучено влияние продолжительности хранения на их прочность.

На рисунке 13 показана кинетика изменения предельного напряжения сдвига при рекомендуемой температуре хранения молочной сыворотки 0-5°C и температуре 20-25°C.

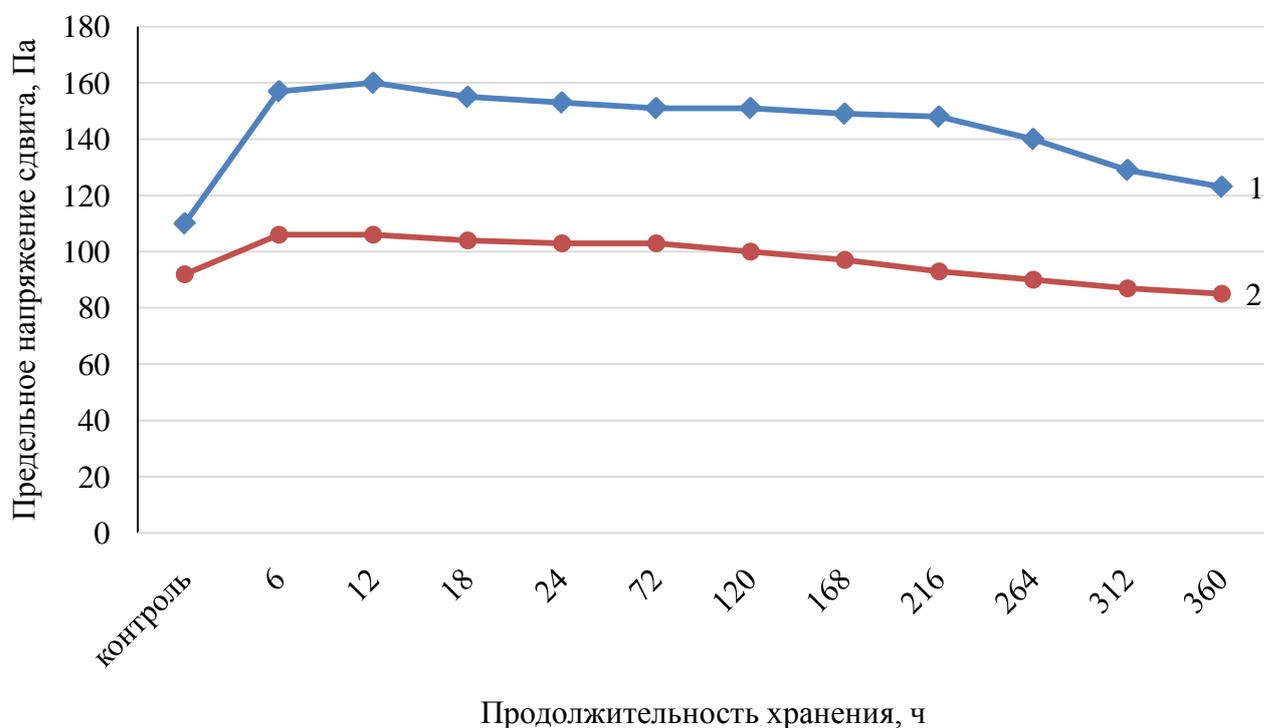


Рисунок 13 – Кинетика изменения предельного напряжения сдвига пектин-сывороточного геля при хранении:

1 – при температуре 0-5°C; 2 – при температуре 20-25°C

Полученные данные показывают изменения прочности пектин-сывороточных гелей при хранении. Из представленных данных видно, что кинетика старения изучаемых гелей имеет ряд особенностей. В первые сутки хранения до 18 часов происходит увеличение прочности структуры геля на 31,25% при температуре хранения 0-5°C и на 13,2% при 20-25°C, далее происходит стабилизация системы до 216 и 72 часов хранения, соответственно. После достижения указанного времени начинается снижение предельного напряжения сдвига, что можно охарактеризовать началом старения пектин-сывороточного геля.

Увеличение предельного напряжения сдвига в первые часы хранения связано с образованием новых связей между гидратированной молекулой пектина и белками молочной сыворотки, что приводит к образованию пространственных взаимодействий и формированию трехмерного матрикса, в котором происходит насыщение свободных реакционных групп во времени, что приводит к относительной стабилизации системы.

Проведенные исследования по изучению условий структурообразования низколактозных пектин-сывороточных гелей позволяют сделать следующие выводы:

- изменение концентрации пектиновых веществ, активной кислотности и содержания сухих веществ позволяет регулировать реологические характеристики пектин-сывороточных гелей;
- увеличение массовой доли пектина в системе увеличивает ее прочность за счет взаимодействия свободных реакционных групп пектина между собой с образованием водородных связей и увеличения количества взаимодействий между молекулами пектина и сывороточных белков;
- увеличение содержания ионов водорода положительно влияет на технологические свойства геля на основе пектина и низколактозной молочной сыворотки;

- добавление сахарозы в систему пектин-сывороточного геля способствует образованию дополнительных водородных связей, что приводит к увеличению предельного напряжения сдвига геля;
- процесс нагревания приводит к разрушению межмолекулярных взаимодействий и снижению прочности геля, а дальнейшее его охлаждение служит образованию новых структурных связей.

Полученные данные о влиянии технологических параметров на формирование структуры гелеобразных систем на основе низколактозной молочной сыворотки и яблочного пектина можно использовать при разработке функциональных продуктов питания с заданными реологическими свойствами.

3.4 Разработка технологии сокосодержащего низколактозного функционального напитка

3.4.1 Обоснование рецептуры сокосодержащего низколактозного функционального напитка

В настоящее время проблема обеспечения рациона питания функциональными продуктами различной природы является актуальной и востребованной. Повысить пищевую ценность продуктов питания можно за счет создания новых многокомпонентных сбалансированных составов, обогащенных компонентами сырья растительного и животного происхождения.

С целью расширения ассортимента функциональных напитков был разработан сокосодержащий низколактозный напиток на основе гидролизованной молочной сыворотки. На основе маркетингового исследования вкусовых предпочтений населения [62] в качестве добавок были выбраны яблочный и тыквенный соки.

Полезные свойства данного напитка определяются витаминно-минеральным составом соков (таблица 12), питательными компонентами молочной сыворотки, а также добавлением яблочного пектина. Как видно из

таблицы, особенностью химического состава данных соков является содержание широкого спектра витаминов и минеральных веществ. Тыквенный сок является ценным источником каротиноидов, токоферолов, аскорбиновой и фолиевой кислот.

Витамин А в организме участвует в окислительно-восстановительных процессах, входит в состав зрительных пигментов и участвует в процессе синтеза белков. Как известно, он не синтезируется в организме человека, поэтому необходимо в пищу употреблять продукты, содержащие витамин А. В составе тыквенного сока каротиноиды находятся в комплексе с токоферолом, который предохраняет их от окисления.

Таблица 12 – Микронутриентный состав соков

Компоненты	Содержание, в 100 г сока из	
	яблок	тыквы
Витамин А, РЭ (мкг)	-	250
Бета каротин, мг	-	1,5
Витамин Е, мг	0,1	0,4
Витамин С, мг	2	8
Витамин В1, мг	0,01	0,05
Витамин В2, мг	0,01	0,06
Витамин В9, мкг	0,1	14,0
Минеральные вещества:		
калий, мг	120	204
кальций, мг	8	25
магний, мг	5	14

Витамины А, С, Е обладают антиоксидантной активностью, препятствуют образованию активных форм кислорода и благотворно влияют на общее состояние здоровья человека.

В яблочном соке содержатся витамины группы В, аскорбиновая кислота и комплекс минеральных веществ. Фолиевая кислота способствует росту и развитию организма человека, участвует в синтезе аминокислот, РНК и ДНК, улучшает процесс кроветворения. Рибофлавин участвует в обменных процессах организма человека (углеводном, белковом и жировом), является предшественником нуклеотидов, которые в свою очередь входят в состав окислительно-восстановительных ферментов, участвующих в инактивации вредных веществ, образующихся в результате жизнедеятельности бактерий.

Яблочный сок отличается значительным содержанием органических кислот, что влияет на вкус и, при разработке напитка, требует внесение подсластителей.

Для определения процентного содержания вносимых в сывороточный напиток соков были приготовлены композиции напитков с содержанием яблочного и тыквенного сока – 0-25% в различном соотношении (таблица 13).

Таблица 13 – Варианты рецептур напитков

Наименование компонента	Содержание, %					
	Контроль	1	2	3	4	5
Низколактозная молочная сыворотка	92,3	72,3	72,3	72,3	72,3	72,3
Яблочный сок	-	-	5	10	15	20
Тыквенный сок	-	20	15	10	5	-
Сахар-песок	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
Яблочный пектин	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Полученные образцы напитков оценивали органолептически. Характеристики низколактозных сывороточных напитков приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Органолептические показатели низколактозных сывороточных напитков, обогащенных натуральными соками яблока и тыквы

Номер образца	Наименование показателя		
	Вкус и запах	Цвет	Консистенция
Контроль	Кисло-молочный вкус и запах	Бледно-зеленый	Однородная, слегка вязкая жидкость
1	Мягкий, с выраженным вкусом тыквы, проявляется кисло-молочный вкус и запах сыворотки	Желтый	
2	Приятный кисломолочный вкус с выраженным вкусом тыквы, проявляется кисло-молочный вкус и запах сыворотки	Светло-желтый	
3	Приятный кисломолочный вкус с выраженным вкусом яблока и тыквы, без посторонних запахов и привкусов	Светло-желтый	
4	Приятный кисломолочный вкус с выраженным вкусом яблока, без посторонних запахов и привкусов	Светло-желтый	
5	Резко кислый, ярко выражен вкус и запах яблока	Слабо желтый	

Как видно из таблицы, образцы напитков 1 и 2 с добавлением только тыквенного сока и яблочного и тыквенного соков в соотношении 1:3 отличались наличием постороннего привкуса и запаха молочной сыворотки. Данный факт можно объяснить низким содержанием органических кислот в тыквенном соке, что не обеспечивает перекрывание специфического вкуса и запаха молочной сыворотки.

Образец 5 с добавлением только яблочного сока обладал резко кислым вкусом и имел недостаточно привлекательный внешний вид, обусловленный слабовыраженным желтым цветом.

В образцах 3 и 4 сочетание соков яблока и тыквы достаточно маскируют цвет, вкус и запах сыворотки и обладают приятным вкусом.

Полученные образцы напитков тестировались на группе людей из 15 человек. Напитки оценивались по 5-ти бальной шкале, тестирование проводилось в слепую по основным органолептическим показателям: консистенция, цвет, запах, вкус, сладость. Результаты тестирования респондентов складывались между собой и высчитывалось среднее значение по каждому показателю отдельно. Средние показатели тестирования приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Средние показатели тестирования низколактозных сокосодержащих напитков

Показатель	Средняя оценка параметра				
	№1	№2	№3	№4	№5
Консистенция	4	4	5	5	4
Цвет	5	5	5	5	4
Запах	3	5	5	5	5
Вкус	3	4	4	5	4
Сладость	4	4	5	5	4
Средний балл	3,8	4,4	4,8	5	4,2

На рисунке 14 показана диаграмма, отображающая результат тестирования образцов по основным потребительским характеристикам.

В результате тестирования наибольшие оценки получил образец № 4, он превзошёл все другие по одному из важных показателей для напитка, вкусу.

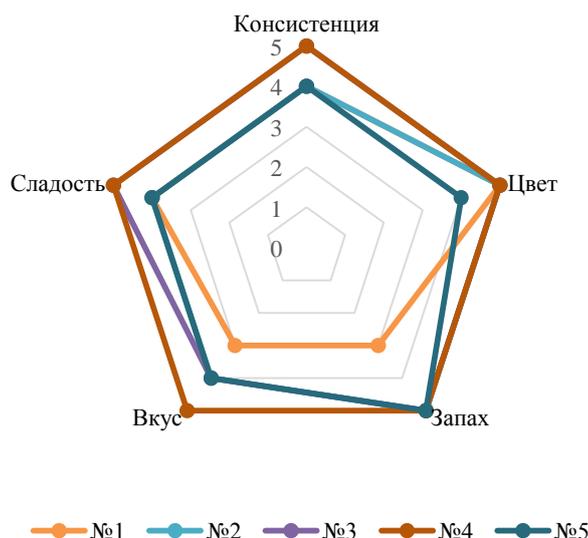


Рисунок 14 – Оценка органолептических характеристик разработанных напитков

Данный образец низколактозного функционального напитка, обогащенного соками яблока и тыквы в соотношении 3:1 был изучен по физико-химическим и микробиологическим показателям, которые представлены в таблицах 16, 17.

Таблица 16 – Физико-химические показатели низколактозного напитка, обогащенного соками яблока и тыквы

Показатель	Фактическое значение
Массовая доля сухих веществ, %	10,0±0,1
Массовая доля жира, %	0,8±0,01
Массовая доля лактозы, %	0,6±0,07
Массовая доля органических кислот, %	0,22±0,01
Кислотность, рН	4,0±0,1
Содержание витамина А, мкг на 100 г	147,9±0,5
Содержание витамина С, мг на 100 г	9,57±0,3
Содержание пектиновых веществ, г на 100 г	1,59±0,19

Таблица 17 – Микробиологические показатели низколактозного напитка, обогащенного соками яблока и тыквы

Показатель	Норма	Фактическое значение
Бактерии группы кишечной палочки в 0,01 г продукта	отсутствие	отсутствует
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^2$
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 25 г продукта	отсутствие	отсутствует
<i>S. aureus</i> в 0,1 г	отсутствие	отсутствует
<i>L. monocytogenes</i> в 2,5 г	отсутствие	отсутствует

Как следует из таблицы 16, в разработанном напитке содержится 10% сухих веществ за счет присутствия сахарозы, а также глюкозы и галактозы, образовавшихся после гидролиза лактозы, белков, витаминов, минеральных веществ, органических кислот, которые обуславливают его пищевую ценность. Содержание в одной порции напитка (200 мл) витаминов А и С в количестве более 30% средней суточной потребности взрослого человека в этих витаминах, и пектиновых веществ в количестве более 1,5 г/100 мл, позволяет позиционировать напиток в качестве функционального продукта с высоким содержанием витаминов А и С и дополнительного источника пищевых волокон (Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011) [103].

Напиток по содержанию микроорганизмов соответствует гигиеническим требованиям безопасности пищевых продуктов.

Энергетическая и пищевая ценность разработанного напитка представлена в таблице 18.

Полученные данные использованы при разработке технических условий и технологической инструкции на изготовление сокосодержащего напитка на основе низколактозной молочной сыворотки и яблочного пектина (Приложения А, Б).

Таблица 18 – Энергетическая и пищевая ценность низколактозного сокосодержащего функционального напитка в 100 г

Показатель	Фактическое значение
Белки, г	0,49
Жиры, г	0,8
Углеводы, г	8,21
Калорийность, кКал	42
Энергетическая ценность, кДж	176

Для установления сроков годности разработанного продукта были изучены микробиологические показатели при хранении при температуре $4\pm 2^{\circ}\text{C}$. На протяжении всего срока годности микробиологические показатели пищевой продукции должны соответствовать требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011 и не превышать показатели, представленные в таблице 19.

Таблица 19 – Нормы микробиологических показателей для функционального напитка

Показатель	Норма
Бактерии группы кишечной палочки в 0,01 г продукта	Отсутствие
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$1*10^5$
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 25 г продукта	Отсутствие
<i>S. aureus</i> в 0,1 г	Отсутствие
<i>L. monocytogenes</i> в 2,5 г	Отсутствие

Данные по изучению микробиологических показателей низколактозного сокосодержащего функционального напитка в процессе хранения представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Микробиологические показатели низколактозного сокодержащего функционального напитка в процессе хранения

Продолжительность хранения, сутки	Показатель				
	Бактерии группы кишечной палочки в 0,01 г продукта	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 25 г продукта	<i>S. aureus</i> в 0,1 г	<i>L. monocytogenes</i> в 2,5 г
5	Отсутствие	$1 \cdot 10^3$	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
10	Отсутствие	$2,5 \cdot 10^3$	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
15	Отсутствие	$3,4 \cdot 10^3$	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
20	Отсутствие	$4,5 \cdot 10^3$	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
25	Отсутствие	$6,2 \cdot 10^3$	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
30	Отсутствие	$3,1 \cdot 10^4$	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
35	Отсутствие	$3,5 \cdot 10^4$	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
40	Отсутствие	$4,2 \cdot 10^4$	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
45	Отсутствие	$2,1 \cdot 10^5$	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует

При изучении микробиологической обсемененности в процессе хранения бактерии группы кишечной палочки, патогенные микроорганизмы, *S. aureus*, *L. monocytogenes* не обнаружены. Общее содержание микроорганизмов увеличивалось и на 45 сутки значение показателя КМАФАнМ стало больше установленной нормы. Исходя из полученных данных, можно установить срок годности низколактозного сокодержущего функционального напитка с учетом коэффициента резерва 1,5 – 30 суток [93].

3.4.2 Разработка технологической схемы производства сокодержущего низколактозного функционального напитка

Биотехнология производства напитка заключается в ферментативной подготовке молочной сыворотки путем ее обработки ферментом β – галактозидазы из бактерий *Bacillus licheniformis*. В результате на основную стадию приготовления напитка поступает низколактозная молочная сыворотка, что позволяет получить функциональный продукт с заданными свойствами.

Процесс производства напитка включает в себя следующие стадии:

- входной контроль сырья;
- подготовка сырья;
- подготовка молочной сыворотки;
- смешивание компонентов;
- пастеризация смеси;
- охлаждение;
- контроль качества нерасфасованного продукта;
- розлив и доохлаждение;
- контроль качества готового продукта.

На рисунке 15 представлена процессуальная схема производства низколактозного сокодержущего функционального напитка на основе пектин-сывороточного геля.

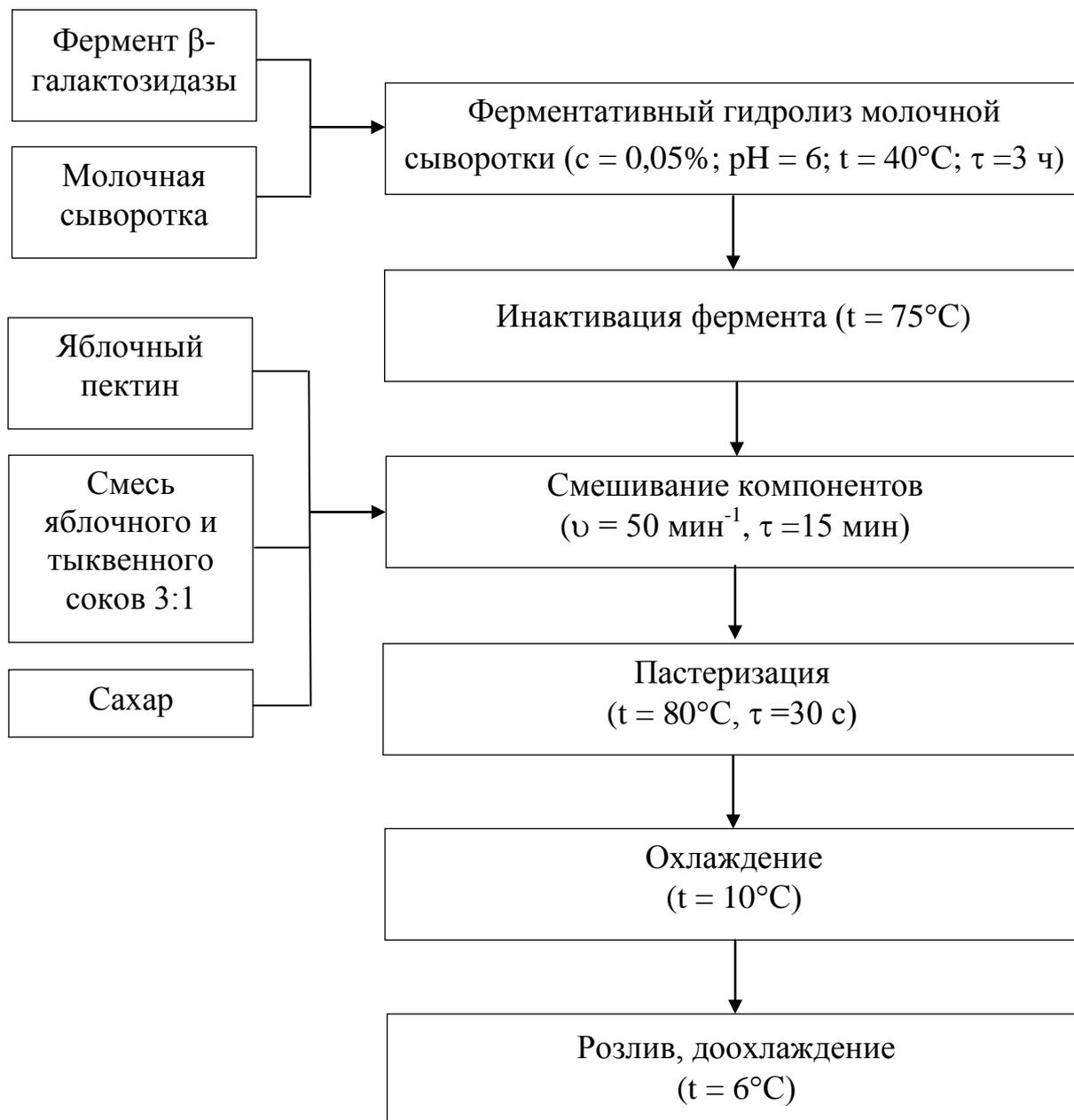


Рисунок 15 – Процессуальная схема производства сокосодержащего низколактозного функционального напитка

Молочная сыворотка поступает в пастеризационную ванну, снабженную мешалкой и паровой рубашкой. Включают подогрев до температуры гидролиза 40°C. Вносят расчетное количество ферментного препарата β – галактозидазы, исходя из его активности, и ферментируют при температуре 40°C в течение 3 часов до степени гидролиза не менее 30%.

Инактивируют фермент путем нагревания гидролизованной сыворотки до 75°C. При температуре 75°C при перемешивании добавляют рецептурное количество смеси яблочного и тыквенного соков в соотношении 3:1, сахара, яблочный пектин. Полученную смесь доводят до температуры 80°C и проводят пастеризацию в течение 30 секунд. Далее смесь охлаждают до температуры 10°C, проводят контроль качества нерасфасованного продукта. После получения положительных результатов контроля качества проводят розлив в бутылки с последующим доохлаждением ($t = 6^\circ\text{C}$). Проводят контроль качества готового продукта, после чего продукт поступает на склад готовой продукции.

3.5 Разработка технологии низкожирного майонезного соуса

3.5.1 Обоснование рецептуры низкожирного майонезного соуса

При разработке рецептуры низкожирного майонезного соуса с целью получения функционального продукта учитывалась необходимость снижения калорийности конечного продукта при минимальных потерях пищевой ценности продукта. С учетом поставленных задач проведен подбор композиции растительных масел подсолнечного и льняного, рассмотрена возможность замены яичного порошка, сухого молока и воды на низколактозную молочную сыворотку с добавлением яблочного пектина, изучены условия стабилизации системы для обеспечения стабильности конечного продукта.

Первым этапом разработки майонезного соуса являлся подбор жировой основы. При создании эмульсионных функциональных продуктов питания рекомендуется подбирать состав масел с учетом оптимального соотношения $\omega 3:\omega 6$ полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) – 1:5 – 1:10 [71]. В таблице 21 приведено содержание ПНЖК выбранных масел на основании данных технической литературы. Решение задачи по разработке состава смеси растительных масел осуществляется методом линейного программирования.

Таблица 21 – Содержание полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в растительных маслах

	Подсолнечное масло	Льняное масло
ПНЖК группы $\omega 6$:		
линолевая, %	50,90	15,89
ПНЖК группы $\omega 3$:		
α – линоленовая, %	0,30	60,00

Пусть смесь содержит x кг подсолнечного масла, y кг льняного масла. Так как линолевая кислота группы $\omega 6$ в подсолнечном масле составляет 50,90%, а в льняном 15,89%, то ее содержание в данной смеси равно:

$$\frac{0,509x + 0,1589y}{x + y}$$

Поскольку α – линоленовая кислота группы $\omega 3$ в подсолнечном масле составляет 0,30%, а в льняном масле – 60,00%, то ее содержание в данной смеси равно:

$$\frac{0,003x + 0,6y}{x + y}$$

Для составления смеси масел с соотношением ПНЖК $\omega 3 : \omega 6 = 1:10$ используем уравнение:

$$\frac{\frac{0,003x + 0,6y}{x + y}}{\frac{0,509x + 0,1589y}{x + y}} = \frac{1}{10};$$

$$\frac{0,003x + 0,6y}{0,509x + 0,1589y} = \frac{1}{10};$$

$$y = 0,082x.$$

Исходя из полученной формулы, количество подсолнечного и льняного масел в смеси будет равно 92,4 % и 7,6%, соответственно, или 12,2:1 при соотношении $\omega 3 : \omega 6 = 1:10$.

Проведен анализ показателей качества разработанной смеси масел. Результаты данных в таблице 22.

Таблица 22 – Органолептические и физико-химические показатели смеси подсолнечного и льняного масел

Наименование показателя	Характеристика смеси
Прозрачность	Прозрачное без осадка
Запах и вкус	Без запаха, обезличенный вкус
Цветное число, мг йода	$5 \pm 0,05$
Кислотное число, мг КОН/г	$0,26 \pm 0,01$
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	$0,56 \pm 0,009$
Теоретическое содержание витамина Е, мг на 100 г	57,4

Была изучена устойчивость к окислению смеси подсолнечного и льняного масел. Данный показатель определяли путем хранения смеси в темном месте, без доступа света, при температуре 20°C в течение 35 суток. Контроль параметров осуществлялся каждые 5 суток. Данные по изучению стабильности смеси при хранении представлены на рисунке 16.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что подобранная смесь растительных масел обладает низкими значениями кислотного и перекисного чисел, а данные по стабильности показателей безопасности при хранении показывают, что смесь устойчива к окислению в процессе хранения, что важно для сохранения качества продуктов, полученных с ее добавлением.

Следующим этапом разработки соуса явилось изучение возможности замены воды, яичного белка и сухого молока на низколактозную сыворотку с добавлением пектина.

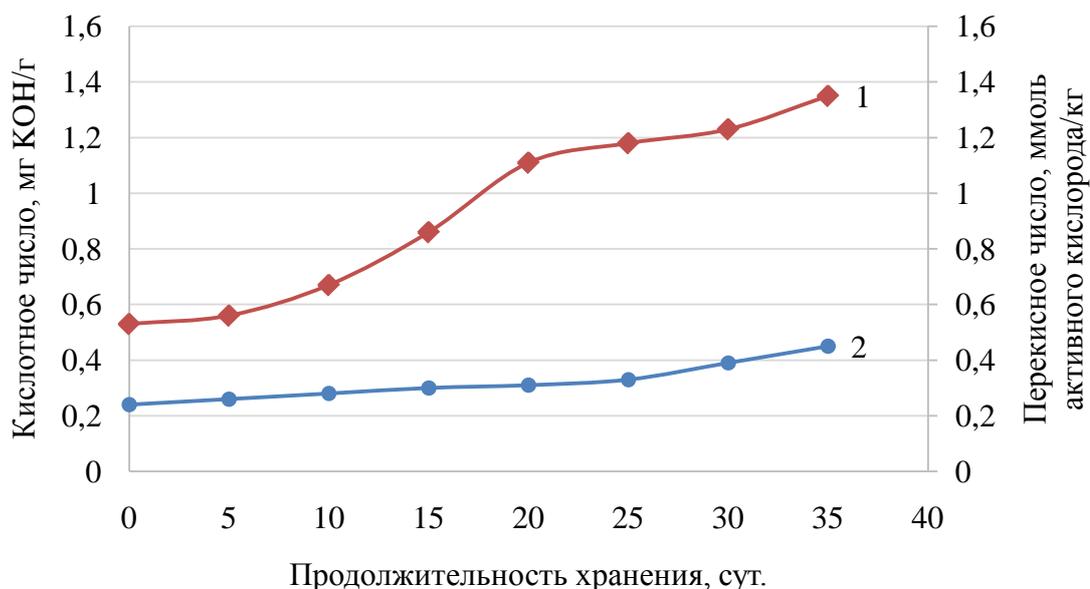


Рисунок 16 – Влияние продолжительности хранения на качественные характеристики смеси масел: 1- перекисное число; 2 – кислотное число

Внесение яблочного пектина в концентрации 2% в низколактозную молочную сыворотку при кислых значениях pH способствует образованию структурированной системы в отсутствие яичного белка и сухого молока.

Для этого в подогретую до 35°C низколактозную сыворотку добавляли смесь масел в количестве 15%, 20%, 25%, 30% и яблочный пектин в концентрации 2,0% (согласно ранее проведенным исследованиям, при данной концентрации происходят качественные изменения напряжения сдвига). Составы эмульсий представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Составы эмульсий на основе пектин-сывороточного геля

Название компонента	Содержание, %			
	1	2	3	4
Низколактозная молочная сыворотка	83,0	78,0	73,0	68,0
Подсолнечное масло	13,86	18,48	23,10	27,72
Яблочный пектин	2,0	2,0	2,0	2,0
Льняное масло	1,14	1,52	1,90	2,28

Была изучена стабильность полученных эмульсий при центрифугировании (скорость вращения 1500 мин^{-1} , время центрифугирования 5 мин). Процент отделения водной фазы составил:

- 15% смеси масел и 85% пектин-сывороточного геля – 12%;
- 20% смеси масел и 80% пектин-сывороточного геля – 10%;
- 25% смеси масел и 75% пектин-сывороточного геля – 8%;
- 30% смеси масел и 70% пектин-сывороточного геля – 5%.

Как видно из данных, все полученные эмульсии нестабильны, и при уменьшении содержания смеси масел стабильность уменьшается, поэтому необходимо введение дополнительного стабилизатора в рецептуру эмульсионного соуса.

Так как целью разработки является создание низкожирного майонезного соуса, дальнейшие исследования проводились на эмульсии с добавлением 15% растительных масел с дополнительным вводом стабилизатора для предотвращения явления синерезиса в готовом продукте.

Для корректировки стабильности дисперсной системы соуса был выбран стабилизатор Авистол[®] ASTM 40. В его состав входят только природные гидроколлоиды, крахмал, ксантановая, гуаровая камедь и камедь рожкового дерева, что является положительным фактором при разработке функциональных пищевых продуктов. Данный стабилизатор обеспечивает однородность структуры, предотвращает расслоение системы, снижает испарение влаги, тем самым увеличивает срок хранения готового продукта.

Стабилизатор постепенно вводили в водную фазу, при постоянном перемешивании в количестве 0,4%, 0,6%, 0,8%, 1,0%, 1,2%. Полученные эмульсии были исследованы на их стабильность по [33].

При введении стабилизатора в количестве 0,4%, 0,6%, происходило отделение водной фазы около 5 %. Эмульсии с содержанием стабилизатора в количестве 0,8-1,2% были устойчивы к центрифугированию в исследуемых условиях.

Из этого следует, что введение стабилизатора способствовало сорбции молекул воды гидроколлоидами, уменьшению содержания свободных молекул воды в системе и, как следствие, увеличению стабильности эмульсии.

Для повышения пищевой ценности эмульсионного продукта в рецептуру соуса добавили кукурузную муку [26]. Данная мука содержит в себе минералы – магний, калий, кальций, железо, фосфор, витамины А, Е, РР, В1, которые благотворно влияют на работу желудочно-кишечного тракта, нервной и сердечно-сосудистой систем.

Исходя из полученных данных была разработана рецептура низкожирного майонезного соуса на основе низколактозного пектин-сывороточного геля с добавлением кукурузной муки (таблица 24).

Таблица 24 – Рецептура майонезного соуса

Название компонента	Массовая доля, %
Низколактозная молочная сыворотка	76,95
Подсолнечное масло	13,86
Кукурузная мука	4,25
Яблочный пектин	2,0
Льняное масло	1,14
Соль	1,0
Стабилизатор Авистол [®] ASTM 40	0,8

Полученный образец майонезного соуса был изучен по физико-химическим показателям на соответствие ГОСТ 31761-2012 «Майонезы и соусы майонезные. Общие технические условия» (таблица 25) и микробиологическим показателям на соответствие ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию» [105] (таблица 26).

Разработанный майонезный соус содержит в составе витамин Е в количестве 6,7 мг на 100 г, что составляет 67% от суточной потребности и позволяет позиционировать разработанный соус, как продукт с высоким

содержанием витамина Е. По исследуемым показателям качества соус соответствует гигиеническим требованиям безопасности пищевых продуктов.

Таблица 25 – Физико-химические показатели майонезного соуса

Показатель	Фактическое значение
Внешний вид, консистенция	Однородный сметанообразный продукт, слегка тянущийся с единичными пузырьками воздуха
Вкус и запах	Вкус слегка кисловатый, с легким запахом и привкусом молочной сыворотки
Цвет	Белый, однородный по всей массе
Активная кислотность, рН	3,95±0,3
Массовая доля жира, %	15±0,1
Массовая доля влаги, %	76,1±0,3
Кислотность, % в пересчете на уксусную кислоту	0,32±0,1
Стойкость эмульсии, % неразрушенной эмульсии	100±3
Содержание витамина Е (Σ токоферолов в пересчете на токоферол ацетат), мг на 100 г	6,7±0,04

Таблица 26 – Микробиологические показатели майонезного соуса

Показатель	Норма	Фактическое значение
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	отсутствие	отсутствует
Бактерии группы кишечной палочки в 0,1 г продукта	отсутствие	отсутствует
Стафилококки <i>S. aureus</i>	отсутствие	отсутствует
Дрожжи, КОЕ/г	не более $5 \cdot 10^2$	отсутствует
Плесени, КОЕ/г	не более 50	отсутствует

В таблице 27 представлены энергетическая и пищевая ценность низкожирного майонезного соуса.

Полученные данные использованы при разработке технических условий и технологической инструкции на изготовление низкожирного майонезного соуса на основе низколактозной молочной сыворотки и яблочного пектина (Приложения В, Г).

Таблица 27 – Энергетическая и пищевая ценность низкожирного майонезного соуса в 100 г

Показатель	Фактическое значение
Белки, г	0,76
Жиры, г	15
Углеводы, г	4,71
Калорийность, кКал	157
Энергетическая ценность, кДж	657

Проведено исследование изменений показателей качества и безопасности разработанного продукта в процессе хранения. Майонезный соус хранили в закрытом виде 35 суток при максимально допустимой температуре хранения +18°C. Контроль качества проводили по значению кислотности и перекисного числа, отбор пробы для анализа проводили каждые 5 суток. На рисунке 17 представлены данные проведенных исследований.

Значение кислотности разработанного продукта характеризуется незначительным увеличением от 0,32 до 0,42%, что находится в пределах нормы (не более 1% по ГОСТ 31761-2012 «Майонез и майонезные соусы. Общие технические условия»). Значение перекисного числа в процессе хранения увеличивается до 8,3 ммоль активного кислорода/кг на 35 сутки, что также находится в пределах нормы (не более 10 ммоль активного кислорода/кг). Однако дальнейшее увеличение сроков хранения в исследуемых условиях не

рекомендуется, так как прогнозируемое значение перекисного числа может превысить 10 ммоль активного кислорода/кг.

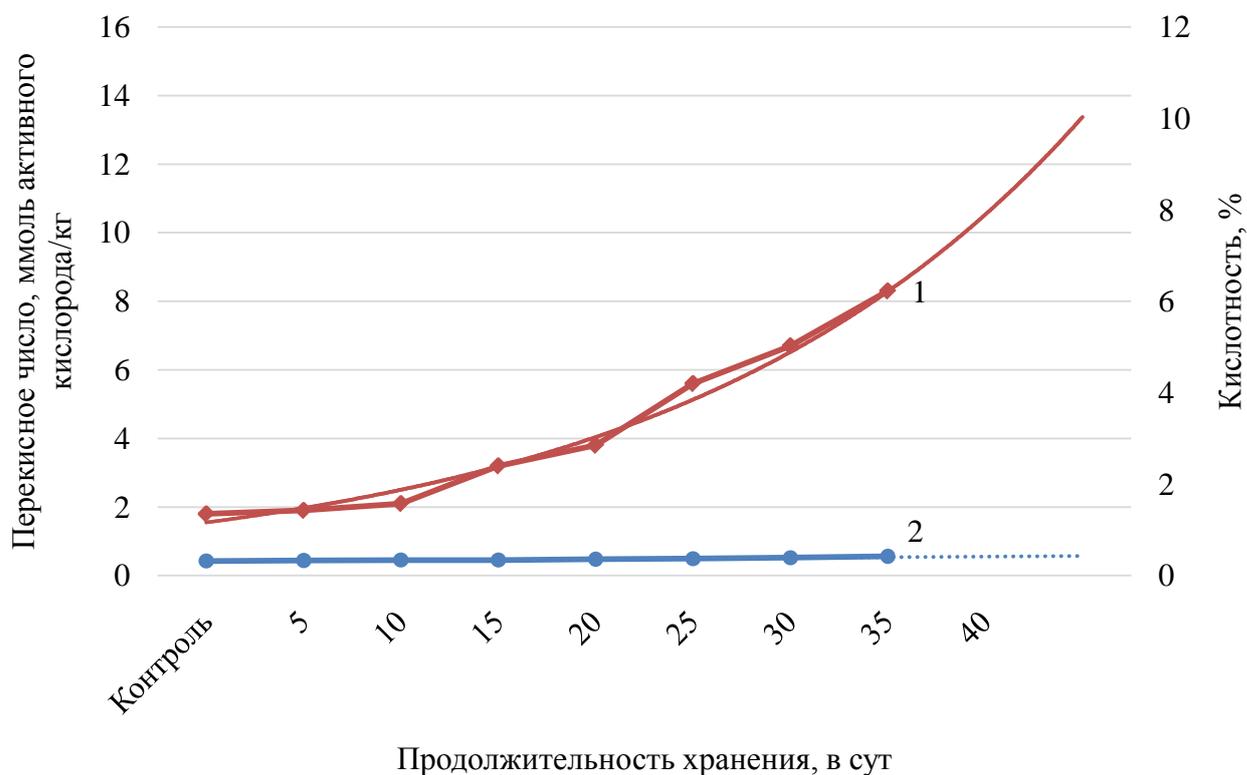


Рисунок 17 – Влияние продолжительности хранения на качественные характеристики майонезного соуса: 1- перекисное число; 2 – кислотность

Комплексное использование пектин-сывороточного геля и стабилизатора позволило получить функциональный низкожирный майонезный соус с высокой Е-витаминной активностью, содержащий полиненасыщенные жирные кислоты растительных масел и белки молока, стабильный при хранении.

3.5.2 Разработка технологической схемы производства низкожирного майонезного соуса

Процесс производства низкожирного майонезного соуса включает в себя следующие стадии:

- входной контроль сырья;
- подготовка молочной сыворотки;
- подготовка эмульгирующей пасты;
- подготовка смеси масел;
- смешивание подготовленных компонентов;
- гомогенизация смеси;
- охлаждение;
- контроль качества нерасфасованного продукта;
- фасовка, доохлаждение, упаковка;
- контроль качества готового продукта.

На рисунке 18 представлена процессуальная схема производства низкожирного майонезного соуса на основе пектин-сывороточного геля.

Молочная сыворотка поступает в реактор, снабженный мешалкой и паровой рубашкой. Включают подогрев до температуры гидролиза 40°C. Вносят расчетное количество ферментного препарата β-галактозидазы, исходя из его активности, и ферментируют при температуре 40°C в течение 3 часов до степени гидролиза не менее 30%. Инактивируют фермент путем нагревания гидролизованной сыворотки до 75-80°C. Охлаждают сыворотку до температуры 35°C. Отдельно подготавливают пасту, состоящую из стабилизатора, яблочного пектина, кукурузной муки и части гидролизованной сыворотки. Подготовленную пасту вводят при перемешивании в гидролизованную молочную сыворотку. Проводят нагрев смеси до $t = 55 \pm 5^\circ\text{C}$. Затем вводят подготовленную смесь подсолнечного и льняного масел и гомогенизируют 20-30 мин при температуре $55 \pm 5^\circ\text{C}$.

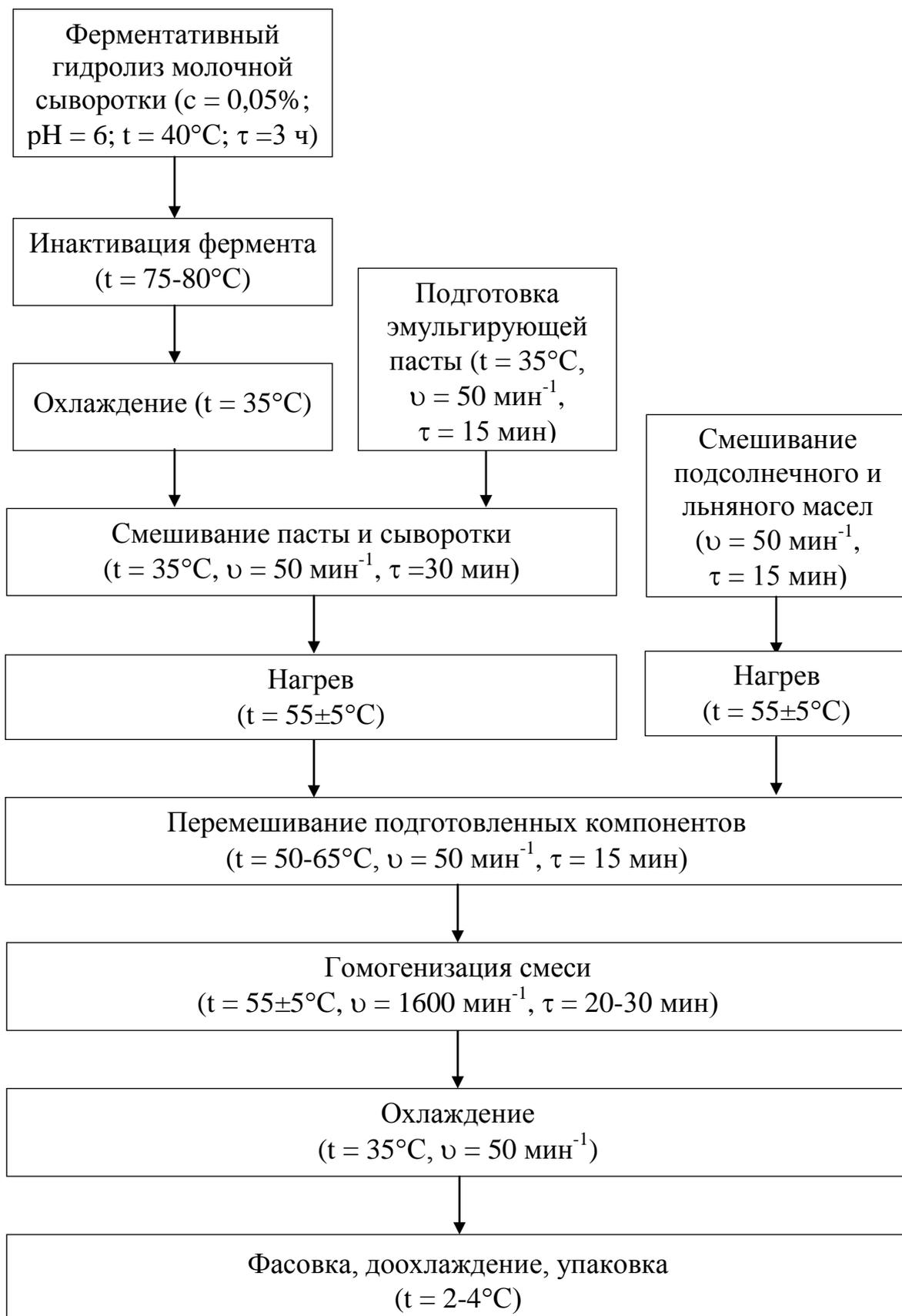


Рисунок 18 – Процессуальная схема производства низкожирного майонезного соуса

Полученную эмульсию охлаждают до температуры 35°C, отбирают пробу на контроль качества нерасфасованного продукта. После получения положительных результатов контроля качества проводят фасовку и упаковку с последующим контролем качества готового продукта, после чего продукт поступает на склад.

ГЛАВА 4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Оценка экономической эффективности проекта производства низколактозного сокосодержащего функционального напитка

На основании производственной мощности цеха по переработке молока в сутки проектируемый суточный выпуск продукции в натуральном выражении составит:

$$B_{сут} = 1,5 \text{ т,}$$

Проектируемый годовой выпуск продукции ($B_{год}$) рассчитывается, исходя из суточного выпуска ($B_{сут}$) и количества рабочих дней в году ($K_c = 250$ дней) по формуле:

$$B_{год} = B_{сут} * K_c, \quad (1)$$

$$B_{год} = 1,5 * 250 = 375 \text{ т,}$$

Расчет потребности и стоимости сырья на 1 тонну продукции представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Расчет потребности и стоимости сырья

Наименование сырья	Норма расхода на 1 т продукции, кг	Цена за кг сырья, руб.	Стоимость сырья на 1 т продукции, руб.
Молочная сыворотка	723,0	0,0	0,0
β-галактозидаза (5500 BLU/г)	0,362	4 347,1	1 573,7
Яблочный сок	150,0	25,6	3 840,0
Тыквенный сок	50,0	17,0	850,0
Сахар-песок	72,0	20,0	1 440,0
Яблочный пектин	5,0	2 555,0	12 775,0
Итого	1000,0	-	20 478,7

Тара и упаковочные материалы на 1 тонну продукции представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Тара и упаковочные материалы

Наименование материалов	Норма расхода на 1 т продукции, шт	Цена за шт., руб.	Стоимость сырья на 1т продукции, руб.
Полимерная бутылка с крышкой (1 л)	1000	5,0	5000
Этикетка маркировочная	1000	0,88	880
Итого	-	-	5880

Для определения себестоимости продукции затраты предприятия группируются и учитываются по статьям калькуляции. Расчет себестоимости низколактозного сокодержающего напитка представлен в таблице 30.

Таблица 30 - Калькуляция себестоимости продукции

Наименование статей затрат	Стоимость на 1 т продукции, руб.
Сырье	20 478,7
Тара и упаковочные материалы	5 880,0
Электроэнергия и вода на технологические цели	900,0
Заработная плата основная и дополнительная производственных рабочих	737,5
Отчисления на социальные нужды (30%)	221,3
Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования (5%)	36,9
Общепроизводственные расходы (30%)	221,3
Общехозяйственные расходы (27%)	199,1
Прочие затраты (5%)	36,9
Производственная себестоимость	28 711,7
Коммерческие расходы (8%)	2 296,9
Полная себестоимость	31 008,6

Проектируемая оптовая цена 1 т продукции (C_{np}) определяется исходя из калькуляции себестоимости (C) и принятого планового коэффициента прибыли ($\Delta\Pi = 15\%$).

$$C_{np} = C + C * \Delta\Pi, \quad (2)$$

Объем производства в стоимостном выражении (P_{II}) рассчитывается по формуле:

$$P_n = B_{год} * C_{np}, \quad (3)$$

где $B_{год}$ – годовой выпуск продукции в натуральном выражении.

Расчет основных экономических показателей

Выручка = оптовая цена за 1 т * V пр-ва

Выручка = 35 659,9 * 375 = 13 372, 5 (тыс. руб.)

Прибыль = Выручка – Полная себестоимость

Прибыль = 13 372, 5 – 11 628,2 = 1 744,3 (тыс. руб.)

Налог на прибыль = 1 744,3 * 0,2 = 348,9 (тыс. руб.)

Чистая прибыль = Прибыль – Налог на прибыль

Чистая прибыль = 1 744,3 – 348,9 = 1 395,4 (тыс. руб.)

Рентабельность = Прибыль / Полная себестоимость * 100%

Рентабельность = 1 744,3 / 11 628,2 * 100% = 15%

Рассчитанные экономические показатели сведены в таблице 31.

Таблица 31 – Экономические показатели производства низколактозного сокосодержащего функционального напитка

Наименование показателя	Единица измерения	Величина
Полная себестоимость продукции	тыс. руб.	11 628,2
Рентабельность продукции	%	15
Выручка от реализации продукции	тыс. руб.	13 372, 5
Прибыль балансовая	тыс. руб.	1 744,3
Чистая прибыль	тыс. руб.	1 395,4

4.2 Оценка экономической эффективности проекта производства низкожирного майонезного соуса

На основании данных о производительности проектируемой линии производства майонеза и майонезных соусов в сутки суточный выпуск продукции в натуральном выражении составит:

$$B_{сут} = 1,8 \text{ т,}$$

Проектируемый годовой выпуск продукции ($B_{год}$) рассчитывается, исходя из суточного выпуска ($B_{сут}$) и количества рабочих дней в году ($K_c = 250$ дней) по формуле:

$$B_{год} = B_{сут} * K_c, \quad (1)$$

$$B_{год} = 1,8 * 250 = 450 \text{ т,}$$

Расчет потребности и стоимости сырья на 1 тонну продукции представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Расчет потребности и стоимости сырья

Наименование сырья	Норма расхода на 1 т продукции, кг	Цена за кг сырья, руб.	Стоимость сырья на 1 т продукции, руб.
Молочная сыворотка	812,0	0	0
β-галактозидаза (5500 BLU/г)	0,406	4 347,1	1 764,9
Подсолнечное масло	138,6	46,0	6 375,6
Кукурузная мука	42,5	28,0	1 190,0
Яблочный пектин	20,0	2 555,0	51 100,0
Льняное масло	11,4	70,0	798,0
Соль	10,0	6,3	63,0
Стабилизатор Авистол® ASTM 40	8,0	159,5	1 276,0
Итого	1000,0	-	62 567,5

Тара и упаковочные материалы на 1 тонну продукции представлены в таблице 33.

Таблица 33 – Тара и упаковочные материалы

Наименование материалов	Норма расхода на 1 т продукции, шт	Цена за шт., руб.	Стоимость сырья на 1т продукции, руб.
Упаковка дой-пак (375 г)	2 667	5,0	13 335
Итого	-	-	13 335

Для определения себестоимости продукции затраты предприятия группируются и учитываются по статьям калькуляции. Расчет себестоимости низкожирного майонезного соуса представлен в таблице 34.

Таблица 34 - Калькуляция себестоимости продукции

Наименование статей затрат	Стоимость на 1 т продукции, руб.
Сырье	62 567,5
Тара и упаковочные материалы	13 335
Электроэнергия и вода на технологические цели	900,0
Заработная плата основная и дополнительная производственных рабочих	737,5
Отчисления на социальные нужды (30%)	221,3
Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования (5%)	36,9
Общепроизводственные расходы (30%)	221,3
Общехозяйственные расходы (27%)	199,1
Прочие затраты (5%)	36,9
Производственная себестоимость	78 255,5
Коммерческие расходы (8%)	6 260,4
Полная себестоимость	84 515,9

Проектируемая оптовая цена 1 т продукции (C_{np}) определяется исходя из калькуляции себестоимости (C) и принятого планового коэффициента прибыли ($\Delta\Pi = 15\%$).

$$C_{np} = C + C * \Delta\Pi, \quad (2)$$

Объем производства в стоимостном выражении (P_{II}) рассчитывается по формуле:

$$P_n = B_{год} * C_{np}, \quad (3)$$

где $B_{год}$ – годовой выпуск продукции в натуральном выражении.

Расчет основных экономических показателей

Выручка = Цена за 1 т * V пр-ва

Выручка = 97 193,3 * 450 = 43 737 (тыс. руб.)

Прибыль = Выручка – Полная себестоимость

Прибыль = 43 737 – 38 032,2 = 5 704,8 (тыс. руб.)

Налог на прибыль = 5 704,8 * 0,2 = 1 141 (тыс. руб.)

Чистая прибыль = Прибыль – Налог на прибыль

Чистая прибыль = 5 704,8 – 1 141 = 4 563,8 (тыс. руб.)

Рентабельность = Прибыль / Полная себестоимость * 100%

Рентабельность = 5 704,8 / 38 032,2 * 100% = 15%

Рассчитанные экономические показатели сведены в таблице 35.

Таблица 35 – Экономические показатели производства низкожирного майонезного соуса

Наименование показателя	Единица измерения	Величина
Полная себестоимость продукции	тыс. руб.	38 032,2
Рентабельность продукции	%	15
Выручка от реализации продукции	тыс. руб.	43 737
Прибыль балансовая	тыс. руб.	5 704,8
Чистая прибыль	тыс. руб.	4 563,8

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Определены оптимальные параметры получения низколактозной молочной сыворотки с применением ферментного препарата β – галактозидазы Nola Fit[®] из бактерий *Bacillus licheniformis*. Концентрация β – галактозидазы – $0,05 \pm 0,005$ об.%, рН – $6,0 \pm 0,1$, температура – 40 ± 1 °С, продолжительность гидролиза – 3 ч.
2. Установлено, что яблочный и черносмородиновый пектины обладают большей сорбционной способностью по отношению к тяжелым металлам (свинец, кадмий) и меди по сравнению с цитрусовым пектином, при этом все исследованные пектины проявляют наибольшую сорбционную способность по отношению к катионам свинца при рН = 8.
3. Исследование антибактериальных свойств пектинов показало, что яблочный пектин обладает большей антибактериальной активностью по сравнению с цитрусовым и черносмородиновым пектинами. Жизнеспособность патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, таких как *P. vulgaris*, *P. aeruginosa*, *S. viridans*, *B. subtilis* снижается с увеличением концентрации пектинового раствора.
4. Изучено влияние различных факторов (концентрации пектина, рН, содержания сахарозы, температуры) на процесс структурообразования пектин-сывороточных гелей. Повышение содержания пектина, сахарозы, ионов водорода (каждого в отдельности) приводит к увеличению прочности системы за счет образования водородных связей и увеличения количества взаимодействий между молекулами пектина и сывороточных белков. Повышение температуры до 80°С приводит к снижению эффективной вязкости пектин-сывороточного геля в 3,18 раза от 148,2 до 46,6 Па*с. При температуре близкой к 60°С происходит снижение структурированности системы и проявление тиксотропных свойств пектин-сывороточных гелей. Полученные закономерности могут быть использованы при разработке различных продуктов питания с заданными реологическими свойствами на основе пектин-сывороточных гелей.

5. Исследован механизм старения пектин-сывороточных гелей в процессе хранения. Выявлена особенность изменения структуры пектин-сывороточных гелей в первые часы хранения, характеризующаяся увеличением прочности геля за счет образования новых связей между гидратированной молекулой пектина и белками молочной сыворотки.
6. Разработаны технологии и техническая документация низколактозного сокодержашего функционального напитка и низкожирного эмульсионного соуса на основе пектин-сывороточного геля, обогащенных биологически активными веществами. Установлено соответствие разработанных продуктов требованиям технической документации.
7. Изучено изменение свойств сокодержашего низколактозного функционального напитка и низкожирного майонезного соуса при хранении. Определены их сроки годности. Для низколактозного напитка - при температуре 4°C не более 30 суток, для майонезного соуса – при температуре не выше +18°C не более 35 суток.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

FAO – Food and agriculture organization of the United nations

БГКП – Бактерии группы кишечной палочки

ВАК РФ – Высшая аттестационная комиссия

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ЖКТ – Желудочно-кишечный тракт

ИК – Инфракрасный

КМАФАнМ – Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов

КуБГТУ – Кубанский государственный технологический университет

КФ – Классификация ферментов

ЛН – Лактазная недостаточность

МГУПП – Московский государственный университет пищевых производств

МПА – Мясопептонный агар

МРС – Агаризованная питательная среда Ман, Рогоза, Шарп

ОАО – Открытое акционерное общество

ОКИ – Острая кишечная инфекция

ОМЧ – Общее микробное число

ООО – Общество с ограниченной ответственностью

ПАО – Публичное акционерное общество

ПНЖК – Полиненасыщенные жирные кислоты

СЭ – Степень этерификации

ТР ТС – Таможенный регламент таможенного союза

ШОС – Шанхайская организация сотрудничества

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аймухомедова, Г.Б. Исследование состава и структуры свекловичного пектина / Г.Б. Аймухомедова, Д.А. Рахимов, Н.П. Шелухина и др. // Изв. АН Киргизской ССР. – 1982. – №6. – С. 41.
2. Алексеева, Н.Ю. Современные достижения в области химии белков молока / Н.Ю. Алексеева, Ю.В. Павлова, Н.И. Шишкин // Обзорная информация. Серия «Молочная промышленность». – М.: АгроНИИТЭИММП, 1988. – 32 с.
3. Алибеков, Р.С. Молочная сыворотка и концентрат сывороточных белков / Р.С. Алибеков, К.А. Турлыбекова // Известия Кыргызского ГТУ им. И. Расказова. – 2016. – №1(37). – С. 210.
4. Алиева, Л.Р. Разработка технологии напитков из молочной сыворотки с применением хитозана: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Алиева Людмила Руслановна. – Ставрополь, 2003. – 190 с.
5. Ал-Хасани, М.Х.Х. Проблема снижения физической активности детей школьного возраста в мире и поиск путей ее решения / М.Х.Х. Ал-Хасани // Вестник Тамбовского университета. Серия: гуманитарные науки. – 2018. – Т. 23. – № 175. – С. 88-94.
6. Анисимова, Д.М. Пищевые волокна в рациональном питании человека / Д.М. Анисимова // Сборник научных трудов. – 1989. – С. 90-93.
7. Банникова, А.В. Молочные десерты с пищевыми волокнами / А.В. Банникова, Н.М. Птичкина, Е.А. Плеханова // Аграрный научный журнал. – 2013. – № 9. – С. 46-49.
8. Банникова, А.В. Научные и практические аспекты создания технологий молочных продуктов с повышенным содержанием белка: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.04 / Банникова Анна Владимировна. – М., 2016. – 354 с.

9. Банникова, А.В. Использование полисахаридных добавок в технологии крахмалосодержащих и сахаросодержащих продуктов // А.В. Банникова, Н.М. Птичкина. – Саарбрюкен, Германия: LAP LAMBERT, 2012. – 197 с.
10. Банникова, А.В. Разработка концепции и методологические принципы создания функциональных ингредиентов и молочных продуктов с повышенным содержанием белка / А.В. Банникова, И.А. Евдокимов // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2015. – №2. – С. 25-30.
11. Берегова, И.В. Пектины и каррагинаны в молочных продуктах нового поколения / И.В. Берегова // Молочная промышленность. – 2006. – №1. – С. 44-46.
12. Березин, И.В. Практический курс химической и ферментативной кинетики / И.В. Березин, А.А. Клесов. – М.: Изд-во МГУ, 1976. – 320 с.
13. Бокова, Т.И. Эффективность использования природных полисахаридов в мясоперерабатывающей промышленности / Т.И. Бокова, А.Т. Инербаева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 8. – С. 18-23.
14. Бутова, С.Н. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Биохимические основы биологически активных веществ растительного сырья и отходов его переработки» Часть 3. Пектин / С.Н. Бутова. – М.: Изд. комплекс МГУПП, 2007. – 39 с.
15. Бутова, С.Н. Создание пектин-сывороточных гелей на основе биопектина / С.Н. Бутова, М.Ю. Музыка, Ю.В. Краснова, Е.Р. Вольнова // Пищевая промышленность. – 2019. – №6. – С. 14-18.
16. Василенко, Ю.К. Сорбционные свойства пектиновых препаратов / Ю.К. Василенко // Химико-фармацевтический журнал. – 1993. – Т. 27. – №11. – С. 44 –46.

17. Гичев, Ю.П. Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека = Environment Pollution and Ecology-related Human Pathology: Аналит. обзор / ГПНТБ СО РАН. – Новосибирск, 2003. – 138 с. – (Сер. Экология. Вып. 68).
18. Гордиенко, Л.А. Разработка технологии кисломолочных напитков с использованием концентрата сывороточных белков, полученного методом ультрафильтрации: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Гордиенко Людмила Александровна. – Ставрополь, 2010. – 190 с.
19. ГОСТ 5472 – 50 Масла растительные. Определение запаха, цвета и прозрачности. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 4 с.
20. ГОСТ 5477 – 2015 Масла растительные. Методы определения цветности. – М.: Стандартинформ, 2016. – 6 с.
21. ГОСТ 5867 – 90 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира. – М.: Стандартинформ, 2009. – 12 с.
22. ГОСТ 7047 – 55 Витамины А, С, D, В(1), В(2) и РР. Отбор проб, методы определения витаминов и испытания качества витаминных препаратов. – М.: Издательство стандартов, 1994. – 48 с.
23. ГОСТ 9225 – 84 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа. – М.: Стандартинформ, 2009. – 15 с.
24. ГОСТ 10444.12 – 2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. – М.: Стандартинформ, 2014. – 10 с.
25. ГОСТ 10444.15 – 94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно – анаэробных микроорганизмов. – М.: Стандартинформ, 2010. – 4 с.
26. ГОСТ 14176 – 69 Мука кукурузная. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – 3с.

27. ГОСТ 26593 – 85 Масла растительные. Метод измерения перекисного числа. – М.: Стандартиформ, 2008. – 5 с.
28. ГОСТ 29059 – 91 Продукты переработки плодов и овощей. Титриметрический метод определения пектиновых веществ. – М.: Стандартиформ, 2010. – 5 с.
29. ГОСТ 29186 – 91 Пектин. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 14 с.
30. ГОСТ 30417 – 2018 Масла растительные. Методы определения массовых долей витаминов А и Е. – М.: Стандартиформ, 2018. – 12 с.
31. ГОСТ 31659 – 2012 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. – М.: Стандартиформ, 2014. – 20 с.
32. ГОСТ 31746 – 2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков *Staphylococcus aureus*. – М.: Стандартиформ, 2013. – 23 с.
33. ГОСТ 31762 – 2012 Майонезы и соусы майонезные. Правила приемки и методы испытаний. – М.: Стандартиформ, 2014. – 30 с.
34. ГОСТ 31933 – 2012 Масла растительные. Методы определения кислотного числа. – М.: Стандартиформ, 2014. – 8 с.
35. ГОСТ 34127 – 2017 Продукция соковая. Определение титруемой кислотности методом потенциометрического титрования. – М.: Стандартиформ, 2017. – 8 с.
36. ГОСТ 34352 – 2017 Сыворотка молочная – сырье. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2018. – 8 с.
37. ГОСТ Р 51921 – 2002 Продукты пищевые. Методы выявления и определения бактерий *Listeria monocytogenes*. – М.: Стандартиформ, 2010. – 18 с.
38. ГОСТ Р 53438 – 2009 Сыворотка молочная. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2010. – 7 с.

39. ГОСТ Р 53951 – 2010 Продукты молочные, молочные составные и молокосодержащие. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля. – М.: Стандартинформ, 2011. – 12 с.
40. ГОСТ Р 54662 – 2011 Сыры и сыры плавленые. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля. – М.: Стандартинформ, 2012. – 16 с.
41. ГОСТ Р 54667 – 2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли сахаров. – М.: Стандартинформ, 2012. – 24 с.
42. ГОСТ Р 56833 – 2015 Сыворотка молочная деминерализованная. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – 22 с.
43. Довгун, Н.П. Изучение и использование пищевых добавок в технологиях кисломолочных напитков: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04, 05.18.07 / Довгун Николай Петрович. – Воронеж, 2014. – 216 с.
44. Донченко, Л.В. Пектин: основные свойства, производство и применение / Л.В. Донченко, Г.Г. Фирсов. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 275 с.
45. Донченко, Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Л.В. Донченко. – М.: ДеЛи, 2000. – 255 с.
46. Дубинина, Г.Н. Патопфизиология обмена веществ. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов лечебного и педиатрического факультета с информационным материалом / Г.Н. Дубинина. – Хабаровск, 2008. – 114 с.
47. Евдокимов, И.А. Синбиотические молочные продукты / И.А. Евдокимов // Молочная промышленность. – 2004. – №4. – С. 41.
48. Захарова, И.Я. Ферменты трансформирующие галактозу / И.Я. Захарова, Т.Т. Буглова, А.С. Тихомирова. - Киев: Наук. думка, 1988. – 224 с.

49. Зябрев, А.Ф. Переработка сыворотки – путь к созданию эффективного молочного производства/ А.Ф. Зябрев, Т.А. Кравцова, Н.В. Горячий, И.А. Сидоркин // Переработка молока. – 2011. - №8 (142). – С. 10-11.
50. Ильина, И.А. Научные основы технологии модифицированных пектинов / И.А. Ильина. – Краснодар: Северо-Кавказский зональный НИИ садоводства и виноградоводства Россельхозакадемии, 2001. – 312 с.
51. Карасева, А.В. Сравнение свойств промышленных β -галактозидаз для гидролиза лактозы в молочном сырье / А.В. Карасева, И.К. Куликова, Г.С. Анисимов, Г.В. Слюсарев // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2017. – №3 (60). – С. 17-23.
52. Кладов, К.А. Сухие сывороточно-жировые концентраты и функциональные смеси для пищевой промышленности / К.А. Кладов, В.С. Капранчиков // Молочная промышленность. – 2017. – №8. – С. 51.
53. Козлов, С.Г. Исследование и разработка технологий сывороточных гелеобразных продуктов с использованием растительного сырья: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.04 / Козлов Сергей Геннадьевич. – Кемерово, 2008. – 40 с.
54. Козлов, С.Г. Методические и технологические аспекты создания структурированных продуктов из молочной сыворотки и растительного сырья: Монография. – Москва-Кемерово: Кузбассвузиздат, 2005. – 168 с.
55. Костеневич, А.А. Бактериальные β -галактозидазы: биохимическое и генетическое разнообразие / А.А. Костеневич, Л.И. Сапунова // Труды БГУ. – 2013. – Т. 8. – Ч. 1. – С. 52-63.
56. Крашенинин, П.Ф. Новые виды кисломолочных продуктов детского и диетического питания / П.Ф. Крашенинин, Г.П. Шаманова // Вопросы питания. – 1994. - №5. – С.44-48.

57. Кусь, Г.Н. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Кусь, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: КолосС, 2006. – 455 с.
58. Лазарева, Е.Б. Бактериофаги и пектины в коррекции нарушений микробиоценозов при гнойно-воспалительных процессах: дис. ... д-ра мед. наук: 03.00.07 / Лазарева Елена Борисовна. – М., 2007. – 200 с.
59. Лазарева, Е.Б. Опыт и перспективы использования пектинов в лечебной практике / Е.Б. Лазарев, Д.Д. Меньшиков // Антибиотики и химиотерапия. – 1999. – № 2. – С. 37-40.
60. Мазур, Л.М. Физико-химические процессы гелеобразования пектинов в пищевых технологиях / Л.М. Мазур, И.В. Попова, Н.В. Симурова, Ю.В. Слива. – Сахар. – 2014. – № 2. – С. 43-46.
61. Маницкая, Л.Н. В поисках стратегии / Л.Н. Маницкая // Молочная промышленность. – 2017. – №1. – С.16-19.
62. Маркетинговое исследование потребителей соков [Электронный ресурс]. – М., 2019. – URL: <http://fdfgroup.ru/poleznaya-informatsiya/gotovye-issledovaniya/marketingovoe-issledovanie-potrebiteley-sokov/> (дата обращения 16.05.2019).
63. Марков, П.А. Противовоспалительная активность пектинов и их галактуронового кора / П.А. Марков, С.В. Попов, И.Р. Никитина, Р.Г. Оводова, С.В. Оводов // Химия растительного сырья. – 2010. – №1. – С. 21-26.
64. Мачихин, Ю.А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 216 с.
65. Мезенова, О.Я. Комплексная переработка молочной сыворотки на функциональные продукты с применением биополимеров хитозана и

- пектина / О.Я. Мезенова, О.В. Скапец, Б.Н. Семенов // Вестник международной академии холода. – 2012. – №3. – С. 27.
66. Митрофанов, Р.Ю. Пектин. Получение и свойства: методические рекомендации по выполнению лабораторной работы по курсам «Технология переработки лекарственного растительного сырья» / Р.Ю. Митрофанов, Е.В. Аверьянова. – Бийск: Издательство Алтайского ГТУ, 2006. – 44 с.
67. Молочников, В.В. Производство и использование белков молочной сыворотки / В.В. Молочников, П.Г. Нестеренко, В.Н. Задорожная, А.В. Серов. – Обзорная информация. Серия «Молочная промышленность». – М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1983. – 47 с.
68. Морев, С.И. Влияние яблочных пектинов на адгезивность и развитие микрофлоры кишечника человека / С.И. Морев, Е.В. Гарасько, О.А. Голубев, О.Ю. Кузнецов, Е.М. Зайцева, В.В. Зубков // Вестник Ивановской медицинской академии. – 2000. – Т. 5. – № 3-5. – С. 39-43.
69. Национальная программа оптимизации вскармливания детей первого года жизни в Российской Федерации [Электронный ресурс]. – М.: Союз педиатров России, 2019. – 206 с. – URL: <http://akev.info/images/documents/Programma2019.pdf> (дата обращения 16.05.2019).
70. Номенклатура ферментов: Рекомендации Международного биохимического союза по номенклатуре и классификации ферментов, а также по единицам ферментов и символам кинетики ферментативных реакций (с доп. по 1975 г.); пер. с англ. под ред.: А.Е. Браунштейна. – М.: б.и., 1979. – 321 с.
71. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 36 с.

72. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году. Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с. – URL: https://rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/798/gosudarstvennyy-doklad-o-sostoyanii-sanitarno_epidemiologicheskogo-blagopoluchiya-naseleniya-v-rossiyskoy-federatsii-v-2018-godu.pdf.
73. Об основах государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]: распоряжение правительства РФ от 25 октября 2010 года № 1873 – р. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902242308> (дата обращения 16.05.2019).
74. Олафадехан, О.А. Математическое моделирование и расчет стационарных режимов работы реактора идеального вытеснения в процессе гидролиза лактозы лактазой / О.А. Олафадехан, Д.С. Арабике, А.М. Адеено // Теоретические основы химической технологии. – 2009. – Т. 43. – №1. – С. 62-73.
75. Остроумова, Т.Л. Новые виды взбитых продуктов / Т. Л. Остроумова, Е. Ю. Агаркова // Молочная промышленность. – 2004. – № 9. – С. 41-42.
76. Пасько, О.В. Научное и практическое обоснование технологии ферментированных молочных и молкосодержащих продуктов на основе биотехнологических систем / О.В. Пасько, Н.Б. Гаврилова. – Омск: Изд-во ОмЭИ; ОмГАУ, 2009. – 256 с.
77. Патент № 2698066 Российская Федерация, МПК А23С 19/076 (2006.01), А23С 19/076 (2019.05). Способ производства безлактозного творога из топленого молока: 2018126664: заявл. 19.07.2018: опубл. 21.08.2019 / Пономарев А.Н., Мерзликина А.А., Лосев А.Н., Пономарева Н.В., Мерзликин В.Е., Самойлова В.Н., Еремина О.В., Полянский К.К. – 6 с.

78. Патент № 2698068 Российская Федерация, МПК А23С 9/12 (2006.01), А23С 9/12 (2019.02). Способ производства безлактозного кисломолочного продукта: 2018126665: заявл. 19.07.2018: опубл. 21.08.2019 / Пономарев А.Н., Мерзликина А.А., Лосев А.Н., Пономарева Н.В., Мерзликин В.Е., Полянский К.К., Самойлова В.Н., Еремина О.В. – 5 с.
79. Патент № 2698070 Российская Федерация, МПК А23С 9/127 (2006.01), А23С 9/127 (2019.02). Способ производства безлактозного кефира: 2018113407: заявл. 13.04.2018: опубл. 21.08.2019 / Пономарев А.Н., Мерзликина А.А., Лосев А.Н., Пономарева Н.В., Мерзликин В.Е. – 5 с.
80. Патент № 2698079 Российская Федерация, МПК А23С 9/123 (2006.01), А23С 9/123 (2019.02). Способ производства безлактозного йогурта: 2018113412: заявл. 13.04.2018: опубл. 21.08.2019 / Пономарев А.Н., Мерзликина А.А., Лосев А.Н., Пономарева Н.В., Мерзликин В.Е. – 5 с.
81. Патент № 2441390 Российская Федерация, МПК А23С 21/08 (2006.01). Способ производства напитка из молочной сыворотки: 2010143040/10: заявл. 20.10.2010: опубл. 10.02.2012 / Храмцов А.Г., Лодыгин А.Д., Пашина Е.Ю. – 6 с.
82. Патент № 2698128 Российская Федерация, МПК А23С 19/076 (2006.01), А23С 19/076 (2019.05). Производство безлактозного творога кислотным способом: 2018113416: заявл. 13.04.2018: опубл. 22.08.2019 / Пономарев А.Н., Мерзликина А.А., Лосев А.Н., Пономарева Н.В., Мерзликин В.Е. – 5 с.
83. Пилипенко, О.С. Активность и стабильность β -галактозидаз: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.15 / Пилипенко Ольга Станиславовна. – М., 2006 – 170 с.

84. Пищиков, Г.Б. Ценность молочной сыворотки и перспективы ее использования / Г.Б. Пищиков, Е.А. Зенкова // Молодежь и наука. – 2017. – № 3. – С. 43.
85. Побегай, Т.В. Пищевые волокна и качество готовой продукции / Т.В. Побегай // Пищевая промышленность. – 2003. – №3. – С. 28.
86. Погожева, А.В. Пищевые волокна в лечебно-профилактическом питании / А.В. Погожева // Вопросы питания. – 1998. – №1. – С. 39-42.
87. Потиевский, Э.Г. Бактерицидное действие пектинов на возбудителей острых кишечных инфекций / Э.Г. Потиевский, З.Д. Ашубаева, Д.А. Рахимов // Медицинский журнал Узбекистана. – 1991. – № 7. – С. 20-22.
88. Потиевский, Э.Г. Медицинские аспекты применения пектина / Э.Г. Потиевский, А.И. Новиков. – М.: Мед. книга, 2002. – 95 с.
89. Потиевский, Э.Г. Экспериментальное и клиническое изучение влияния пектина на возбудителей острых кишечных инфекций / Э.Г. Потиевский, Ш.Ш. Шавахабов, В.М. Бондаренко, З.Д. Ашубаева // Журнал микробиология. – 1994. – Приложение. – С. 106-109.
90. Румянцев, Е.В. Химические основы жизни: учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений / Е.В. Румянцев, Е.В. Антина, Ю.В. Чистяков. - М.: Химия, КолосС, 2007. - 560 с.
91. Рынок молочной сыворотки. Текущая ситуация и прогноз. Исследование рынка [Электронный ресурс]. – Пермь, 2019. – 145 с. – URL: <https://alto-group.ru/otchet/marketing/526-rynok-molochnoj-syvorotki-tekushhaya-situaciya-i-prognoz-2015-2019-gg.html> (дата обращения 16.08.2019).
92. Рытченкова, О.В. Получение биологически активных продуктов белковой природы при комплексной переработке молочной сыворотки: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 03.01.06 / Рытченкова Ольга Владимировна. – М., 2012. – 18 с.

93. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с.
94. Свириденко, Ю.Я. Биотехнологические аспекты интенсификации сыродельного производства: дис. ... д-ра биол. наук в форме научного доклада: 03.00.23 / Свириденко Юрий Яковлевич. – Углич, 1999. – 55 с.
95. Свириденко, Ю.Я. Гидролизированные сывороточные сиропы: получение и использование / Ю.Я. Свириденко, Л.В. Абдуллаева // Сыроделие и маслоделие. – 2001. – №5. – С. 26-27.
96. Серов, А.В. Теоретическое обоснование и экспериментальные исследования химико-технологических проблем получения, определения и использования лактозы и ее производной лактулозы: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.04 / Серов Александр Владимирович. – Ставрополь, 2004. – 309 с.
97. Скрипнюк, А.А. Современные методы получения β -галактозидаз / А.А. Скрипнюк, С.А. Рябцева // Наука, инновации, технологии. – 2014. – №3. – С. 197-204.
98. Соколова, З.С. Технология сыра и продуктов переработки сыворотки / З.С. Соколова, Л.И. Лакомова, В.Г. Тиняков. – Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 344 с.
99. Спиричев, В.Б. Витамины, витаминоподобные и минеральные вещества: справочник провизоров и фармацевтов / В.Б. Спиричев. – М.: МЦФЭР, 2004 – 240 с.
100. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минералами. Наука и технология / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский; под общ. ред. В.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2004. – 548 с.

101. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]: распоряжение правительства РФ от 29 июня 2016 № 1364-р. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420363999> (дата обращения 16.05.2019).
102. Сухих, Т.Н. Низкоэтерифицированные пектины в начинках для кондитерских изделий / Т.Н. Сухих, М.Н. Зыбин // Кондитерское производство. – 2005. – № 5. – С. 36-38.
103. Сэндер, У. Дж. Использование альгинатов для выведения важных радионуклидов / У. Дж. Сэндер, Дж. К. Бэйрд, А. У. Уэйз // Заседание американского общества ядерной физики: доклад. – Даллас, 1987. – 42 с.
104. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» ТР ТС 022/2011: сайт Техэксперт Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – 2011 [Электронный ресурс]. Дата обновления: 14.09.2018. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320347> (дата обращения: 15.05.2018).
105. Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на масложировую продукцию» ТР ТС 024/2011: сайт Техэксперт Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – 2011 [Электронный ресурс]. Дата обновления: 14.09.2018. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320571> (дата обращения: 15.05.2018).
106. Ульянова, О.А. Применение молочной сыворотки для обогащения белком мучных кондитерских изделий / О.А. Ульянова // Вестник современных исследований. – 2018. – №12.1 (27). – С. 415-420.
107. Филиппов, М.П. Фотометрическое определение метоксильных групп в пектиновых веществах / М.П. Филиппов, В.И. Кузьминов // Журнал аналитической химии. – 1971. – Т. 26. – Вып.1. – С. 143-146.
108. Хавкин, А.И. Лактазная недостаточность / А.И. Хавкин, Н.С. Жихарева // Доктор.Ру. – 2009. – №1 (45). – С. 79.

109. Харитонов, В.Д. Создание молочно-белковых концентратов / В.Д. Харитонов // Молочная промышленность, – 1999. – №2. – С. 33.
110. Хатко, З.Н. Биохимическое обоснование и разработка способов получения высокоочищенного свекловичного пектина: дис. ... канд. техн. наук: 03.00.04 / Хатко Зурет Нурбиевна. – Б.м., 1997. – 187 с.
111. Храмцов, А.А. Теоретическое и экспериментальное обоснование биомембранной технологии молочного полисахаридного концентрата: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.04 / Храмцов Андрей Андреевич. – М., 1999. – 44 с.
112. Храмцов, А.Г. Биотехнология напитков из молочной сыворотки / А.Г. Храмцов, В.Е. Жидков, Г.И. Холодов. – Ставрополь: СГТУ, 1996. – 140 с.
113. Храмцов, А.Г. Молочная сыворотка / А.Г. Храмцов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.
114. Храмцов, А.Г. Научные основы получения бифидогенных добавок из молочного сырья белково-углеводного сырья / А.Г. Храмцов, С.А. Рябцева, И.А. Евдокимов, А.Д. Лодыгин, Д.В. Харитонов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – №2. – С. 39-43.
115. Храмцов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки / А.Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 587 с.
116. Храмцов, А.Г. Состав и биологическая ценность подсырной сыворотки / А.Г. Храмцов, Б.О. Суюнчева, П.Г. Нестеренко, Е.В. Бельмасова // Сыроделие. – 1999. – №4. – С. 32-34.
117. Храмцов, А.Г. Промышленная переработка нежирного молочного сырья / А.Г. Храмцов, К.К. Полянский, П.Г. Нестеренко, С.В. Васи́лин. – Воронеж: изд. ВГУ, 1992. – 192 с.
118. Храмцов, А.Г. Ценность молочной сыворотки / А.Г. Храмцов // Переработка молока. – 2010. – №7. – С. 40-42.

119. Черкасов, О.В. Пищевые волокна и белки: научные основы производства, способы введения в пищевые системы / О.В. Черкасов, В.В. Прянишников, Н.Н. Толкунова, А.А. Жучков. – Рязань: Изд-во ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. – 183 с.
120. Чичибабин, А.Е. Основные начала органической химии / А.Е. Чичибабин. – М.: Госхимиздат, 1957. – 770 с.
121. Чумаков, П.А. Применение препарата пектина для местного лечения гнойных ран / П.А. Чумаков, А.Ю. Быков, А.А. Семенюк, И.В. Ратковский // Омский научный вестник. – 2006. - №4 (33). – С. 216-218.
122. Шелухина, Н.П. Пектин и параметры его получения / Н.П. Шелухина, Р.Ш. Абаева, Г.Б. Аймухамедова; АН КиргССР. Ин-т орган. химии. – Фрунзе: Илим, 1987. – 108 с.
123. Шелухина, Н.П. Пектиновые вещества, их некоторые свойства и производные / Н.П. Шелухина, З.Д. Ашубаева, Г.В. Аймухамедова. – Фрунзе: Илим, 1970. – 71 с.
124. Шелухина, Н.П. Научные основы технологии пектина / Н.П. Шелухина. – Фрунзе: Илим, 1988. – 168 с.
125. Шендеров, Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. Т. III. Пробиотики и функциональное питание. / Б.А. Шендеров. – М.: Грантъ, 2001. – 287 с.
126. Штейнбок, Э.С. Семинар о пектине / Э.С. Штейнбок // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1987. – № 4. – С. 44-45.
127. Шувалова, Е.Г. Пищевая и биологическая ценность молочной сыворотки и ее рациональное использование / Е.Г. Шувалова, А.С. Арнатович, Е.Ю. Седых // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2018. – №20. – С. 271-273.

128. Щербак, В.А. Лактазная недостаточность у детей / В.А. Щербак, Н.М. Щербак // Педиатрическая фармакология. – 2011. – Т. 8. – № 3. – С. 90-93.
129. Bake, K. Handbuch der Milch und Molkereitechnik / K. Bake. – Gelsenkirchen: Verlag Th. Mann, 2003. – 464 p.
130. Bollinger, H. Silver Ager im Blick. Mit Ballaststoffen angereicherte Lebensmittel für Senioren / H. Bollinger // Die ernährungs industrie. – 2007. – № 12. – P. 18-19.
131. Braccanot, M.H. Nouvelles observation sur l'acide pectique / M.H. Braccanot // Annales de Chimie et de Physique. – 1825. – Vol. 30. – P. 96.
132. Claessens, M. The effect of different protein hydrolysate/carbohydrate mixtures on postprandial glucagon and insulin responses in healthy subjects / M. Claessens, W. Calame, A.D. Siemensma, M.A. van Baak, W.H. Saris // European Journal of Clinical Nutrition. – 2009. – № 63 (1). – P. 48-56.
133. Eliaz, I. The role of modified citrus pectin in the prevention of cancer metastasis / I. Eliaz // Townsend Letter for Doctors & Patients. – 1999. – Vol. 192. – P. 64.
134. Gekas, V. Hydrolisis of lactose: a literature review / V. Gekas, M. Lopez-Leiva // Process Biochemistry. – 1985. – Vol. 20. – P. 2-11.
135. Gunning, A.P. Recognition of galactan components of pectin by galectin-3 / A.P. Gunning, R.J.M. Bongaerts, V.J. Morris // The FASEB Journal, Research Communication. – 2009. – Vol. 23. – P. 415-424.
136. Harju, M. Lactose Hydrolysis / M. Harju // BInt. DairyFed. – 1987. – V. 212. – P. 50.
137. Husain, Q. β -Galactosidases and their potential applications: a review / Q. Husain // Crit. Rev. Biotechnol. – 2010. – Vol. 30 (1). –P. 41–62.

138. Inohara, H. Effects of natural complex carbohydrate citrus pectin on murine melanoma cell properties related to galectin-3 functions / H. Inohara, A. Raz // *Glycoconj.* – 1994. – №11(6). – P. 27-32.
139. Jarvis, M.C. Structure and properties of pectin gels in plant cell walls / M.C. Jarvis // *Plant Cell Envir.* – 1984. – 7. – P. 153–164.
140. Juajun, O. Cloning, purification, and characterization of β -galactosidase from *Bacillus licheniformis* DSM 13 / O. Juajun, T. Nguyen, T. Maischberger, S. Iqbal, D. Haltrich, M. Yamabhai. – Текст: электронный // *Biotechnologically relevant enzymes and proteins.* – 2010. – URL: https://www.researchgate.net/publication/46307218_Cloning_purification_and_characterization_of_b-galactosidase_from_Bacillus_licheniformis_DSM_13 (дата обращения 05.05.2019).
141. Kertesz, L.I. The pectin substances / L.I. Kertesz. – New York: Interscience Publishers, 1951. – 628 p.
142. Kidd, P.M. A new approach to metastatic cancer prevention: Modified Citrus Pectin (MCP), a unique pectin that blocks cell surface lectins / P.M. Kidd // *Alternative Medicine Review.* – 1997. – Vol. 1. – P. 4-10.
143. Kosseva, M.R. Use of immobilized biocatalysts in the processing of cheese whey / M.R. Kosseva, P.S. Panesar, G. Kaur, J.F. Kennedy // *Int. J. Biol. Macromol.* – 2009. – Vol. 45. – P. 437–447.
144. Meschino, J. Comprehensive guide to Modified Citrus Pectin. – Текст: электронный // MESCHINOHEALTH.COM: personal site Meschino J. – URL: https://www.meschinohealth.com/books/modified_citrus_pectin (дата обращения: 15.08.2018).
145. Milas, M. The viscosity dependence on concentration, molecular weight and shear rate of xanthan solution / M. Milas, M. Rinaudo, B. Tinland // *Polymer Bulletin.* – 1985. – №14. – P. 157 –161.

146. Modified Citrus Pectin. Monograph [Электронный ресурс] // *Alternative Medicine Review*. – 2000. – Vol. 5. – № 6. – P. 573-575. – URL: <https://www.foundational-medicinereview.com/wp-content/uploads/2019/02/v5-6-573.pdf> (дата обращения 15.08.2018).
147. Neucom, H. *Gelier – und Verdickungsmittel in Lebensmittel* / H. Neucom, W. Pilnik. – Zürich: Forster Verlag AG, 1980. – 352 p.
148. Oakenfull, D. Hydrophobic interaction in the gelation of high methoxyl pectins / D. Oakenfull, A. Scott // *Journal of Food Science*. – 1984. – 49. – P. 1093-1098.
149. Ohtsuka, K. Purification and properties of a β -galactosidase with high galactosyl transfer activity from *Cryptococcus laurentii* OKN-4 / K. Ohtsuka, A. Tanoh, O. Ozawa, T. Kanematsu, T. Uchida, R. Shinke // *J Ferment Bioeng*. – 1990. – 70. – P. 301–307.
150. Ozawa, O. 4'-Galactosyllactose production in a jar fermentor by *Cryptococcus laurentii* OKN-4 / O. Ozawa, K. Ohtsuka, T. Uchida, S. Usami // *J. Ferm. Bioeng*. – 1991. – 72. – P. 309–310.
151. Panesar, P.S. Microbial production, immobilization and applications of β -D-galactosidase / P.S. Panesar, R. Panesar, R. S. Singh, J. F. Kennedy, H. Kumar // *J. Chem. Technol. Biotechnol*. – 2006. – Vol. 81. – № 4. – P. 530–543.
152. Panesar, P.S. Potential applications of immobilized β -galactosidase in food processing industries / P.S. Panesar, S. Kumari, R. Panesar // *Enzyme Res*. – 2010. – Vol. 2010, doi:10.4061/2010/473137.
153. Park, A.R. Galacto-oligosaccharide production using microbial beta-galactosidase: current state and perspectives / A.R. Park, D.K. Oh // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2010. – Vol. 85, No. 5. – P. 1279–1286.

154. Schallmey, M. Developments in the use of *Bacillus* species for industrial production / M. Schallmey, A. Singh, O.P. Ward // *Canadian Journal of Microbiology*. – 2004. – 50. – P. 1-17.
155. Spreer, E. *Technologie der Milchverarbeitung* / E. Spreer. – Hamburg: Behr's, 1995. – 569 p.
156. Torres, D.P.M. Galactooligosaccharides: production, properties, applications, and significance as prebiotics / D.P.M. Torres, M. do P.F. Gonçalves, J.A. Teixeira, L.R. Rodrigues // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2010. – Vol. 9. – P. 438–452.
157. Töpel, A. *Chemie und Physik der Milch: Naturstoff, Rohstoff, Lebensmittel* / A. Töpel. – Hamburg: Bahr, 2004. – 520 p.
158. Tsai, A.C. Influence of central dietary fibers on serum and tissue cholesterol levels in rats / A.C. Tsai, J. Elias, J.J. Kelley // *J. Nutr.* – 1976. – Vol. 106. – №1. – P. 118-123.
159. Uwajima, T. Purification, crystallization and some properties of β -galactosidase from *Saccharomyces fragilis* / T. Uwajima, H. Yagi, O. Terada // *Agriculture and Biological Chemistry*. – 1972. – 36. – P. 570.
160. Walkinshaw, M.D. Conformations and interactions of pectins. II. Models of junction zones in pectinic acid and calcium pectate gels / M.D. Walkinshaw, S. Arnott // *Journal Molecular Biology*. – 1981. – 153. – P. 1075-1085.
161. Widmer, F. β -galactosidase from *Aspergillus niger*, Separation and characterization of three multiple forms / F. Widmer, J.L. Leuda // *European Journal of Biochemistry*. – 1979. – 100 (2). – P. 559-567.
162. Whitaker, J.R. Purification and physicochemical properties of β -galactosidase from *Kluyveromyces fragilis* / J.R. Whitaker, R.R. Mahoney // *Journal of Food Science*. – 1978. – 43. – P. 584-591.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «МГУПП»

М.П. Щетинин

Щетинин
20.08.2019

НИЗКОЛАКТОЗНЫЙ СОКОСОДЕРЖАЩИЙ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ НАПИТОК
«ПЕКТОСОМОЛЬ»

Технические условия

ТУ 10.51.55.121 – 001 – 02068634 – 2019

Дата введения 20.08.2019

Без ограничения срока действия

г. Москва,
2019

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата

1 Область применения

Настоящие технические условия распространяются на низколактозный сокодержатель функциональный напиток «Пектосомол» - (далее по тексту – продукт), вырабатываемый из низколактозной молочной сыворотки с добавлением фруктового сока, пектина и предназначенный для непосредственного употребления в пищу.

2 Нормативные ссылки

В настоящих технических условиях использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.579 – 2002 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Требования к количеству фасованных товаров в упаковках любого вида при их производстве, расфасовке, продаже и импорте

ГОСТ 3626 – 73 Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества

ГОСТ 5857 – 90 Молоко и молочные продукты. Метод определения жира

ГОСТ 6687.5 – 86 Продукция безалкогольной промышленности. Методы определения органолептических показателей и объема продукции

ГОСТ 9225 – 84 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа

ГОСТ 10444.12 – 2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов

ГОСТ 14192 – 96 Маркировка грузов

ГОСТ 24556 – 89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С

ГОСТ 26809 – Молоко и молочные продукты. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу

ГОСТ 29059 – 91 Продукты переработки плодов и овощей. Титриметрический метод определения пектиновых веществ

И Inv. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ГОСТ 29186 – 91 Пектин. Технические условия

ГОСТ 30347 – 2016 Молоко и молочные продукты. Методы определения *Staphylococcus aureus*

ГОСТ 31659 – 2012 (ISO 6579:2002) Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*

ГОСТ 32901 – 2014 Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа

ГОСТ 33222 – 2015 Сахар белый. Технические условия

ГОСТ 34304 – 2017 Молоко и молочные продукты. Метод определения лактозы и галактозы

ГОСТ Р 51921 – 2002 Продукты пищевые. Методы выявления и определения *Listeria Monocytogenes*

ГОСТ Р 52184 – 2003 Консервы. Продукция соковая. Соки фруктовые прямого отжима. Технические условия

ГОСТ Р 52738 – 2007 Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения

ГОСТ Р 53359 – 2009 Молоко и продукты молока. Метод определения pH

ГОСТ Р 53438 – 2009 Сыворожка молочная. Технические условия

ГОСТ Р 54635 – 2011 Продукты пищевые функциональные. Метод определения витамина А

3 Термины и определения

В настоящих технических условиях применены термины в соответствии с [1]-[3], [6] и ГОСТ Р 52738.

4 Технические требования

4.1 Характеристики

4.1.1 Продукт должен быть изготовлен в соответствии с требованиями настоящих технических условий по технологической инструкции, утвержденной в установленном порядке.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

4.1.2 По органолептическим показателям продукт должен соответствовать нормам, указанным в таблице 1.

Таблица 1

Наименование показателя	Характеристика показателя
Внешний вид	Естественно мутная однородная жидкость. Допускается наличие незначительного уплотненного осадка на дне упаковки.
Вкус и аромат	Приятный кисломолочный вкус с привкусом яблока и тыквы. Запах – приятный кисломолочный с выраженным ароматом яблока и тыквы.
Цвет	Однородный по всей массе, желтый

4.1.3 По физико-химическим показателям продукт должен соответствовать нормам, указанным в таблице 2.

Таблица 2

Наименование показателя	Характеристика показателя
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	10
Массовая доля жира, %, не более	1,5
Массовая доля лактозы, %, не более	1
Титруемая кислотность, °Т, не более	70
Активная кислотность, ед. рН	3,9–4,1
Содержание витамина А, мкг на 100 г, не менее	120
Содержание витамина С, мг на 100 г, не менее	9
Содержание пектиновых веществ, г на 100 г, не менее	1,5

4.1.4 Массовая доля сока в напитке должна составлять не менее 20%.

4.1.5 Посторонние примеси в продукте не допускаются.

4.1.6 Содержание токсичных элементов, а также микробиологические показатели продукта должны соответствовать [2].

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

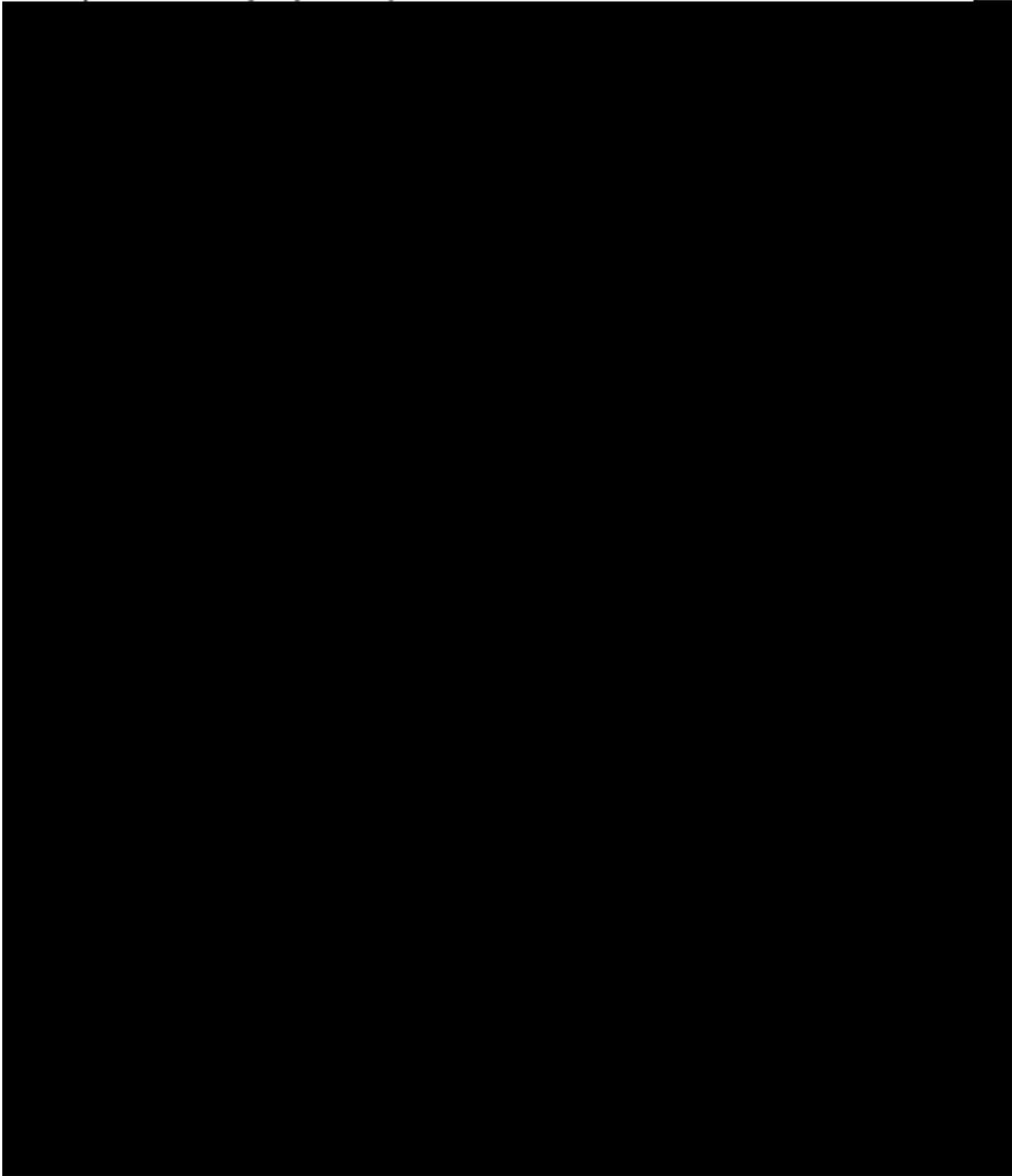
Подп. и дата

Инв. № подл.

4.2 Требования к сырью

Для выработки продукта должно использоваться следующее сырье:

Сыворотку молочную по ГОСТ Р 53438



4.4 Маркировка

4.4.1 На этикетке потребительской тары или непосредственно на таре указывают:

- наименование продукта;
- компоненты продукта;
- наименование и местонахождение изготовителя (юридический адрес, включая страну, и при несовпадении с юридическим адресом, адрес предприятия);
- товарный знак изготовителя;
- объем напитка, л (дм³);
- «с витаминами А, С»;
- «источник пищевых волокон»;
- рекомендации по употреблению, условия и срок хранения упаковки после вскрытия;
- пищевую ценность продукта с указанием содержания витаминов А, С, пектина;
- массовую долю фруктовой части;
- дату изготовления
- срок годности (исчисляются с даты изготовления и указываются следующим образом: «Годен до ...»);
- условия хранения;
- обозначение настоящих технических условий;
- информацию о подтверждении соответствия.

4.4.2 Информацию допускается располагать в одном или нескольких удобных для применения местах.

4.4.3 Информация может быть нанесена любым способом и должна быть четкой и легко читаемой.

4.4.4 Продукт может сопровождаться и другой информацией изготовителя, в том числе и рекламной, характеризующей продукт. Также может наноситься штриховой код.

Иniv. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата

4.4.5 Текст и надписи наносят на русском языке. Они могут быть продублированы на языках народов Российской Федерации или на иностранных языках.

4.4.6 Транспортная упаковка тары – по ГОСТ 14192.

4.4.7 Краски и клей, применяемые для нанесения маркировки и наклеивания этикетки на тару, должны быть разрешены для применения уполномоченными органами.

5 Правила приемки

5.1 Правила приемки – по ГОСТ 33957.

5.2 Качество продукта по органолептическим и физико-химическим показателям, массу нетто потребительской упаковочной единицы, качество упаковки и маркировки проверяют в каждой партии.

5.3 Партией считают совокупность единиц продукции, однородной по составу и качеству, имеющей одно и то же наименование, находящуюся в однородной упаковке, произведенную одним и тем же изготовителем в соответствии с одним и тем же техническим документом на однотипном технологическом оборудовании в течение одного технологического цикла, по единому производственному режиму, имеющую одну и ту же дату производства, сопровождаемую товаросопроводительной документацией, обеспечивающей ее прослеживаемость.

5.4 Для контроля качества продукта в потребительской упаковке от каждой партии отбирают выборку.

5.5 Выборку для контроля качества партии составляют случайным образом.

5.6 Объем выборки от партии напитков в потребительской упаковке указан в таблице 3.

Таблица 3

Количество единиц транспортной упаковки в партии	Количество единиц транспортной упаковки в выборке
До 100	2

Иniv. № подл.	Подп. и дата
Взм. инв. №	Подп. и дата
Иniv. № дубл.	Подп. и дата

От 101 до 200	3
От 201 до 500	4
От 501 и более	5

5.7 Из каждой единицы транспортной упаковки, включенной в выборку, отбирают по одной единице потребительской упаковки.

5.8 Проверку состояния упаковки и соответствия маркировки требованиям [1]-[3], [6] нормативного или технического документа на конкретное наименование продукции проводят путем осмотра внешнего состояния упаковки и экспертизы маркировочного текста перед отбором проб по каждой ее единице в партии, а потребительской упаковки - по каждой ее единице из транспортной упаковки с продукцией, включенной в выборку.

5.9 По результатам проверки приемке подлежит только продукция в упаковке и с маркировкой, которая соответствует требованиям нормативных и технических документов, действующих на территории государства, принявшего стандарт.

5.10 Температуру, массу нетто или объем продукта определяют перед отбором проб в каждой единице упаковки, включенной в выборку.

5.11 Отбор проб для определения органолептических показателей проводят перед отбором проб для определения физико-химических показателей от каждой единицы упаковки, включенной в выборку.

5.12 При обнаружении посторонних веществ, плесени в напитках в потребительской упаковке партия приемке не подлежит.

5.13 При получении неудовлетворительных результатов анализов хотя бы по одному из органолептических и физико-химических показателей по нему проводят повторный анализ удвоенного объема объединенной пробы продукта. Результаты повторных анализов распространяются на всю партию.

6 Методы контроля

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

6.2 Внешний вид, консистенцию, цвет, запах и вкус – органолептическим методом по ГОСТ 6687.5.

6.3 Массовую долю фруктового сока определяют по фактической закладке.

6.4 Массовую долю жира определяют по ГОСТ 5857.

6.5 Определение титруемой кислотности – по ГОСТ Р 53359.

6.6 Определение массовой доли сухих веществ – по ГОСТ 3626.

6.7 Определение массовой доли лактозы – по ГОСТ 34304.

6.8 Определение микробиологических показателей – по ГОСТ 9225, ГОСТ 31659, ГОСТ 30347, ГОСТ 10444.12, ГОСТ Р 51921.

6.9 Определение содержания витамина С – по ГОСТ 24556.

6.10 Определение содержания витамина А – по ГОСТ Р 54635.

6.11 Определение содержания пектиновых веществ – по ГОСТ 29059.

6.12 Определение объема продукта в одной потребительской упаковочной единице – по ГОСТ 6687.5.

6.13 Правильность маркировки, качество упаковки определяют по [3] и согласно требованиям настоящих технических условий.

7 Транспортирование и хранение

7.1 Транспортирование

7.1.1 Продукты транспортируют всеми видами крытых транспортных средств, обеспечивающих сохранность качества продукции.

7.2 Хранение

7.2.1 Продукт хранится при температуре плюс $4\pm 2^{\circ}\text{C}$. Срок годности продукта в потребительской упаковке с герметичной упаковкой не более 30 суток с момента окончания технологического процесса. Хранение продукта на складе транспортных организаций не допускается.

7.2.2 Изготовитель гарантирует соответствие продукта требованиям настоящих технических условий при соблюдении условий транспортирования и хранения.

Иniv. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Иniv. № дубл.	Подп. и дата
---------------	--------------	--------------	---------------	--------------

Библиография

- [1] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки»
- [2] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»
- [3] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки»
- [4] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей»
- [5] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»
- [6] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции»

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВО «МГУПШ»:

Главный технолог

Фармацевтического производства

МОУ «Институт инженерной физики»



Ю.В. Краснова

« 20 » июня 2019 г.

Зав. кафедрой «Биотехнология
и технология продуктов
биоорганического синтеза»,
д.б.н., проф.



С.Н. Бутова

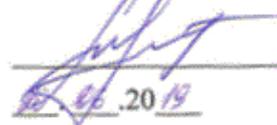
« 20 » июня 2019 г.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «МГУП»



М.П. Щетинин

20.06.2019

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
по изготовлению низколактозного
сокосодержащего функционального напитка
«ПЕКТОСОМОНЬ»

г. Москва,
2019

1. Сырье и материалы

Сырье принимают по количеству и качеству, установленному нормативными документами, а также на основании сертификатов фирм-поставщиков.

1.1. Для производства низколактозного соко-содержащего функционального напитка «Пектосомол» на основе пектин-сывороточных гелей используют свежую молочную сыворотку (далее – сыворотку). Свежую сыворотку после ее фильтрации через лавсановую ткань отбирают с технологической линии. Срок хранения свежей молочной сыворотки 1-3 ч при температуре не выше плюс 4°С.

В качестве сырья также допускается использовать пастеризованную сыворотку (температура пастеризации 75°С) срок хранения 12 ч при температуре не выше плюс 4°С.

Сыворотка по качеству должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 53438-2009 «Сыворотка молочная. Технические условия» и СанПин 2.3.2.1078-01.

1.2. Для производства напитка используют:

Сыворотку молочную по ГОСТ Р 53438-2009 «Сыворотка молочная. Технические условия»;

Фермент β - галактозидаза, активность не менее 5000 ед/г;

Сахар кристаллический по ГОСТ 33222-2015 «Сахар белый. Технические условия»;

Пектин яблочный по ГОСТ 29186-91 «Пектин. Технические условия»;

Сок яблочный по ГОСТ Р 52184-2003 «Консервы. Продукция соковая.

Соки фруктовые прямого отжима. Технические условия»;

Сок тыквенный по ГОСТ Р 52184-2003 «Консервы. Продукция соковая.

Соки фруктовые прямого отжима. Технические условия».

2. Схема технологического процесса

2.1. Общие операции

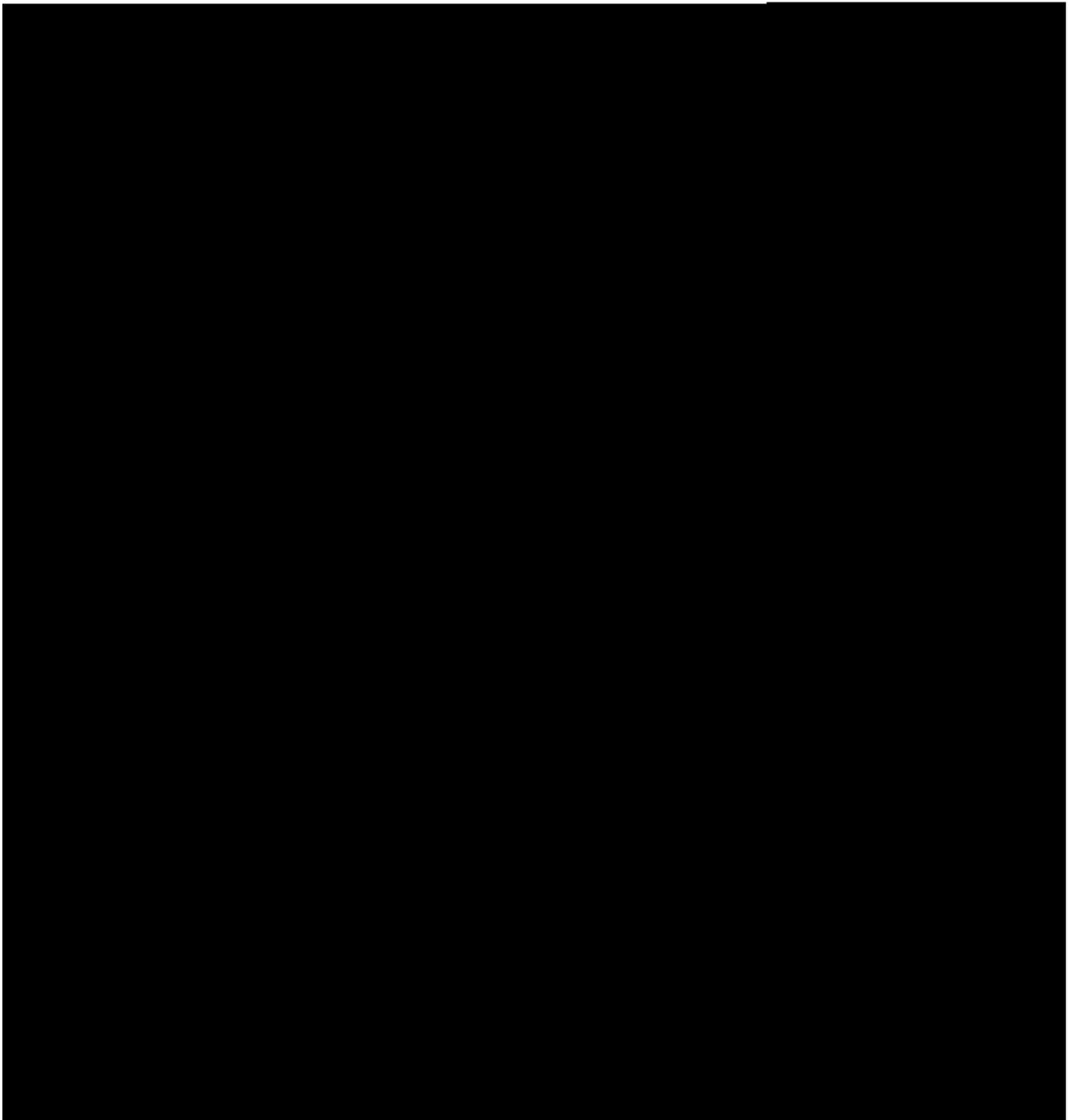
Прием сырья; гидролиз сыворотки ферментом; нейтрализация фермента; приготовление пектин-сывороточного геля; подготовка, внесение и смешивание компонентов; пастеризация смеси; охлаждение; розлив; доохлаждение; хранение, реализация.

2.2. Описание технологического процесса

2.2.1. Прием сырья

Сыворотку принимают по массе и качеству в соответствии с требованиями действующей НД. Сыворотка должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 53438-2009 «Сыворотка молочная. Технические условия»

2.2.2. Подготовка молочной сыворотки



Объем продукта в одной упаковочной единице должен соответствовать номинальному количеству, указанному на маркировке потребительской тары, с учетом допустимых отклонений по ГОСТ 8.579-2002.

Упакованные в потребительскую тару продукты маркируют в соответствии с техническими условиями на продукт и направляют на доохлаждение до температуры 6°C.

Производят отбор проб готового продукта для проведения анализа на соответствие техническим условиям.

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВО «МГУПБ»:

Главный технолог

Фармацевтического производства

МОУ «Институт инженерной физики»

 Ю.В. Краснова

« 10 » июня 2019 г.

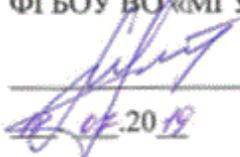
Зав. кафедрой «Биотехнология
и технология продуктов
биоорганического синтеза»,
д.б.н., проф.

 С.Н. Бутова

« 10 » июня 2019 г.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «МГУП»


М.П. Щетинин

НИЗКОЖИРНЫЙ МАЙОНЕЗНЫЙ СОУС
«ЮЛИВИЯ»

Технические условия
ТУ 10.84 – 002 – 02068634 – 2019

Дата введения 18.04.2019
Без ограничения срока действия

г. Москва,
2019

Иniv. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Иniv. № дубл.	Подп. и дата

1 Область применения

Настоящие технические условия распространяются на низкожирный майонезный соус «Юливия» - (далее по тексту – продукт), вырабатываемый из смеси растительных масел, низколактозной молочной сыворотки с добавлением пищевых добавок.

Майонезный соус предназначен для непосредственного употребления в пищу в качестве приправы к салатам и различным блюдам, для использования в кулинарии и общественном питании.

2 Нормативные ссылки

В настоящих технических условиях использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.579 – 2002 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Требования к количеству фасованных товаров в упаковках любого вида при их производстве, расфасовке, продаже и импорте

ГОСТ 1129 – 2013 Масло подсолнечное. Технические условия

ГОСТ 8756.1 – 79 Продукты пищевые консервированные. Методы определения органолептических показателей, массы нетто или объема и массовой доли составных частей

ГОСТ 9225 – 84 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа

ГОСТ 10444.12 – 2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов

ГОСТ 14176 – 69 Мука кукурузная. Технические условия

ГОСТ 14192 – 96 Маркировка грузов

ГОСТ 15846 – 2002 Продукция, отправляемая в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение

ГОСТ 21650 – 76 Средства скрепления тарно-штучных грузов в транспортных пакетах. Общие требования

Изм. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инд. № дубл.	Подп. и дата

ГОСТ 22477 – 77 Средства крепления транспортных пакетов в крытых вагонах. Общие технические условия

ГОСТ 23285 – 78 Пакеты транспортные для пищевых продуктов и стеклянной тары. Технические условия

ГОСТ 24597 – 81 Пакеты тарно-штучных грузов. Основные параметры и размеры

ГОСТ 26663 – 85 Пакеты транспортные. Формирование с применением средств пакетирования. Общие технические требования

ГОСТ 26668 – 85 Продукты пищевые и вкусовые. Методы отбора проб для микробиологических анализов

ГОСТ 26669– 85 Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов

ГОСТ 29186 – 91 Пектин. Технические условия

ГОСТ 31659 – 2012 (ISO 6579:2002) Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*

ГОСТ 31747 – 2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)

ГОСТ 31761 – 2012 Майонезы и соусы майонезные. Общие технические условия

ГОСТ 31762 – 2012 Майонезы и майонезные соусы. Правила приемки и методы испытаний

ГОСТ Р 51574 – 2018 Соль пищевая. Общие технические условия

ГОСТ Р 53438 – 2009 Сыворотка молочная. Технические условия

ГОСТ Р 54634 – 2011 Продукты пищевые функциональные. Метод определения витамина Е

ГОСТ ISO 7218 – 2015 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Общие требования и рекомендации по микробиологическим исследованиям

Интв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Интв. № дубл.	Подп. и дата

4.1.4 Посторонние примеси в продукте не допускаются.

4.1.5 Содержание токсичных элементов, а также микробиологические показатели продукта должны соответствовать [2].

4.2 Требования к сырью

Для выработки продукта должно использоваться следующее сырье:

Сыворотку молочную по ГОСТ Р 53438

Масло подсолнечное по ГОСТ 1129

Масло льняное по нормативному документу, действующему на территории государства, принявшего стандарт

Мука кукурузная по ГОСТ 14176

Пектин яблочный по ГОСТ 29186

Соль поваренная по ГОСТ Р 51574

Стабилизатор Авистол®ASTM 40 по нормативному документу, действующему на территории государства, принявшего стандарт

Сырье, используемое в производстве продукта, по показателям безопасности и микробиологическим показателям должно соответствовать нормам установленным в [1], [2].

4.3 Упаковка

4.3.1 Упаковка майонезного соуса осуществляется в соответствии с [3] и должна обеспечить безопасность и неизменность идентификационных признаков при обращении продукции в течение всего срока годности.

4.3.2 Продукт упаковывают в потребительскую тару различной вместимости из упаковочных материалов, разрешенных для контакта с масло-жировыми продуктами, обеспечивающих качество, безопасность и сохранность продукта в процессе его производства, транспортирования, хранения и реализации.

4.3.3 Потребительская и транспортная тара должны обеспечивать сохранность продукции и соответствие требованиям настоящих технических условий в течение всего срока годности, при соблюдении условий транспортирования и хранения.

Иniv. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Иniv. № дубл.	Подп. и дата
---------------	--------------	--------------	---------------	--------------

4.3.4 Объем продукции в единице потребительской упаковки должен соответствовать номинальному количеству, указанному в маркировке на потребительской упаковке, с учетом допустимых отклонений.

Пределы допустимых отрицательных отклонений объема продукции в единице потребительской упаковки от номинального количества – по ГОСТ 8.579.

4.4 Маркировка

4.4.1 Маркировка потребительской упаковки продукта должна содержать следующую информацию:

- наименование продукта;
- наименование и местонахождение изготовителя (юридический адрес, включая страну, и при несовпадении с юридическим адресом, адрес предприятия);
- массу нетто и (или) объем;
- состав продукта (в порядке уменьшения массовых долей ингредиентов с обязательным указанием пищевых добавок, биологически активных добавок к пище, витаминов, микронутриентов, ароматизаторов, компонентов из генно-инженерно-модифицированных организмов при наличии);
- пищевую ценность (энергетическая ценность, содержание белков, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов в 100 граммах продукта)
- срок годности (исчисляют с даты изготовления и указывают следующим образом: «Годен до ...»);
- дату изготовления;
- условия хранения;
- рекомендации по употреблению, условия и срок хранения упаковки после вскрытия;
- обозначение настоящих технических условий;
- информацию о подтверждении соответствия;
- товарный знак изготовителя;
- «содержит витамин Е и Омега – 3 жирные кислоты».

Интв. № подл.	Подп. и дата	Взам. интв. №	Интв. № дубл.	Подп. и дата

4.4.2 Информацию допускается располагать в одном или нескольких удобных для применения местах.

4.4.3 Информация может быть нанесена любым способом и должна быть четкой и легко читаемой.

4.4.4 Продукт может сопровождаться и другой информацией изготовителя, в том числе и рекламной, характеризующей продукт. Также может наноситься штриховой код.

4.4.5 Текст и надписи наносят на русском языке. Они могут быть продублированы на языках народов Российской Федерации или на иностранных языках.

4.4.6 Транспортная упаковка тары – по ГОСТ 14192.

4.4.7 Краски и клей, применяемые для нанесения маркировки и наклеивания этикетки на тару, должны быть разрешены для применения уполномоченными органами.

5 Правила приемки

5.1 Правила приемки – по ГОСТ 31762.

5.2 Качество продукта по органолептическим и физико-химическим показателям, массу нетто потребительской упаковочной единицы, качество упаковки и маркировки проверяют в каждой партии.

5.3 Партией считают совокупность единиц продукции, однородной по составу и качеству, имеющей одно и то же наименование, находящуюся в однородной упаковке, произведенную одним и тем же изготовителем в соответствии с одним и тем же техническим документом на однотипном технологическом оборудовании в течение одного технологического цикла, по единому производственному режиму, имеющую одну и ту же дату производства, сопровождаемую товаросопроводительной документацией, обеспечивающей ее прослеживаемость.

5.4 Для контроля качества и проверки соответствия упаковки и маркировки требованиям настоящих технических условий при приемке продукции составляют объединенную пробу, отобранную случайным

Иniv. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Иniv. № дубл.	Подп. и дата

образом, равномерно от всей партии. Из партии отбирают выборку продукции в транспортной упаковке в объеме, указанном в таблице 3.

Таблица 3

Число единиц транспортной упаковки в партии	Число единиц транспортной упаковки в выборке
До 10 включ.	1
От 11 до 100 включ.	2
“ 101 “ 200 “	3
“ 201 “ 500 “	4
“ 501 и более	5

5.5 Проверку состояния упаковки и соответствия маркировки требованиям [1]-[4] нормативного или технического документа на конкретное наименование продукции проводят путем осмотра внешнего состояния упаковки и экспертизы маркировочного текста перед отбором проб по каждой ее единице в партии, а потребительской упаковки - по каждой ее единице из транспортной упаковки с продукцией, включенной в выборку.

5.6 По результатам проверки приемке подлежит только продукция в упаковке и с маркировкой, которая соответствует требованиям нормативных

Подп. и дата

6 Методы контроля

6.1 Отбор проб, определение органолептических показателей, массовых долей влаги, жира, показателей кислотности, стойкости эмульсии, окислительной порчи продукта (перекисного числа), pH – по ГОСТ 31762.

6.2 Отбор проб и подготовка к микробиологическому анализу по ГОСТ 9225, ГОСТ 26668, ГОСТ 26669, ГОСТ ISO 7218.

6.3 Определение микробиологических показателей:

определение дрожжей и плесневых грибов – по ГОСТ 10444.128

определение содержания бактерий группы кишечной палочки – по ГОСТ 9225, ГОСТ 31747;

определение содержания патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонеллы – по ГОСТ 31659;

6.4 Определение содержания витамина E – по ГОСТ Р 54634.

6.5 Правильность маркировки, качество упаковки определяют по [4] и согласно требованиям настоящих технических условий.

7 Транспортирование и хранение

7.1 Транспортирование

7.1.1 Продукты транспортируют всеми видами крытых транспортных средств, обеспечивающих сохранность качества продукции.

7.1.2 Транспортирование продукта пакетами должно проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 21650, ГОСТ 22477, ГОСТ 23285, ГОСТ 24597, ГОСТ 26663.

7.1.3 Транспортирование и хранение продукции, отправляемой в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы, проводят по ГОСТ 15846.

7.2 Хранение

7.2.1 Продукт должен храниться у изготовителя и потребителя в складских, торговых охлаждаемых помещениях или холодильниках при циркуляции воздуха, при температуре не ниже 0°C и не выше 18°C.

Интв. № подл.	
Подл. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подл. и дата	

7.2.2 Не допускается хранение продукта на прямом солнечном свете.

7.2.3 Срок годности продукта в потребительской упаковке с герметичной упаковкой не более 30 суток с момента окончания технологического процесса.

7.2.4 Изготовитель гарантирует соответствие продукта требованиям настоящих технических условий при соблюдении условий транспортирования и хранения.

Библиография

[1] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию»

[2] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»

[3] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки»

[4] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки»

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВО «МГУПБ»:

Главный технолог

Фармацевтического производства

МОУ «Институт инженерной физики»



Ю.В. Краснова

« 18 » мая 2019 г.

Зав. кафедрой «Биотехнология
и технология продуктов
биоорганического синтеза»,
д.б.н., проф.



С.Н. Бутова

« 18 » мая 2019 г.

Иniv. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Иniv. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «МГУПП»



М.П. Щетинин

20.08.2019

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
по изготовлению низкожирного майонезного соуса
«ЮЛИВИЯ»

г. Москва,
2019

1. Сырье и материалы

Сырье принимают по количеству и качеству, установленному нормативными документами, а также на основании сертификатов фирм-поставщиков.

1.1. Для производства низкожирного майонезного соуса на основе пектин-сывороточных гелей используют свежую молочную сыворотку (далее – сыворотку). Свежую сыворотку после ее фильтрации через лавсановую ткань отбирают с технологической линии. Срок хранения свежей молочной сыворотки 1-3 ч при температуре не выше плюс 4°C.

В качестве сырья также допускается использовать пастеризованную сыворотку (температура пастеризации 75°C) срок хранения 12 ч при температуре не выше плюс 4°C.

Сыворотка по качеству должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 53438-2009 «Сыворотка молочная. Технические условия» и СанПиН 2.3.2.1078-01.

1.2. Для производства напитка используют:

Сыворотку молочную по ГОСТ Р 53438-2009 «Сыворотка молочная. Технические условия»

Фермент β - галактозидаза

Масло подсолнечное по ГОСТ 1129-2013 «Масло подсолнечное. Технические условия»

Масло льняное по нормативному документу, действующему на территории государства, принявшего стандарт

Мука кукурузная по ГОСТ 14176-69 «Мука кукурузная. Технические условия»

Пектин яблочный по ГОСТ 29186-91 «Пектин. Технические условия»

Соль поваренная по ГОСТ Р 51574-2018 «Соль пищевая. Общие технические условия»

Стабилизатор Авистол®ASTM 40

2. Схема технологического процесса

2.1. Общие операции

Прием сырья; подготовка молочной сыворотки; подготовка эмульгирующей пасты; подготовка смеси масел; смешивание подготовленных компонентов; гомогенизация смеси; охлаждение; фасовка, доохлаждение, упаковка, хранение и реализация.

2.2. Описание технологического процесса

2.2.1. Прием сырья

Сыворотку принимают по массе и качеству в соответствии с требованиями действующей НД. Сыворотка должна соответствовать

требованиям ГОСТ Р 53438-2009 «Сыворотка молочная. Технические условия».

Масла растительные принимают по массе и качеству в соответствии с требованиями действующей НД. Масло подсолнечное должно соответствовать требованиям по ГОСТ 1129-2013 «Масло подсолнечное. Технические условия». Масло льняное должно соответствовать требованиям ГОСТ 5791-81 «Масло льняное техническое. Технические условия»

2.2.2. Подготовка молочной сыворотки

Подготовка молочной сыворотки заключается в проведении ферментативного гидролиза препаратом β - галактозидазы.

Сыворотка поступает в специальную емкость с обогревом, оборудованную мешалкой, куда вносят ферментный препарат в количестве 0,05 % от объема молочной сыворотки. Емкость нагревают до температуры 40°C и термостатируют в течение 3 часов.

После окончания времени гидролиза проводят нагрев до 75-80°C для нейтрализации ферментного препарат β - галактозидазы и охлаждают сыворотку до 35°C.

2.2.3. Подготовка эмульгирующей пасты

Отдельно подготавливают эмульгирующую пасту. В емкость для смешивания перекачивают 1/3 объема гидролизованной молочной сыворотки, при перемешивании ($v = 50$ об/мин) вносят стабилизатор, яблочный пектин, кукурузную муку. Проводят перемешивание при температуре 35°C в течение 15 мин.

2.2.4. Смешивание масел

В емкость для жировой фазы загружают рецептурное количество подсолнечного и льняного масел. Проводят их перемешивание в течение 15 минут. Затем смесь масел нагревают до 50-65°C.

2.2.5. Смешивание компонентов

В смеситель перекачивают оставшиеся 2/3 объема гидролизованной молочной сыворотки, при перемешивании загружают подготовленную эмульгирующую пасту. Перемешивают 15 минут. Затем смесь нагревают до температуры 50-65°C. По достижении температуры вводят подготовленную смесь растительных масел перемешивают еще 15 минут.

2.2.6. Гомогенизация смеси

Смесь гомогенизируют 20-30 мин при температуре 50-65°C, $v = 1600$ об/мин.

2.2.7. Охлаждение

Полученную эмульсию охлаждают до температуры 35°C. Проводят отбор проб нерасфасованного продукта на соответствие требованиям

спецификации на полупродукт. При получении положительных результатов анализа эмульсию перекачивают на фасовку, маркировку, упаковку.

2.2.8. Фасовка, маркировка, упаковка

Соус упаковывают в потребительскую тару, разрешенную к применению для контакта с пищевыми продуктами. Соус фасуют в герметично укупориваемые стеклянные банки или в упаковку «дой-пак» из комбинированных материалов, вместимостью от 0,3 до 1,0 л.

Потребительская и транспортная тара и укупорочные средства должны обеспечивать сохранность продукции и соответствие требованиям технических условий, в т.ч. показателей, используемых при идентификации в течение всего срока годности, при соблюдении условий транспортирования и хранения.

Объем продукта в одной упаковочной единице должен соответствовать номинальному количеству, указанному на маркировке потребительской тары, с учетом допустимых отклонений по ГОСТ 8.579-2002.

Упакованные в потребительскую тару продукты маркируют в соответствии с техническими условиями на продукт и направляют на доохлаждение до температуры 2-4°C.

Производят отбор проб готового продукта для проведения анализа на соответствие техническим условиям.

РАЗРАБОТАНО

ФГБОУ ВО «МГУПП»:

Главный технолог

Фармацевтического производства

МОУ «Институт инженерной физики»



Ю.В. Краснова

« 18 » март 2019 г.

Зав. кафедрой «Биотехнология

и технология продуктов

биоорганического синтеза»,

д.б.н., проф.



С.Н. Бутова

« 18 » март 2019 г.



Утверждаю:

Генеральный директор ОАО «Дашковка»

В. И. Таранин

«12» июля 2019 г.

АКТ

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ
ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ (МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ) ПО
ТЕХНОЛОГИИ ФГОУ ВО «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ», ПРОВЕДЕННЫХ В ЦЕХЕ
ПО ПЕРЕРАБОТКЕ МОЛОКА ОАО «ДАШКОВКА»
(Московская область, городской округ Серпухов, д. Калиново)**

Комиссия в составе представителей:

От ОАО «Дашковка»Генеральный директор
ТехнологТаранин В.И.
Будукина Е. А.**От ФГОУ ВО «МГУПШ»**Зав. кафедрой биотехнологии и технологии
продуктов биоорганического синтеза, д.б.н.,
проф., академик РАЕН
СоискательБутова С.Н.
Краснова Ю.В.

Настоящий акт составлен о том, что в период 04.07.2019 г. по 11.07.2019 г. были проведены производственные испытания по комплексной переработке вторичного молочного сырья, а именно молочной сыворотки, по технологии ФГОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» на предприятии ОАО «Дашковка» (Московская область, городской округ Серпухов, д. Калиново, Цех по переработке молока). Произведенные испытания проведены с получением безлактозного пектин-сывороточного геля в качестве функциональной добавки для использования в специализированных продуктах.

Цель испытаний – установление возможности комплексной переработки молочной сыворотки, являющейся отходом на данном предприятии, по технологии ФГОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» путем введения пектинов.

Сущность переработки молочной сыворотки заключается в снижении содержания лактозы в сыворотке и получении безлактозного пектин-сывороточного геля, представляющего комплекс пектина и белков молочной сыворотки.

При испытаниях была произведена выработка опытно-промышленной партии безлактозного пектин-сывороточного геля в условиях предприятия ОАО «Дашковка» с использованием имеющегося оборудования.

Проведение гидролиза молочной сыворотки, приготовление раствора пектина, внесение раствора пектина в гидролизованную сыворотку, декантация, упаковка готовой формы проводились в соответствии с проектом технологической инструкции на изготовление безлактозного пектин-сывороточного геля.

Пектин-сывороточный гель, полученный в результате апробации технологии, соответствовал параметрам, установленным в технических условиях на данный продукт.

ВЫВОДЫ:

1. Технология ФГОУ ВО «МГУПП» получения безлактозных пектин-сывороточных гелей из молочной сыворотки предприятия воспроизводима.
2. Полученный функциональный продукт соответствует предъявляемым требованиям указанных в разработанных Технических условиях.
3. Апробированная технология переработки молочной сыворотки позволит расширить ассортимент вырабатываемой продукции, получить дополнительную прибыль, снизить объем технологических отходов, тем самым повысить санитарно-гигиенические и экологические показатели предприятия.
4. Технологию получения безлактозных пектин-сывороточных гелей из вторичного молочного сырья (молочной сыворотки) рационально рекомендовать к применению.



(подпись)

/Гаранин В. И./



(подпись)

/Будукина Е. А./



(подпись)

/Бутова С. Н./



(подпись)

/Краснова Ю. В./