МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
(ФГАНУ «ВНИМИ»)

На правах рукописи

АГАРКОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СКВАШЕННОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОГО КОНЦЕНТРАТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ

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

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель: Доктор технических наук,
академик РАСХН, профессор,
главный научный сотрудник
ФГАНУ «ВНИМИ»
Харитонов В.Д.

Москва 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение ……..... 4

Глава 1. Анализ состояния проблемы……... 10

1.1 Молочная сыворотка как ценнейший биологический ресурс для разработки новых молочных продуктов …… 10

1.2 Основные направления переработки молочной сыворотки……... 13

1.3 Мембранные методы обработки молочной сыворотки……. 16

1.4 Способы совершенствования мембранных процессов фильтрации молочного сырья…… 19

1.5 Напитки на основе молочной сыворотки……. 22

1.6 Применение натуральных консервирующих веществ в пищевой промышленности……. 26

1.7 Использование гидроколлоидов для стабилизации молочно-белковых систем……. 29

Заключение к литературному обзору……. 41

Глава 2. Объекты и методы исследований……. 42

2.1 Организация проведения исследований……..... 42

2.2 Объекты исследований……. 43

2.3 Методы исследований……. 46

Глава 3. Экспериментальная часть ……..... 57

3.1 Перспективы использования динамического мембранного модуля фильтрации для концентрирования белков подсырной сыворотки…… 57

3.2 Усовершенствование режимов процесса ультрафильтрации с использованием вращающегося мембранного элемента……..... 61

3.3 Определение отношения потребителей к напиткам на основе концентратов белков молочной сыворотки путем проведения социологического опроса……. 66

3.5 Определение показателей качества сывороточных напитков, оказывающих влияние на потребительские предпочтения……..... 75
3.6 Подбор экстрактов пряностей для использования в рецептурах сывороточных напитков……. 76
3.7 Исследование сенсорных показателей сывороточных концентратов с экстрактами пряностей…… 82
3.8 Исследование влияния добавления экстракта лаванды на кислотообразование и рост молочнокислой микрофлоры……... 86
3.9 Подбор стабилизационной системы для сквашенного напитка на основе сывороточного концентрата……. 89
3.10 Разработка технических условий на напиток на основе концентрата подсырной сыворотки……. 93
Основные результаты работы и выводы……. 96
Список использованной литературы……..... 98
Приложения…… 111
Приложение А…… 112
Приложение Б……..... 113
Приложение В ……...……. 114
Приложение Г ……...……...……... 115
Приложение Д……. 119
Приложение Е……... 120
Приложение Ж……. 121

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы

Неотъемлемой и базовой основой научно-технического прогресса молочной промышленности является развитие ресурсо- и энергосберегающих, экологически безопасных технологий, обеспечивающих выпуск высококачественных, конкурентоспособных продуктов, отвечающих потребностям широкого круга населения. Задачи, стоящие в области создания и наращивания объёмов выпуска продуктов здорового питания, обладающих повышенной биологической ценностью, в том числе за счет белков молока, по-прежнему требуют решения. Установлено, что ежегодный дефицит белка в мире оценивается более чем в 15 млн тонн [65]. В то же время и на сегодняшний день перед производителями молочной продукции остро стоит проблема переработки молочной сыворотки. Частично это связано с возрастающими объемами ее получения в свете бурного развития сыродельной отрасли, обусловленного введением продовольственного эмбарго, предполагающего запрет на ввоз сыров из США, стран ЕС, Канады, Австралии и Норвегии [24]. Повторное вовлечение молочной сыворотки позволит не только снизить нагрузку на очистные сооружения, но и использовать при разработке новых видов молочных продуктов такие ценные компоненты, как белки.

Наиболее динамичное развитие последние годы приобретает применение мембранных методов обработки молочного сырья, в том числе и сыворотки. Среди мембранных технологий в молочной отрасли широкое распространение получила ультрафильтрация. Данная технология обладает большим потенциалом по концентрированию белков и направленному регулированию при невысоких энергетических затратах их полипептидного профиля. В то же время вопрос интенсификации и систематизации механизмов процесса ультрафильтрации, особенно в области повышения длительности ее беспрерывного функционирования, является недостаточно изученным.

Анализ рынка напитков на основе молочной сыворотки показал, что в ассортименте продуктов на ее основе представлены в основном стерилизованные

напитки с использованием фруктовых соков. Использование высокотемпературной обработки, несомненно, обеспечивает стойкость напитков в хранении, однако значительно снижает их биологическую ценность. Сквашенные напитки на основе сывороточных концентратов на российском рынке отсутствуют, несмотря на их очевидную пользу для здоровья и высокую усвояемость благодаря сниженному содержания казеина. Внесение экстрактов пряностей в разрабатываемые напитки позволит не только сохранить пищевую ценность сывороточных белков, но и обеспечить стойкость напитка в хранении.

В связи с вышеизложенным, исследования в области интенсификации мембранной обработки молочной сыворотки с последующим получением на ее основе сквашенных напитков с повышенным содержанием полноценных белков являются **актуальными.**

Степень разработанности

Большой вклад в решение проблемы комплексной переработки молочного сырья с использованием мембранных методов внесли такие отечественные и зарубежные учёные, как Аряев Н.Л., Гаврилов Г.Б., Евдокимов И.А., Майоров А.А., Короткий И.А., Кравченко Э.Ф., Лазарев С.И., Люблинский С.Л., Макарова Н.В., Свириденко Ю.Я., Харитонов В.Д., Храмцов, А.Г., Червецов В.В., Abbot B.J., Stabile R.L. и другие.

В вопросах создания научных основ разработки пищевых продуктов на основе концентрата сывороточных белков (КСБ) внесли вклад многие специалисты, в их числе: Аряев, Н.Л., Волкова Т.А., Гаврилов Г.Б., Евдокимов Е.А., Жуков В.Е., Кравченко Э.Ф., Макарова Н.В., Объедков К.В., Остроумов Л.А., Храмцов А.Г., Niketić G.B. и другие.

Целью работы являлась разработка технологии получения сквашенного напитка на основе концентрата сывороточных белков, полученного на экспериментальной ультрафильтрационной установке, оснащённой динамическими вращающимися мембранными элементами.

Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие **задачи:**

- теоретически обосновать актуальность интенсификации процессов мембранной фильтрации для получения концентратов молочной сыворотки с их последующим сквашиванием;

- доказать целесообразность использования и определить рациональные параметры работы установки с вращающимися мембранными элементами, позволяющие получить концентрат сывороточных белков (КСБ) с массовой долей белка, адекватной содержанию белка в цельном молоке;

- исследовать влияние экстрактов пряных растений с антимикробным эффектом на изменение физико-химических свойств сывороточных концентратов при хранении; кислотообразование и рост молочнокислой микрофлоры при сквашивании концентрата с экстрактом;

- исследовать потребительские предпочтения в отношении сывороточных напитков и провести обоснование необходимости регулирования консистенции сквашенного напитка на основе концентрата сывороточных белков с использованием современных инструментов управления качеством;

- подобрать стабилизационную систему и разработать рецептуры сывороточных напитков на основе концентрата сывороточного белка с экстрактом пряностей стойких в хранении;

- определить рекомендуемые сроки годности и технологические параметры производства сквашенных сывороточных напитков с экстрактами пряных растений на основе концентратов, полученных на установке вращающимися мембранными элементами; разработать комплект технической документации и провести промышленную апробацию разработанной технологии.

Научная новизна

Получены зависимости удельной производительности и продолжительности процесса мембранного концентрирования подсырной сыворотки на экспериментальной установке с вращающимися мембранными элементами, от фактора концентрирования и температуры. Исследовано влияние различных температурных режимов и скорости вращения мембранного модуля на эффективность концентрирования сыворотки.

Обоснована потребительски адекватная органолептическая гамма сывороточного сквашенного напитка с использованием методов управления качеством.

Доказана стабилизация в хранении сквашенного сывороточного напитка за счет использования в его составе экстракта пряных растений, тормозящих постокислительные процессы при незначительном ингибировании молочнокислой микрофлоры.

Научно обосновано внесение в сквашенные сывороточные напитки стабилизаторов консистенции и получены зависимости кажущейся вязкости образцов напитков от соотношения в них гидроколлоидов.

Теоретическая и практическая значимость

Создание разрабатываемой технологии базировалось на использовании принципа вращения мембран при концентрировании сыворотки и обоснованного применения экстрактов пряностей для стабилизации в хранении сквашенного напитка.

Доказана перспективность использования установки с вращающимися мембранными элементами для получения концентратов сывороточных белков с заданной массовой долей белка.

Разработан технологический процесс получения напитков с повышенной биологической ценностью и усвояемостью на основе концентрата сывороточных белков с использованием экстрактов пряных растений.

Разработан и утвержден комплект технической документации - «Напитки сывороточные ацидофильные «Ацидолайт» ТУ 10.51.56-061-00149785-2020».

Осуществлен выпуск опытной партии разработанного напитка на ООО «Волжское молоко».

Методология и методы исследования

В основе методологии исследований лежат труды отечественных и зарубежных учёных в области комплексной переработки молочной сыворотки и создания продуктов питания на основе белковых концентратов.

При проведении работы использовали общепринятые (органолептические, микробиологические, физико-химические) и специальные методы исследования.

Положения, выносимые на защиту

Научно обоснованные и практически установленные зависимости физико-химических показателей продуктов концентрирования молочной сыворотки от основных характеристик работы установки с вращающимися мембранными элементами.

Целесообразность использования экстрактов пряных растений для стабилизации разрабатываемого напитка в хранении.

Разработка рецептуры и технологического процесса получения напитков с повышенной биологической ценностью и усвояемостью на основе концентрата сывороточных белков с использованием натуральных антимикробных добавок.

Личный вклад соискателя. Анализ литературных источников, научное обоснование и постановка проведения исследований, получение и обобщение теоретических и экспериментальных данных, формулирование основных результатов и выводов, подготовка материалов к опубликованию, участие в конференциях, участие в проведении апробации.

Степень достоверности и апробация работы

Все опыты проводились при многократной повторности (не менее 3-5), результаты которых обрабатывались традиционными методами и при помощи современного сертифицированного оборудования, а также компьютерных программ. Проводились опытно-промышленные испытания созданной технологии и оборудования.

Основные положения и результаты работы представлены и доложены на III Международной научно-технической конференции (заочная) «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство» (Воронеж, 2016 г.); юбилейном форуме, посвящённом 85-летию со дня основания НИИ хлебной промышленности «Наука - главный фактор инновационного прорыва в пищевой промышленности». (Москва, 2017 г.); XII Международной научно-практической конференции «Безопасность и качество товаров» (Саратов,

2018 г.); XII Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов организаций в сфере сельскохозяйственных наук «Интенсификация пищевых производств: от идеи к практике.» (Московская область, Красково, 2018 г.); V Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство» (Воронеж, 2018 г.); VII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Инновации в пищевой биотехнологии» (Кемерово, 2019 г.); XI Международной научной конференции студентов и аспирантов «Техника и технология пищевых производств» (Могилев, 2019 г.).

Работа была отмечена дипломом министерства науки и высшего образования Российской Федерации, лауреата конкурса XII Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов организации в сфере сельскохозяйственных наук «Интенсификация пищевых производств: от идеи к практике» на лучшую научно-исследовательскую работу.

Публикации

По теме диссертационной работы опубликовано 16 печатных работ, из которых 3 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, методической части, экспериментальной части, основных результатов и выводов, списка использованной литературы, содержащего 146 отечественных и зарубежных источников. Работа изложена на 121 странице, включает 13 таблиц, 46 рисунков и 7 приложений.

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Молочная сыворотка как ценнейший биологический ресурс для разработки новых молочных продуктов

В статье Макаровой Н.В., и её соавторов было отмечено, что решающее место среди российских исследований в области переработки сыворотки имеют работы академика А.Г. Храмцова и его школы. По его мнению, до сих пор не решена проблема полного и рационального использования сыворотки не только в России, но и в мире. Под руководством А.Г. Храмцова собраны сведения по энергетической ценности, химическому составу, содержанию отдельных компонентов молочной сыворотки, предложены схемы рационального использования сыворотки на основе разработанных им технологий [2,54,84].

В зарубежных странах с высоким уровнем развития молочной промышленности около 90% сыворотки идёт на производство пищевых продуктов, в то время как Россия на данный момент перерабатывает менее 50% сыворотки различных видов, в Белоруссии процент переработки сыворотки немного выше, около 60% [45,59,83].

По мнению Просекова А.Ю. сыворотка бесспорно является источником многих незаменимых нутриентов, в первую очередь полноценных белков, которые, в отличие от жиров и углеводов, не синтезируются в организме и поступают только с пищей. Они служат материалом для построения клеток, тканей и органов, для образования ферментов и большинства гормонов, гемоглобина и других соединений, выполняющих в организме важные и сложные функции [65].

На рисунке 1.1 приведена степень перехода основных компонентов молока в молочную сыворотку [44,60,86].

Как видно из диаграммы рисунка 1.1, в молочную сыворотку в среднем переходит половина сухих веществ молока.

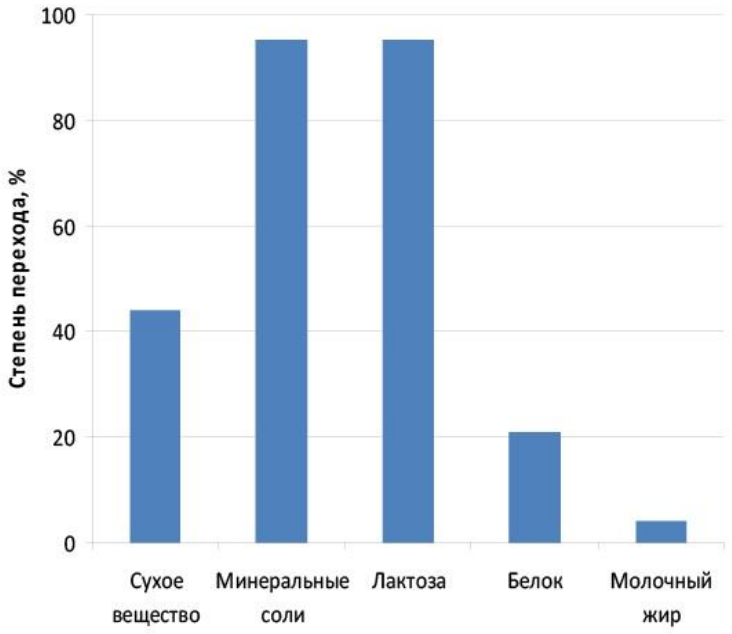

Рисунок 1.1 – Степень перехода основных компонентов молока в молочную сыворотку.

Физико-химический состав различных видов молочной сыворотки представлен в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Физико-химический состав различных видов молочной сыворотки

Вид сыворотки	Плотность, кг/м^3	Кислотность		Массовая доля, %		
		титруемая, ^{0}Т	активная, ед. pH	сухих веществ	лактозы	общего белка
Подсырная	1024	15	6,25	5,85	4,25	0,62
Термокислотная	1024	20	5,75	5,80	4,88	0,41
Творожная	1022	60	4,55	5,90	4,55	0,55
Смесь термокислотной и творожной (1:1)	1023	40	4,80	5,85	4,72	0,49

Белки молочной сыворотки, обладают ценнейшими биологическими свойствами, так как содержат оптимальный набор жизненно необходимых аминокислот и с точки зрения физиологии питания приближаются к аминокислотной шкале «идеального» белка, т.е. белка, в котором соотношение аминокислот соответствует потребностям организма, что в свою очередь подтверждено и российскими учеными (таблица 1.2) [1,2,48,90].

Таблица 1.2 – Содержание незаменимых аминокислот в сывороточных белках в сравнении с «Идеальным» белком, г в 100 г белка

Аминокислота	Сывороточные белки	«Идеальный» белок
Изолейцин	6,2	4
Лейцин	12,3	7
Лизин	9,1	5,5
Метионин	2,3	3,5
Цистин	3,4	
Фенилаланин	4,4	6
Тирозин	3,8	
Треонин	5,2	4
Триптофан	2,2	1
Валин	5,7	5

Сывороточные белки состоят из β-лактоглобулина, α-лактальбумина, иммуноглобулинов, альбумина сыворотки крови и лактоферрина.

β-лактоглобулин составляет 50 - 54% белков сыворотки, денатурирует при pH 5,1. По содержанию второе место после β-лактоглобулина занимает α-лактальбумин, его количество составляет 20 - 25% от всего количества сывороточных белков или 2 - 5% общего количества белков. α-лактальбумин устойчив к нагреванию, являясь самой термостабильной частью сывороточных белков. β-лактоглобулин, α-лактальбумин и иммуноглобулины выполняют важные биологические функции вследствие высокого содержания незаменимых и серосодержащих аминокислот. Из сыворотки их выделяют в нативном состоянии при помощи ультрафильтрации и применяют для обогащения и создания различных пищевых продуктов [23,36,48].

Иммуноглобулины объединяют группу высокомолекулярных белков, обладающих свойствами антител, в своем составе они содержат углеводы. Содержащийся в малых количествах лактоферрин имеет огромную роль для организма новорождённого и выполняет важные биологические функции, в отличие от альбумина сыворотки крови, не имеющего практического значения. Отмечается также содержание в сыворотке компонентов протеозопептонной фракции, представляющие собой фрагменты β-казеина, и белки, обладающие ферментативными и гормональными свойствами [19,65].

Лактоза, белки, жир, минеральный и витаминный комплексы, содержащиеся в молочной сыворотке, составляют около 70% её сухих веществ (таблица 1.2).

Лактоза способствует более активному всасыванию витаминов группы В, витамина С и кальция. Являясь пребиотиком и основным питательным веществом для большинства видов полезных молочнокислых бактерий, активизирует их размножение, улучшая функционирование желудочно-кишечного тракта [6,7].

При использовании молочной сыворотки в производстве напитков, микроэлементы и минеральные соли, содержащиеся в данном побочном продукте, обеспечивают поддержку водно-солевого баланса организма. Биологическая ценность, также подкрепляется большим содержанием лактозы [6,7].

Из вышесказанного следует, что сыворотка может служить источником полезных веществ, при наличии доступных технологий её переработки. Слив сыворотки в сточные воды не только является нерациональным использованием сырья, но и несёт колоссальный вред окружающей среде, так как при разложении сыворотки выделяются токсичные вещества [31,72].

1.2 Основные направления переработки молочной сыворотки

На основании анализа литературных источников можно отметить три основных направления переработки молочной сыворотки [64,68,75]:

- технология получения сывороточных продуктов (напитков, желе, пудингов, альбуминного творога и др.) на основе очищенной молочной сыворотки от крупных фракций (казеиновая пыль, агломераты сывороточных белков, молочный жир);
- использование высокотехнологичных процессов и оборудования для получения продуктов на основе молочной сыворотки (сгущённые и сухие сывороточные концентраты, биофидогенные концентраты, сгущённые и сухие смеси пищевого и кормового назначения, концентраты сывороточных белков и др.);
- получение продуктов, востребованных в области медицины, фармацевтики, косметологии и продуктов специализированного питания путём переработки молочной сыворотки при помощи глубокого фракционирования (концентраты и изоляты белков, α-лактальбумин, β-лактоглобулин, лактоферрин,

лактопероксидаза, ангиогенин, гидролизаты белков, биоактивные пептиды, препараты кальция, органические кислоты, спирт, гидролизаты лактозы, лактулоза, галактоолигосахариды, галактоза, тагатоза и другие) [14,20,64,68,75].

Рисунок 1.2 – Структура применения молочной сыворотки и компонентов молока из сыворотки в различных продуктах питания [37].

Второе направление является наиболее перспективным для реализации в нашей стране. Оно позволяет значительно увеличить объёмы перерабатываемой сыворотки, а также получить дополнительную прибыль (до 30%) за счёт повторного вовлечения сыворотки в производственный цикл [73]. Для успешного развития данного направления необходимо высокотехнологичное, экономически оправданное оборудование, например, мембранные установки различного типа.

Таблица 1.3 – Аминокислотный состав концентратов сывороточных белков

Наименование аминокислот	Массовая доля аминокислоты (мг/100 г) в ультрафильтрате с массовой долей сухих веществ, %		
	6,0±0,2 (контроль)	10,2±0,2	20,1±0,4
Незаменимые аминокислоты			
1	2	3	4
Валин	41+3	179±15	602±60
Изолейцин	40+7	162±80	540±64
Лейцин	62+5	3200±200	6930±700
Лизин	46+3	2350±150	6090±600
Метионин	11+1	390±40	1840±200
Треонин	43+3	2050±150	5660±500
Фенилаланин	16+8	920±100	3620±400
Заменимые аминокислоты			
Аланин	34+3	1250±120	3050±30
Аргинин	23+5	750±40	2400±250
Аспарагиновая кислота	60+2	2690±250	7600±700
Гистидин	9+1	510 ± 50	1810±200
Глицин	14+1	470±50	1540±150
Глютаминовая кислота	102+10	4800±450	12280±1000
Пролин	45+4	256±20	8180±700
Серин	36+3	163±15	3900±40
Тирозин	14+1	82±8	362±35
Цистин	4+1	143±15	493±50

Обобщенная структура применения молочной сыворотки и компонентов молока из сыворотки в различных продуктах питания с использованием мембранных процессов представлена на рисунке 1.2

Одним из продуктов переработки сыворотки являются концентраты сывороточных белков.

В работе Гаврилова Г.Б. и Гаврилова Б.Г. проводили определение аминокислотного состава концентратов сывороточных белков с целью оценки их биологической ценности (таблица 1.3) [18]. Отмечалось, что в процессе ультрафильтрации в концентрате происходит увеличение содержания всех аминокислот, в том числе незаменимых, составляющих 42 % от общего количества аминокислот.

В заключении данного исследования было отмечено, что концентраты сывороточных белков являются богатым источником серосодержащих аминокислот, что особенно важно при использовании данного сырья в производстве детского, диетического и профилактического питания; кроме того, они обладают сбалансированным соотношением «сывороточные белки – лактоза» [18,62].

Как видно из представленной схемы в целом, спектр применения продуктов мембранной переработки, полученных из молочной сыворотки достаточно широк, а значит очевидна дальнейшая перспективность развития технологий мембранной фильтрации для увеличения доли сыворотки, перерабатываемой на пищевые цели.

1.3 Мембранные методы обработки молочной сыворотки

Майоров А.А. и его зарубежные коллеги отметили в своей работе, что мембранные методы разделения и концентрирования можно разделить на два основных принципиальных направления: гиперфильтрация (микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос) и электродиализ. Сущность мембранных технологий базируется на свойствах молочной сыворотки как гетерогенной системы с чётко выраженной селективностью компонентов по молекулярной массе, размерам и ионной силе [52,121].

Процесс мембранной обработки основан на прохождении за счет давления либо разряжения части фильтруемого раствора, в результате чего задерживаемая фракция, например, белки концентрируется. Из этого следует, что при использовании данных методов обеспечивается избирательное фракционирование и концентрирование практически любых компонентов молока. В частности, данные мембраны позволяют выделять следующие нижеприведенные компоненты:

-микрофильтрация (МФ) - бактерии, дрожжи, жировые шарики, крупные мицеллы казеина (0,05 - 10 мкм);

- ультрафильтрация (УФ) - казеин, сывороточные белки и их фракции (0,001 - 0,05 мкм);

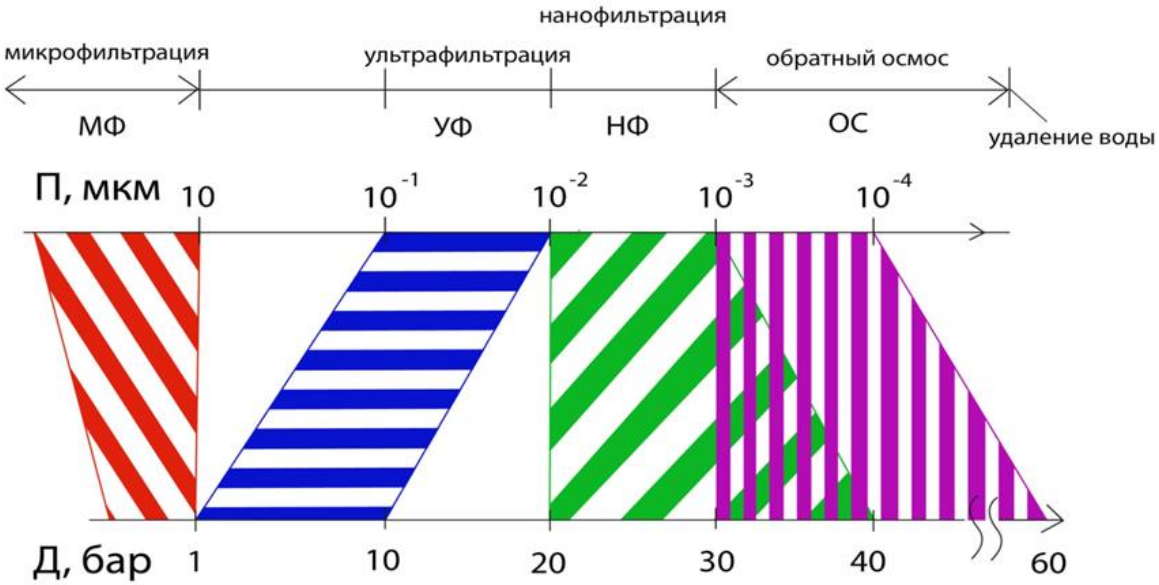

Рисунок 1.3 – Подразделение методов мембранной фильтрации в зависимости от пористости мембранных элементов и используемых давлений прокачиваемой среды [1].

- нанофильтрация (НФ) - лактоза или ее производные, небелковый азот, некоторые аминокислоты, диссоциированные соли низкомолекулярных кислот, минеральные вещества, (0,0005 - 0,001 мкм);

- обратный осмос (ОС) - вода (<0,001 мкм).

Необходимое давление при проведении каждого мембранного процесса, а также пористость мембранных элементов, классифицирующие данные методы приведены на рис. 1.3.

Микрофильтрация применяется с целью повышения сроков годности пастеризованного молока, путем удаления патогенной микрофлоры, а также для концентрирования микроорганизмов при производстве заквасок и бактериальных концентратов [30,82].

Для получения белковых концентратов различного состава и назначения зачастую используется ультрафильтрация [2,5,48,50].

Во время процесса ультрафильтрации молочной сыворотки концентрируется белок, а через мембрану проходят соли и лактоза. Из исходной сыворотки в пермеат уходят около 30% кальция, 90% калия и натрия, 70% магния, 80% хлора и 50% фосфора. В результате получается белковый концентрат, содержащий высокомолекулярные соединения, и фильтрат – раствор лактозы, минеральных солей и других низкомолекулярных соединений [2,48,52,107,124].

Размер отверстий мембран при проведении нанофильтрации подобран таким образом, что сквозь них могут проходить одновалентные ионы, а двухвалентные ионы и более крупные примеси остаются. Они задерживают органические соединения с молекулярной массой выше 300 и пропускают 15-90 % солей в зависимости от структуры мембраны. Нанофильтрационные мембраны задерживают макромолекулы растворимых белков, пептидов, лактозы; пропускают ионы минеральных солей, воду. В то время, как обратный осмос позволяет концентрировать все пищевые вещества сыворотки и получить высокоочищенную питьевую воду [2,29,90,117,125,128].

Дыкало Н.Я. и многие зарубежные ученые отмечают, что зачастую для получения высокобелковых молочных концентратов используют диафильтрацию, состоящую из двух этапов. На первом этапе молочную сыворотку подвергают стандартному процессу ультрафильтрации. Полученный ретентат разбавляют водой и подвергают повторному концентрированию, являющемуся вторым этапом. Повторная ультрафильтрация позволяет получить более чистый концентрат

сывороточного белка, удаляя оставшиеся низкомолекулярные компоненты [48,52,94,95,132,136].

Основным достоинством мембранного разделения молочной сыворотки является возможность направленного регулирования её свойств и состава, что позволяет создавать новые молочные продукты с пониженной калорийностью и высокой пищевой ценностью. Несмотря на очевидные преимущества, мембранные методы при обработке молочной сыворотки имеют ряд недостатков.

1.4 Способы совершенствования мембранных процессов фильтрации молочного сырья

Несмотря на высокую эффективность извлечения молочного белка при мембранной фильтрации, накопление белковых частиц у поверхности мембраны, вследствие концентрационной поляризации с последующим загрязнением, остается ключевой проблемой. С увеличением концентрационной поляризации снижается селективность и удельная производительность мембраны, увеличиваются осмотическое давление и гидродинамическое сопротивление, что наносит ущерб эффективности разделения процесса [78,99,110,127]. β-лактоглобулин в сыворотке является основным белком, который вызывает закупорку пор мембраны. Это может быть связано с гидрофобными взаимодействиями, электростатическими взаимодействиями и размером агрегации. Помимо загрязнения, есть еще ряд недостатков в традиционной баромембранной фильтрации. Во-первых, после нескольких стадий диафильтрации все еще сохраняется некоторое количество лактозы и золы в продуктах концентрата сывороточного белка. Во-вторых, дорогостоящие мембранные материалы для фильтрации сыворотки следует заменять примерно каждый год, а большой расход моющих средств для ежедневной мембранной промывки увеличивает стоимость концентрации и очистки сывороточного белка. В-третьих, предельная молекулярная масса для ультрафильтрации сыворотки составляет 10 кДа. Некоторые пептиды, такие как протеозные пептоны (PP) и аминокислоты из сыворотки попадают в пермеат во время процесса ультрафильтрации. В-четвертых,

процессы диафильтрации в несколько этапов увеличивают потребление чистой воды [97,126,133].

Для уменьшения скорости загрязнения и увеличения продолжительности беспрерывной работы мембранных установок могут быть применены определенные конструктивные решения, например:

- размещение над мембраной турбулизирующих вставок;
- введение в поток гетерогенных частиц;
- применение механической вибрации инфра- и ультразвукового диапазона;
- вращение турбулизаторов над поверхностью мембраны;
- вращение непосредственно мембраны [106,111,123,134,141].

За рубежом изучение влияния вращения фильтрующих элементов на интенсификацию процессов баромембранной обработки ведётся в основном на неорганическом сырье. Однако можно отметить научные работы в данной сфере по разделению растительного сырья и сточных вод пищевых производств [116, 122, 143].

Wenxiang Zhang и его соавторы рассматривают в своей работе успешное применение одного из приведённых выше конструктивных решений, а именно: использование вращающейся турбулизирующей вставки в примембранной зоне, позволяющей интенсифицировать процесс концентрирования белков сока люцерны на экспериментальной установке «RDM» [142].

Принципиальная схема установки и схематичный принцип работы турбулизирующей вставки приведены на рисунках 1.4 и 1.5 [142].

По результатам проведенных исследований Wenxiang Zhang и его коллеги утверждают, что контролировать образование поляризационного слоя на поверхности мембранных элементов, и как следствие, загрязнение пор мембран, возможно при помощи подбора оптимальных скоростей вращения турбулизирующей вставки. Турбулентные потоки, также, благоприятно влияют на стабильность и устойчивость поведения баромембранного фракционирования и процесса мойки мембранных элементов [142].

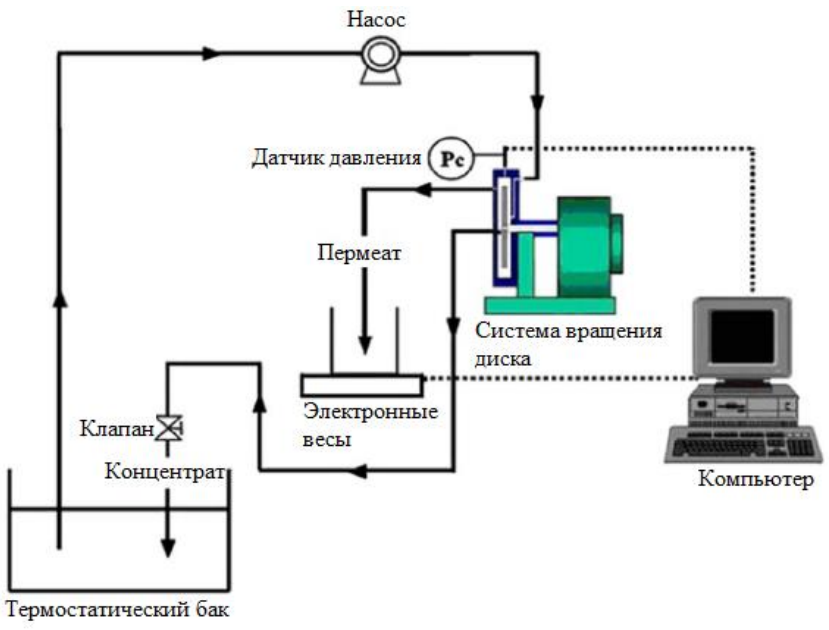

Рисунок 1.4 – Принципиальная схема установки с вращающейся турбулизирующей вставкой

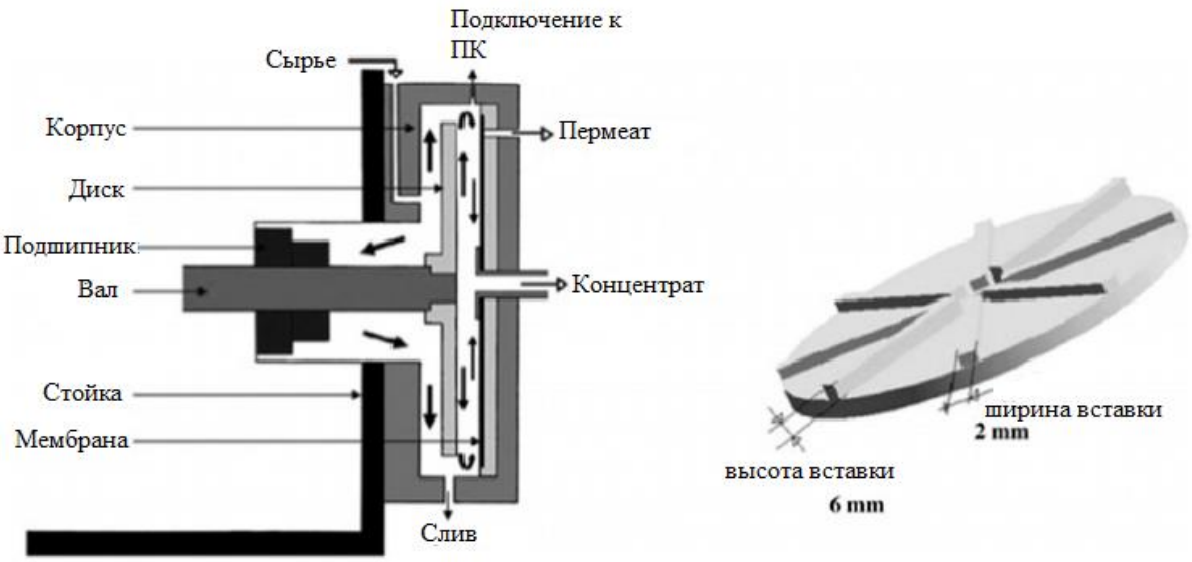

Рисунок 1.5 – Схематичный принцип работы турбулизирующей вставки

В Российской Федерации промышленным производством баромембранных установок с модулем вращения фильтрующих элементов, разработанных для разделения нефтепродуктов и обработки сточных вод нефтепроизводства, занимается фирма «Красная звезда» [61].

Разработка установок с модулем вращения фильтрующих элементов позволит реализовать и внедрить на производство новые технологии комплексной переработки молочной сыворотки.

1.5 Напитки на основе молочной сыворотки

В последнее время в молочной отрасли России наметились тенденции к более эффективному использованию молочной сыворотки и ее компонентов, в том числе производства напитков и концентратов. По данным компании InnovaMarketInsights, около 3 % новинок среди продуктов питания и напитков, запущенных на мировом рынке в период с марта 2013 г. по март 2014 г., позиционировались как обогащенные белком или высокобелковые продукты. В сегменте молочных продуктов доля таких новинок превысила 7 % [70]. В этой связи, использование в качестве базового компонента рецептуры концентратов сывороточных белков позволит расширить ассортиментный ряд продуктов, обогащенных полноценными белками.

В западных странах сывороточные напитки с натуральными фруктовыми или овощными соками, экстрактами трав, имеют большой спрос [130]. На территории же Российской Федерации они только приобретают популярность и захватывают всего 1,3 % от общего объема перерабатываемой сыворотки [53].

Для напитков, созданных на основе молочной сыворотки, разработаны определённые классификации, позволяющие подобрать сырьё и технологию для будущего продукта [34,35].

Условно все напитки на основе молочной сыворотки можно разделить на два класса:

Напитки с использованием всех компонентов сыворотки

К данному классу можно отнести напитки молочного, кисломолочного и кумысного направлений, получаемых из «сырой» сыворотки. Так же к этому классу относятся напитки из обезжиренной сыворотки, в некоторых случаях подвергнутой ферментативному гидролизу.

Напитки с использованием отдельных компонентов молочной сыворотки

К этому классу относятся напитки с выделенным особо ценным компонентом или групп компонентов: при удалении белков из молочной сыворотки используют небелковую составляющую для создания безалкогольного, слабоалкогольного и спиртного направления; направления с использованием только лактозы, сывороточных белков или минеральных солей. Напитки с использованием только сухих веществ относят в отдельное направление (концентраты сгущённые и сухие), используя их в основном для функционального направления (детское и функциональное питание) [25,26,85].

Классификация напитков на основе молочной сыворотки, предложенная Демченко С.В. с соавторами, представлена на рисунке 1.6 [26].

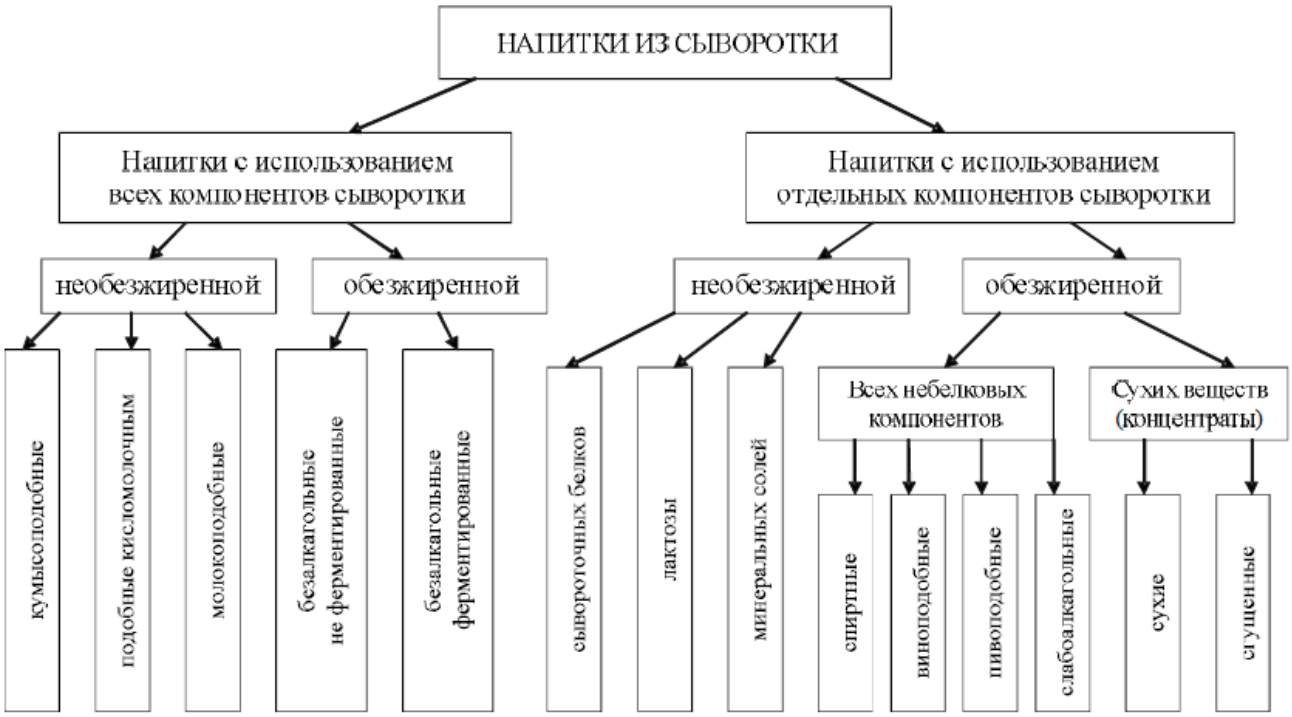

Рисунок 1.6 – Классификация напитков на основе молочной сыворотки

Представленная на рисунке 1.6 схема демонстрирует широкий спектр различных направлений по использованию молочной сыворотки в качестве пищевого ингредиента.

В Швейцарии, где производство сыра является одной из основных отраслей промышленности, на базе молочной сыворотки изготавливают популярный напиток Rivella [63,138] В Исландии производят и продают жидкую сыворотку в

качестве мусса, энергетическая ценность продукта 78 кДж или 18 ккал, содержание кальция 121 мг, белков 0,4 г, углеводов 4,2 г, натрия 55 мг. В обзоре Пищикова Г. Б. и Зенковой Е. А. изложено, что В Германии из сыворотки готовят напитки, содержащие 80-90 % сыворотки и 10-20 % сока земляники и персика, 7-20 % грейпфрутового или другого фруктового сока [64].

Те же авторы полагают, что биологическая ценность напитков из сыворотки повышается при воздействии молочнокислой микрофлоры. Кисломолочные продукты из сыворотки при добавлении молочнокислых микроорганизмов, вырабатываются в Литве, на территории стран бывшей Югославии, Германии, США. В Иране существует традиционный напиток «Dough», вырабатываемый из пастеризованной и охлажденной молочной сыворотки с внесением 2,5 % йогурта. В Австрии изготавливают напиток из смеси 50 % молочной сыворотки, 40 % кислого молока и 10 % фруктового сока [63].

Напитки на основе молочной сыворотки, производящиеся на территории Российской Федерации (РФ), представлены в таблице 1.4 [54].

Таблица 1.4 – Напитки на основе молочной сыворотки, производящиеся на территории РФ [54].

Компания производитель	Основные компоненты
ОАО «Мастер милк»	Сыворотка подсырная, фруктовые соки
ОАО «Вимм-Билль-Данн»	
ОАО «БиМоло»	Сыворотка, сок ананасный
ОАО «Череповецкий молочный комбинат»	Сыворотка творожная, фруктовые соки
ОАО «Янта»	Сыворотка подсырная, фруктовые и ягодные соки, мед
ЗАО «Калория»	Сыворотка, подсырная, фруктовые и ягодные соки
ОАО «Вологодский молочный комбинат»	Сыворотка творожная, квасной концентрат
ОАО «Юнимилк»	Сыворотка, натуральные соки
ЗАО «Молочные продукты»	Сыворотка творожная

Бабенышев С.П. и его коллеги в одной из своих работ рассматривают основные аспекты получения напитков из молочной сыворотки с добавлением

растительных полисахаридов. По словам авторов, особый интерес в производстве сывороточных напитков представляют экстракт стевии и лакрицы, за счет антибактериальных свойств которых возможно продлить срок годности напитка и улучшить органолептические показатели [13].

Лакрица зачастую используется для улучшения органолептических показателей, частично или полностью заменяя сахар, за счёт чего её с успехом применяют в лечебном питании больных диабетом [80].

Специалистами Кемеровского технологического института пищевых производств была разработана технология сывороточного напитка, предусматривающая сбор и фильтрование сыворотки; ее пастеризацию при (92+1) °С без выдержки, охлаждение до 45 °С, регулирование кислотности до pH 6,12; внесение 0,04...0,06 % β-галактозидазы, ферментацию до степени гидролиза 91% в течение 3-4 ч; нормализацию по массовой доле моно- и дисахаридов до (10±0,5) % сахарным сиропом, охлаждение до температуры 30+2°С; внесение 1% закваски дрожжей; сбраживание в течение 12 ч до массовой доли этанола 3,5%; подготовку и внесение вкусовых компонентов (плодово-ягодное пюре до 12 %) и стабилизаторов (1,5% крахмала, 0,5% желатина); охлаждение и фасовку при температуре 6...8°С, доохлаждение до (4±2) °С [47].

На основе молочной сыворотки также разрабатываются пробиотические напитки, используемые в качестве профилактического питания и комплексной терапии дисбактериозов кишечника [4].

В работе А.Н. Иркитовой и Н.А. Вечерниной описывается технология получения пробиотического кисломолочного напитка из молочной сыворотки, при создании которого в качестве закваски использовались две культуры микроорганизмов *Lactobacillus acidophilus* (штамм «Нарине») и *Propionibacterium freudenreichii* (штамм Х3). В продукт добавлялись сахар, крахмал и ваниль для улучшения органолептических показателей [39].

Данный напиток проходил испытание в клинических условиях, где его применяли в комплексной терапии 20 пациентов, страдающих желудочно-кишечными заболеваниями. При ежедневном употреблении по 100 мл в день в

течении 21 дня у контрольной группы отсутствовали жалобы и замечания по поводу органолептических показателей продукта. По окончании клинических испытаний при объективном осмотре всех пациентов контрольной группы отмечались уменьшение болевого и диспепсического синдромов, нормализация стула [39].

1.6 Применение натуральных консервирующих веществ в пищевой промышленности

Л. Г. Влащик и Тарасенко А. В в своей работе подчеркивают, что для получения функциональных продуктов в России используют различные виды нетрадиционного сырья, в частности растительное сырье, которое все более широко применяется в сфере производства напитков с повышенной биологической ценностью [76].

Большинство современных технологий, как считают Рягин С.Н. и Овсянникова В. А., ориентировано на производство продуктов с гарантированно повышенным сроком хранения. Для этого во многих технологиях используют режимы высокотемпературной обработки сырья, что в случае разработки напитков на основе молочной сыворотки неприемлемо, или использование консервантов химического происхождения, что не всегда является безопасным [71].

В связи с этим авторы считают актуальными исследования по замене консервантов химического происхождения на натуральные вещества, обладающие за счет способности тормозить нарастание активной кислотности консервирующими свойствами, с целью сохранения свойств продуктов в процессе хранения [71].

Проведенные многими учеными исследования подтверждают, что использование некоторых видов растений при разработке технологий напитков оказывает благотворное терапевтическое влияние на организм человека и позволяет создавать продукты профилактического назначения [76].

Антиоксидантные вещества, содержащиеся в растительном сырье, замедляют и предотвращают процессы, приводящие к возникновению различных заболеваний. Защитным действием обладают пищевые протекторы растений, такие

как каротиноиды, аскорбиновая кислота, фенольные соединения, микроэлементы. В настоящее время изучен широкий спектр растительной продукции, обладающей антиоксидантной активностью. Одной из самых интересных групп, обладающей высокой биоантиоксидантной активностью, являются лекарственные и пряно-ароматические растения, такие как имбирь, бадьян, лаванда и др.[12,43].

Иванченко О. Б. и Хвостовская Д. М. и их зарубежные коллеги доказывают, что полезные свойства имбиря известны уже очень давно. Основными действующими веществами имбиря являются жгучие вещества, нелетучие масляные жидкости, относящиеся к классу фенольных соединений, количество которых в свежем корне имбиря достигает 1–2,5 % [38,100]. Основными фенольными соединениями имбирного корня являются гингеролы, парадоли, цингероны и шогаолы [140]. В свежем корне имбиря содержание гингеролов с длиной цепи в 6–10 углеродных атомов значительно превышает все остальные фенольные соединения, причем 6-гингерол присутствует в наибольшем количестве, но его содержание значительно снижается при хранении и обработке, в результате чего образуются шогаолы и алифатические альдегиды [113, 145].

Цитрусово-пряный аромат имбиря обуславливается довольно высоким содержанием эфирного масла (1,2–3,0%), которое является не только ароматизирующей пищевой добавкой, но и используется в фармакологической промышленности [11,38].

Галкиной А.С. и Ключниковой Д.В. разработан сывороточный напиток, в состав которого входит экстракт имбиря, по их мнению его внесение придает напитку антиоксидантные свойства и функциональную направленность [22]. Другими авторами определена антимикробная активность экстракта имбиря и установлено, что имбирь обыкновенный обладает наибольшей активностью против грамотрицательных бактерий. 10% спиртовая настойка имбиря наиболее активна в отношении *E.coli*, а 20% отвар и свежий имбирь обладают наибольшей антисинегнойной активностью [16,22,41,77].

Также Рягин С. Н. и Овсянникова В. А. в статье «Исследование влияния имбиря на процесс сквашивания в производстве молочных белковых продуктов»

доказали возможность изменения и регулирования нарастания кислотности в кисломолочных белковых продуктах при помощи экстракта имбиря, который обеспечивает выполнение нескольких функций: обогатителя и консервирующего компонента, с ними согласны и другие исследователи [71,79].

В настоящее время изучена антимикробная активность различных видов эфирных масел, в том числе лаванды, показано, что наибольшим противомикробным действием обладают фенольная и тимоловая фракции [95,96].

Беккер Р. А., Быков Ю. В. считают, что лаванда обладает сильным пряным запахом и пряным, терпким вкусом. Эфирное масло, цветки и листья лаванды широко применяются для ароматизации спиртных напитков, а также как пряность в испанской, французской и итальянской кухнях. Эфирное масло лаванды содержит в основном сложные эфиры L-линалоола с уксусной, масляной, валериановой и капроновой кислотами (суммарно 30–60% содержания), а также цинеол, гераниол, борнеол и др. В цветках, помимо этого, содержатся также различные дубильные вещества, горечи и смолы, урсоловая кислота, кумарин и герниарин.

Современные зарубежные исследования показывают, что эфирное масло и водноспиртовой экстракт лаванды обладают противотревожными, антидепрессивными, а также нейропротективными, прокогнитивными и антидементными свойствами, и содержат компоненты, являющиеся функциональными антагонистами NMDA-рецепторов, а также компоненты, ингибирующие обратный захват серотонина (белок SERT) [69,98,102,112,118,135].

В исследованиях на животных также показано, что эфирное масло и экстракт лаванды, наряду с эфирными маслами некоторых других растений, способны тормозить развитие экспериментальной болезни Альцгеймера и возрастного когнитивного снижения, уменьшать вызванные накоплением амилоида нейродегенеративные изменения, поведенческие и когнитивные нарушения [10].

В пищевой промышленности широко используется корица, которая имеет высокое антиоксидантное и антимикробное действие. Евстигнеева Т. Н. и Яковлева Р. В. В своей работе установили, что корица способствует стабилизации уровня

сахара в крови и помогает в лечении сахарного диабета. Волокна и кальций, содержащиеся в пряности, укрепляют сердечно-сосудистую систему, защищая организм от сердечных заболеваний. Корицу используют для снижения симптомов простуды и для облегчения дыхания при хроническом кашле. Благодаря своим антибактериальным, антивирусным и противовоспалительным свойствам пряность рекомендуют для лечения внешних и внутренних инфекций. Также они установили, что при добавлении в пищу, корица предотвращает рост бактерий в продуктах питания, их мнения придерживаются и многие зарубежные специалисты [32,81,101,108,109,120].

Специалистами университета ИТМО г. Санкт-Петербург Матвеевой Н. А. и Тарховой Н. А. разработан функциональный напиток для повышения интеллектуальных способностей с использованием корицы и имбиря. Показано, что данные компоненты понижают уровень холестерина, укрепляют сердечную мышцу, улучшают процессы мышления, память, физическое и умственное состояние человека, способствуют усвоению информации, активизируют работу головного мозга, дают возможность быстро и легко концентрировать внимание [56].

Бадьян является плодом тропического вечнозеленого дерева из семейства магнолиевых. Это пряность, которую часто называют звездчатым (индийским, сибирским, корабельным) анисом. По вкусу и аромату бадьян схож с анисом [10].

По мнению Aly S.E. с соавторами наряду с корицей бадьян можно считать хорошим источником природных соединений со значительным антиоксидантным и противомикробным действием [66,92,103,114].

1.7 Использование натуральных гидроколлоидов для стабилизации молочно-белковых систем

Для производства большинства сквашенных продуктов применяют стабилизаторы и (или) эмульгаторы. Классификация пищевых стабилизаторов/эмульгаторов довольно сложна, разными специалистами предложено множество схем. Наиболее распространена классификация, включающая происхождение гидроколлоида, представленная в статье Н.О. Семьёшкиной (рис. 1.7) [74].

Выделенные еще в 1978 г. гидроколлоиды представляют собой группу пищевых ингредиентов, выполняющих стабилизацию пищевых дисперсных систем (эмульсий, суспензий), придавая им нужную консистенцию и вязкость. К ним относятся загустители, гелеобразователи и стабилизаторы, проявляющие в отдельных случаях смежную функцию эмульгатора. С их помощью можно уменьшить температуру розлива йогурта, не снижая его вязкости. Они предупреждают отделение сыворотки при хранении кисломолочных продуктов, благодаря повышению влагоудерживающей способности молочно-белкового сгустка [2,27].

Основная цель добавления стабилизаторов к молочной основе при производстве молочных продуктов и напитков - улучшение и сохранение таких важных характеристик продукта, как: структура и консистенция, вязкость, плотность, внешний вид и вкус. Стабилизаторы позволяют получить стабильный по свойствам и качеству продукт, нивелируя недостатки сырья, а также сохранить консистенцию при механической обработке (перемешивание сгустка в конце сквашивания или при охлаждении, перекачивание сгустка в охладитель, перемешивание при введении фруктовых наполнителей, перекачивание готового продукта на фасовку и др.). В результате такой обработки продукт становится менее вязким или может произойти отделение сыворотки. Добавление стабилизаторов позволяет устранить эти недостатки [2,93,104].

Принцип работы большинства стабилизационных систем основан на связывании воды, увеличении вязкости и плотности продукта, а также создании устойчивой эмульсии. Молекулы стабилизаторов способны образовывать устойчивые связи между собой и компонентами молока благодаря наличию отрицательно заряженной группы, например, гидроксильного или карбоксильного радикала, или благодаря наличию соли, обладающей способностью связывать ионы кальция. Эти отрицательные группы сосредоточены на межфазных поверхностях. Стабилизатор в молочной основе связывает воду в виде гидратационной; реагирует с компонентами молока (в основном с белками), увеличивая уровень их

гидратированности; стабилизирует молекулы белка за счет образования сетки, ограничивающей свободное движение воды [2,93,105,137].

Рисунок 1.7 – Классификация гидроколлоидов

Стабилизаторы, с одной стороны, выступают в качестве загустителей или гелеобразователей, а с другой – стабилизирующих агентов. В производстве молочных продуктов, как правило, используются не отдельные ингредиенты, а их смеси, которые в комплексе воздействуют на свойства сырья и готового продукта. Наиболее распространенными гидроколлоидами, применяемыми для производства молочных и кисломолочных продуктов являются крахмал, желатин, пектин, камеди, агар-агар, альгинат и каррагинан [2,96,137].

Молочные продукты можно рассматривать с точки зрения эмульсий, поэтому стабилизацию их структуры можно рассматривать с точки зрения стабилизации эмульсий. Большинство пищевых стабилизаторов эмульсий имеют дифильное строение, т.е. содержат полярные гидрофильные и неполярные гидрофобные группы атомов, которые, будучи связаны с неполярным соединительным звеном,

отделены друг от друга и располагаются на противоположных концах молекулы. Первые (гидрофильные) обеспечивают растворимость в воде, а вторые (гидрофобные) - в неполярных растворителях [2,139] (рис. 1.8).

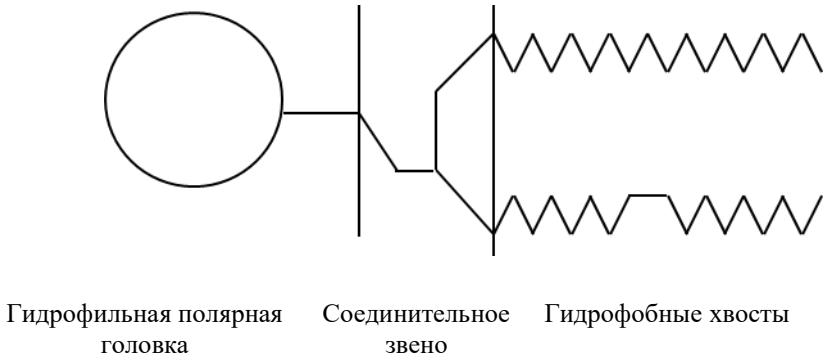

Рисунок 1.8 – Общая структура молекулы стабилизатора эмульсий

От химического строения молекул стабилизатора зависит склонность к формированию ассоциатов мицеллярного типа. Основными технологическими функциями структурообразователя при получении молочных продуктов являются:

- диспергирование, в частности эмульгирование и пенообразование;
- взаимодействие с белками;
- изменение вязкости;
- взаимодействие с водой и жиром.

Среди природных полимеров в пищевой технологии одним из самых распространенных и доступных является желатин различных видов. Желатин играет решающую роль в определении структуры многих пищевых продуктов, очень важной как для потребителей, так и для производителей. Структура – это важнейший фактор, регулирующий вкусовые качества большей части пищевых продуктов [2,33,40].

Желатин позволяет получить плотную гелевую структуру. Для кисломолочных продуктов следует использовать только высококачественный желатин, поскольку он лучше взаимодействует с казеином, имеет более высокую

точку плавления и стабилизирующую способность. В высоких дозах возможно получение сгустка, имеющего очень грубую консистенцию.

Желатин (коллаген) - фибриллярный белок, составляющий основу соединительной ткани животных (кожи, связок, сухожилий, костей, хрящей и др.) и обеспечивающий ее прочность [2,137].

Молекула коллагена (молекулярная масса около 300 тыс., длина 300 нм, толщина 1,5 нм) имеет стержне видную структуру и состоит из трех так называемых α - цепей (молекулярная масса около 100 тыс.), формирующих правозакрученную тройную спираль таким образом, что один виток спирали α - цепи содержит три аминокислотных остатка. Три α - цепи в свою очередь объединяются в структуру, слегка закрученную в правую спираль. Каждая α - цепь характеризуется высоким содержанием глицина [2,15,33].

Нативный коллаген плохо растворяется в воде при pH около 7. При умеренном нагревании в водных растворах коллаген денатурирует с разрывом нековалентных связей - α-цепи расплетаются, т.е. «плавятся» с образованием желатина.

Желатин хорошо растворяется в горячей воде, а при охлаждении водные растворы образуют гели. Физические свойства гелей различны и зависят от концентрации белка, молекулярной массы полипептидных цепей, температуры, присутствия солей и других реагентов. Прочность и жесткость гелей из желатина, а также стабилизация им газожидкостных систем, пропорциональны концентрации белков и увеличиваются с ростом молекулярной массы полипептидов [2,119].

Максимальная прочность геля проявляется в основном при значениях активной кислотности 5 – 10 ед. pH.

Для получения стойкого в хранении прозрачного геля желатин подвергают набуханию в холодной воде, а затем растворяют при температуре 40 ˚С.

Другим наиболее широко используемым гидроколлоидном является пектин.

Пектин в составе стабилизационной смеси даже в незначительном количестве позволяет увеличить вязкость продукта при сохранении его натуральной консистенции. Создает в продукте ощущение «тела», позволяет

снизить содержание жира, так как придает продукту сливочность. Продукт с пектином имеет глянцевую, однородную поверхность и плотный сгусток без отделения сыворотки. Благодаря наличию протекторных свойств рекомендуется использовать пектин при выработке продуктов из молока с низкой термоустойчивостью [2,105,115,139].

Пектины представляют собой высокомолекулярные гетерополисахариды, совместно с другими соединениями входящие в состав клеточных стенок и межклеточных образований высших растений. Пектин существует в двух формах: растворимой и нерастворимой (протопектин). При нагревании, а также при созревании и хранении плодов протопектин переходит в растворимые формы.

Основная цепь полимерной молекулы пектиновых веществ состоит из остатков Д-галактуроновой кислоты (или ее метиловых эфиров), соединенных альфа(1→4)-гликозидной связью. В цепь полигалактуроновых кислот неравномерно включены молекулы рамнозы (рис. 1.9).

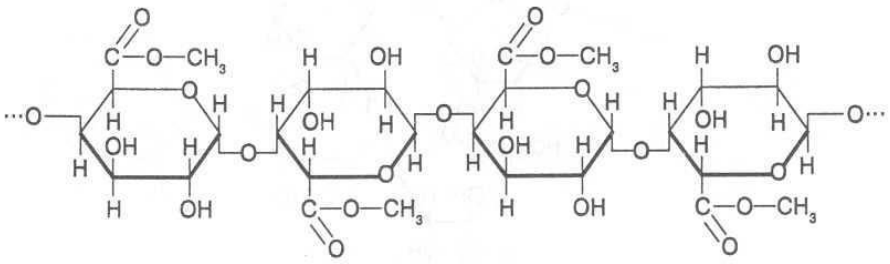

Рисунок 1.9 – Структура молекулы пектина

В промышленности пектин получают кислотным или ферментативным гидролизом пектинсодержащего материала. Основными сырьевыми источниками для производства пектинов являются яблоки, цитрусовые, подсолнечные и свекловичные культуры. Производят также комбинированные пектины, которые выделяют из смешанного сырья [2,91,105,115,139].

Пектиновые вещества, получаемые из различных растительных источников, различаются по молекулярной массе, химическому составу. Пектины, изготовленные из яблочного жома и из корзинок подсолнечника относятся к высокомолекулярным, а цитрусовые и свекловичные – к низкомолекулярным.

Кроме того, пектины, вырабатываемые из цитрусовых и яблок, отличаются более высоким качеством, чем **подсолнечные** и свекловичные [2,105,115,139].

Одной из наиболее важных характеристик пектинов, представляющих интерес с технологической точки зрения, является степень этерификации.

Часть карбоксильных групп полигалактуроновой кислоты этерифицирована метиловыми группами, и свободные кислотные группы могут быть частично или полностью нейтрализованы ионами натрия, калия или аммония. Соотношение между этерифицированной галактуроновой кислотой и полной галактуроновой кислотой и есть так называемая степень этерификации (Е). По степени этерификации выпускаемые пектины подразделяются на высокоэтерифицированные (высокометоксилированные, Е более 50%) и низкоэтерифицированные (низкометоксилированные, Е менее 50%). Степень этерификации высокоэтерифицированных пектинов может быть целенаправленно понижена кислотной, щелочной или ферментативной обработкой [105,115,139].

Следует отметить, что особенности строения молекул пектина зависят не только от вида сырья, используемого для выделения пектина, но и от технологии, в частности, от способа экстракции и деэтерификации [91,105,115,139].

Формирование трехмерной пространственной структуры геля происходит за счет взаимодействия пектиновых молекул между собой двумя путями: за счет изменения сил электростатического отталкивания молекул в присутствии дегидратирующих веществ (сахарозы) в кислой среде и с участием ионов поливалентных металлов.

На процесс гелеобразования оказывает влияние молекулярная масса, степень этерификации пектиновой молекулы, распределение карбоксильных групп, содержание дегидратирующих веществ, температура и pH среды.

Высокоэтерифицированные пектины образуют гели в присутствии кислоты и сахара, для низкоэтерифицированных характерно образование гелей в широком диапазоне pH (от 2,5 до 6,5) независимо от содержания сахара, но в присутствии ионов поливалентных металлов, например, кальция. Однако при щелочном значении pH пектин быстро разрушается даже при комнатной температуре.

В одинаковых условиях высокоэтерифицированные пектины более высокой степени этерификации желируют быстрее при более высоких температурах, чем пектины более низкой степени этерификации.

Низкоэтерифицированные пектины, в отличие от высокоэтерифицированных, могут образовывать гели по другому механизму – с участием ионов поливалентных металлов. Способность низкоэтерифицированных пектинов образовывать гели с помощью комплексов с кальцием не зависит от содержания сухих веществ и pH и возрастает со снижением степени этерификации.

В последнее время широкое распространение в пищевой промышленности получили камеди, представляющие собой структурно сложные полисахариды, получаемые из кустарников и деревьев, растущих в тропиках и субтропиках, в частности гуаровая камедь [2].

Гуаровая камедь – это гидроколлоид (галактоманнан) с молекулярным весом 1-2 млн. Галактоманнаны представляют собой гетерогликаны, содержащиеся в семенах стручковых растений и выполняющие функцию предотвращения обезвоживания семян. Гуаровую камедь или гуар получают из зерен небольшого стручкового кустарника *Gyamopsis tetragonolobus*, произрастающего в Индии, Пакистане и США и плодоносящего раз в год. Эти зерна состоят из кожуры, завязи и двух маленьких полусфер, называемых «Split». Производство состоит в удалении кожуры посредством истирания, дробления для освобождения завязи и просеивания для отделения «Split», которые затем дробятся для получения гуаровой муки [2,137].

По своим физическим свойствам гуаровая камедь представляет собой порошок от бежевого до светло-коричневого цвета, содержащий около 80% гидроколлоидов, растворимый в холодной воде. Наибольшую вязкость имеет в холодной воде, с повышением температуры воды вязкость снижается. 1%-ный раствор имеет вязкость 2500 – 5500 сПз, стабилен при pH 3,5 – 6,0.

По химическому строению сахара-мономеры гуара представляют собой галактозу и маннозу. По пространственной структуре молекула гуара – длинная, сильноразветвленная цепь с основной структурой D-маннозы, связанной с 1,4

структурами ветвей D-галактозы в этой цепи посредством связей 1,6. Соотношение галактозы и маннозы в цепи – 1:2. Ответвления небольшие, но многочисленные; имеют один галактозный фрагмент и могут рассматриваться как объемистый заместитель линейной цепи.

Гуаровая камедь находит многочисленное техническое применение: текстильная, горнодобывающая, пищевая, в том числе кондитерская и молочная промышленность [2,137].

Еще одним видом гидроколлоидов, на сегодняшний день активно используемым в производстве различных продуктов питания, является агар. Агар - классический представитель класса загустителей, стабилизаторов и желеобразующих веществ. Его применяют для создания стойкого желе при производстве некоторых продуктов. Агар получают из морских водорослей, обитающих в Белом, Черном морях и Тихом океане, в частности из водоросли *я*. В горячей воде агар образует коллоидный раствор, при остывании превращающийся в хороший прочный студень, обладающий стекловидным изломом.

Агар применяют в кондитерской промышленности при производстве желейного мармелада, пастилы, зефира при получении мясных и рыбных студней, желе, пудингов, а также при изготовлении мороженого, где он предотвращает образование кристалликов льда, и при осветлении соков. Свойства агара различаются в зависимости от его происхождения.

Применение агара в пищевой промышленности не лимитировано, а его количество, добавляемое в пищевые продукты, обусловлено рецептурами и стандартами на эти продукты [2,96,144].

Применение **альгинатов и каррагинанов** имеет некоторые ограничения по дозе, поскольку гидроколлоиды, выделяемые из водорослей, а также пектины и камеди, как правило, имеют в своей структуре группы или элементы, несущие отрицательный заряд. В результате при взаимодействии с молочным белком, который, как и все белки, является амфотерным электролитом, образуется большое количество прочных связей. При определенных дозах наличие этих связей оказывает положительный эффект на консистенцию готового продукта (сгусток

становится более вязким и плотным). Но при пересыщении вводимого гидроколлоида возможен обратный эффект, являющийся следствием образования крупных агломератов молекул молочного белка и гидроколлоида, которые не способны распределяться равномерно по всему объему смеси и могут выпадать в осадок. В итоге в продукте наблюдаются такие пороки, как мучнистость, отделение сыворотки или расслоение продукта. Порой даже незначительное введение некоторых камедей (до 0,05 %) может вызвать дестабилизацию мицелл казеина, и хотя по технологии казеин все равно коагулирует, структура образующегося сгустка имеет весьма ограниченную влагоудерживающую способность, что приводит к явному синерезису. Кроме того, из дестабилизированного казеина может образовываться грубый сгусток.

Несмотря на то что все гидроколлоиды в конечном итоге выполняют одну и ту же функцию, свойства и механизм действия каждого из них уникальны.

Использование различных нативных или модифицированных к**рахмалов** позволяет увеличить вязкость продукта.

Кисломолочные продукты, содержащие высокую дозу крахмала (до 2,5 %), могут отделять сыворотку в процессе хранения. С другой стороны, в высоких дозах они способны выступать в качестве стабилизатора белка, что позволяет сгладить отрицательное воздействие высоких температур на белок и использовать их при производстве термизированных кисломолочных продуктов [2,55].

Основное сырье для получения крахмала – картофель, кукуруза (в том числе восковидная), пшеница, рис, маниока, сорго и др. Все крахмалы, используемые в молочной промышленности, разделяют на нативные и модифицированные. Нативный крахмал – это натуральный, легкоусвояемый и перевариваемый организмом человека продукт. Поэтому он широко применяется в пищевой промышленности (в кондитерском и молочном производствах). Основными показателями, характеризующими различные виды крахмалов в зависимости от источника сырья, являются вязкость и прозрачность образуемого клейстера, а также стабильность его при хранении, перемешивании и термическом воздействии. На основе данных характеристик подбирается нужный по свойствам крахмал для

производства молочных продуктов. Модифицированный крахмал – это пищевая добавка, полученная посредством модификации нативного крахмала. В процессе модификации крахмала происходит направленное изменение свойств: изменяются растворимость, вязкость, прозрачность, стабильность клейстеров. Немодифицированные и модифицированные крахмалы активно применяются в пищевой промышленности в последнее время, выполняя одну из функциональных свойств: стабилизатора, благодаря способности крахмала эффективно связывать воду (в том числе стабилизатора молочной эмульсии), добавки к пшеничной муке при производстве макаронных изделий для улучшения эластичности и белизны изделия; заменителей жира и масла в низкокалорийных продуктах, благодаря созданию сливочного, наполненного вкуса; добавки к вегетарианским, молочным и кондитерским изделиям, к безглютеновым изделиям; улучшителя текстуры и пр. Кроме того, перспективным направлением является применение крахмалов для повышения пищевой ценности продуктов за счет использования крахмалов, обогащенных диетическими волокнами. Учитывая особенности технологического процесса, можно выделить наиболее важные свойства крахмалов: нейтральный вкус, цвет, неслеживаемость, гигроскопичность, прозрачность/матовость готового продукта, стабильность при замораживании – оттаивании.

Существуют четыре основных способа модификации крахмалов: физический, химический, биохимический или комбинированный. В качестве методов обработки применяют окисление, кислотную и межмолекулярную обработку, экструдирование, фосфатирование, оксиэтилирование, оксипропилирование. Способ обработки крахмала определяет его функциональные свойства.

Сегодня чаще всего используют сразу несколько гидроколлоидов, объединенных в одну группу – стабилизационную систему. Например, при производстве молочных продуктов, применяют сочетания желатина, крахмала гуаровой камеди и пектина. Желатин придает продукту высокую пенообразующую способность, а пектин и гуаровая камедь увеличивают вязкость в растворе, способствуя повышению стабильности эмульсии [2,3,17].

Заключение к литературному обзору

Чтобы применить молочную сыворотку для получения новых видов биологически ценных продуктов с повышенным содержанием белка необходимо предварительное концентрирование, наиболее целесообразно проводить этот процесс при помощи мембранного концентрирования. Мембранные процессы позволяют в данном случае максимально возможно сохранить нативные свойства сывороточных белков, а, следовательно, и их биологические свойства. Однако, как показал анализ литературных данных, при проведении мембранного концентрирования пищевого сырья может возникать ряд проблем, наиболее распространенной проблемой является образование поляризационного слоя на поверхности мембран.

Наиболее эффективным средством снятия поляризационных явлений является движущаяся мембрана с использованием вращения. Принцип вращения, в данном случае, сможет обеспечить регулирование условий фильтрации жидкостей на поверхности мембранных элементов путем изменения скорости потоков в пограничном слое.

Исходя из исследований Иркитова А.Н. и Вечернина Н.А. видно, что молочная сыворотка является благоприятной средой для роста пробиотических микроорганизмов. Из этого следует возможность использования такого ценного побочного сырья в создании диетического профилактического питания.

Использование нетрадиционного растительного сырья в технологии сывороточных напитков, подразумевающие включение таких компонентов, как имбирь, лимон, мята перечная, лаванда, гипотетически позволят обеспечить функциональность и привлекательность разрабатываемого продукта для потребителя.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

2.1. Организация проведения исследований

Рисунок 2.1 – Схема организации проведения исследований

2.2 Объекты исследований

Для проведения концентрирования молочной подсырной сыворотки на экспериментальном участке ФГАНУ «ВНИМИ» был создан и изготовлен опытный образец динамического мембранного модуля фильтрации UF-RDM (UltraFiltration Rotating Disk Membrane).

Принципиальная схема работы установки представлена на рис 2.2.

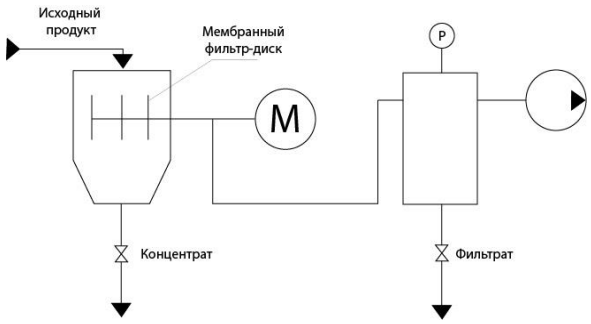

Рисунок 2.2 – Принципиальная схема экспериментальной установки с динамическим мембранным модулем UF-RDM

Динамический мембранный модуль UF-RDM, состоит из трех плоских керамических мембран диаметром 210 мм и общей полезной площадью фильтрации 0,2 м^2 расположенных на валу. Динамическое вращение мембран обеспечивается за счет мотора, оснащенного регулятором частоты вращения. Движущей силой процесса фильтрации является разряжение, создаваемое в полости мембраны при помощи вакуум-насоса. Для отвода пермеата и одновременной защиты вакуум-насоса от попадания влаги предусмотрен герметичный охлаждаемый ресивер, оснащенный манометром. Таким образом, принцип работы установки заключается в следующем: в емкость, где расположен мембранный модуль подается обрабатываемая жидкость. Под разницей давлений на мембране и внутри нее (разряжение) пермеат проходит через мембрану и выводится через центральный вал в ресивер. Постоянный отвод пермеата из обрабатываемой жидкости увеличивает концентрацию сухих веществ. Вращение мембранного модуля минимизирует загрязнение фильтрующих элементов.

Мембранные фильтр-диски для модуля UF-RDM были изготовлены путём размещения тонких металлокерамических мембран на фильтрующей поверхности керамических дисков. Схематическое изображение фильтрующего диска представлено на рис. 2.3, фотографическое изображение мембранного модуля на рис. 2.4.

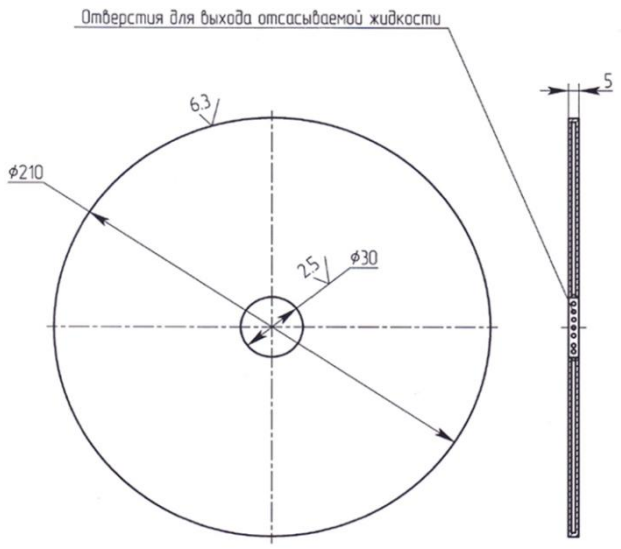

Рисунок 2.3 – Мембранный фильтр-диск UF-RDM

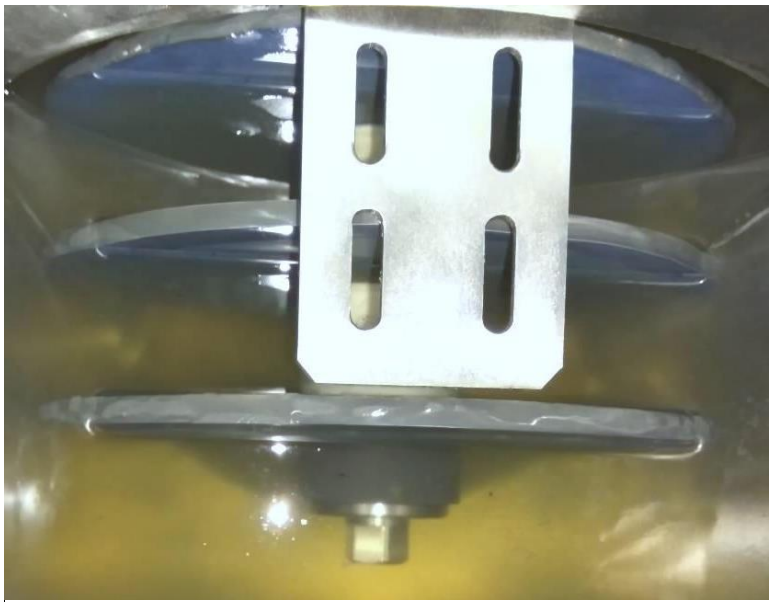

Рисунок 2.4 – Мембранный модуль UF-RDM

Для сравнения режимов работы экспериментального образца динамического фильтрационного модуля UF-RDM была использована мембранная установка AL 362 разработанная и выпускаемая компанией ООО «Альтаир». Принципиальная схема работы пилотной установки AL 362 представлена на рис. 2.5.

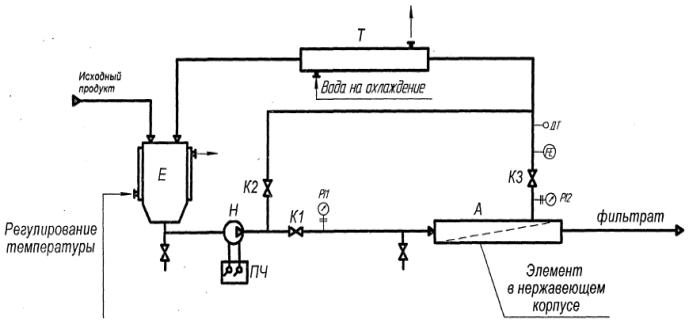

Рисунок 2.5 –Принципиальная схема пилотной установки AL 362

В состав УФ-установки входят следующие основные узлы: емкость исходного продукта, снабженная рубашкой, роторно-пластинчатый насос с частотным преобразователем для изменения скорости подачи продукта, мембранный модуль, в корпусе которого размещается рулонный мембранный элемент, изготовленный из полиэфирсульфона с порогом задержки 10 кДа, расходомер, манометры, датчики температуры и клапаны шаровые. Принцип работы установки заключается в следующем: обрабатываемая жидкость подается в емкость, производится заполнение мембранного аппарата, после чего плавно регулируется давление на входе в мембранный аппарат, поднимая его постепенно до рабочего (0,4 -0,7 МПа). Давление на выходе из аппарата должно быть на 0,02-0,06 МПа меньше давления на входе в аппарат. Таким образом под разницей давления на входе и выходе из мембранного аппарата отводится пермеат, а обрабатываемая жидкость возвращается в емкость.

Для воспроизведения всех исследований в одинаковых условиях было решено проводить эксперимент на коммерческом образце сухой подсырной сыворотки (ЗАО «ГАГАРИНКОНСЕРВМОЛОКО», Россия). Сухая подсырная сыворотка восстанавливалась деионизированной водой в соотношении 1:6. В подогретую до 35-40 °С воду, через воронку диспергатора вносили сухую

подсырную сыворотку и диспергировали 15 минут, после чего оставляли в покое на 3 часа для набухания белков. Восстановленную сыворотку очищали от нерастворившихся частиц и остатков молочного жира на сепараторе Ж5-Плава-100. Физико-химические показатели восстановленной очищенной сыворотки приведены в таблице 3.1.

Также объектами исследований являлись молочно-белковые концентраты, полученные при помощи ультрафильтрации (КСБ); различные типы заквасочных культур, жидкие водные экстракты лаванды, бадьяна, корицы и имбиря, полученные согласно [58]; сквашенные сывороточные напитки.

2.3 Методы исследований

Определение физико-химических показателей проводили с использованием стандартизованных методов:

- массовой доли жира по ГОСТ 5867-90;
- массовой доли влаги по ГОСТ 3626-73;
- массовой доли белка по ГОСТ Р 53951-2010;
- содержание небелкового азота по ГОСТ Р 55246-2012;
- массовой доли углеводов по ГОСТ Р 54667-2011;
- измерение кислотности по ГОСТ Р 54669-2011;
- измерение величины pH по ГОСТ Р 53359-2009

Определение микробиологических показателей:

- количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов – по ГОСТ Р 53430;
- бактерий группы кишечных палочек (колиформы) – по ГОСТ Р 53430;
- патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл – по ГОСТ Р 52814;
- *S. aureus* – по ГОСТ 30347
- молочнокислые микроорганизмы определяли по ГОСТ 10444.11-2013 и 33951-16.

Кажущуюся вязкость определяли по скорости истечения сгустка через стеклянную воронку с диаметром отверстия 0,5 см.

Определение влагоудерживающей способности (ВУС) проводили согласно [67,87].

Оценка молекулярно-массового распределения

Молекулярно-массовое распределение сыворотки и продуктов концентрирования оценивали методом эксклюзионной хроматографии. Хроматографическая система включала хроматограф, насос, автосамплер (Knauer, Германия) и колонку BioSep-SEC-S 2000 (7,8 х 300 мм) фирмы «Phenomenex» (США). Данная разновидность колонки используется для аналитического разделения низкомолекулярных белков и пептидов методом гель-фильтрации. Колонка была откалибрована с использованием растворов следующих стандартов (1 мг/мл) в 50 мМ калий-фосфатном солевом буфере pH 6,80 (150 мМ хлорида натрия): L-триптофил-L-глутаминовая кислота (М.в. 0,33 кДа, Bachem, Швейцария), L-триптофил-глицил-глицил-тирозин (М.в. 0,48 кДа, Bachem, Швейцария), окисленный глутатион (М.в. 0,61 кДа, Serva, Германия), апротинин (М.в. 6,51 кДа, Sigma, США), α-лактальбумин (М.в. 14,2 кДа, Sigma, США), трипсиноген обработанный PMSF (М.в. 24,0 кДа, Sigma, США), глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназа (М.в. 36 кДа, Sigma, США), бычий сывороточный альбумин (М.в. 66 кДа, Sigma, США). Для инактивации ферментов отбирали пробы продуктов объемом 5 мл с последующим дотитровыванием pH 6М раствором соляной кислоты до 5,0. Для удаления взвешенных частиц белковые продукты фильтровали через шприцевые фильтры с гидрофильной PVDF-мембраной с размером пор 0,45 мкм. Дальнейшая пробоподготовка включала разбавление образцов продуктов в указанном выше буфере до концентрации белка 1 мг/мл. Объём пробы, наносимой на колонку, составлял 20 мкл. В качестве элюента использовали 50 мМ калий-фосфатный буфер, pH 6,8, содержащий 150 мМ хлорида натрия. Скорость элюирования составляла 1 мл/мин. Оптическую плотность регистрировали при длине волны 214 нм, используя проточный детектор. Полученные хроматограммы интегрировали с расчетом относительного содержания высокомолекулярной белковой фракции (М.в. более 10 кДа), среднемолекулярной олигопептидной фракции (М.в. 3-10 кДа) и фракции

низкомолекулярной с учетом коротких пептидов и свободных аминокислот (М.в. менее 3 кДа).

Органолептические показатели оценивали с использованием описательно-аналитического метода с построением профиллограмм, сущность которого заключается в том, что сложные составляющие каждого органолептического свойства (вкус, консистенция и т.д.) представляют в виде обобщения отдельных составляющих (дескрипторов), которые оцениваются дегустаторами интенсивности появления и качеству.

Поскольку все использованные пряности имеют ярко выраженный специфический аромат и вкус, необходимо было исследовать влияние каждой пряности в отдельности на органолептические свойства, используя неординарные расширенные категории дескрипторов.

Для сенсорной оценки применяли описательный анализ. Для охарактеризования консистенции и цвета концентрата было предложено два термина дескрипторов, вкуса – восемь, запаха – шесть. Согласно ГОСТ ISO 5492-2014 «Органолептический анализ. Словарь» термин послевкусие - это обонятельное и/или вкусовое ощущение, которое появляется после проглатывания или удаления продукта изо рта и которое отличается от ощущения, получаемого во время его нахождения во рту. В разрабатываемую линейку дескрипторов был включен такой показатель, как «стойкость послевкусия», который позволит зафиксировать изменения сенсорных ощущений дегустаторов при увеличении дозы внесения экстрактов пряностей, поскольку в данном случае послевкусие может быть, как привлекательным, так и нет. В итоге, оценочные характеристики стали достаточно удобными и позволили создать многогранный профиль исследуемого концентрата. Органолептическую оценку каждого образца с различными экстрактами и проводила экспертная комиссия в составе пяти человек. Разработанная шкала органолептической оценки представлена в Приложении А.

Метод статистической обработки экспериментальных данных

Полученные экспериментальные данные обрабатывали математико-статистическим методом, исследуя вариационный ряд [42,57].

На первом этапе определяют среднее арифметическое значение вариационного ряда по формуле (1), так как при ограниченном числе опытов математическое ожидание приблизительно равно средней величине $\bar{x}$:

$$\bar{x} = \sum X_i / m, \qquad (1)$$

где $\sum X_i$ – сумма всех вариантов совокупности;

m – число вариантов (чем больше, тем больше достоверность);

$\bar{x}$ – среднеарифметическая, является обобщающей величиной и дает свободную характеристику данного признака.

Для оценки достоверности полученного результата находят величину дисперсии по формуле (2):

$$S^2 = C / (n - 1), \qquad (2)$$

где (n – 1) – число степеней свободы;

C – сумма квадратов отклонений (3);

$$C = \sum x^2 - (\sum x)^2 / n \qquad (3)$$

Зная дисперсию, можно определить величину среднеквадратичного отклонения от среднеарифметической по формуле (4):

$$S_x = \sqrt{S^2/n} \qquad (4)$$

Достоверность полученных x и S_x можно определить простейшим способом по коэффициенту вариации (5):

$$V = (S_x / x) \cdot 100\ (\%)\ (5)$$

Коэффициент вариации показывает, какой % от x составляет S_x; чем более однороден вариантный ряд, тем меньше окажется коэффициент вариации. В однородном биологическом материале чаще всего он составляет 5-10 %, но не более 15 %. Значения x, S_x и V – называют параметрами совокупности [43, 88].

Метод попарного сравнения

Наиболее точный и надежный метод выявления потребительских предпочтений [42], который состоит в том, что попарно сравниваются каждые два объекта на осях абсцисс (X) и ординат (Y) и определяется первенство одного из оцениваемых показателей с заполнение каждым экспертом неполной матрицы. В

каждой клетке матрицы эксперт ставит номер того из двух сравниваемых показателей, который с точки зрения эксперта, является наиболее важным. Обсчет матрицы подразумевает вычисление частоты преобладания показателя в строке над показателями в столбце – a_{ij}' и частоты преобладания показателя в столбце над показателями в строке – a_{ij}''. После чего определяют суммарные частоты преобладания одного показателя перед другим. На основании полученных значений у каждого эксперта определяется средняя для всех экспертов частота превалирования *i*-го свойства (1):

$$ai = \frac{\sum_{j=1}^{N} a_{ij}}{N}, \qquad (1)$$

где a_i – частота преобладания i-го свойства для всех экспертов;

N – количество экспертов;

a_{ij} – суммарная частота превалирования каждого из показателей.

Общее число сравнений, проведенных каждым экспертом, составляет:

$$Y = \frac{n \cdot (n-1)}{2}, \qquad (2)$$

где Y – общее число сравнений, проведенных каждым экспертом;

n – число оцениваемых показателей.

Коэффициенты весомости *i*-го свойства определяются по формуле (3):

$$M_i = \frac{a_i}{Y}. \qquad (3)$$

При записи коэффициента весомости, выраженного в процентах, полученное значение необходимо умножить на 100 [9].

Метод ранжирования

Ранжирование может выступать как этап анализа данных и как метод измерения. В первом случае ранжирование представляет собой переход от совокупности наблюдений к последовательности их рангов. Второй смысл термина «ранжирование» подразумевает непосредственное упорядочение объектов респондентом в соответствии с принятыми им внутренними критериями [146].

Ранг – это номер объекта из некоторого набора объектов *m* по степени соответствия признаку *k*. Процедуру присвоения такого номера мы и будем далее называть ранжированием, а ее результат – последовательность рангов – ранжировкой. Процедура ранжирования состоит в упорядочении фиксированного набора объектов в порядке убывания соответствия задаваемому признаку. Выстроенная респондентом иерархия фиксируется в таблицах номеров объектов, которые затем преобразовываются в ранговые матрицы, т.е. матрицы, содержащие ранговое положение каждого объекта по каждому признаку.

В результате выполнения вышеуказанных процедур формируют матрицу потребительских требований и позволяют получить исходные данные для технического задания на проектирование и разработку новой конкурентоспособной продукции [8].

Ранжирование (ранговая корреляция) предполагает упорядочивание оцениваемых показателей в порядке возрастания или убывания их качеств, затем рассчитывается среднее арифметическое место каждого объекта и в соответствии с этим значением составляется окончательно упорядоченный список [8]. Коэффициент весомости *i*-го показателя определяется по формуле:

$$M_i = \frac{\sum_{i=1}^{N} a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}},$$

где: M_i – коэффициент весомости *i*-го показателя;

N – общее число опрашиваемых экспертов;

n – количество оцениваемых показателей;

a_{ij} –ранг, присвоенный *j*-ым экспертом *i*-му показателю [129].

Разработка анкет целевого назначения

Если хотя бы один идентификационный показатель продукции не соответствует требованиям нормативной и технической документации, производитель вводит потребителя в заблуждение, нарушая его права [28,49]. Для определения номенклатуры необходимых показателей качества разрабатываемых

напитков и моделирования градации качества был использован квалиметрический подход.

В квалиметрической оценке качества продукции различают понятия:

– свойств качества;

– показателей качества.

Качественную или количественную характеристику любых свойств или состояний продукции называют признаком продукции. При изменении свойств изделий изменяются показатели качества.

Показатель качества, являясь внешним выражением свойства в конкретных условиях, позволяет судить о наличии самого свойства. Свойство продукции проявляется при ее создании, эксплуатации и потреблении. Номенклатура свойств и показателей качества стандартизована.

В номенклатуре свойств выделяют свойства основной функции изделий (качества функционирования изделий) и потребительские.

К числу основных относят свойства отдельных изделий (точность, надежность) и свойства совокупности изделий (взаимозаменяемость, стабильность).

Потребительские свойства проявляются в процессе потребления при удовлетворении материальных и культурных потребностей определенных групп продукции. Они определяют эффективность изделий по назначению, их социальную значимость, практическую полезность и эстетическое совершенство. Структура потребительских свойств служит основой для формирования перечня номенклатуры потребительских показателей качества.

По характеру удовлетворяемых потребностей потребительские свойства разделяются:

При составлении анкет респондентов потенциальных потребителей были учтены следующие свойства разрабатываемых напитков:

– функциональные свойства;

– эргономические свойства продукта;

– эстетические свойства продукта;

– безопасность изделий в потреблении и экологические свойства.

В номенклатуре показателей качества продукции устанавливается перечень наименований количественных характеристик свойств продукции, входящих в состав качества продукции и обеспечивающих возможность оценки ее уровня качества. Показатели качества продукции в зависимости от характера решаемых задач по оценке уровня качества продукции классифицируют по различным признакам на всех стадиях жизненного цикла продукции. Для качества функционирования изделий первостепенное значение имеют показатели групп назначения, надежности, технологичности, унификации, экономические.

Основные этапы квалиметрического прогнозирования качества напитка с учетом потребительских предпочтений представлены на рис. 2.6.

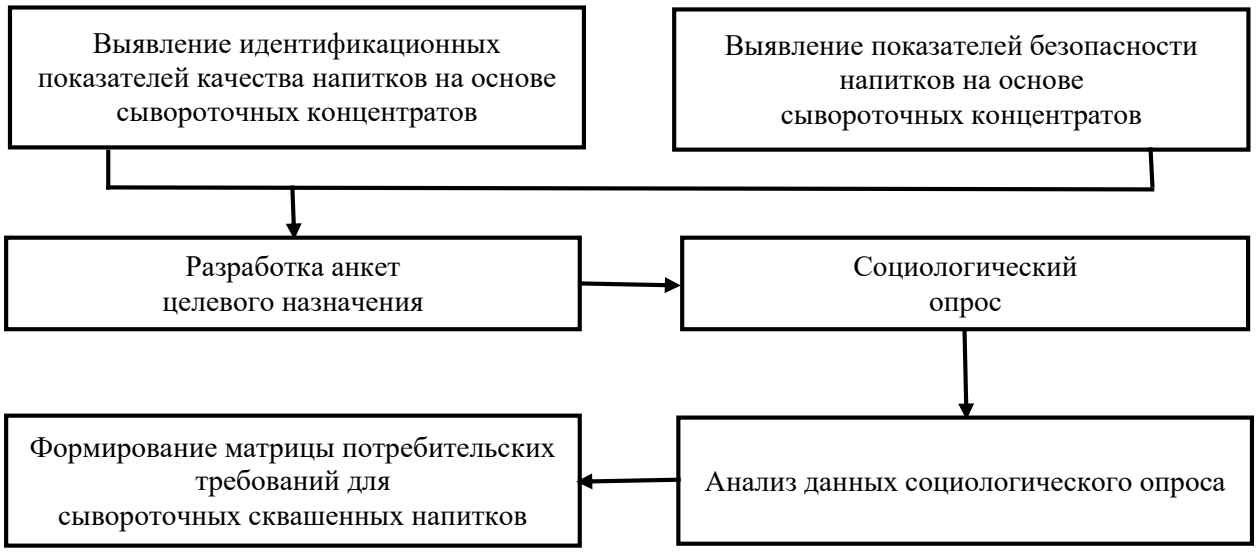

Рисунок 2.6 – Основные этапы квалиметрического прогнозирования качества сквашенного напитка

На первом этапе, ориентируясь на требования ТЗ ТС 033 применительно к кисломолочным напиткам и требованиям ГОСТ 31668-2012 Ацидофилин. Технические условия (с Изменением № 1) были определены идентификационные показатели качества напитков на основе сывороточных концентратов, представленные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Идентификационные показатели качества напитков на основе сывороточных концентратов

Наименование показателя	Характеристика
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. Вкус слегка острый, освежающий, допускается дрожжевой привкус
Цвет	Молочно-белый, равномерный по всей массе
Внешний вид и консистенция	Однородная, с нарушенным или ненарушенным сгустком, в меру вязкая. Допускаются слегка тягучая консистенция и газообразование в виде отдельных глазков, вызванное нормальной микрофлорой

Далее приступили к разработке анкет целевого назначения. В первой, вводной части, определяются социально-демографические характеристики респондентов: их пол, возраст, семейное положение, сфера деятельности и т.д. Также в этой части указываются цели и задачи исследования, назначение полученных результатов, гарантируется анонимность ответов. В основной части представлен блок вопросов, направленный на получение необходимой информации, при этом каждой поставленной задаче должен соответствовать свой блок вопросов.

Анкета №1 ориентирована на социологический опрос ограниченной по численности группы (20-45 респондентов) для установления целевого потребителя сывороточных продуктов: его возраста, вида деятельности, заинтересованности в продукте, причины приобретения или отказа от него, частота потребления, внимательности к этикетной надписи, определения списка показателей потребительских предпочтений сывороточных продуктов.

Анкета целевого назначения имеет строгую структуру и состоит из нескольких частей [21] (Приложение Б):

Первая часть – вводная – представляет собой непосредственное обращение к респонденту. В ней кратко говорится о целях и задачах исследования, подчеркивается её значение, сообщается о том, как будут использованы результаты. Здесь же приводятся правила заполнения анкеты и обязательно гарантируется анонимность ответов.

Вторая часть анкеты – основная. Она содержит вопросы (их блоки), направления на получение необходимой информации. Поскольку анкета должна способствовать решению нескольких задач, то лучше, если каждой из них будет соответствовать свой блок вопросов. Вначале рекомендуется поставить «конкретные» вопросы – простые, доходчивые, рассчитанные вызвать интерес, расположить респондента к активному заполнению анкеты. Это могут быть вопросы о конкретных ситуациях, фактах. Затем приводятся более сложные вопросы на выявление мотивов, установок, мнений, оценок [47].

В третьей части анкеты выясняются социально-демографические характеристики опрашиваемых: их пол, возраст, семейное положение, образование, социальное происхождение, профессия, место учебы или работы (в ряде случаев это делается во вводной части) [47].

С помощью Анкеты №1 возможно установить целевого потребителя и определить список показателей потребительских предпочтений сывороточных напитков (продуктов).

Анкета № 2 разработана на основе трудов Басовского Л.Е. и Янковской В.С. [9,89] и подразумевает использование метода попарного сравнения для последующего опроса (приложение В). По результатам обсчета Анкеты №2 возможно установить коэффициенты весомости и провести ранжирование показателей потребительских предпочтений. Для этой цели необходимо провести социологический опрос значительного количества респондентов (60 и более), предусмотрительно разъяснив анкетируемому систему заполнения предложенной формы.

С помощью Анкеты №2 возможно установить коэффициенты весомости и провести ранжирование показателей потребительских предпочтений.

С целью установления критерия приобретения покупателем сывороточных продуктов, при подготовке анкеты нами было принято решение о включении в неё скрытых вопросов, через которые будет возможно определить побудительные факторы, влияющие на приобретение сывороточных продуктов (напитков), на основании результатов ответов на поставленные вопросы.

Глава 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Перспективы использования динамического мембранного модуля фильтрации для концентрирования белков подсырной сыворотки

Для сравнительных исследований при моем непосредственном участии была создана экспериментальная установка с вращающимся мембранным модулем. На начальном этапе экспериментальных работ был проанализирован процесс концентрирования обрабатываемой сыворотки на выпускаемой серийно установке AL 362. На рисунке 3.1 отображены зависимости продолжительности ультрафильтрации сыворотки и удельной производительности от объемного фактора концентрирования на установке, оснащенной статическими мембранами. Режимы процесса были следующие: температура – 25 °С, порог задержки мембраны – 10 кДа.

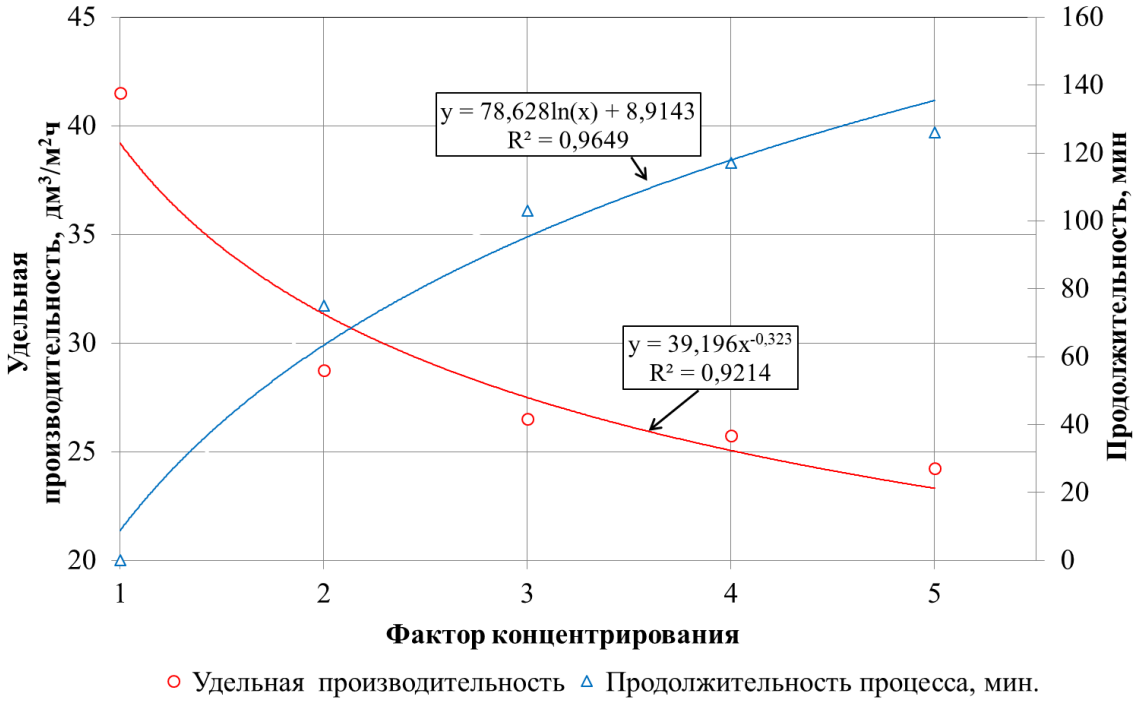

Рисунок 3.1 –Исследование процесса концентрирования подсырной сыворотки на пилотной установке AL 362

Как видно из данных рисунка 3.1 удельная производительность установки снижалась достаточно плавно в течение всего времени концентрирования. На момент достижения заданного фактора концентрирования (ФК) произошло

падение удельной производительности на 41%. В начале концентрирования давление на входе составило 0,5 МПа и на выходе 0,46 МПа, а по окончании процесса 0,52 и 0,44МПа соответственно. Это связано с постепенным загрязнением пор мембранного элемента и увеличением вязкости обрабатываемой сыворотки. При этом общая продолжительность процесса при условии достижения $Ф_К$ равном 5 составила 130 мин.

На втором этапе исследований было проведено ультрафильтрационное концентрирование подсырной сыворотки на экспериментальной установке с динамическим мембранным модулем UF-RDM как с использованием функции вращения, так и без. Результаты проиллюстрированы на рисунках 3.2 и 3.3.

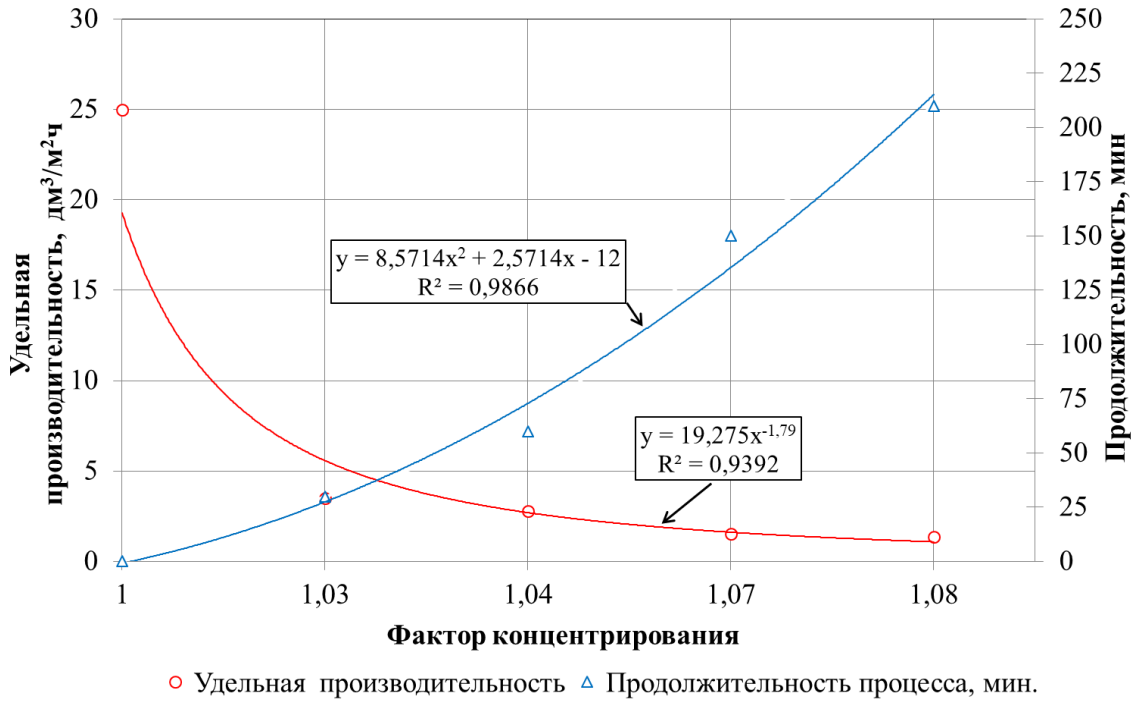

Рисунок 3.2 – Исследование процесса концентрирования подсырной сыворотки на экспериментальной установке с динамическим мембранным модулем UF-RDM с отключенной функцией вращения

Как видно из данных рисунка 3.2 без использования функции вращения мембранных элементов экспериментальной установки ощутимое падение удельной производительности спустя 27 минут от начала процесса по достижении фактора

концентрирования 1,03. При общей продолжительности процесса 205 мин максимально возможный фактор концентрирования составил 1,08. Данный факт связан со значительным образованием пограничного слоя загрязнения на мембране и фактической работой установки «в тупик» под действием разряжения.

На рисунке 3.3 представлены данные по УФ-концентрированию подсырной сыворотки на той же экспериментальной установке, данные по концентрированию которой представлены на рисунке 3.2, но со включенной функцией вращения.

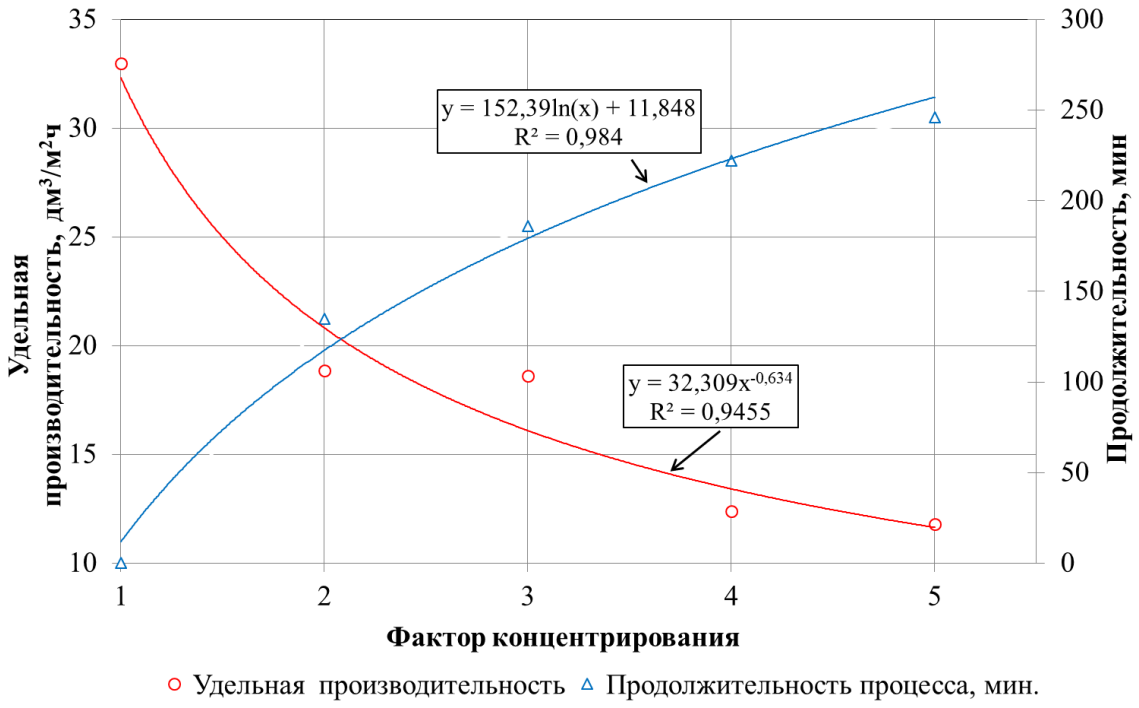

Рисунок 3.3 – Исследование процесса концентрирования подсырной сыворотки на экспериментальной установке с динамическим мембранным модулем UF-RDM с включённой функцией вращения

Из данных рисунка 3.3 можно заключить, что по сравнению с процессом концентрирования без вращения (рис. 3.2), производительность установка снижалась более плавно, значение начальной удельной производительности было сравнимо с аналогичным значением серийной установки (рис. 3.1). При работе с использованием вращающегося модуля, в отличие от работы на установке без использования вращения, удалось достичь заданного ФК равного 5, при этом

удельная производительность с начала процесса снизилась на 63%. При этом продолжительность обработки сыворотки составила 250 мин.

В таблице 3.1 представлены физико-химические параметры образца исходной сыворотки, полученных концентратов и пермеатов.

Таблица 3.1 – Физико-химические показатели продуктов концентрирования

Наименование показателя	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая доля жира, %	Массовая доля общего белка, %.	Массовая доля лактозы, %
Контрольный образец подсырной сыворотки	5,68	0,06	0,79	4,40
Концентрат сывороточных белков №1	8,79	0,3	3,63	4,54
Концентрат сывороточных белков №2	5,73	0,1	0,81	4,42
Концентрат сывороточных белков №3	7,73	0,5	3,30	4,19
Пермеат №1	4,39	менее 0,01	0,14	4,40
Пермеат №2	5,50	менее 0,01	0,45	4,16
Пермеат №3	5,52	менее 0,01	0,45	4,19
*№1- образец, полученный на пилотной установке AL 362 №2- образец, полученный на экспериментальной установке с динамическим мембранным модулем UF-RDM с отключенной функцией вращения №3- образец, полученный на экспериментальной установке с динамическим мембранным модулем UF-RDM с включённой функцией вращения				

Таблица 3.2. - Молекулярно-массовое распределение белковых компонентов

Наименование образца	Молекулярно-массовое распределение пептидов, %		
	>10 кДа	3-10 кДа	<3 кДа
УФ-концентрат подсырной сыворотки №3	93,42	5,91	0,67

Как видно из представленных данных, наихудшие показатели имел концентрат, полученный на экспериментальной установке без использования

вращения. Можно заключить, что концентрирования белка практически не происходит, значение массовой доли белка в данном концентрате находится в пределах статистической ошибки. Что касается физико-химических характеристик концентрата, полученного при применении динамического мембранного модуля можно отметить, что значение показателя общего белка в данном концентрате составило 3,3%, что приближено к показателю общего белка в концентрате, полученном на серийной установке. Данные, представленные в таблице 1, полностью коррелируют с графиками рисунков 3-5. Повышенная массовая доля белка в концентрате №2, по сравнению с концентратом №1, свидетельствует о необходимости доработки режимов проведения процесса и коррекции конструкции мембранного элемента.

3.2 Усовершенствование режимов процесса ультрафильтрации с использованием вращающегося мембранного элемента

Результаты предыдущих экспериментов показали, что, несмотря на очевидную перспективность использования вращения мембранного элемента необходима корректировка режимов проведения процесса ультрафильтрации с его использованием.

На эффективность процесса ультрафильтрационного концентрирования с применением динамических мембран могут оказывать влияние такие факторы, как температура и скорость вращения.

Был проведен ряд экспериментов при различных температурных режимах, а именно 10, 20, 30 и 40 °С. Результаты проведенных экспериментов проиллюстрированы на рисунках 3.4 и 3.5.

Как видно из графиков, представленных на рисунках 3.4 и 3.5, температура оказывает значительное влияние на основные рабочие параметры установки.

Так, при холодной фильтрации с температурным режимом 10 °С общая продолжительность процесса составила 331 мин при достижении $Ф_К$ равном 5, удельная производительность при данном режиме на начальной стадии концентрирования составила 28,5 дм^3/м^{2}ч, а по истечение процесса эта величина составила 9,5 дм^3/м^{2}ч, то есть снизилась практически в три раза.

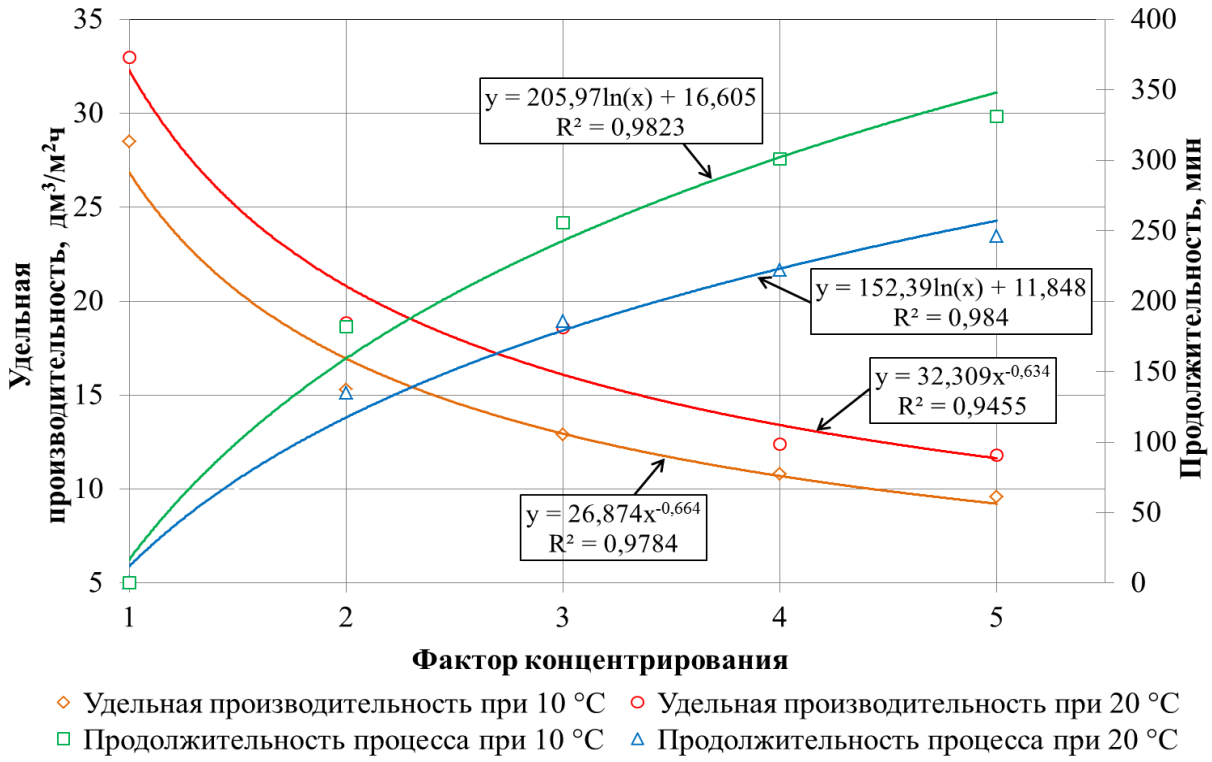

Рисунок 3.4 – Зависимость удельной производительности и продолжительности процесса от фактора концентрирования и температуры

С увеличением температуры УФ-концентрирования до 20 °С начальная удельная производительность была несколько выше, чем в случае обработки при 10 °С, до достижения фактора концентрирования равном пяти потребовалось 246 мин, то есть на 85 минут меньше. Данный факт можно связать с увеличением вязкости сыворотки, неизбежно повышающейся с возрастанием температуры. В общем можно констатировать то, что при температуре 20 °С значительно улучшились основные параметры работы установки, так, снижение производительности при $Ф_К$=5 произошло не в 3, как в случае обработки при 10 °С, а в 2 раза (с 33,0 дм^3/м^{2}ч до 11,79 дм^3/м^{2}ч). При этом средняя скорость фильтрации была выше, что также связано с увеличением вязкости сыворотки.

При дальнейшем увеличении температуры до 30 °С удельная производительность установки продолжала возрастать, максимальное значение, 36,9 дм^3/м^{2}ч, было зафиксировано в начале работы, а по окончании концентрирования снизилось до 14,1 дм^3/м^{2}ч. Что касается продолжительности

работы, то по сравнению с обработкой при 20 °С она снизилась на 26 минут, что связано с увеличением скорости потока.

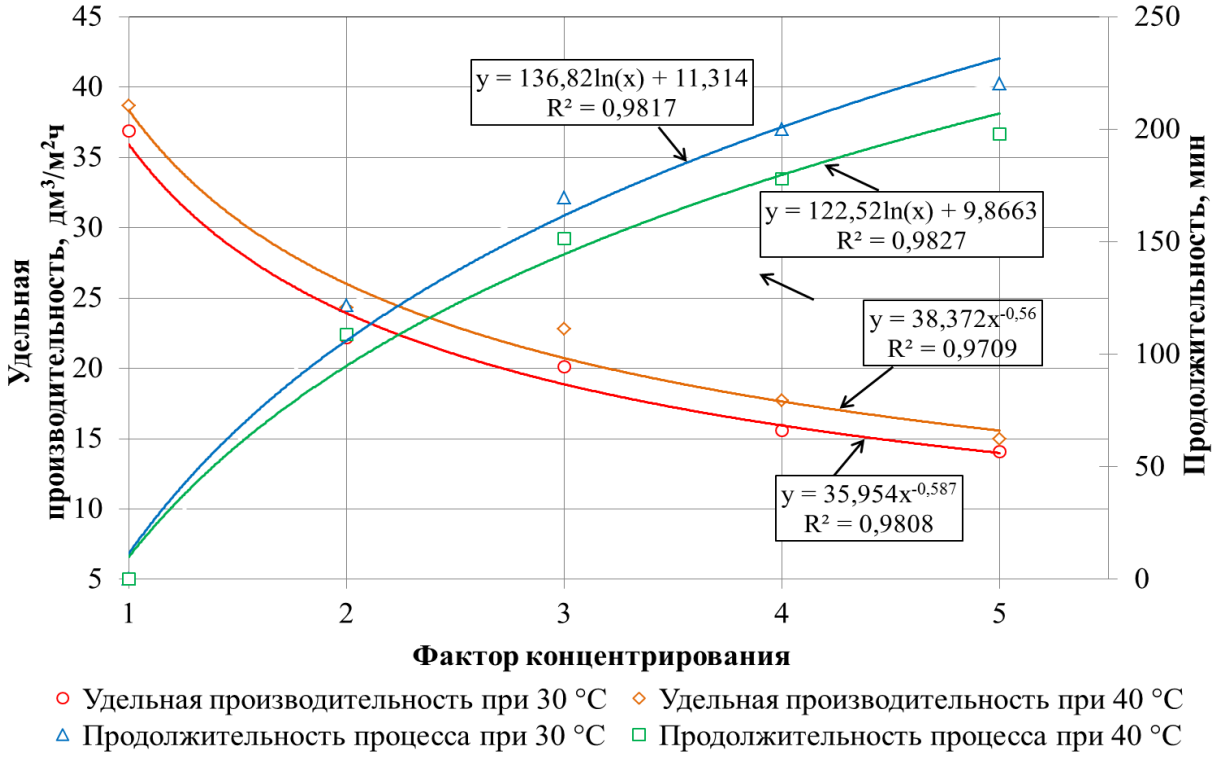

Рисунок 3.5 – Зависимость удельной производительности и продолжительности процесса от фактора концентрирования и температуры

При анализе экспериментальных данных, полученных при ультрафильтрации при 40 °С, прослеживается аналогичная тенденция, то есть увеличение температуры обработки неизбежно приводит к снижению продолжительности процесса и увеличению начальной удельной производительности.

Несмотря на то, что при температуре 40 °С процесс ультрафильтрации подсырной сыворотки проходил наиболее интенсивно, и в целом с увеличением температуры процесса улучшались параметры работы установки, необходимо учитывать то обстоятельство, что в сыворотке может возрастать уровень активной кислотности. Это является весьма нежелательным обстоятельством с точки зрения дальнейшего использования полученного концентрата при разработке сывороточного напитка.

Контроль за уровнем активной кислотности, концентрируемой при различной температуре сыворотки, показал, что в случае обработки продукта при 10 °С при начальной величине pH 6,72 по истечение процесса это значение составило 6,70. Что касается изменения активной кислотности при концентрировании сыворотки при 20 °С, то по окончании обработки этот показатель составил 6,67. С увеличением температуры обработки сыворотки по завершению процесса концентрирования происходило более интенсивное падение уровня pH. Так при обработке при 30°С этот показатель составил 6,53; а при обработке при температуре 40 °С – 6,39. Это связано с развитием остаточного количества микрофлоры молочной сыворотки при данной температуре (30-40 °С).

Таким образом, по совокупности проведенных исследований, за наиболее рациональную температуру проведения УФ-концентрирования подсырной сыворотки с использованием вращающихся мембранных элементов следует принять температуру 20 °С.

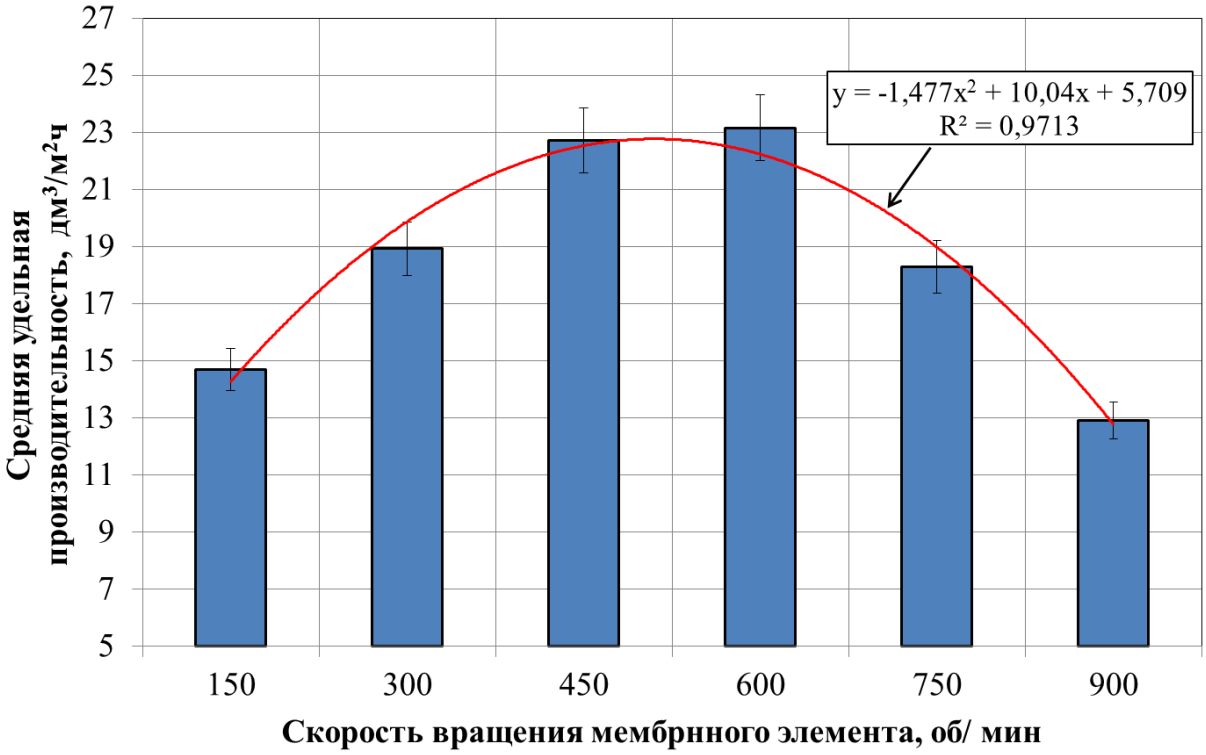

Рисунок 3.6 – Зависимость средней удельной производительности от скорости вращения мембранного модуля

Далее были проведены исследования по установлению влияния скорости вращения мембранных дисков на интенсификацию выделения белков из подсырной сыворотки. Результаты представлены на графиках рисунков 3.6. и 3.7.

Как видно из анализа графической зависимости удельной производительности мембранных элементов от скорости вращения мембранного элемента, то с возрастанием скорости до 600 об/мин увеличивается удельная производительность, при скорости вращения 150 об/мин она составила 14,7дм^3/м^{2}ч и впоследствии возросла до 23,6 дм^3/м^{2}ч. При дальнейшем увеличении скорости вращения средняя удельная производительность начинает снижаться, и при максимальном значении составила 12,9 дм^3/м^{2}ч, что ниже, чем при проведении процесса при 150 об/мин.

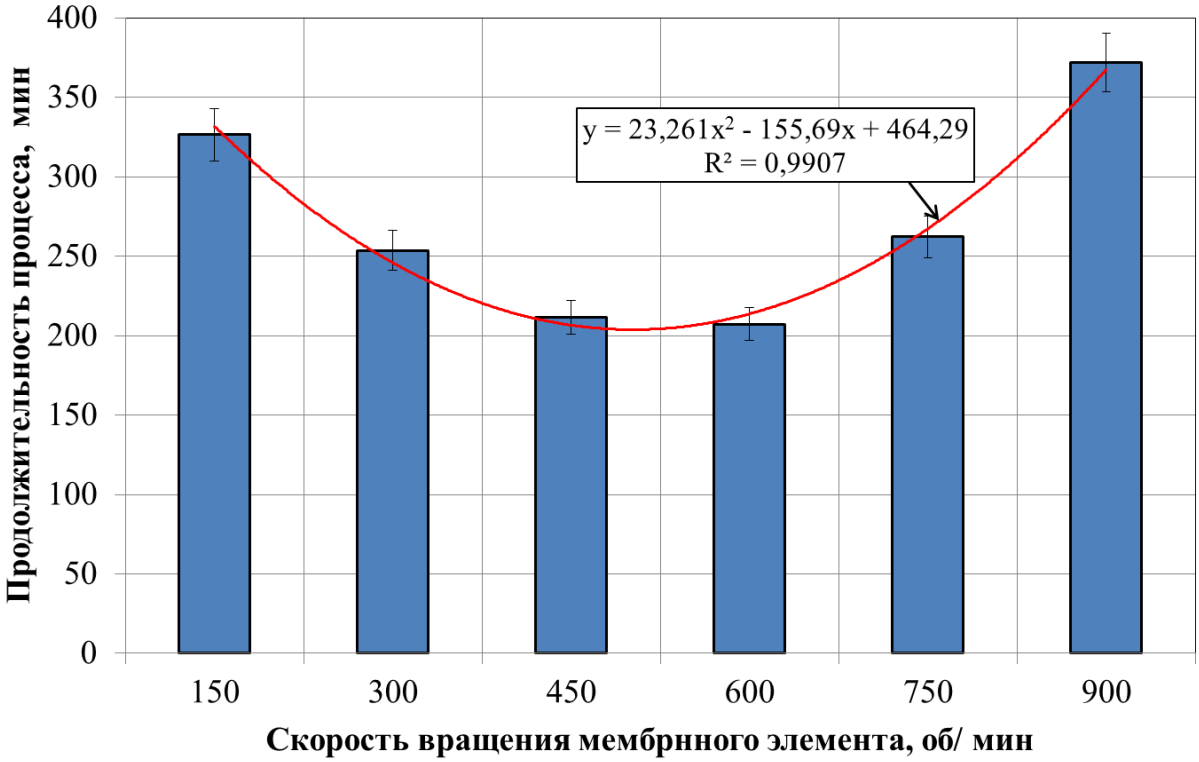

Рисунок 3.7 – Зависимость продолжительности концентрирования от скорости вращения мембранного модуля

Такое явление связано с тем, что при увеличении количества оборотов до 600, начинает происходить пенообразование, интенсивность которого растет с

повышением скорости вращения мембранного элемента. При этом концентрируемая сыворотка насыщается воздухом, вследствие чего падает производительность мембран.

Что касается исследования полученных зависимостей продолжительности концентрирования от скорости вращения мембранного модуля, то на начальных этапах ультрафильтрации при увеличении скорости вращения длительность процесса сокращается, минимальная продолжительность при 600 об/мин составила 207 мин. При использовании режима вращения мембран 450 об/мин значение длительности процесса было сходно со значением, полученным при обработке на 600 об/мин, и составило 211 мин. При дальнейшем возрастании количества оборотов мембранного элемента продолжительность концентрирования возрастала, максимальная величина, а именно 372 мин, зафиксирована при вращении мембран на скорости 900 об/мин. Это можно объяснить, как и в предыдущем случае, повышенным пенообразованием с увеличением скорости вращения.

Данные, полученные при анализе зависимостей продолжительности концентрирования от скорости вращения мембранного модуля, полностью коррелируют с данными, полученными при исследовании зависимостей средней удельной производительности установки от скорости вращения мембранного модуля.

3.3 Определение отношения потребителей к напиткам на основе концентратов белков молочной сыворотки путем проведения социологического опроса

При проведении литературного анализа была спрогнозирована вероятность возможности торможения излишней кислотности в сывороточных продуктах при помощи экстрактов пряных растений, обладающих антиоксидантным и антимикробным действием. Поскольку очевидно, что внесение экстрактов пряностей с яркой органолептической гаммой в значительной степени повлияет на потребительские характеристики продукта. Для того чтобы определить отношение потребителей к такому нетрадиционному продукту, как сквашенный напиток на

основе концентратов сывороточных белков с экстрактами пряностей, был проведен социологический опрос. Основная цель опроса – выяснить актуальность разработки сквашенных напитков на основе концентратов белков молочной сыворотки с концентратами пряных трав. Помимо этого, в сферу опроса входили следующие позиции:

– заинтересованность в продукте в целом,

– частота употребления,

– возраст потребителей и ориентированность,

– причины приобретения продукта или отказа от него,

– внимательность к этикетной надписи – составу продукта.

В результате социологического опроса с использованием Анкеты №1 был сопоставлен процент потребления сквашенных продуктов и продуктов на основе молочной сыворотки (рисунки 3.8 и 3.9). Было выявлено, что 24 % опрошенных употребляют кисломолочные продукты ежедневно, в то время как сывороточные продукты всего лишь 8 %. В эту группу респондентов входят как женщины, так и мужчины, прежде всего это люди, ведущие активный образ жизни, занимающиеся спортом, заботящиеся о своем здоровье. Как показал анализ статистических данных, основными критериями при выборе как кисломолочного, так и сывороточного продукта являются отсутствие искусственных добавок, консервантов; сбалансированный состав, хорошая усвояемость, вкус, цвет, запах и консистенция, наличие натуральных добавок с полезными эффектами. В наименьшей степени потребителей волнует стоимость, состав заквасочной микрофлоры, энергетическая ценность, бренд, ассортиментный ряд и привлекательная упаковка.

Что касается сывороточных продуктов в частности, в первую очередь они привлекают людей своей пользой, т.е. такими основными потребительскими свойствами, как пищевая и биологическая, ценность при низкой калорийности, во вторую – вкусовыми характеристиками. Об этом свидетельствует то, что 32 % опрошенных не употребляют продукты на основе сыворотки в принципе.

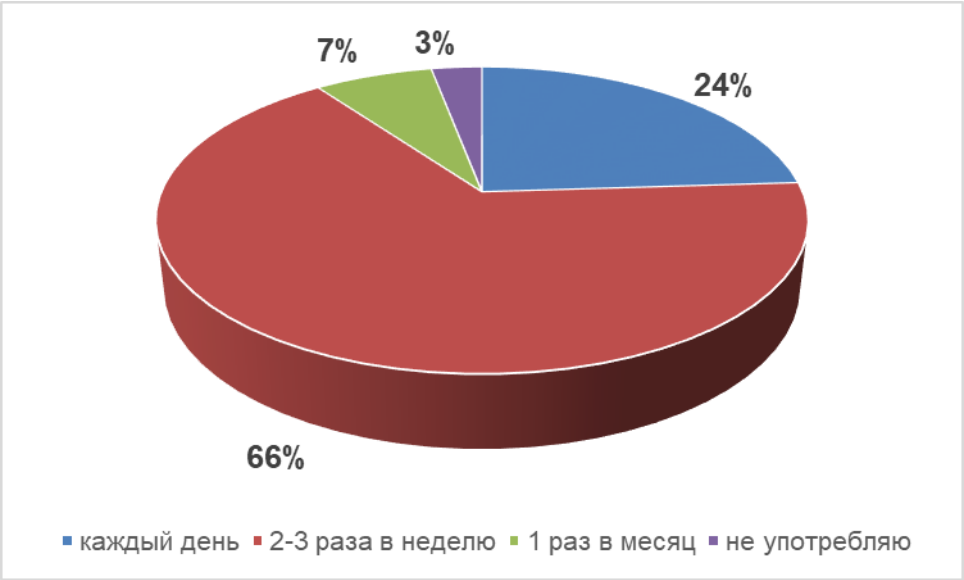

Рисунок 3.8 – Процентное распределение респондентов в зависимости от частоты употребления кисломолочных продуктов

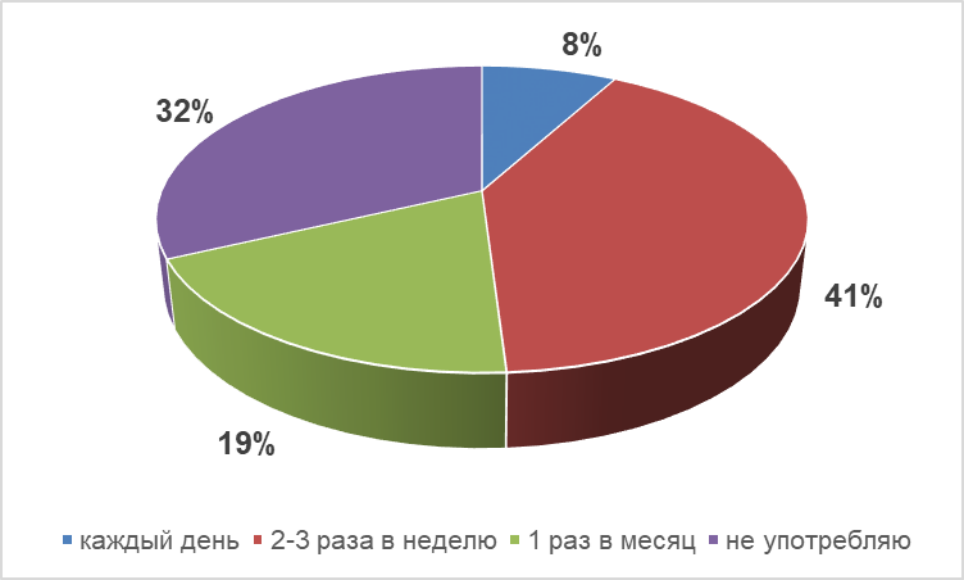

Рисунок 3.9 – Процентное распределение респондентов в зависимости от частоты употребления сывороточных продуктов

Однако 41 % респондентов пусть не ежедневно, но достаточно регулярно (2-3 раза в неделю) употребляют сывороточные продукты, что подтверждает рост стремления населения РФ к здоровому образу жизни.

Среди потребителей сывороточных продуктов наиболее многочисленная категория женщин в возрасте от 25 до 54 лет. Они составляют 33 % среди опрошенных лиц женского пола. Среди них, как правило, женщины, заботящиеся о своем здоровье следящие за фигурой и занимающиеся спортом. Для них важны, в первую очередь, польза и энергетическая ценность, во вторую – сенсорные характеристики. Мужчины возрастной категории от 25 до 54 лет также наиболее многочисленны среди других потребителей мужского пола и составляют 19 %, они также занимаются спортом и следят за своим здоровьем. Результаты исследования потребительских предпочтений в зависимости от пола и возраста представлены на рисунке 3.10. Однако, показательно, что среди молодых людей доля потребления сывороточных продуктов также весьма значительна, при этом разница в предпочтении таких продуктов между женщинами и мужчинами минимальна (2 %), что подтверждает массовый интерес к здоровому сбалансированному питанию в контексте спортивного образа жизни.

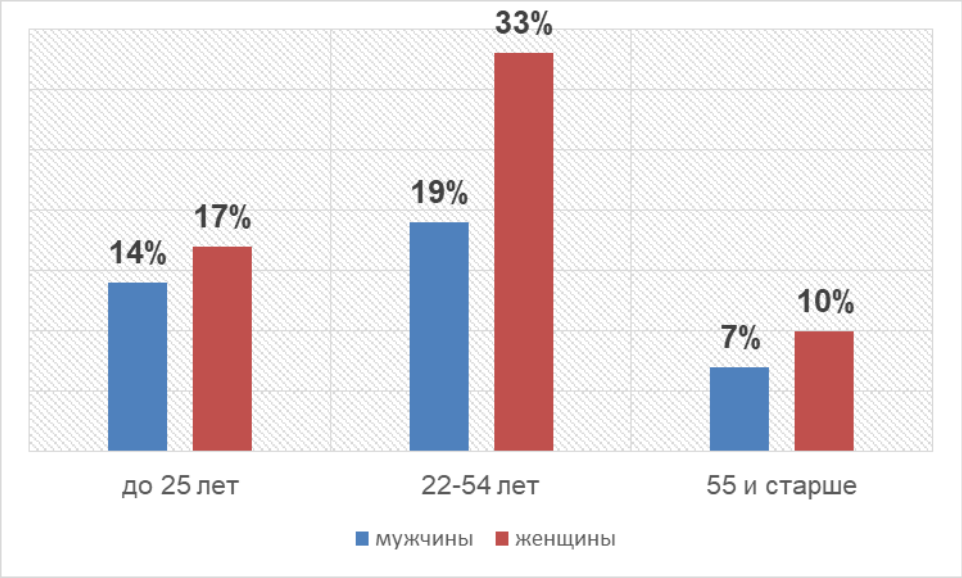

Рисунок 3.10 – Потребление сывороточных продуктов в зависимости от пола и возраста опрашиваемого

Далее были проанализированы данные опроса респондентов, которые не употребляют продукты на основе молочной сыворотки, для выявления факторов, влияющих на их потребительские предпочтения в отношении сывороточных продуктов (рисунок 3.11).

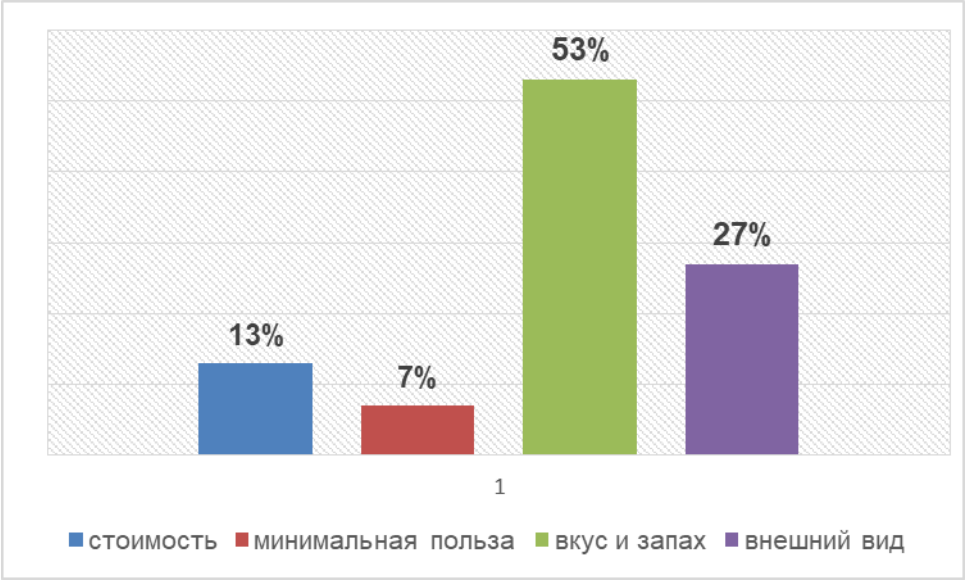

Рисунок 3.11 – Процентное распределение причин, ограничивающих потребление сывороточных напитков

Анализ диаграммы рисунка 3 показал, что основными сдерживающими факторами для людей, не употребляющих продукты на основе сыворотки, являются органолептические характеристики. Показательно, что почти треть респондентов не устраивает внешний вид продукта. При этом всего 7 % опрошенных сомневаются в полезности сывороточных продуктов, но не употребляют их, по-видимому, связывая вкус продукта с непривлекательным, на их взгляд, внешним видом (рис. 3.11).

Поскольку, как говорилось ранее специфичность вносимых экстрактов пряностей, в значительной степени повлияет на потребительский спрос, параллельно были проанализированы данные соцопроса в части предпочтения молочных продуктов с нетрадиционными ингредиентами и насколько важно для респондентов соблюдение баланса вкус: польза. Данные опроса

проиллюстрированы на рисунках 3.12 и 3.13. В частности, потребителям был задан вопрос: «*Если Вы уверены, что продукт полезен, но имеет непривлекательный внешний вид, насколько высока вероятность покупки?*»

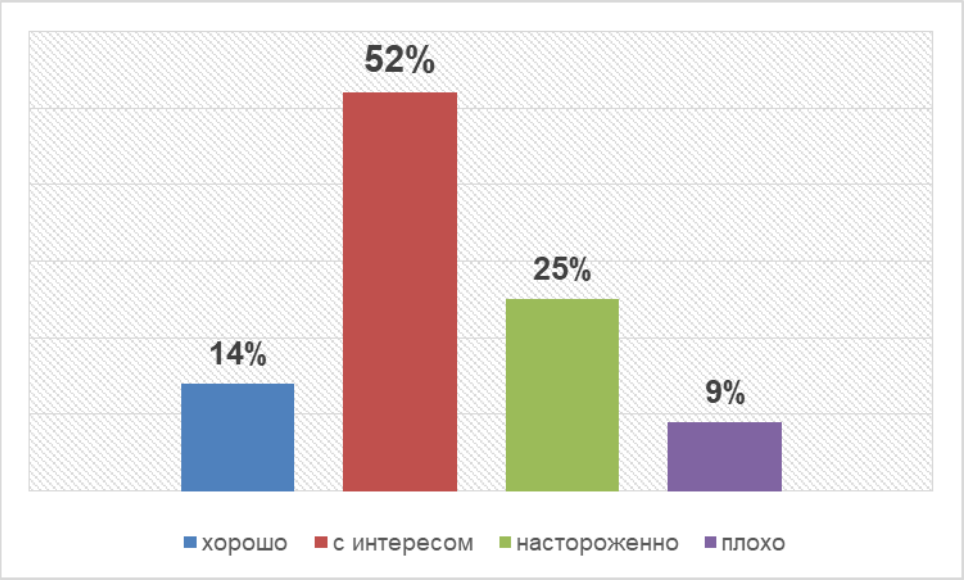

Рисунок 3.12 – Наглядное изображение отношения потребителей к молочным продуктам с нетрадиционными ингредиентами

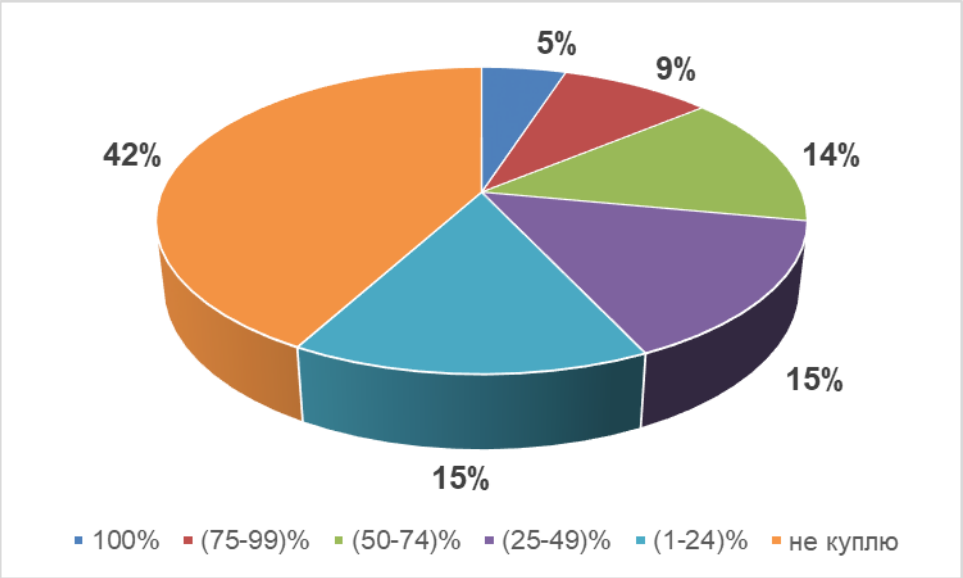

Рисунок 3.13 – Наглядное изображение отношения респондентов к соблюдению баланса вкуса и пользы

Несмотря на то, что большинство опрашиваемых, 42 %, на этот вопрос ответили, что не будут приобретать продукт с неудовлетворительным внешним видом невзирая на его пользу (рис. 3.13), тем не менее, данные представленные на диаграмме рисунка 3.12 показали значительный интерес опрашиваемых к молочным продуктам с нетрадиционными ингредиентами (52%), в то время как всего 9 % проявили негативное отношение к таким продуктам.

Учитывая все данные, представленные в данном разделе, можно говорить о целесообразности создания продуктов на основе молочной сыворотки с использованием экстрактов пряных растений, прежде всего благодаря соответствию данных продуктов современным тенденциям культуры питания.

3.4 Выявление потребительских предпочтений в отношении показателей качества сывороточных напитков

Следующим этапом при разработке нового вида сывороточного продукта с проектируемыми показателями качества является определение зависимости между потребительскими требованиями и показателями качества разрабатываемого напитка.

В результате проведенных социологических исследований, которые базировались методах, изложенных в работах Янковской В.С. и Дунченко Н.И. определены следующие наиболее значимые потребительские показатели качества сквашенного напитка на основе сывороточных концентратов и его основные характеристики, описательно представленные в таблице (таблица 3.1) [28,89].

Для определения коэффициентов весомости потребительских свойств был проведен опрос 100 респондентов, проживающих в Москве и Московской области с использованием анкет №2 (Приложение Г).

Группы анкетируемых по возрасту:

А– от 16 до 25 лет;

Б – от 25 до 45 лет;

В – от 46 до и более лет.

Результаты обработки анкет всех опрошенных (приложение А) и определение среднего значения частоты преобладания i-ого показателя качества (a_i),

коэффициента весомости i-ого показателя качества (q_i) и присвоение рангов показателям качества разрабатываемых напитков представлены в таблице 3.3 [28,89].

Таблица 3.3 – Потребительские показатели качества сквашенного сывороточного напитка

Показатель качества	**Желаемая характеристика показателя**
Вкус	Кисломолочный, характерный виду продукции
Запах	приятный, характерный виду продукции
Однородная консистенция	без ощутимых комочков, однородная по всей массе, вязко-текучая
Цвет	приятный, однородный по всему объему
Отсутствие синерезиса	отсутствие видимого отслоения сыворотки
Срок годности	длительный срок годности
Биологическая ценность	содержание в продукте биологически ценных компонентов, полезных для здоровья
Отсутствие консервантов, красителей и ароматизаторов	отсутствие в составе продукта консервантов, искусственных ароматизаторов и красителей
Энергетическая ценность	низкая калорийность
Стоимость	приемлемая цена продукта

Согласно методике, представленной в работе, Янковской В.С. проведено ранжирование и установлены коэффициенты весомости показателей качества разрабатываемого напитка: вкус – коэффициент весомости равен 16,9 %, биологическая ценность – 14,9 %, отсутствие синерезиса – 14,9 %, отсутствие консервантов, ароматизаторов и красителей – 11,1 %, длительный срок хранения – 10,5 %, однородная консистенция – 10,1 %, низкая стоимость – 8,4 %, запах продукта – 5,9 %, низкая калорийность – 5,1 %, цвет напитка – 3,2 % (таблица 3.4, рисунок 3.14) [89].

Таблица 3.4 – Ранжирование показателей качества разрабатываемых напитков

Сравниваемые показатели	Частота преобладания, a_i	Коэффициент весомости, q_i		Ранг показателя
		ед.	%	
Вкус	8,56	0,169	16,9	1-ый
Биологическая ценность	7,55	0,149	14,9	2-ой
Отсутствие синерезиса	6,97	0,138	13,8	3-ий
Отсутствие консервантов, красителей и ароматизаторов	5,63	0,111	11,1	4-ый
Длительный срок годности	5,30	0,105	10,5	5-ый
Однородная консистенция	5,14	0,101	10,1	6-ой
Низкая стоимость	4,24	0,084	8,4	7-ой
Запах	2,99	0,059	5,9	8-ой
Низкая калорийность	2,59	0,051	5,1	9-ый
Цвет	1,67	0,032	3,2	10-ый

Рисунок 3.14 – Диаграмма коэффициентов весомости показателей потребительских предпочтений для сквашенного сывороточного напитка

В результате обработки анкет выявлено, что мотивация потребления разрабатываемых продуктов (забота о своем здоровье, вкусовые характеристики)

взаимосвязана с показателями потребительских предпочтений и характеризует направление по обеспечению ожидаемого качества продукции. Показательно, что достаточно высокое количество респондентов помимо вкуса и полезности продукта сильно озабочены показателями консистенции предполагаемого продукта. Данный факт будет обязательно учтен при разработке сывороточного напитка.

Также установлено, что в формировании требований к ожидаемому качеству продукции важную роль играют показатели, имеющие высокие значения коэффициентов весомости. Проведенные исследования позволяют прогнозировать потребительские предпочтения и, следовательно, спрос на сквашенные сывороточные напитки, отвечающие ожиданиям потребителей.

3.5 Определение показателей качества сывороточных напитков, оказывающих влияние на потребительские предпочтения

В рамках изучения показателей, характеризующих качество концентрированных сывороточных напитков, и на основании проведенного социологического опроса составлен перечень потребительских предпочтений к продукции, представленный в таблице 3.1.

При анализе технической документации на сывороточные напитки и кисломолочные продукты была выявлена система показателей, положенных в основу технического задания на разработку продукта. Эти количественно измеряемые значения свойств структурированы и представлены на рисунке 3.15 в виде дерева показателей качества разрабатываемых сывороточных напитков.

Согласно дереву показателей качества, при разработке сквашенных сывороточных напитков на основе концентрата сывороточных белков, предназначенного для дальнейшего обогащения, необходимо учитывать следующие основные единичные контролируемые показатели качества: массовые доли жира, белка и влаги, органолептические показатели, титруемая кислотность и количество функциональных добавок.

По результатам квалиметрических исследований была определена мотивация потребления сывороточных напитков, что позволило предположить возможность

разработки инновационного продукта на основе концентратов сывороточных белков с использованием в качестве кислототормозящих агентов экстрактов пряных растений.

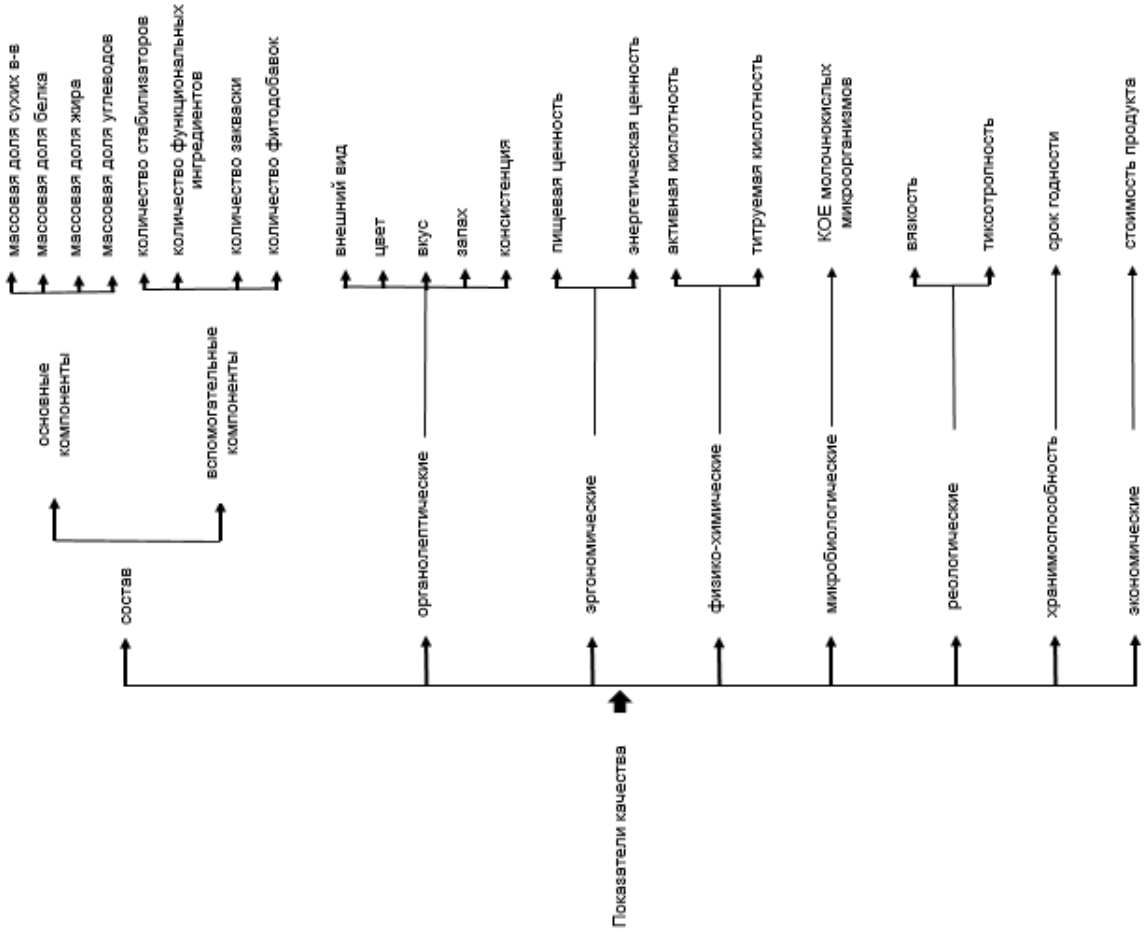

Рисунок 3.15 – Дерево показателей качества сквашенных сывороточных напитков

3.6 Подбор натуральных экстрактов пряностей для использования в рецептурах сывороточных напитков

Основной задачей при проектировании разрабатываемого напитка являлось, помимо придания ему повышенных биологических свойств, стабилизация сроков его годности при максимально возможном сохранении нативных свойств компонентов молочной сыворотки, особенно белков. Проведенные и описанные выше социологические исследования и исследования показателей качества показали, что наиболее актуальным является использование натуральных

консервирующих веществ природного происхождения. Явление нарастания кислотности в процессе хранения напитков на основе молочной сыворотки неизбежно, и связано, прежде всего, с наличием остаточных количеств молочнокислой микрофлоры. Молочная сыворотка является также благоприятной средой для развития патогенной микрофлоры, что обусловлено ее физико-химическим составом. В результате проведенного литературного анализа показана перспективность использования натуральных консервирующих веществ, содержащихся в пряных и лекарственных растений с целью предотвращения порчи пищевых продуктов, в том числе и на основе молочной сыворотки.

Для включения в рецептуру создаваемого напитка были выбраны жидкие водные экстракты пряных растений: лаванды, бадьяна, корицы и имбиря. В качестве контроля был использован концентрат сывороточных белков без внесения каких бы то ни было добавок.

В полученный концентрат вносили экстракты пряностей в дозе 0,5; 1,0; 1,5 и 1,5 %, далее осуществляли перемешивание с использованием магнитной мешалки.

Образцы хранились при температуре (4±2) °С на протяжении 7 суток, в процессе хранения осуществляли контроль уровня активной кислотности.

Данные по динамике изменения уровня pH в исследуемых системах представлены на рисунках 3.16 -3.20.

Начальный уровень активной кислотности при закладке образцов на хранение составил 6,6 ед. pH. При анализе влияния внесенных добавок в количестве 0,5 % было отмечено, что данная концентрация не оказывает существенного влияния на изменение значений активной кислотности. Наиболее явное снижение уровня pH отмечено после пятых суток хранения. По истечении времени наблюдения (7 суток) в контрольном образце активная кислотность снизилась на 0,3 ед. pH; в образце с внесением лаванды на 0,29; с внесением бадьяна на 0,34; с внесением корицы на 0,24; с внесением имбиря на 0,33 (рисунок 3.16).

Этот факт свидетельствует о том, что данная доза внесения является недостаточной для предотвращения процесса постокисления среды на основе концентрированной подсырной сыворотки.

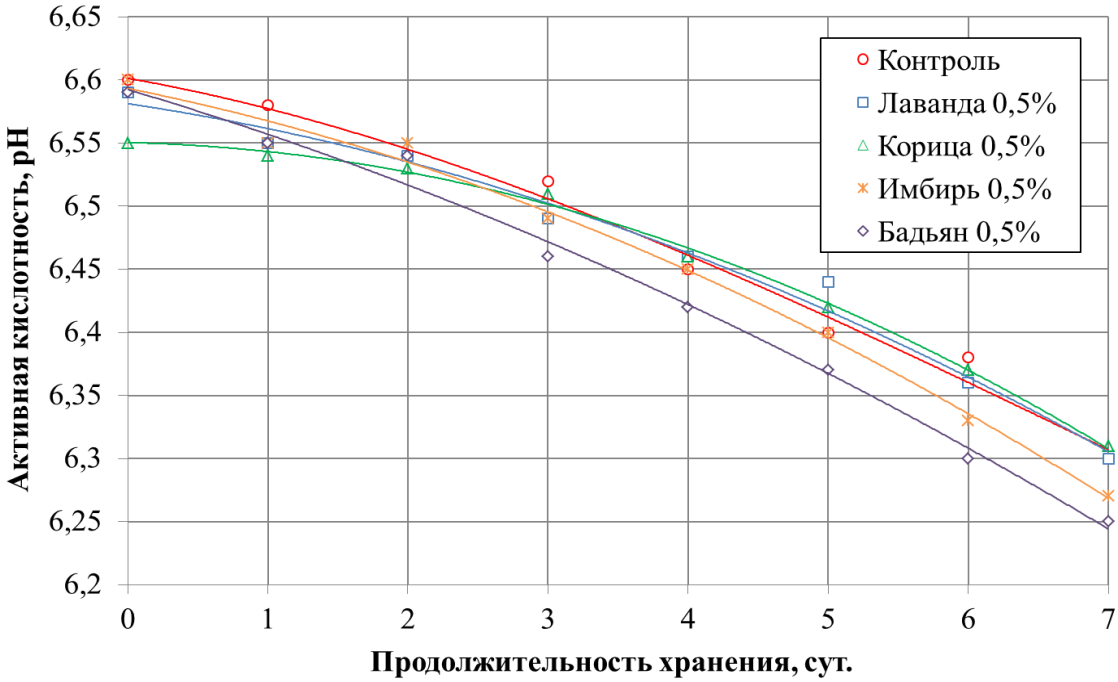

Рисунок 3.16 – Динамика изменения уровня pH при внесении экстрактов пряностей в дозе 0,5 %

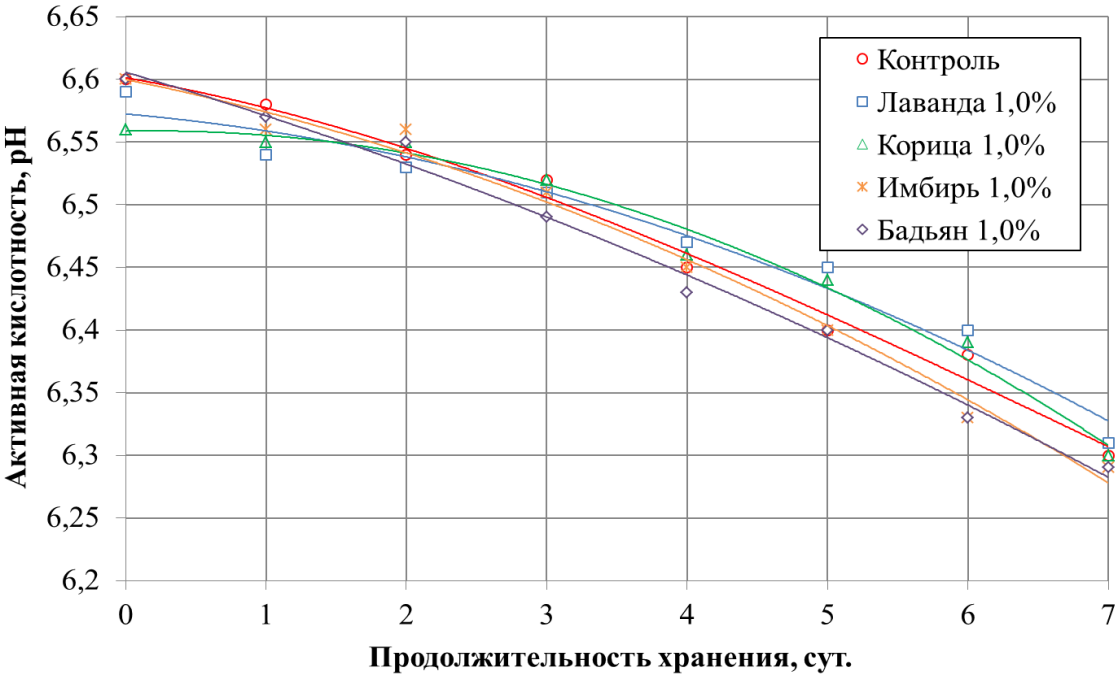

Рисунок 3.17 – Динамика изменения уровня pH при внесении экстрактов пряностей в дозе 1,0 %

Исследование образцов в дозе внесения экстрактов пряностей 1,0 %; представленные на рисунке 3.17, показывают, что в отличие от предыдущей дозы внесения, отмечено определенное замедление тенденции снижения уровня активной кислотности. Наилучшие показатели зафиксированы в случае использования корицы и лаванды, так по окончании хранения образцов в системе с внесением корицы уровень pH снизился на 0,26; с внесением лаванды на 0,28. Степень стабилизации значений активной кислотности в остальных образцах с экстрактами была ниже и сравнима с контрольным образцом.

Исходя из вышесказанного можно заключить, что при внесении экстрактов пряных растений в дозе свыше 0,5 % в той или иной степени проявляются их способность тормозить нарастание активной кислотности.

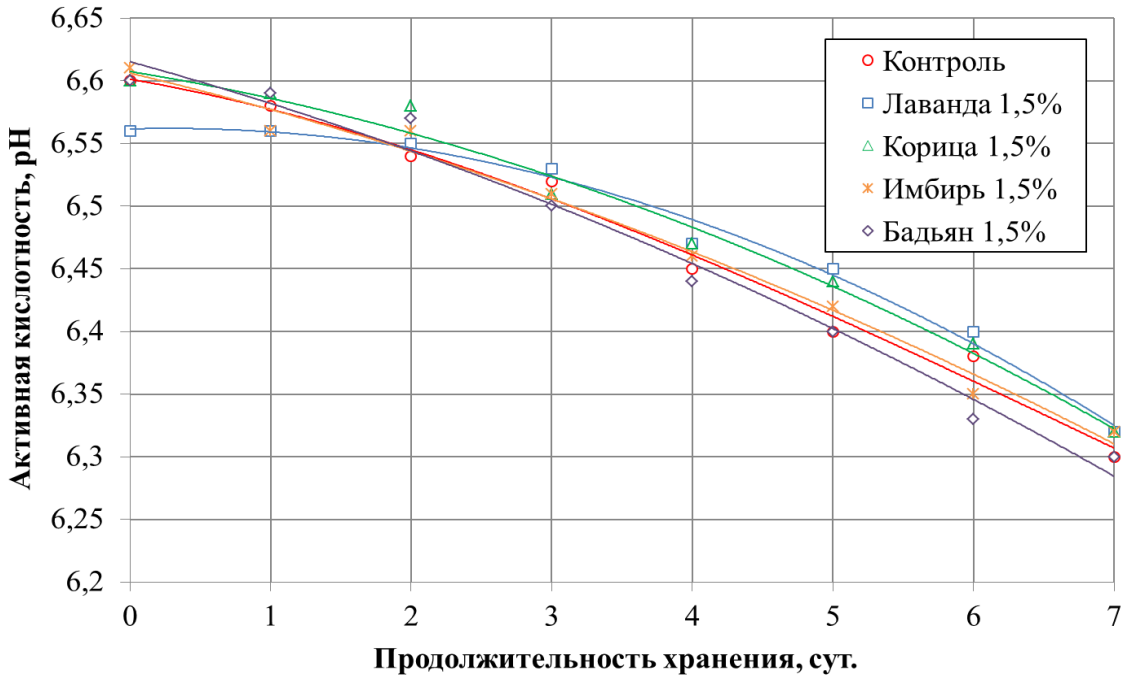

Рисунок 3.18 – Динамика изменения уровня pH при внесении экстрактов пряностей в дозе 1,5 %

На рисунке 3.18 представлены данные по динамике изменения уровня pH при внесении экстрактов пряностей в дозе 1,5 %. Из данных, представленных на графике рис. 3.10, можно сделать вывод о том, что наихудшую способность

тормозить нарастание активной кислотности проявил экстракт бадьяна, снижение уровня активной кислотности аналогично снижению в контрольном образце, а именно на 0,3 ед. pH. Наилучшую способность к торможению снижения кислотности проявил образец с использованием экстракта лаванды, уровень pH при использовании которого снизился на 0,24 ед. pH.

Остальные образцы продемонстрировали схожую динамику снижения, приближенную к контрольному образцу.

Что касается дозы внесения экстрактов 2,0%, то, как и в предыдущем случае, наилучшую способность к стабилизации активной кислотности продемонстрировал образец с внесением лавандового экстракта. По истечении хранения уровень pH в этом образце снизился на 0,23 и был практически равен уровню снижения при концентрации 1,5 %. Все остальные образцы, включая образец с использованием бадьяна, показали сходное поведения, значение падения активной кислотности в них составило 0,29 ед. pH (рис 3.19).

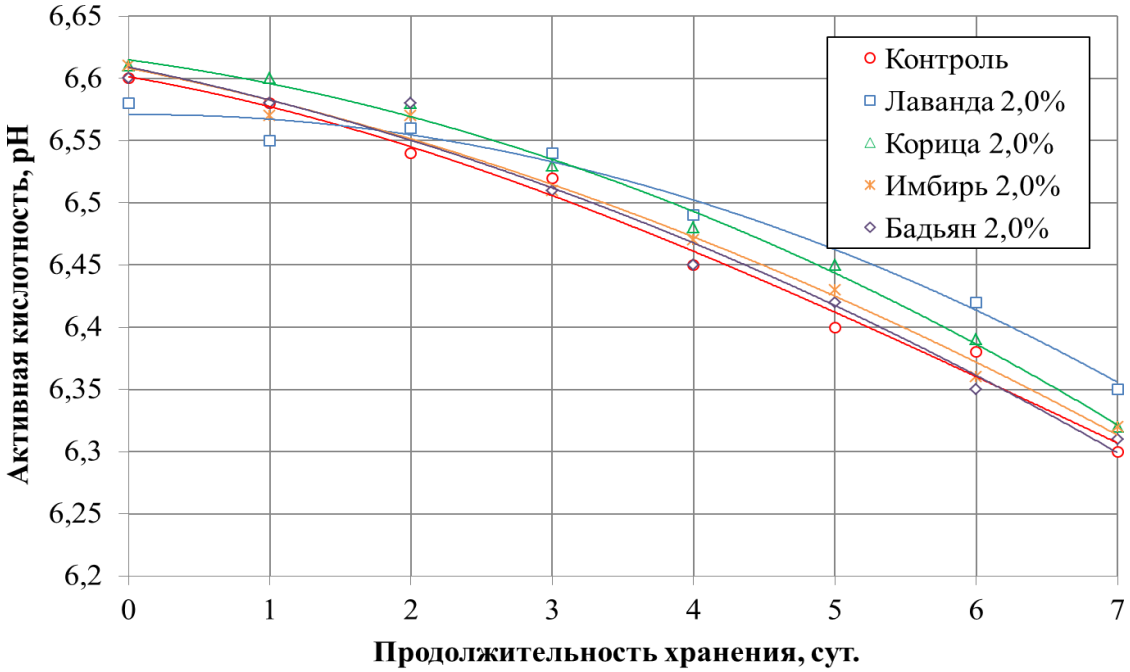

Рисунок 3.19 – Динамика изменения уровня pH при внесении экстрактов пряностей в дозе 2,0 %

На рисунке 3.20 представлены графические данные, иллюстрирующие изменение уровня pH в максимальной дозе внесения экстрактов пряностей (2,5 %).

Анализ полученных результатов позволяет утверждать, что по аналогии с дозами внесения 1,0; 1,5 и 2,0% самым лучшим, с точки зрения замедления нарастания кислотности проявил себя образец с экстрактом лаванды, снижение pH в нем зафиксировано на уровне 0,22 (рис. 3.17, 3.18, 3.20).

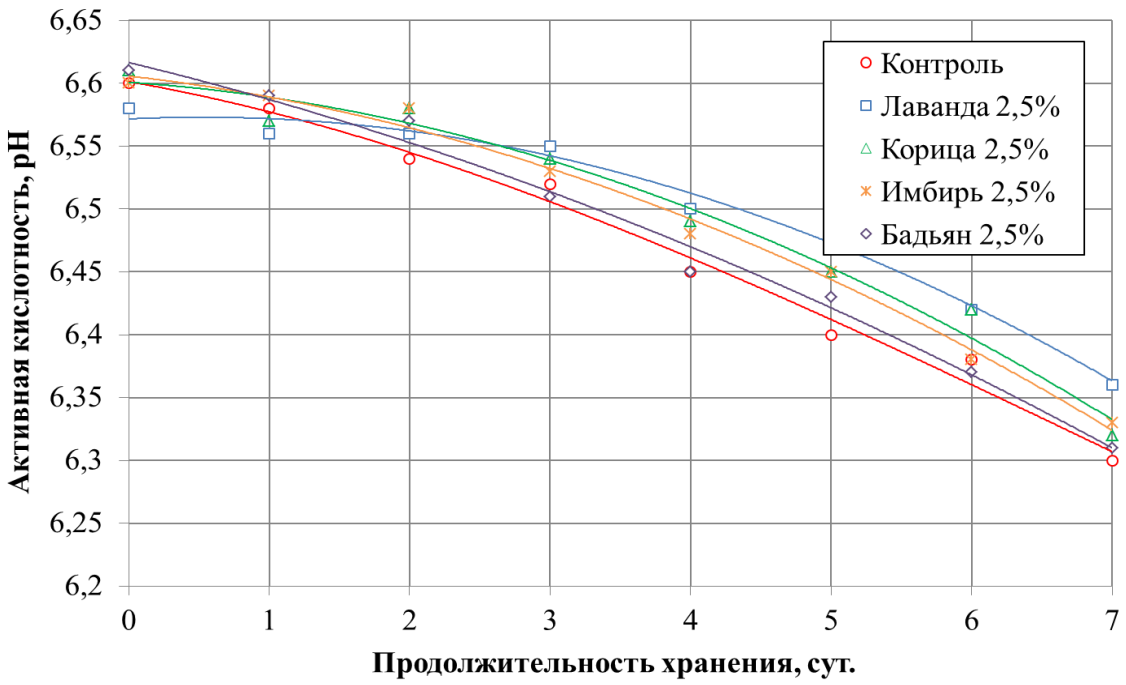

Рисунок 3.20 – Динамика изменения уровня pH при внесении экстрактов пряностей в дозе 2,5 %

Образец с внесением бадьяна, как и в случае его внесения в дозе 1,5 %; проявил кислототормозящую способность, сравнимую с контрольным образцом (снижение pH на 0,3). Сходную тенденцию показал и образец с использованием корицы, pH в котором снизился на 0,29 ед. Что касается образца с использованием имбиря, то уменьшение активной кислотности в нем произошло на 0,27 ед. pH; что несколько ниже, чем при его использовании в концентрации 2,0 %.

Приведенные выше результаты экспериментов показывают применимость экстрактов пряностей для замедления процессов скисания концентратов сывороточных белков. Способность тормозить нарастание активной кислотности большинства из них начинает проявляться начиная с дозы внесения 1,0%; причем наилучшим с этой точки зрения был признан экстракт лаванды.

На следующем этапе проводилась органолептическая оценка полученных образцов. Поскольку все пряности имеют ярко выраженный специфический аромат необходимо было исследовать влияние каждой пряности в отдельности на органолептические свойства.

3.7 Исследование сенсорных показателей сывороточных концентратов с экстрактами пряностей

На рисунках 3.21-3.25 представлены профилограммы сенсорных показателей сывороточных концентратов с экстрактами пряных растений. Органолептические показатели оценивали по следующим критериям: консистенция, вкус, цвет, запах, стойкость послевкусия и общую предпочтительность. Показатель стойкости послевкусия различался на привлекательное и непривлекательное послевкусие учитывая специфику вносимых компонентов, в соответствии с разработанной шкалой органолептической оценки (Приложение А).

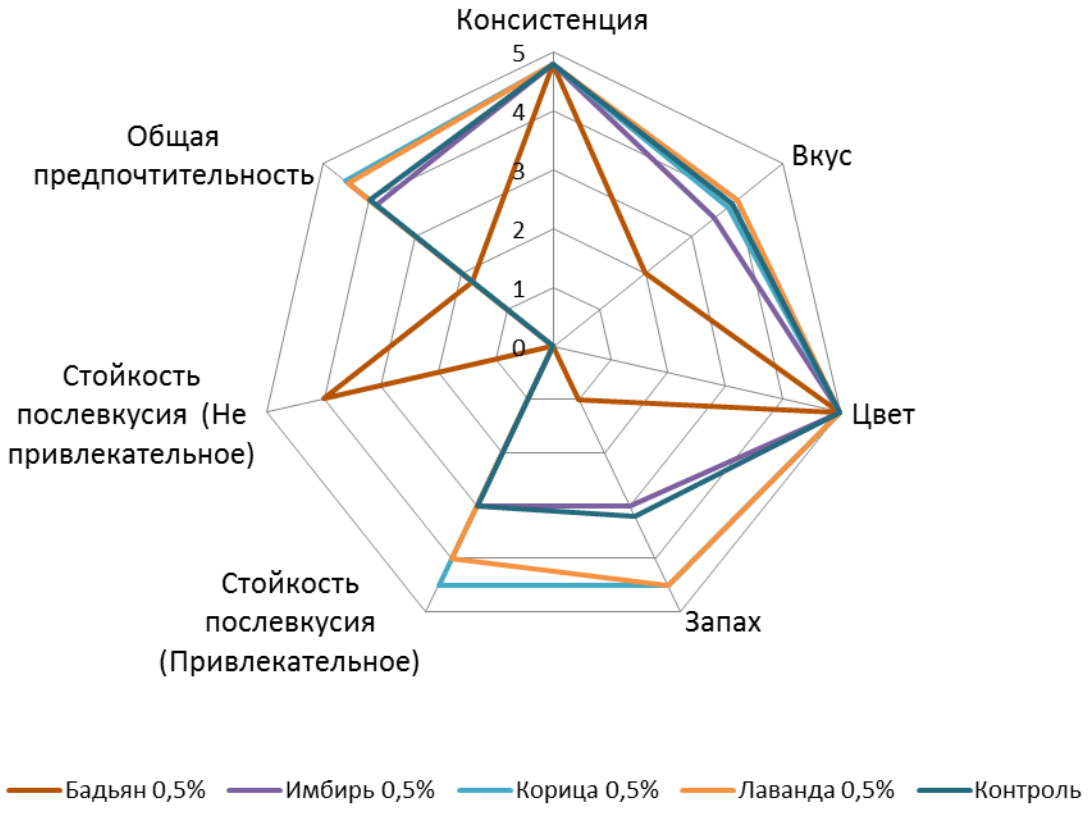

Рисунок 3.21– Профилограмма органолептической оценки КСБ с дозой внесения экстракта пряностей 0,5 %

По результатам проведенной оценки можно констатировать факт, что внесение экстрактов пряностей ни в одном из случаев не оказывает влияние на показатель цвета. В то же время данные, представленные на рисунке 3.21, показывают, что даже минимальная доза внесения экстрактов пряностей в количестве 0,5 % оказывает ощутимое влияние на сенсорные характеристики сывороточного концентрата. Наибольшее предпочтение в этой дозе внесения дегустаторами было отдано образцу с внесением экстрактов корицы и лаванды, наименьшее образцу с внесением бадьяна. В образце с использованием бадьяна отмечен незначительный «лекарственный» привкус, несочетаемый с молочной основой. Также этот образец отличался наиболее ярко выраженным неприятным послевкусием. Образец с внесением имбиря имел средние органолептические показатели, однако обладал достаточно приятным послевкусием.

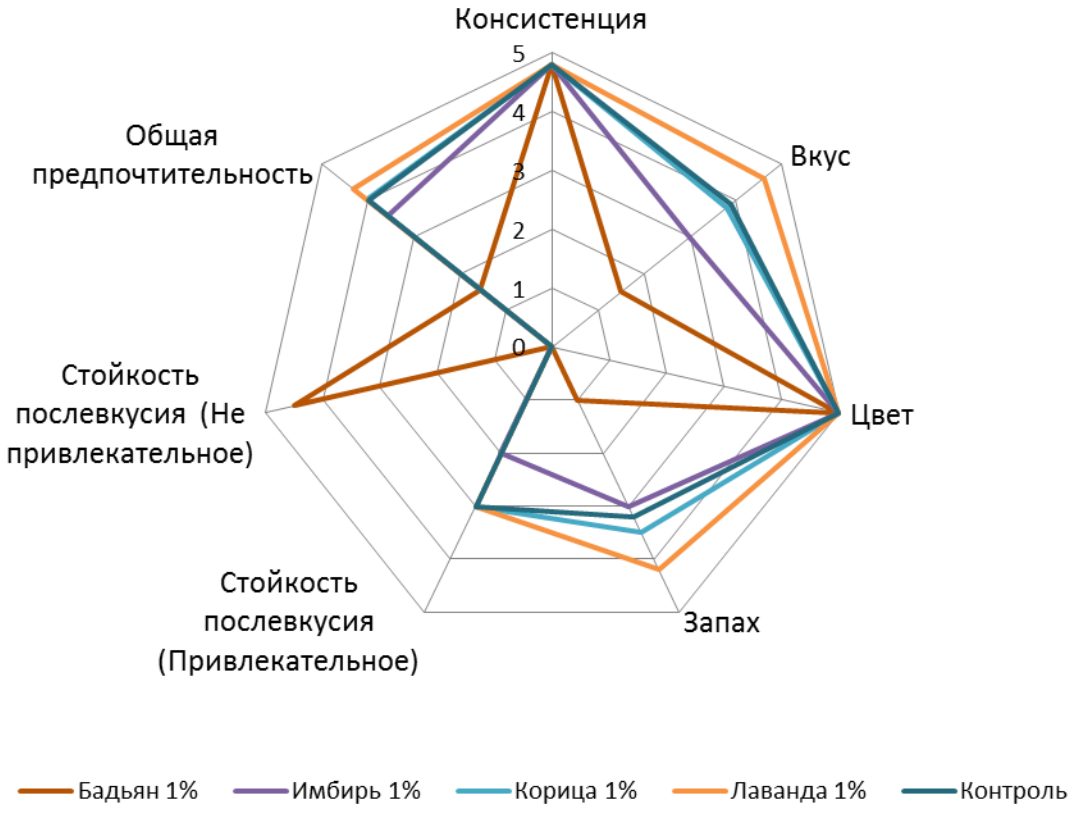

Рисунок 3.22– Профилограмма органолептической оценки КСБ с дозой внесения экстракта пряностей 1,0 %

С увеличением дозы внесения экстрактов пряных растений можно зафиксировать факт изменения органолептических показателей по сравнению с предыдущим образцом. В образце с использованием корицы снизился показатель привлекательности послевкусия, а в образце с бадьяном непривлекательность послевкусия усилилась. В то же время с увеличением дозы внесения лавандового экстракта вкус образца был отмечен более высокими баллами, а в образце с использованием имбиря меньшими. Что касается общей предпочтительности, в целом картина не изменилась, и наилучшими образцами по-прежнему были признаны образцы с лавандой и корицей (рис. 3.22).

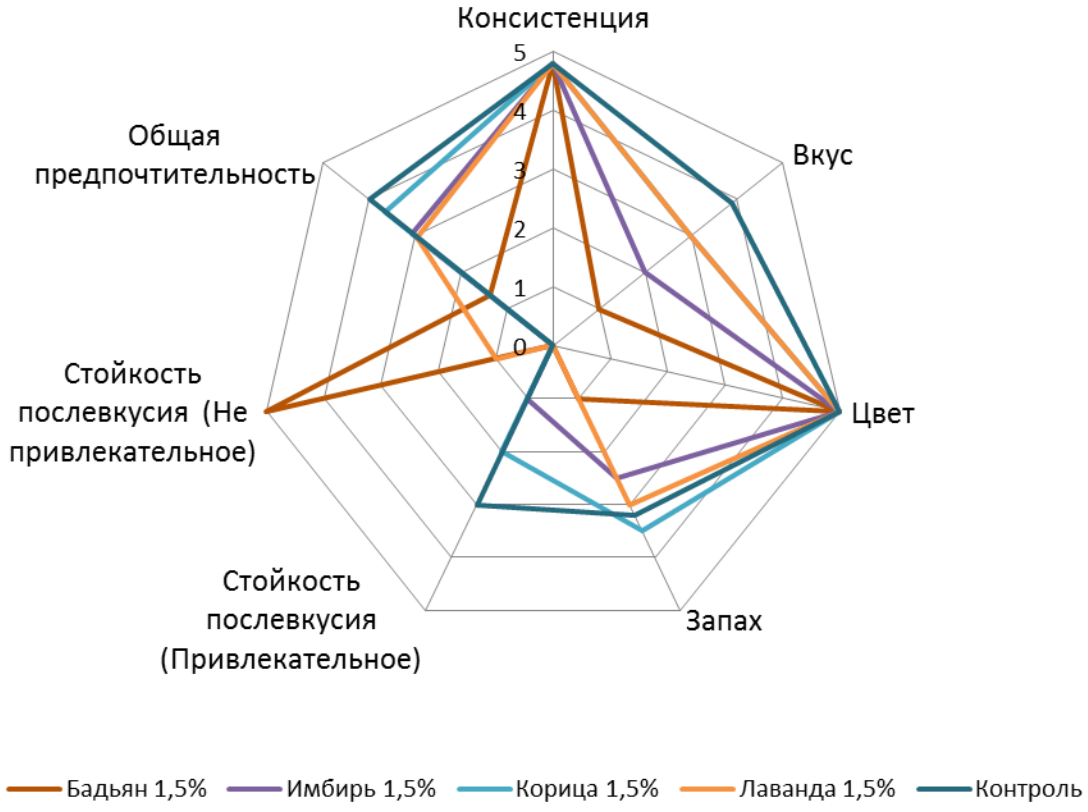

Рисунок 3.23– Профилограмма органолептической оценки КСБ с дозой внесения экстракта пряностей 1,5 %

При дальнейшем увеличении дозы внесения до 1,5 % в образце с лавандой, до этого признанного одним из лучших, зафиксирован переход послевкусия из приятного в непривлекательный, в образце появляется слегка уловимый «химический» привкус, несвойственный данной пищевой системе, также

привлекательность послевкусия снижается и при использовании имбиря (рис. 3.23).

С внесением экстрактов пряностей в дозе свыше 1,5 % (2,0 %; 2,5 %) значительно снижается общая бальная оценка всех образцов. Наиболее значительно снизилась оценка в образцах с использованием бадьяна и корицы. В образце с использованием экстракта лаванды степень перехода неприятного послевкусия значительно усилилась по сравнению с образцами с дозой внесения менее 1,5 % (3.23, 3.24, 3.25).

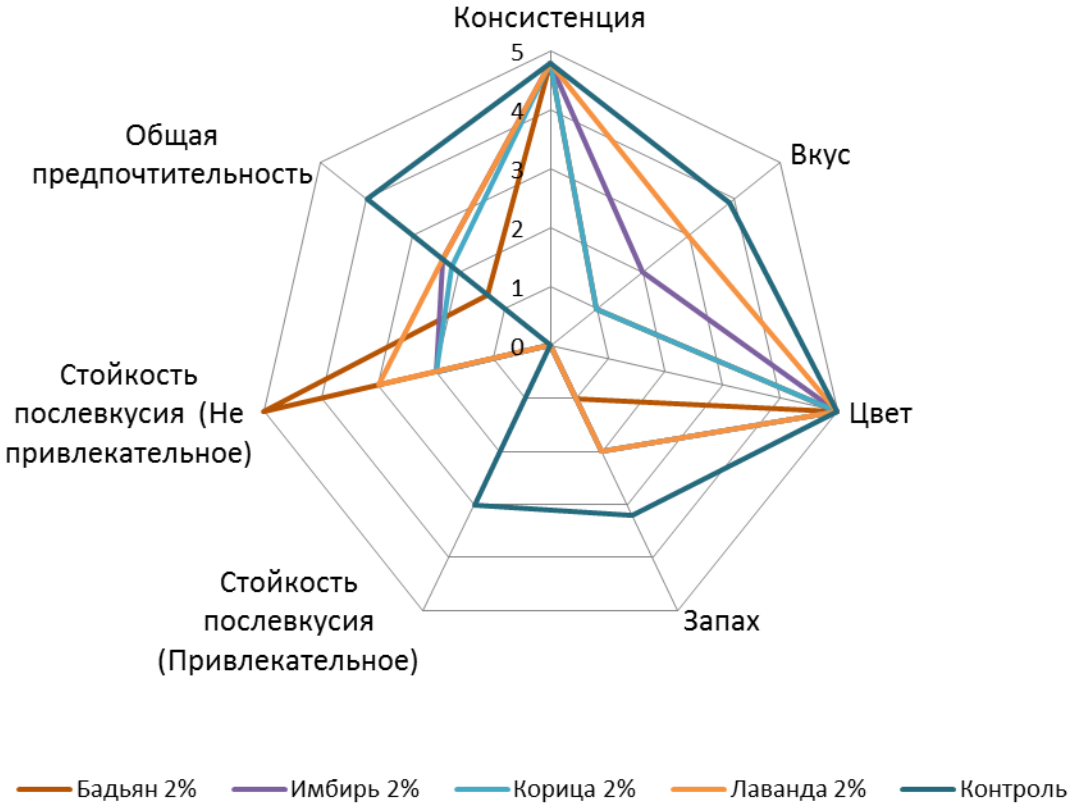

Рисунок 3.24 – Профилограмма органолептической оценки КСБ с дозой внесения экстракта пряностей 2,0 %

Проведенные сенсорные исследования показали, что наиболее гармонично с молочной сывороточной основой сочетаются экстракты лаванды и корицы. С увеличением дозы внесения экстрактов свыше 1,5 % во всех, без исключения, случаях снижаются сенсорные характеристики, усиливаются несвойственные сыворотке и внесенным добавкам привкусы и запахи. Учитывая, что лаванда, как

показано в предыдущем разделе, в большей степени проявляет способность торможения роста активной кислотности, разработку рецептуры напитка было решено проводить с внесением этого вида экстракта.

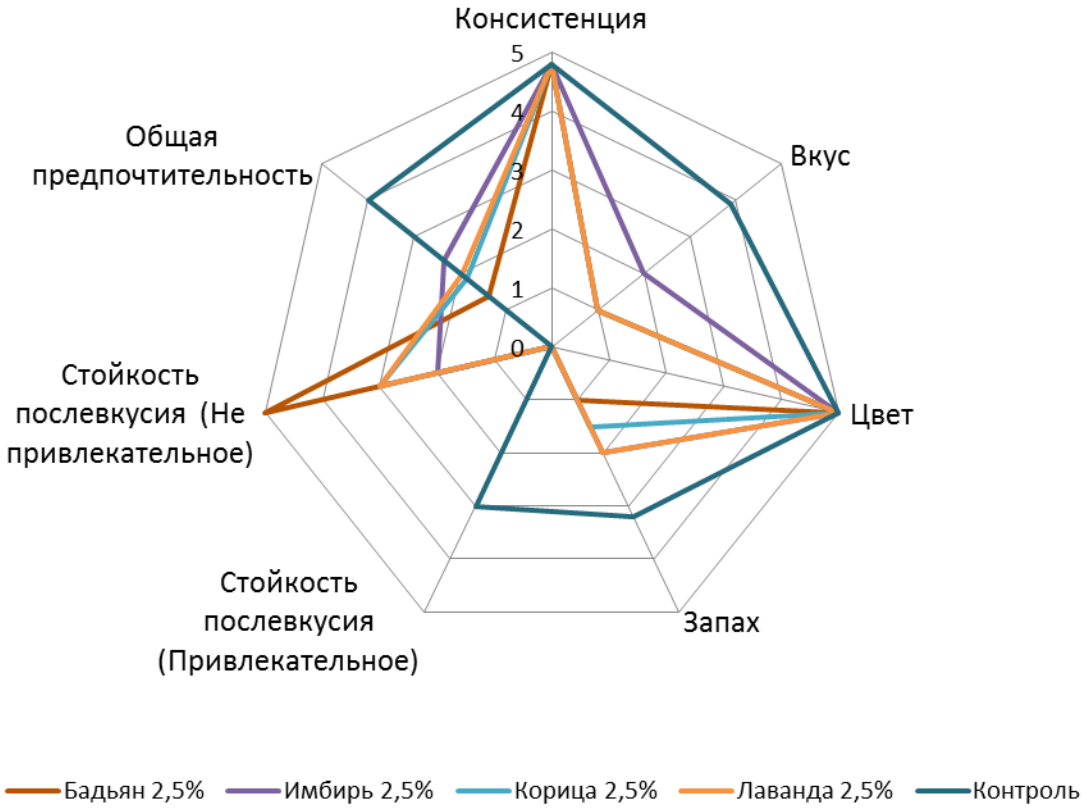

Рисунок 3.25 – Профилограмма органолептической оценки КСБ с дозой внесения экстракта пряностей 2,5 %

3.8 Исследование влияния добавления экстракта лаванды на кислотообразование и рост молочнокислой микрофлоры

Получение сквашенных напитков на основе молочной сыворотки практически невозможно, поскольку недостаточное количество белка не позволит достичь образования сгустка. Применение динамического мембранного модуля позволило получить концентрат с содержанием потенциальных питательных веществ, что создает определенные предпосылки для реализации процесса его сквашивания молочнокислой микрофлорой (таблица 3.5).

Для получения сквашенного напитка на основе КСБ с экстрактом лаванды было решено использовать закваску, состоящую из ацидофильной палочки и

термофильного стрептококка (*Lactobacillus acidophilus, Streptococcus salivarius subsp. thermophilus).* Входящие в состав закваски ацидофильные микроорганизмы способны образовывать вязкие сгустки, что особенно важно в нашем случае, поскольку белковый кластер концентрата содержит небольшое количество казеина, поэтому использование именно этого вида закваски позволить придать продукту требуемую густоту.

Закваска вносилась в смесь концентрата и экстракта лаванды в количестве 5 %, сквашивание проводилось при температуре (37±2) °С. Наблюдение велось на протяжении 24 часов. В результате ранее проведенных исследований были определены наиболее рациональные дозы внесения выбранного экстракта лаванды, а именно 0,5 и 1,0 %. В качестве контроля использован образец без внесения экстракта, начальный уровень pH в контрольном образце составил 6,33; в образце с внесением 0,5 % экстракта 6,1; С внесением 1,0 % экстракта 6,42.

Данные исследований представлены на графике рисунка 3.26.

Как показано на графике рис. 3.18, внесение лаванды оказывает значительное влияние на процесс сквашивания концентрата. Так в контрольном образце требуемый уровень активной кислотности, а именно 4,6 ед. pH был достигнут по истечении 3 ч 58 мин, в образце с 0,5 % экстракта лаванды 4 ч 49 мин, в образце 1,0 % лаванды 8 ч 10 мин. Увеличение продолжительности сквашивания связано с тем, что экстракт лаванды оказывает ингибирующее действие на молочнокислую микрофлору. Это утверждение подтверждают данные по определению количества молочнокислых организмов по достижении pH напитка 4,6 (табл. 3.5).

Таблица 3.5 – Количество молочнокислых микроорганизмов в экспериментальных образцах

Номер образца	Количество молочнокислых микроорганизмов, КОЕ/см^3
№1	$2{,}5\times10^8$
№2	1×10^8
№3	6×10^7

По истечении времени наблюдения pH напитка в контрольном образце составил 3,81; в образце с 0,5 % экстракта лаванды 3,9, в образце 1,0 % лаванды 4,32.

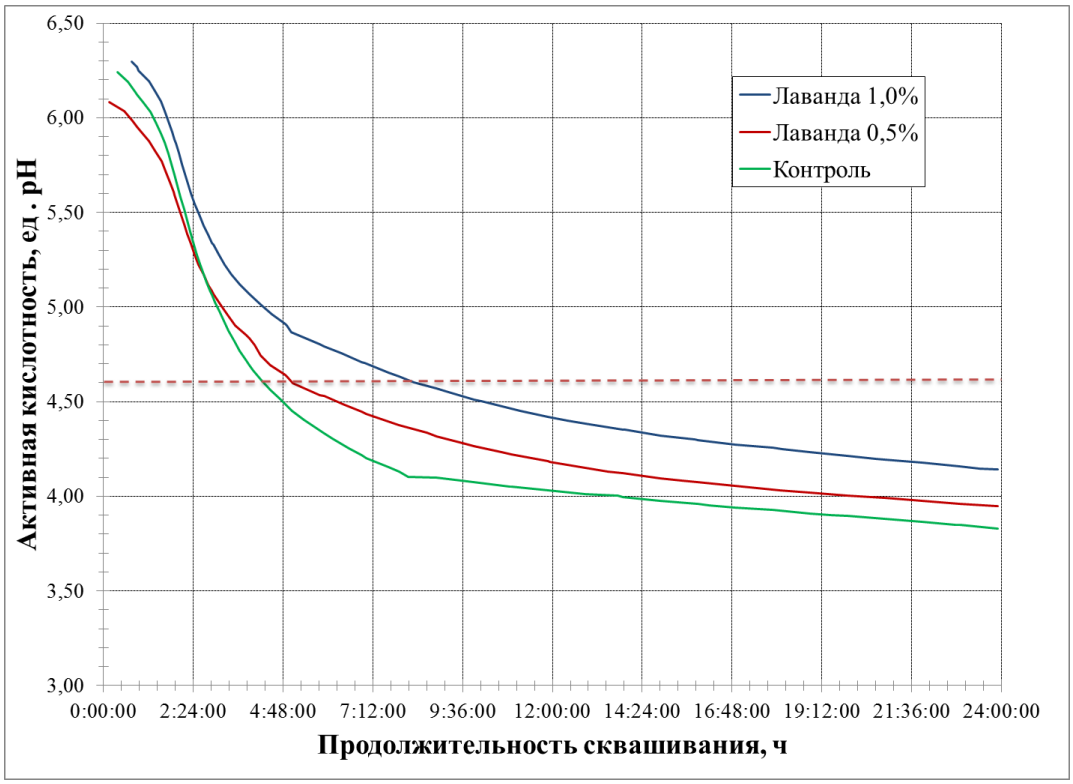

Рисунок 3.26 – Динамика процесса сквашивания КСБ с экстрактом лаванды

Несмотря на то, что время сквашивания увеличилось почти вдвое, внесение экстракта лаванды позволило замедлить постокислительные процессы, тем самым позволив получить композицию напитка, более стабильную в хранении. По результатам экспериментов, изложенных в данном разделе и ранее, окончательная доза внесения лавандового экстракта определена в количестве 1,0 %. Визуальная оценка консистенции продукта показала, что полученные сгустки имели достаточно жидкую структуру, что говорит о необходимости подбора стабилизационной системы. Дополнительно для подтверждения необходимости регулирования показателей консистенции были проведены квалиметрические исследования, которые должны определить необходимость регулирования свойств текстуры с точки зрения потребительских предпочтений.

3.9 Подбор стабилизационной системы для сквашенного напитка на основе сывороточного концентрата

Проведенный литературный обзор показал, что наиболее часто для стабилизации структуры кисломолочных напитков используется пектин, полученный из различных источников (ЯП – яблочный пектин, ЦП – цитрусовый, ТП – тыквенный, СП – свекловичный). Согласно рекомендациям, изложенным в литературе, пектины были внесены в напиток в количестве 0,1 %. В качестве контрольных параметров использовали кажущуюся вязкость и влагоудерживающую способность (ВС). Данные исследования представлены на рисунках 3.27 и 3.28.

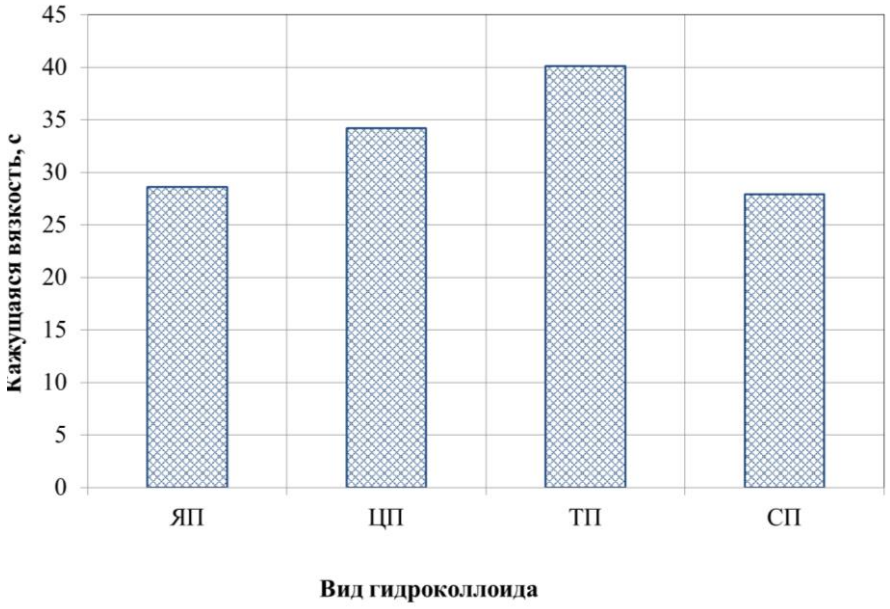

Рисунок 3.27 – Кажущаяся вязкость образцов напитков

Как видно из данных графика на рисунке 3.27, наибольшим значением кажущейся вязкости отличался образец с внесением тыквенного пектина, оно составило в данном случае 40,1 с. Самые низкие значения, 23,8 и 23,9 с отмечены в образцах с использованием тыквенного и яблочного пектина. Повышенное значение вязкости с использованием тыквенного пектина связано с разветвленной структурой пектиновой молекулы, а, следовательно, повышенной способностью

данного гидроколлоида вступать в межфазные взаимодействия с пептидами сыворотки [135].

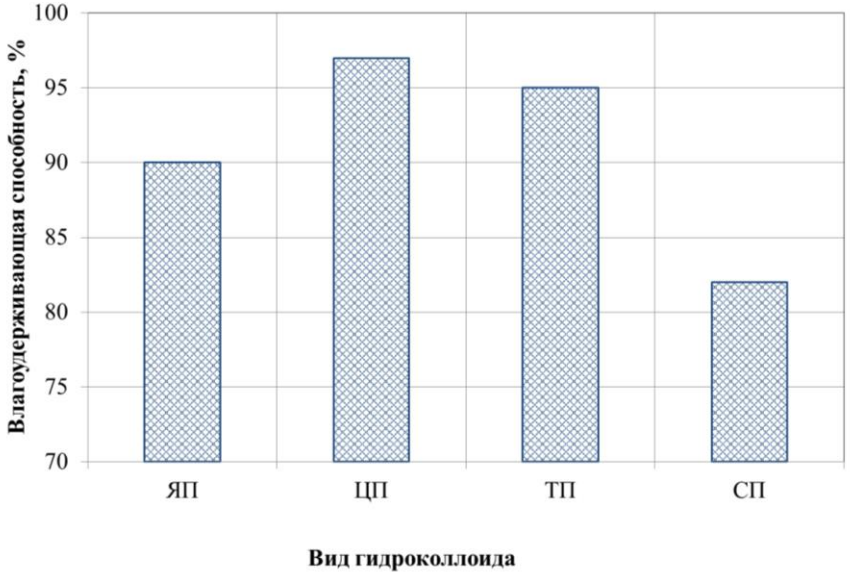

Рисунок 3.28 – Влагоудерживающая способность образцов напитков

Что касается ВУС, то самыми высокими значениями, 97 и 95 % отличались образцы с использованием цитрусового и тыквенного пектина, самое низкое значение, 82 % имел напиток, приготовленный со свекловичным пектином (рис.3.28).

По результатам этой оценки по совокупности показателей для использования в рецептуре сывороточного напитка был выбран тыквенный пектин, обладающий повышенной доказанной антиоксидантной активностью [51].

Однако, наблюдение за образцами с течением времени показало, что внесения одного тыквенного пектина в рецептуру напитка недостаточно, поскольку на 4-е сутки хранения происходит незначительный синерезис.

Поэтому, исходя из рекомендаций специалистов, в систему был внесен крахмал кукурузный модифицированный в различных соотношениях с тыквенным пектином в общем количестве 1,2%. Полученные данные представлены на рисунках 3.29 и 3.30.

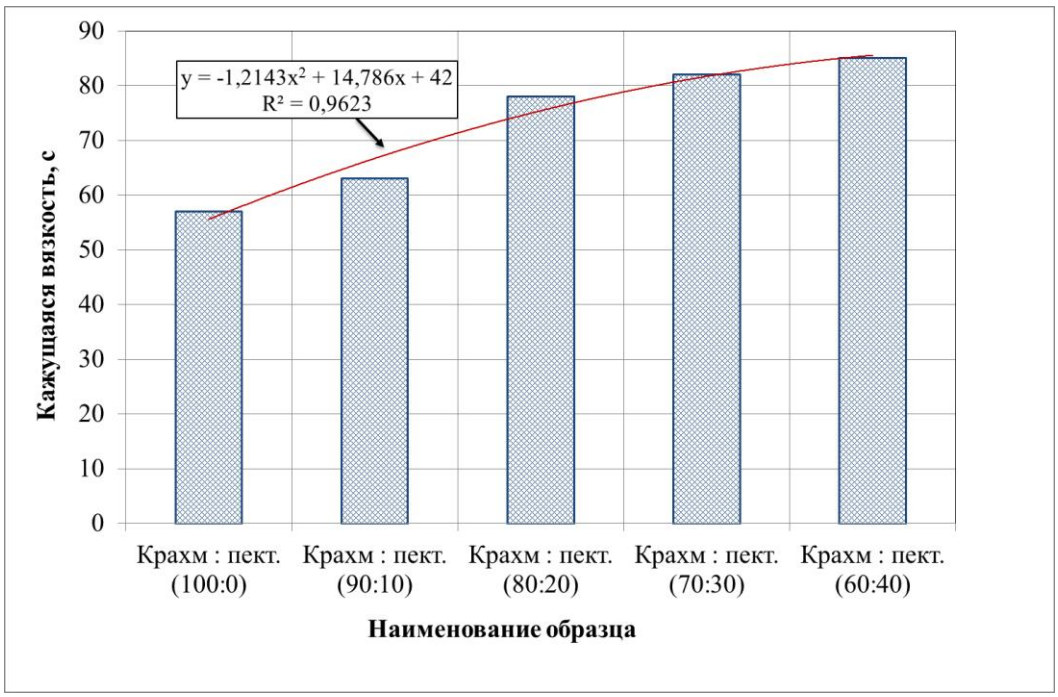

Рисунок 3.29 – Кажущаяся вязкость образцов напитков

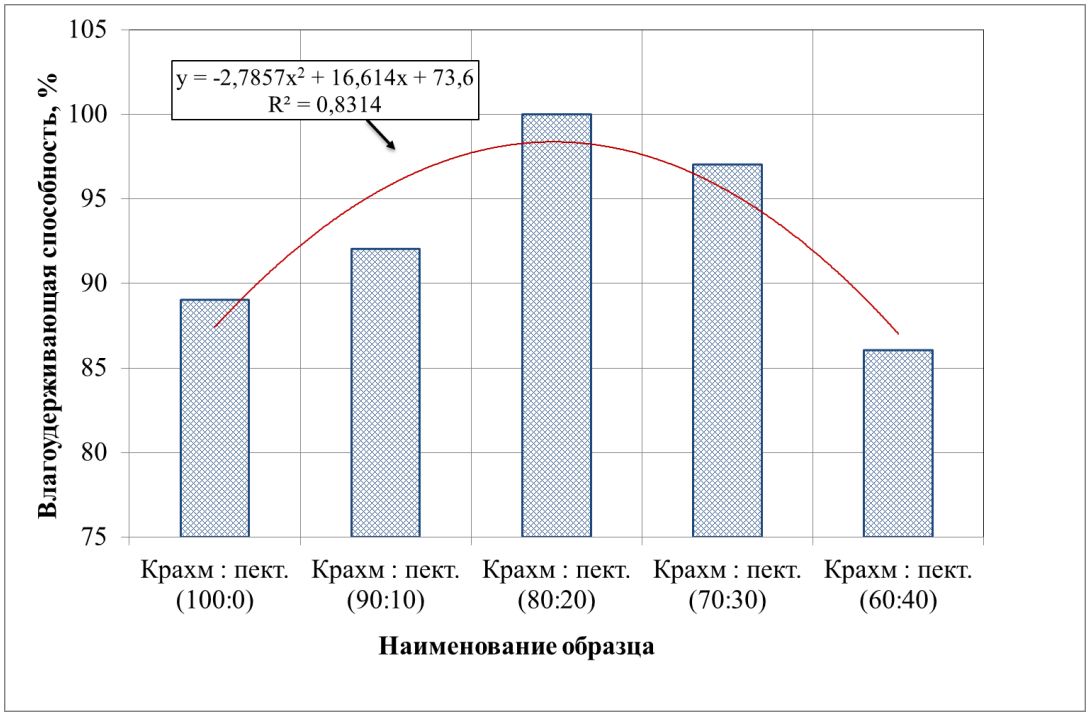

Рисунок 3.30 – Влагоудерживающая способность образцов напитков

Как видно из рисунков 3.29 и 3.30 При совместном использовании двух гидроколлоидов выявлен синергетический эффект, выраженный в увеличении кажущейся вязкости по сравнению с монокомпозициями. При использовании

только тыквенного пектина это значение составляло 40,1 с; при использовании только крахмала 58,1; а при их совместном использовании максимальное значение составило 85 с при соотношении крахмал:пектин 60:40.

На рисунке 3.30 представлены данные по исследованию влагоудерживающей способности. Как видно из данных рисунке, образец, в котором в качестве стабилизационной системы использована композиция крахмал:пектин в соотношении 80:20 имела 100 % ВУС. Также достаточно высоким значением влагоудерживающей способности отличался образец с соотношением крахмал:пектин 70:30. По результатам комплексной оценки для включения в рецептуру напитка была определена стабилизационная композиция крахмал:пектин 80:20.

Образец сывороточного напитка с 1,0% экстракта лаванды и подобранной системой гидроколлоидов был заложен на хранение. Результаты представлены в таблицах 3.6 и 3.7.

Таблица 3.6 – Органолептические показатели сквашенного сывороточного напитка в процессе хранения

Температура хранения, °С	Срок хранения, сутки	Органолептические показатели		Общий балл
		Вкус и запах	Внешний вид и консистенция	
4±2	0	5/5	5/5	20
4±2	2	5/5	5/5	20
4±2	5	5/5	5/5	20
4±2	10	5/5	5/5	20
4±2	15	3/4	3/4	14

Исследования органолептических характеристик в процессе хранения свидетельствуют об изменении вкуса и запаха на 15 сутки хранения, появился посторонний, не свойственный напитку аромат, неприятный дрожжевой привкус. Также в напитке был отмечен синерезис и рыхлая консистенция. Для оценки

безопасности напитка наиболее важными являются микробиологические исследования, представленные в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Микробиологические показатели сквашенного сывороточного напитка в процессе хранения

Срок хранения, сутки	КМАФАнМ (молочнокислых микрооорганизмов, КОЕ/ см^3 (г), не менее	Масса продукта в которой не допускается наличие				Дрожжи и плесени, КОЕ/г, не более
		БГКП в 0,1 г	S. aureus в 1 г	Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 25 г	Листерии L. monocytogenes в 25 г	
0	$2,5\times10^8$	-	-	-	-	-
2	$2,5\times10^8$	-	-	-	-	-
5	$2,5\times10^8$	-	-	-	-	-
10	$2,5\times10^7$	-	-	-	-	-
15	1×10^6	-	-	-	-	Д-170, П-10

Из таблицы 3.7 видно, что по истечении 15 суток наблюдения превышен показатель по содержанию дрожжей, по сравнению с регламентируемым значением, с чем и был связан несвойственный продукту запах и вкус. Следовательно, на основании проведенных микробиологических исследований может быть рекомендован срок годности сквашенного сывороточного напитка с экстрактом лаванды – 10 суток.

3.10 Разработка технических условий на напиток на основе концентрата подсырной сыворотки

Проведенные исследования позволили перейти к разработке технических условий на напитки сывороточные ацидофильные с экстрактом лаванды (Приложение Д).

Напиток был исследован по органолептическим, физико-химическим, микробиологическим и показателям безопасности, показано, что напиток полностью соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

Физико-химические показатели напитка на основе КСБ представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Физико-химические показатели напитка на основе КСБ

Физико-химические показатели	Значения показателя
Массовая доля лактозы %	4,48
Массовая доля жира %	0,15
Массовая доля белка, %	3,34
Кислотность, ед. pH	4,61
КМАФАнМ (молочнокислых микроорганизмов, КОЕ/ $см^3$ (г),	$2,5\times10^8$

Технологическая схема получения сывороточного напитка с экстрактом лаванды представлена на рис. 3.31.

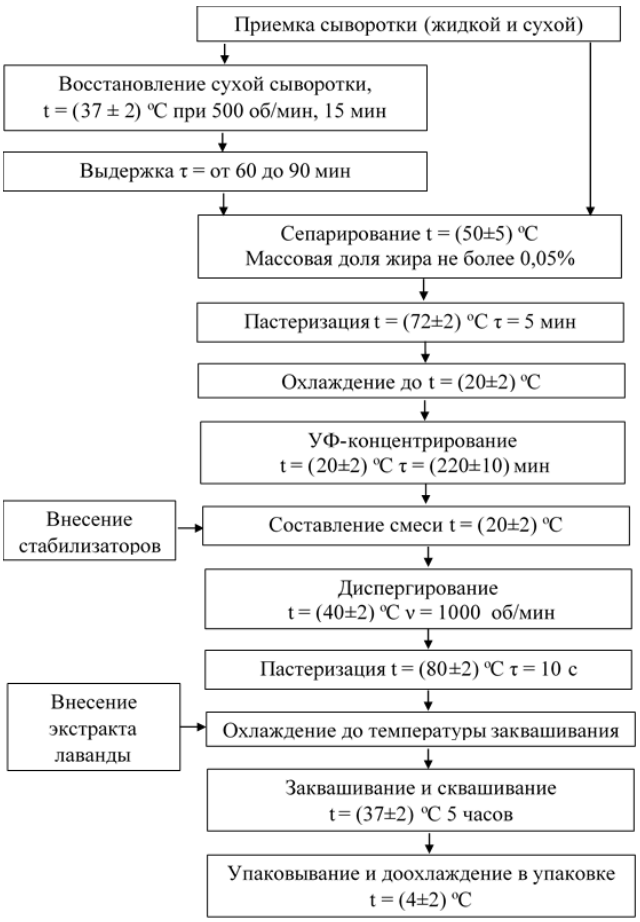

Рисунок 3.31 – Технологическая схема получения сывороточного напитка с экстрактом лаванды

В результате выполнения работы разработан комплект технической документации на напитки сывороточные ацидофильные со сниженным содержанием казеина «Ацидолайт» ТУ 10.51.56-061-00149785-2020» (Приложение Д), проведено внедрение технологии (Приложение Е).

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ

Теоретически обоснована и научно установлена актуальность совершенствования мембранных методов обработки молочной сыворотки и создания сквашенных напитков стойких в хранении на основе ее концентратов.

Доказана целесообразность использования и определены рациональные параметры работы установки с вращающимися мембранными элементами, позволяющие получить концентрат сывороточных белков с массовой долей белка, адекватной массовой доле белка в цельном молоке (3,3 %): скорость вращения мембран 450 об/мин, температура процесса 20 °С, достичь заданного ФК равного 5 удалось за 250 мин.

Исследовано влияние экстрактов пряностей с антимикробным эффектом для обеспечения стабильности в хранении концентратов, наилучшим с этой точки зрения был признан экстракт лаванды. Верхний предел возможной дозы внесения лимитировался органолептически, и составил 1,0 %. При сквашивании концентратов подтверждена способность экстракта лаванды замедлять постокислительные процессы при незначительном ингибировании молочнокислой микрофлоры.

По результатам исследования потребительских предпочтений определена мотивация потребления сывороточных напитков, что позволило разработать сывороточный напиток с экстрактами пряных растений и потребительски адекватной органолептической гаммой.

Подобрана стабилизационная система для сквашенного сывороточного напитка с потребительски привлекательным профилем и гарантированной стойкостью в хранении, состоящая из модифицированного кукурузного крахмала и тыквенного пектина в соотношении 80:20.

Разработана технология получения сквашенного напитка на основе концентрата сывороточных белков, полученного на экспериментальной ультрафильтрационной установке, оснащённой динамическими вращающимися мембранными элементами; рекомендованы сроки годности (10 суток) и

технологические параметры получения напитка. Разработан и утвержден комплект технической документации на напитки сывороточные ацидофильные «Ацидолайт» ТУ 10.51.56-061-00149785-2020, проведена промышленная апробация.

Список использованной литературы

1. Агарков, А.А. Разработка установки для фракционирования пищевых компонентов молока с использованием вращающихся, керамических, фильтрующих элементов / А.А. Агарков, Д.В. Харитонов, Н.Е. Шерстнёва // Сборник материалов юбилейного форума посвящённому 85-летию со дня основания НИИ хлебной промышленности «Наука – главный фактор инновационного прорыва в пищевой промышленности». – 23-24 ноября 2017 – Москва – 2017. – С. 242 – 244.
2. Агаркова, Е.Ю. Разработка технологии функциональных эмульсионных аэрированных продуктов на основе трансформации полипептидных комплексов : дис. … канд. техн. наук : 05.18.04 / Агаркова Евгения Юрьевна. – М., 2014. – 156 с.
3. Айменсон, А. Пищевые загустители, стабилизаторы и гелеобразователи: пер с анг. яз. – СПб: Профессия. – 2012. – 408 с.
4. Алехин, В.А. Пробиотические микроорганизмы – современное состояние вопроса и перспективы использования/ В.А. Алехин, А.М. Амерханова, В.В. Поспелова // Молочная промышленность. – 2003. – №1. – С. 59–61.
5. Аряев, Н.Л. Гипоаллергенные смеси в профилактике атопического дерматита у детей / Н.Л. Аряев, И.М. Шевченко, Е.В. Титкова // Современная педиатрия. – 2013. – Т.2. – №50. – С. 124–127.
6. Бабенышев, С.П. Интенсификация процесса разделения молочного сырья / С.П. Бабенышев [и др.] // Научное обозрение. – 2012. – № 2. – С. 238–246.
7. Бабенышев, С.П. Основные аспекты получения напитков из молочной сыворотки с добавлением растительных полисахаридов на основе использования процесса ультрафильтрации / С.П. Бабенышев, С.А. Емельянов, В.Е. Жидков, Д.С. Мамай, В.П. Уткин // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 3 – Кемерово – С. 5–10.
8. Бабич, Н.С. Ординальное шкалирование / Н.С. Бабич, И.В. Батыков: монография. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2004 г. – 135 с.

9. Басовский Л.Е., Протасьев В.Б. Управление качеством: Б 27 Учебник. – М: ИНФРА$_7$М, 2001. – 212 с. – (Серия «Высшее образование»).
10. Беккер Р. А., Быков Ю. В. В. Пряные и ароматические растения в психиатрии и неврологии: научный обзор. Часть II / Р.А. Беккер, Ю.В. Быков //Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2018. – Т. 10. – №. 2. – С. 40–73.
11. Беркетова, Л. В. Лекарственные растения как один из основных компонентов БАД и источник пищевых волокон / Л. В. Беркетова // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования : V Междунар. симп. – М., 2003. – Т. 1. – С. 116–118.
12. Большакова, Н.В. Антиоксидантные свойства ряда экстрактов лекарственных растений: Биофизика / Н.В. Большакова, Е.Л. Лозовская, И.И. Сапежинский. — том 42, - вып. 2, С. 480–483.
13. Борзунова, Ю. В. Обоснование и разработка биотехнологии молочно-белкового продукта с натуральными наполнителями : автореф. дис. … канд. техн. наук : 05.18.07 / Ю. В. Борзунова. – Владивосток : Тихоокеан. гос. экон. ун-т, 2009. – С. 4.
14. Бредихин, С. А. Технология и техника переработки молока / С. А. Бредихин, Ю. В. Космодемьянский, В. Н. Юрий. – М. : Колос, 2008. – С. 67.
15. Бутин, С.А. Желатин–гелеобразователь для различных отраслей пищевой промышленности / С.А Бутин, И.А. Любенина, З.Г. Скобельская //Наука–главный фактор инновационного прорыва в пищевой промышленности. – 2017. – С. 19–21.
16. Вайдо, Д. В. Исследование антимикробной активности *in vitro* имбиря обыкновенного / Д. В. Вайдо, А.Д. Боровикова // Сб. материалов 70-ой Межд. науч.-практич. конф. студентов и молодых учёных «Актуальные проблемы современной медицины и фармации».– 2016. – С. 861–865.
17. Восканян, О. С. Применение загустителей и структурообразователей в пищевой промышленности / О. С. Восканян, Т. П. Дорожкина и др. – М.: Агро НИИТЭИПП. – 1987. – 208 с.

18.Гаврилов, Г.Б. Закономерности мембранного концентрирования сывороточных белков / Г.Б. Гаврилов, Б.Г. Гаврилов // Техника и технология пищевых производств – № 1 – 2009 – С. 1-4.
19.Гаврилов, Г.Б. Реологические свойства сывороточных белковых концентратов/ Г.Б. Гаврилов // Молочная промышленность. – 2006.–№4. – С. 82.
20. Гаврилова, Н. Б. Технология молока и молочных продуктов: традиции и инновации / Н. Б. Гаврилова, М. П. Щетинин. – М. : КолосС, 2012. – 544 с.
21.Гаврипин, Ю.Ф. Маркетинг. – Челябинск: ЧГТУ, 1995. – 89 с.
22.Галкина, А.С. Имбирный корень в технологии сывороточного напитка/ А. С. Галкина, Д.В. Ключникова //Современные наукоемкие технологии. – 2014. – №. 5-1. – С. 113-113.
23.Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб: ГИОРД, 2001. – 320 с.: ил.
24.Горощенко, Л.Г. Импорт и экспорт сыров и творога / Л.Г. Горощенко// Сыроделие и маслоделие. – 2016. – №1. – С. 4–6.
25.Демченко, С.В. Новые технологии производства функциональных напитков на основе молочной сыворотки / С.В. Демченко, Е.В. Барашкина, О.Л. Малеева, Е.В. Стрельникова, А.В. Батогов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2008 – № 2–3 – С. 20–23.
26.Демченко, С.В. Новые технологии производства функциональных напитков на основе молочной сыворотки / С.В. Демченко, Е.В. Барашкина, О.Л. Малеева, Е.В. Стрельникова, А.В. Батогов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2008 – № 2–3 – С. 20-23.
27.Дидух, О. Молочная стабилизация / О. Дидух, Т. Дидух // Продукты и Ингредиенты. – 2006. – № 10. – С. 24–27.
28.Дунченко Н. И., Янковская В. С. Квалиметрическая оценка продукции АПК / Н.И. Дунченко, В.С. Янковская // Контроль качества продукции. – 2016. – №. 6. – С. 54–57.

29. Дыкало, Н. Я. и др. Диафильтрация творожной сыворотки в процессе нанофильтрации / Н.Я. Дыкалои др. //Сыроделие и маслоделие. – 2013. – №. 2. – С. 26–27.
30. Дымар, О.В/ Научно технологические аспекты повышения эффективности переработки молочных ресурсов //О.В. Дымар – Минск: Колорград. –2015 – 245с.
31. Евдокимов, И.А. Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки / И.А. Евдокимов, В.Н. Володин // Молочная промышленность. – 2006. – № 2. – С. 34–36.
32. Евстигнеева, Т. Н. Подбор вкусовых наполнителей в состав сметанного продукта с экстрактом зеленого чая / Т. Н. Евстигнеева , Р.В. Яковлева //Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2015. – №. 3.
33. Есимбекова, Е.Н. Желатин и крахмал: что лучше стабилизирует активность ферментов? / Е.Н. Есимбекова и др. //Доклады Российской академии наук. Науки о жизни. – 2020. – Т. 491. – №. 1. – С. 151–154.
34. Жидков, В.Е. Научно-технические основы биотехнологии альтернативных вариантов напитков из молочной сыворотки / В.Е. Жидков // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2000. – № 5–6. – С. 32–35.
35. Жидков, В.Е. Научно-технические основы биотехнологии альтернативных вариантов напитков из молочной сыворотки. – Ростов н/Д: Изд-во СКНЦВШ, 2000. – 143 с.
36. Зобкова, З. С., Щербакова С. А. Использование функциональных пищевых ингредиентов творожной сыворотки / З.С. Зобкова, С.А. Щербакова //Молочная промышленность. – 2007. – №. 3. – С. 44–46.
37. Золоторева, М.С. Анализ переработки молочной сыворотки и создание перспективных ресурсосберегающих технологий / М.С. Золоторева, И.А. Евдокимов, Д.Н. Володин, В.С. Сомов В.С. // Наука. Инновации. Технологии. – 2013. –№1.– С 37–44.

38.Иванченко, О.Б. Использование корня имбиря в технологии функциональных напитков брожения / О.Б. Иванченко, Д.М. Хвостовская //Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. – 2014. – №. 4. – С. 102-108.
39.Иркитова, А.Н. Биотехнология пробиотического напитка на основе молочной (подсырной) сыворотки / А.Н. Иркитова, Н.А. Вечернина // Известия Алтайского государственного университета – 2010 – Барнаул – С. 30–32.
40.Кашеварова, И.А. Улучшение качества кисломолочных и творожных продуктов / И.А. Кашеварова //Молочная промышленность. – 2012. – №. 3. – С. 45–46.
41.Ключникова, Д.В. К вопросу использования имбирного корня / Д.В. Ключникова, А.С. Галкина //Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство. – 2013. – С. 558-559.
42. Клячкин, В.Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 304 с.
43.Козлова, З.Г. Количественная оценка природных антиоксидантов в пряно-ароматических и лекарственных растениях / / З.Г. Козлова [и др.]. // Пряно-ароматические и лекарственные растения: перспективы инитродукции и использования: материалы докладов Межд. конф., г. Минск, 31 мая – 2 июня 1999 г. Минск, 1999. – С. 45–46.
44.Короткий, И.А. Исследование процессов выделения белков и лактозы из молочной сыворотки / И.А. Короткий, П.А. Гунько, Т.З. Валиахмедов // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – №1 – Кемерово. – С. 44–48.
45.Кравченко, Э.Ф. Прогрессивные технологии переработки молочной сыворотки / Э.Ф. Кравченко // Переработка молока. – 2006. – № 4. – С. 36-37
46.Кретов, И.И. Маркетинг на предприятии: практическое пособие. – М.: Финстатинформ, 1994. – С. 103 – 108.
47.Крупин, А. В. Разработка технологии производства напитков вторичного молочного сырья / А.В. Крупин, Л.А. Остроумов, И.С. Разумникова //Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №. 7. – С.64–65.
48.Кручинин, А.Г. Разработка технологии совместной коагуляции молочных и растительных белков в производстве творожного продукта с пониженной

аллергенностью : дис. … канд. техн. наук : 05.18.04 / Кручинин Александр Геннадьевич. – М., 2014. – 149 с.

49. Кудряшов, Л.С. Стандартизация, метрология, сертификация в пищевой промышленности / Л.С. Кудряшов, Г.В. Гуринович, Т.В. Рензяева. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 303 с.

50. Лазарев, С.И. Исследование концентрирования подсырной сыворотки ультрафильтрации / С.И. Лазарев, В.Ю. Богомолов, О.С. Пронина, К.К.Полянский // Сыроделие и маслоделие. – 2016. –№4.– С. 46–48.

51. Лисицкая, Н.В. Сравнительный анализ антиоксидантных свойств пектинов из различного растительного сырья на модельных клеточных системах / Н.В. Лисицкая // Пищевая промышленность. – №12. – С.64-67.

52. Майоров, А.А. Обоснование мембранных способов разделения молочной сыворотки / А.А. Майоров, Н.М. Сурай, С.Ю. Бузоверов // «Переработка продукции сельского хозяйства» Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – № 5 (91). – 2012. – С. 104–107.

53. Макарова, Н.В. Новые тенденции в производстве сокосодержащих напитков / Н.В. Макарова, А.В. Зимичев, А.В. Зюзина, Т.В. Луговая // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – №5-6 (306-307). – С. 5-6.

54. Макарова, Н.В. Современные тенденции в переработке молочной сыворотки / Н.В. Макарова, А.В. Зимичев, Д.В. Зипаев, Т.В. Лугова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008 – № 4 – Кубань – С. 5 – 7.

55. Матвеева И., Нестеренко В. Модифицированные крахмалы для формирования качества хлебобулочных и макаронных изделий / И. Матвеева, В. Нестеренко //Хлебопродукты. – 2011. – №. 3. – С. 43–45.

56. Матвеева Н. А., Тархова Н. А. Функциональный напиток для повышения интеллектуальных способностей / Н.А. Матвеева , Н.А.Тархова // Питание и интеллект. – 2015. – С. 80–84.

57. Миттаг, Х.-Й. Статистические методы обеспечения качества / Х.-Й. Миттаг, Х. Рене; пер. с нем. под науч. ред. Б.Н. Маркова. – М.: Машиностроение, 1995. – 591 с.

58. Оботурова Н. П. и др. Применение экстрактов растительного сырья при производстве пищевых продуктов /Н.П. Оботуроваи др. // Пищевая промышленность. – 2013. – №. 6.– С. 48–50.
59. Объедков, К.В. Переработка сыворотки в республике Беларусь / К.В. Объедков // Молочная промышленность. – 2006. – № 6. – С. 44–45.
60. Оноприйко, А.В. Технология молочных продуктов мини-производств / В.А. Оноприйко, А.Г. Храмцов, В.А. Оноприйко. – Ростов н/Д: Март, 2004. – 411 с.
61. Пат. RU 102531 U1. Аппарат для очистки растворов с погружным фильтрующим элементом. Васильковский В.С., Куянов Г.И. и др. Опубликовано 10.03.2011
62. Петров Д. А. Разработка состава и технологии углеводнобелкового сквашенного напитка для спортивного питания : автореф. дис. … канд. техн. наук : 05.18.04 / Д. А. Петров. – СПб. : Санкт-Петербургский гос. ун-т низкотемпературных и пищ. технологий, 2009. – С. 6.
63. Пищиков, Г.Б. Ценность молочной сыворотки и перспективы её использования / Г.Б. Пищиков, Е. А. Зенкова // Молодежь и наука. – 2017. – №. 3. – С. 43–43.
64. Пластинин, С.А. Молочная индустрия мира в Российской Федерации / С.А. Пластинин, В.Д. Харитонов, В.В. Лабинов // Ежегодник. – 2005.
65. Просеков, А.Ю. Анализ состава и свойств белков молока с целью использования в различных отраслях пищевой промышленности / А.Ю. Просеков, М.Г. Курбанова // Техника и технология пищевых производств. – 2009. –№ 4 (15). – С. 68а–71.
66. Роганова, Е. Е. Исследование антиоксидантных свойств пряностей и перспективы их использования / Е.Е. Роганова, Н.В. Макарова //Актуальные проблемы и пути их решения в производстве, хранении и переработке сельскохозяйственной продукции. – 2015. – С. 84–87.
67. Рогов, И.А. Химия пищи. Функциональные свойства гидроколлоидов. Соевые белковые препараты (Методические указания к лабораторным работам для студентов специальностей 240901, 240902, 200503, 080115, 260301, 260302, 260303, 260501, 260505, 110501 и направления уровня подготовки бакалавриата

260100) / И.А. Рогов, Н.В. Гурова, А.И. Жаринов, М.Ю. Попова, Е.В. Большова, О.Н. Гринченко. – Москва: МГУПБ, 2010. – 30 с.

68. Российский союз предприятий молочной отрасли / Бюллетень ММФ

69. Рощина, Н.Н. Прикладные аспекты использования эфирных масел и терпенов в пищевых продуктах / Н.Н. Рощина //Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: Материалы. – 2010. – С. 387-391.

70. Рынок сывороточного белка в свете мировых тенденций // Бизнес пищевых ингредиентов online ноябрь 2014 года. – Электронный ресурс/http://bfi-online.ru/aviews/index.html?msg=3901.

71. Рягин, С.Н. Исследование влияния имбиря на процесс сквашивания в производстве молочных белковых продуктов / С.Н. Рягин, В.А. Овсянникова // Омский научный вестник. – 2014. – №. 3 (133).– С. 239–243.

72. Свириденко, Ю.Я. Экологические и экономические аспекты переработки молочной сыворотки / Ю.Я. Свириденко, Э.Ф. Кравченко, О.Я. Яковлева // Сыроделие и маслоделие. –2006. – № 5. – С. 40–41.

73. Свириденко, Ю.Я., Кравченко Э.Ф. Время менять стратегию / Ю.Я. Свириденко, Э.Ф. Кравченко // Переработка молока. – 2010. –№2.– С. 6–10.

74. Семьёшкина, Н.О. Пищевые стабилизаторы различного происхождения применительно к технологии взбитых творожных десертов / Н.О. Семьёшкина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. – № 5 (16). – С. 75–79.

75. Синельников Б.М., Храмцов А.Г., Евдокимов И.А., Рябцева С.А., Серов А.В. //Лактоза и ее производные. – СПб: Профессия. – 2007.–767 с.

76. Тарасенко, А. В. Инновации в технологии напитков / А. В. Тарасенко, Л. Г. Влащик // Пищевые технологии: исследования, инновации, маркетинг. – 2018 – Керчь – С. 110–111.

77. Тарасова, А.В. Перспективы использования нетрадиционного растительного сырья в технологии сывороточного напитка / А.В. Тарасова, Д. В. Ключникова

// Мат. студ. науч. Конф. за 2016 год: В 2 ч. Ч.I. Технические науки. Под ред. С.Т. Антипова; Воронеж. гос. ун-т инж. технол. - Воронеж. – 2016. – С. 148-148.

78. Тимкин, В. А., Лазарев В. А., Минухин Л. А. Определение осмотического давления молочной сыворотки / В.А. Тимкин, В.А. Лазарев, Л.А. Минухин //Аграрный вестник Урала. – 2014. – №. 3. – С. 121.

79. Толкунова, Н.Н. Влияние эфирных масел на развитие микроорганизмов / Н.Н. Толкунова, В.И. Криштафович // Мясная индустрия. – 2001. − № 5. – С. 24-26.

80. Уткин, В.П. Молочный напиток для больных сахарным диабетом / В.П. Уткин // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – Ставрополь, 2013. – Т. 3. – № 6. – С. 276–278.

81. Филонова, Г.Л. Порошкообразные смеси для инстантированных горячих напитков/ Г.Л. Филонова и др.//Пиво и напитки. – 2011. – №. 4. – С.12–15.

82. Харитонов, В.Д. Микрофильтрация – альтернативный способ продления сроков годности молочных продуктов / В.Д. Харитонов, С.Е. Димитриева, А.Ф. Зябрев, Т.А. Кравцова, Н.В. Горячий //Техника и технология пищевых производств. – 2009. – №1. – С.57–59.

83. Храмцов А.Г., Нестеренко П.Г. Безотходная переработка молочного сырья: учебное издание. – М.: КолосС. – 2008. – 200 с.

84. Храмцов, А.Г. Молочная сыворотка – ценное сырьё для производства напитков: обзор. / А.Г.Храмцов , В.Е.Жидков , Г.ИХолодов , А.Н. Пономарёв // Информ. – М.: АгроНИИТЭИММП. – 1993. – 32 с.

85. Храмцов, А.Г. Молочная сыворотка. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 240 с

86. Храмцов, А.Г. Феномен молочной сыворотки / А.Г. Храмцов. – СПб.: Профессия, 2011. – 804 с.

87. Шалтумаев Т. Ш., Сергеев А. А. Методические указания по выполнению лабораторных работ.

88. Шириков, В.Ф. Математическая статистика : учеб. пособие / В.Ф. Шириков, С.М. Зарбалиев. – М.: Колосс, 2009. – 480 с.

89. Янковская В.С. Разработка квалиметрической модели прогнозирования показателей качества и безопасности творожных продуктов : дис. … канд. тех. наук : 05.02.23 / Янковская Валентина Сергеевна. – Москва, 2008. – 221 с.
90. Abbot, J. Application of reverse osmosis to the manufacture of dried whole milk and skim milk /J. Abbot et al. //J. Dairy Res. – 1979. – Vol.46. – P. 663.
91. Agarkova, E.Yu. Whey protein hydrolysate and pumpkin pectin as nutraceutical and prebiotic components in functional mousse with antihypertensive and bifidogenic properties / E. Yu. Agarkova, A.G. Kruchinin, O.A. Glazunova, T.V. Fedorova // Nutrients. – 2019. – № 11(2030).
92. Aly, S.E. Assessment of antimycotoxigenic and antioxidant activity of star anise (Illicium verum) in vitro / S. E. Aly et al. //Journal of the saudi society of agricultural sciences. – 2016. – Vol. 15. – №. 1. – P. 20-27.
93. Amaral, T. N. Blends of Pereskia aculeata Miller mucilage, guar gum, and gum Arabic added to fermented milk beverages / T. N. Amaral et al. //Food Hydrocolloids. – 2018. – Vol. 79. – P. 331-342.
94. Atra R. et al. Investigation of ultra-and nanofiltration for utilization of whey protein and lactose //Journal of food engineering. – 2005. – Vol. 67. – №. 3. – P. 325–332.
95. Barba, D. Minimizing water use in diafiltration of whey protein concentrates / D. Barba, F. Beolchini, F.Veglio // Separation Science and Technology. – 2000. – Vol. 35. – №. 7. – P. 951–965.
96. Bilal, M. Characteristic features and dye degrading capability of agar agar gel immobilized manganese peroxidase / M. Bilal et al. //International Journal of Biological Macromolecules. – 2016. – Vol. 86. – P. 728-740.
97. Brans, G. Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges / G. Brans, C.Schroen, R. Van der Sman, R. Boom // Journal of Membrane Science. – 2004. – Vol .243(1). – P. 263 – 272.
98. Cavanagh, H. M. A. Lavender essential oil: a review / H. M. ACavanagh , J. M. Wilkinson //Australian infection control. – 2005. – Vol. 10. – №. 1. – P. 35–37.

99.Chai, M. Separation and concentration of milk proteins with a submerged membrane vibrational system/ M. Chai, Y. Ye., V. Chen //Journal of membrane science. – 2017. – Vol. 524. – P. 305 – 314.

100. Chrubasik, S. Zingibers Rhisoma: a comprehensive review on the ginger and efficacy profiles / S.Chrubasik, M.H. Pittler, Bd.Roufogalis // Phytomedicine. –2005. –№ 12. –С. 684– 701.

101. Clemente, I. Antimicrobial properties and mode of action of mustard and cinnamon essential oils and their combination against foodborne bacteria / I. Clemente et al. //Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2016. – Vol. 36. – P. 26–33.

102. Deans, S. G. 15 Antimicrobial properties of lavender volatile oil / S. G.Deans //Medicinal and aromatic plants–industrial profiles. – 2002. – С. 171.

103. Dillard, C.J. Phytochemicals: nutraceuticals and human health / C.J. Dillard, J.B. German // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2000. – Vol. 80. – №. 12. – P. 1744–1756.

104. Galante, M. Microstructural and textural properties of rennet-induced milk protein gel: Effect of guar gum / M. Galante et al. //International journal of food properties. – 2017. – Vol. 20. – №. sup3. – P. S2569-S2578.

105. Gancz, K. Interactions of high methoxyl pectin with whey proteins at oil/water interfaces at acid pH / K. Gancz, M. Alexander, M. Corredig //Journal of agricultural and food chemistry. – 2005. – Vol. 53. – №. 6. – P. 2236–2241.

106. Gao, W. Membrane fouling control in ultrafiltration technology for drinking water production: a review / W. Gao, H. Liang, J. Ma, M. Han, Z.-L. Chen, Z.-S. Han, G.-B. Li // Desalination. – 2011. – Vol. 272. – №. 1-3. – P. 1–8.

107. Glover, F. A. Concentration of milk by ultrafiltration and reverse osmosis / F. A. Glover //Journal of Dairy Research. – 1971. – Vol. 38. – №. 3. – P. 373–379.

108. Han Y., Yu M., Wang L. Physical and antimicrobial properties of sodium alginate/carboxymethyl cellulose films incorporated with cinnamon essential oil / Y. Han, M. Yu , L. Wang //Food Packaging and Shelf Life. – 2018. – Vol. 15. – P. 35–42.

109. Hilbig, J. Physical and antimicrobial properties of cinnamon bark oil co-nanoemulsified by lauric arginate and Tween 80 / J. Hilbig et al. //International journal of food microbiology. – 2016. – Vol. 233. – P. 52–59.

110. Hu, Y. Towards stable operation of a dynamic membrane bioreactor (DMBR): operational process, behavior and retention effect of dynamic membrane / Y. Hu,, X.C. Wang, W. Tian, , H.H. Ngo, R. Chen //Journal of Membrane Science. – 2016. – Vol. 498. – P. 20–29.

111. Hwang, K.J. Disk structure on the performance of a rotating-disk dynamic filter: a case study on microalgae microfiltration / K.J. Hwang, S.E. Wu // Chemical Engineering Research and Design. – 2015. – Vol. 94. – P. 44–51.

112. Jianu, C. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of lavender (Lavandula angustifolia) and lavandin (Lavandula x intermedia) grown in Western Romania / C. Jianu et al. //International journal of agriculture and biology. – 2013. – Vol. 15. – №. 4.

113. Jolad, S. D. Fresh organically grown ginger(Zingiber officinale): composition and effects on LPS-induced PGE2 production / S. DJolad, R. CLantz, A. M. Solyom, G. J. Chen // Phytochemistry. –2004. – № 65. – P. 1937-1954.

114. Khole, S. Bioactive constituents of germinated fenugreek seeds with strong antioxidant potential / S. Khole et al. //Journal of functional foods. – 2014. – Vol. 6. – P. 270–279.

115. Lara-Espinoza, C. Pectin and pectin-based composite materials: Beyond food texture / C. Lara-Espinoza et al. //Molecules. – 2018. – Vol. 23. – №. 4. – P. 942.

116. Lin, J. Fractionation of direct dyes and salts in aqueous solution using loose nanofiltration membranes / J. Lin, W. Ye, H. Zeng, H. Yang, J. Shen, S. Darvishmanesh, P. Luis, A. Sotto, B. Van der Bruggen // Journal of Membrane Science. – 2015. – Vol. 477. – P. 183–193.

117. Lin, J. Tight ultrafiltration membranes for enhanced separation of dyes and Na2SO4 during textile wastewater treatment /J. Lin et al. //Journal of Membrane Science. – 2016. – Vol. 514. – P.217–228.

118. Lis-Balchin M. (ed.). Lavender: the genus Lavandula. – CRC press, 2003.

119. Liu, D. Collagen and gelatin / D. Liu et al.//Annual review of food science and technology. – 2015. – Vol. 6. – P. 527–557.

120. Lü, F. Physical and antimicrobial properties of cinnamon oil/alginate film /F. Lü, YDing, X. Ye //Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2012. – Vol. 28. – №. 2. – P. 268-272.

121. Luo, J. Application of NF-RDM (nanofiltration rotating disk membrane) module under extreme hydraulic conditions for the treatment of dairy wastewater / J. luo, L. Ding, Y. Wan, P. Paullier, M.Y. Jaffrin // Chemical engineering Journal. – 2010. – Vol. 163.– P. 307–316.

122. Luo, J. Influence of pH on treatment of dairy wastewater by nanofiltration using shear-enhanced filtration system / J. Luo, L. Ding, // Desalination. – 2011. – Vol.. 278. – №. 1-3. – P. 150–156.

123. Luo, J. Threshold flux for shear-enhanced nanofiltration: experimental observation in dairy wastewater treatment / J. Luo, L. Ding, Y. Wan, M.Y. Jaffrin // Journal of Membrane Science. – 2012. – Vol. 409. – P. 276–284.

124. Makardij, A., Chen X. D., Farid M. M. Microfiltration and ultrafiltration of milk: some aspects of fouling and cleaning / A. Makardij, X.D. Chen, M.M. Farid //Food and bioproducts processing. – 1999. – Vol. 77. – №. 2. – P. 107-113.

125. Meng, S. et al. Transparent exopolymer particles (TEP) and their potential effect on membrane biofouling / S. Meng et al. //Applied microbiology and biotechnology. – 2013. – Vol.97. – №. 13. – P. 5705–5710.

126. Meng, S. New insights into transparent exopolymer particles (TEP) formation from precursor materials at various Na+/Ca2+ ratios / S. Meng, Y. Liu // Scientific reports. – 2016. – Vol. 6. – P. 19747.

127. Meng, S. Transparent exopolymer particles (TEP) and their potential effect on membrane biofouling / S. Meng, M. Rzechowicz, H. Winters, A.G. Fane, Y. Liu // Applied microbiology and biotechnology. – 2013. – Vol. 97. – №. 13. – P. 5705-5710.

128. Meng, S., Liu Y. Alginate block fractions and their effects on membrane fouling /S. Meng, Y. Liu // Water research. – 2013. – Vol.47. – №. 17. – P. 6618–6627.

129. Milton, C. Separation and concentration of milk proteins with a submerged membrane vibrational system / C. Milton, Y. Ye, C. Vicki // Journal of membrane science. – 2017. – Vol. 524. –P. 305–314.

130. Niketić, G.B. Dijetetski napici od surutke / G.B.Niketić, M.B. Rakić // Prehramb. Ind. – 2000. – 11. – № 3–4. – P. 85–86. %(59)

131. Nikmaram, N. et al. Application of plant extracts to improve the shelf-life, nutritional and health-related properties of ready-to-eat meat products / N. Nikmaram et al. // Meat science. – 2018. – Vol. 145. – P. 245–255.

132. Ostojić, S. et al. Processing of whey from dairy industry waste / S. Ostojić et al. //Environmental Chemistry Letters. – 2005. – Vol. 3. – №. 1. – P. 29–32.

133. Poorasgari, E. Compressibility of fouling layers in membrane bioreactors / E. Poorasgari, T.V. Bugge, M.L. Christensen, M.K. Jørgensen // Journal of Membrane Science. – 2015. – Vol. 475. – P. 65–70.

134. Rayess, Y.E. Wine clarification with Rotating and Vibrating Filtration (RVF): investigation of the impact of membrane material, wine composition and operating conditions / Y.E. Rayess, Y. Manon, N. Jitariouk, C. Albasi, M.M. Peuchot, A. Devatine, L. Fillaudeau // Journal of Membrane Science. – 2016. – Vol. 513. – P. 47–57.

135. Roller S., Ernest N., Buckle J. The antimicrobial activity of high-necrodane and other lavender oils on methicillin-sensitive and-resistant Staphylococcus aureus (MSSA and MRSA) / S. Roller, N. Ernest, J. Buckle // The Journal of Alternative and Complementary Medicine. – 2009. – Vol.15. – №. 3. – P. 275-279.

136. Román, A. Modeling of diafiltration processes for demineralization of acid whey: an empirical approach / A. Román et al. //Journal of Food Process Engineering. – 2012. – T. 35. – №. 5. – C. 708–714.

137. Sharma, G. Guar gum and its composites as potential materials for diverse applications: A review / G. Sharma et al. //Carbohydrate polymers. – 2018. – Vol. 199. – P. 534-545.

138. Upakovano.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.upakovano.ru/articles/391301.

139. Wang, D. Fruit softening: revisiting the role of pectin / D. Wang et al. //Trends in Plant Science. – 2018. – Vol. 23. – №. 4. – P. 302-310.

140. Wichtl, M. et al. Herbal drugs and phytopharmaceuticals: a handbook for practice on a scientific basis / M. Wichtl et al. – Medpharm GmbH Scientific Publishers, 2004. – №. Ed. 3.

141. Zhang, W. A review on flux decline control strategies in pressure-driven membrane processes / W. Zhang, J. Luo, L. Ding, M.Y. Jaffrin // Industrial & Engineering Chemistry Research. – 2015. – Vol. 54. – №. 11. – P. 2843–2861.

142. Zhang, W. Application of UF-RDM (Ultafiltration Rotating Disk Membrane) module for separation and concentration of leaf protein from alfalfa juice: Optimization of operation conditions. / W. Zhang, L. Ding, N. Grimi, M. Y. Jaffrin, B.Tang // Separation and Purification Technology – №175. – 2017. – P. 365–375.

143. Zhang, W. Removal of phenol from synthetic waste water using Gemini micellar-enhanced ultrafiltration (GMEUF), / W. Zhang, G. Huang, J. Wei, H. Li, R. Zheng, Y. Zhou // Journal of hazardous materials. – 2012. – Vol. 235. – P. 128–137.

144. Zhao, J. The application of agar oligosaccharides in directly acidified milk drinks / J. Zhao et al. //Food Hydrocolloids. – 2018. – Vol. 77. – P. 421-426.

145. Zick, S. M. Quantitation of 6-, 8- and 10-Gingerols and 6-Shogaol in Human Plasma by High-Performance Liquid Chromatography with Electrochemical Detection / S. M. Zick et al. // International journal of biomedical science: IJBS. – 2010. – Vol. 6. – №. 3. – P. 233.

146. Zimmerman D. W., Zumbo B. D. Increasing the power of tests of location and correlation by transforming scores to ranks and indicators // Journal of General Psychology. –1992. –Vol. 119. – Issue 4. – P. 409–418

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Дескрипторы органолептической оценки сывороточных концентратов с внесенными экстрактами пряных растений

Наименование характеристики	Значение характеристики
Консистенция	
Наличие посторонних включений	от 1 до 5
Однородность	от 1 до 5
Вкус	
Кислый	от 1 до 5
Соленый	от 1 до 5
Горький	от 1 до 5
Химический	от 1 до 5
Лекарственный	от 1 до 5
Насыщенность вкуса	от 1 до 5
Прогорклый (окисленный)	от 1 до 5
Посторонний	от 1 до 5
Стойкость послевкусия	
Привлекательное	от 1 до 5
Непривлекательное	от 1 до 5
Запах	
Молочный	от 1 до 5
Кисломолочный	от 1 до 5
Кислый	от 1 до 5
Интенсивность запаха	от 1 до 5
Прогорклый (окисленный)	от 1 до 5
Посторонний	от 1 до 5
Цвет	
Свойственный сыворотке	от 1 до 5
Неестественный	от 1 до 5
Общая предпочтительность	от 1 до 5
Сумма всех баллов	

1 балл – признак отсутствует
2 балла – интенсивность характеристики очень слабая (на грани порога распознавания)
3 балла – интенсивность характеристики слабая, но хорошо распознаваемая
4 балла – интенсивность характеристики умеренная
5 баллов – интенсивность характеристики очень сильная

Приложение Б

Анкета №1

Анкета потребительских предпочтений

Данная анкета призвана определить предпочтения потенциальных потребителей сквашенных напитков на основе концентратов белков молочной сыворотки с концентратами пряных трав

Основная цель опроса – выяснить актуальность разработки сквашенных напитков на основе концентратов белков молочной сыворотки с концентратами пряных трав*

*- участие в опросе анонимное, результаты будут учтены при совершенствовании рецептур сывороточных напитков

1. Ваш пол: ___ жен ___ муж
2. Ваш возраст: ___от 18 до 25 лет ___26-50 лет ___более 50 лет
3. Укажите Вашу сферу деятельности, нужное подчеркнуть:
   (государственный служащий, предприниматель, рабочий, студент)
   Другое_____
4. Как часто Вы употребляете кисломолочные (сквашенные) продукты?
   ___ каждый день ___ 2-3 раза в неделю ___ 1 раз в месяц ___ не употребляю
5. Как часто Вы употребляете напитки на основе молочной сыворотки?
   ___ каждый день ___ 2-3 раза в неделю ___ 1 раз в месяц ___ не употребляю
6. Почему Вы приобретаете продукты на основе молочной сыворотки? (выберите один или несколько вариантов)
   ___вкусно ___ полезно
   ___ соблюдаю диету ___ разнообразить свой рацион питания
   Другое_____
7. Что Вас не устраивает в напитках на основе молочной сыворотки из существующих на рынке? (выберите один или несколько вариантов)
   ___ цена ___ минимальная польза ___ сенсорные характеристики
   Другое _____
8. Как Вы относитесь к новым молочным продуктам, содержащим не традиционные для молочной промышленности ингредиенты?
   ___ хорошо ___плохо ___ с интересом ___ настороженно
9. Что для Вас является определяющим фактором при выборе кисломолочного продукта на полке магазина? (выберите один или несколько вариантов)
   ___ Низкая цена
   ___ Польза:
   __ отсутствие искусственных добавок, консервантов
   __ сбалансированный состав
   __ натуральные добавки с полезными эффектами
   __ состав заквасочной микрофлоры
   __ хорошая усвояемость
   __ энергетическая ценность
   __ бренд
   __ широкий ассортиментный ряд
   __ привлекательная упаковка
   __ вкус
   __ цвет
   __ запах
   __ консистенция
   Другое _____
10. Если Вы уверены, что продукт полезен, но имеет непривлекательный внешний вид, насколько высока вероятность покупки?
    ___ 100 % ___ 75-99 % ___ 50-74 % ___ 25-49 % ___ 1-24 % ___ не куплю

Приложение В

Анкета №2

Номер сравниваемого показателя качества сывороточного напитка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$a_{ij}^{/}$
1	X										
2		X									
3			X								
4				X							
5					X						
6						X					
7							X				
8								X			
9									X		
10										X	-
$a_{ij}^{//}$	-										

Сравнительные показатели качества объекта

№1	Вкус	№6	Длительный срок годности
№2	Запах	№7	Биологическая ценность
№3	Однородная консистенция	№8	Отсутствие консервантов, красителей и ароматизаторов
№4	Цвет	№9	Низкая калорийность
№5	Отсутствие синерезиса	№10	Низкая стоимость

Приложение Г

Частота превалирования каждого из показателей качества концентрированных сывороточных напитков для всех опрошенных

Сравниваемые показатели / Номер анкеты	Вкус	Запах	Однородная консистенция	Цвет	Отсутствие синерезиса	Длительный срок годности	Биологическая ценность	Отсутствие консервантов, красителей и ароматизаторов	Низкая калорийность	Низкая стоимость	Возраст опрашиваемого, группа
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	
1	10	3	4	4	3	5	8	4	4	5	В
2	10	2	6	1	4	9	7	6	7	8	В
3	10	4	5	3	8	7	8	4	5	1	Б
4	7	3	4	1	9	7	8	5	3	2	Б
5	8	3	8	2	9	4	8	6	2	2	В
6	10	5	6	0	5	5	9	4	3	2	Б
7	10	5	5	2	7	7	8	1	4	1	А
8	10	1	7	2	7	6	10	5	3	4	А
9	6	1	9	1	4	6	10	2	3	4	Б
10	7	2	8	2	8	5	10	5	2	2	А
11	10	2	4	4	7	3	7	9	2	1	Б
12	9	2	9	3	6	6	8	6	2	4	А
13	8	5	4	0	7	5	10	5	2	4	Б
14	7	4	5	1	8	6	7	5	4	7	Б
15	10	10	6	4	6	6	8	6	2	4	Б
16	8	2	5	1	6	6	9	6	2	6	Б
17	4	1	7	3	10	2	7	6	1	4	В
18	5	0	6	2	8	1	10	5	5	4	Б
19	7	2	7	1	8	3	9	5	3	6	В
20	8	3	3	1	8	4	10	6	3	7	Б
21	8	4	8	0	10	3	7	3	2	3	А
22	10	4	6	1	6	8	6	5	2	6	Б
23	10	2	4	1	7	6	9	4	5	8	Б
24	6	8	2	2	8	7	9	5	2	8	А
25	10	2	3	0	4	7	7	4	1	6	А
26	10	2	7	0	7	6	5	7	1	3	Б
27	10	2	2	1	6	9	10	5	4	5	А
28	10	1	4	0	8	5	7	6	2	7	А
29	8	1	3	3	7	4	10	9	1	0	А
30	6	2	7	2	6	1	9	10	4	2	Б

Сравниваемые показатели / Номер анкеты	Вкус	Запах	Однородная консистенция	Цвет	Отсутствие синерезиса	Длительный срок годности	Биологическая ценность	Отсутствие консервантов, красителей и ароматизаторов	Низкая калорийность	Низкая стоимость	Возраст опрашиваемого, группа
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	
31	8	3	6	0	6	2	8	10	5	5	Б
32	10	5	6	0	8	3	4	9	4	6	Б
33	5	3	3	3	5	7	9	10	6	3	А
34	6	3	8	0	7	4	10	9	5	2	А
35	7	1	4	3	6	1	10	8	7	3	А
36	8	4	4	2	5	5	9	10	4	0	Б
37	8	1	4	0	9	6	10	7	3	2	В
38	6	4	10	3	8	0	6	6	6	2	Б
39	6	3	7	3	8	3	9	9	1	0	А
40	9	3	6	0	8	4	8	8	1	3	Б
41	8	4	6	1	8	7	9	5	1	2	Б
42	9	3	4	1	5	6	9	4	0	6	В
43	10	3	7	3	4	8	6	3	6	3	Б
44	10	4	8	4	6	6	7	1	0	2	Б
45	8	5	7	1	8	5	6	3	0	5	Б
46	10	5	3	2	7	6	7	9	0	1	В
47	10	2	7	4	5	6	7	2	3	5	В
48	7	3	8	3	7	5	7	0	2	7	А
49	9	2	5	1	9	4	7	4	0	3	В
50	10	2	6	1	8	7	7	5	0	6	В
51	8	3	5	1	10	7	8	5	0	5	В
52	10	1	9	1	8	6	6	4	3	5	В
53	10	3	7	0	6	6	6	0	6	4	А
54	10	2	4	0	9	7	6	6	2	5	А
55	9	2	7	3	10	7	9	3	2	4	А
56	9	2	5	1	9	5	6	6	1	6	А
57	8	2	4	1	10	7	7	5	1	5	Б
58	9	2	8	1	9	6	7	6	2	4	Б
59	10	1	6	1	7	5	7	7	1	6	Б
60	8	2	4	1	8	8	8	6	0	4	Б
61	9	3	4	2	7	8	8	4	0	5	Б
62	8	2	4	0	9	6	7	8	2	3	В

Сравниваемые показатели / Номер анкеты	Вкус	Запах	Однородная консистенция	Цвет	Отсутствие синерезиса	Длительный срок годности	Биологическая ценность	Отсутствие консервантов, красителей и ароматизаторов	Низкая калорийность	Низкая стоимость	Возраст опрашиваемого, группа
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	
63	9	2	5	0	8	5	6	4	2	5	В
64	10	2	5	0	7	4	9	4	7	1	А
65	10	1	5	2	6	6	7	5	1	4	А
66	6	4	8	3	10	2	9	4	0	5	Б
67	9	4	4	1	8	2	10	6	0	5	В
68	8	1	5	1	7	6	10	7	1	3	А
69	10	1	5	0	7	5	7	5	4	7	В
70	10	6	5	3	9	6	5	2	0	7	А
71	10	1	3	1	7	8	6	4	6	4	Б
72	8	5	4	3	7	2	7	4	0	7	Б
73	10	2	5	1	5	7	7	6	0	7	В
74	5	4	3	4	4	1	7	10	8	9	Б
75	9	4	4	0	8	8	6	7	2	3	Б
76	8	8	5	7	4	0	10	9	2	1	А
77	8	3	4	3	7	6	6	5	4	5	Б
78	10	3	5	3	5	4	8	8	2	4	Б
79	10	3	7	1	8	7	4	5	1	4	А
80	10	6	4	0	7	4	4	6	2	4	А
81	5	3	3	1	0	6	9	8	10	6	А
82	5	6	2	3	0	8	10	8	3	4	А
83	9	5	3	2	7	5	6	5	1	6	А
84	8	1	6	0	10	7	6	5	7	2	А
85	8	3	6	1	8	5	7	9	0	5	В
86	10	3	5	2	6	8	7	3	6	2	А
87	10	0	6	2	7	3	6	7	3	5	В
88	9	0	4	1	7	8	6	9	3	4	Б
89	10	3	4	5	4	8	6	2	1	9	В
90	10	7	3	1	6	6	5	6	0	3	В
91	8	3	2	1	7	6	6	5	0	10	В
92	10	5	4	2	8	5	6	8	1	0	В
93	6	4	5	0	8	4	7	7	2	5	Б
94	10	4	4	2	8	0	7	3	6	3	Б

Сравниваемые показатели / Номер анкеты	Вкус	Запах	Однородная консистенция	Цвет	Отсутствие синерезиса	Длительный срок годности	Биологическая ценность	Отсутствие консервантов, красителей и ароматизаторов	Низкая калорийность	Низкая стоимость	Возраст опрашиваемого, группа
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	
95	10	2	3	0	6	5	8	9	5	1	А
96	10	0	7	3	8	5	7	6	1	5	А
97	10	4	4	2	7	7	8	0	1	5	В
98	7	5	4	3	6	3	9	10	0	2	А
99	9	2	2	1	5	8	4	6	7	9	Б
100	8	3	1	7	9	8	7	5	0	5	А
Σa_{ij}	856	299	514	167	697	530	755	563	259	424	5064
a_i	8,56	2,99	5,14	1,67	6,97	5,30	7,55	5,63	2,59	4,24	50,64
q_i	**0,169**	**0,059**	**0,101**	**0,032**	**0,138**	**0,105**	**0,149**	**0,111**	**0,051**	**0,084**	**0,999**

$$qi = \Sigma a_i / \Sigma \sigma a_i,$$

где Σa_i – сумма баллов, присвоенных всеми экспертами по i-му показателю качества;

$\Sigma \sigma a_i$ – сумма балов, присвоенных всеми экспертами по всем показателям.

Группы анкетируемых по возрасту:

А– от 16 до 25 лет;

Б – от 25 до 45 лет;

В – от 46 до и более лет.

Приложение Д

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ» (ФГАНУ «ВНИМИ»)

ОКП 92 2280

Группа Н17
(ОКС 67.100.10)

УТВЕРЖДАЮ

Врио Директора
ФГАНУ «ВНИМИ»

_____А.Г. Галстян
личная подпись

«___» _____ 2020 г.

«НАПИТКИ СЫВОРОТОЧНЫЕ АЦИДОФИЛЬНЫЕ «АЦИДОЛАЙТ»
ТУ 10.51.56-061-00149785-2020»

Дата введения в действие – 2020 г.

РАЗРАБОТАНО
ФГАНУ «ВНИМИ»
Зав. лабораторией технологии молочно-белковых концентратов, пищевых добавок
и производства продуктов на их основе

_____Е.Ю. Агаркова
личная подпись

Ведущий научный сотрудник

_____О.Б. Федотова
личная подпись

Младший научный сотрудник

_____А.А. Агарков
личная подпись

Москва
2020

Приложение Е

ООО «Волжское молоко»
Юридический адрес: Россия. 153009, г. Иваново, ул. Лежневская, д.183, строение 11
Адрес производства: Россия. 155433 Ивановская обл., Заволжский район, с. Есиплево, ул. Нагорная, д.9
ИНН 3702711699. КПП 370201001. Р/с 40702810200000119994 в ОАО АКБ «Пробизнесбанк» г. Иваново
Тел./факс (4932) 23-05-32. E-mail: dubrava@dsn.ru

АКТ
о внедрении научно-исследовательской работы

В рамках выполнения диссертационной работы по теме «Разработка технологии напитков повышенной хранимоспособности на основе ультрафильтрационного концентрата» аспиранта ФГАНУ «ВНИМИ» Агаркова А.А. внедрены результаты научной деятельности.

24 декабря 2019 года на ООО «Волжское молоко» была выработана опытная партия напитка сывороточного ацидофильного «Ацидолайт» на основе концентрата сывороточных белков, полученного методом ультрафильтрации с вращающимся мембранным модулем. При участии Агаркова А.А. были адаптированы технологические параметры к производственным условиям: режимы концентрирования, тепловой обработки, сквашивания и т.д.

Полученный напиток полностью соответствовал требованиям, изложенным в ТУ 10.51.56-061-00149785-2020 «Напитки сывороточные ацидофильные «Аидолайт»

Директор А.В. Таранов

Исп. Белов Ю.А.

Тел. (4932) 23-71-39

Приложение Ж

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Диплом

НАГРАЖДАЕТСЯ

Агарков Александр Александрович

Лауреат конкурса на лучшую научно-исследовательскую работу

XII Международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов организаций в сфере сельскохозяйственных наук

«Интенсификация пищевых производств: от идеи к практике»

Директор Департамента координации деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук, д.б.н., чл.-корр. РАН

В.А. Багиров

ВНИИК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

24 октября 2018 г.