ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛОГОДСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МОЛОЧНОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ИМ. Н. В. ВЕРЕЩАГИНА»
(ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА)

На правах рукописи

АБАБКОВА АННА АЛЕКСАНДРОВНА

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛИЗАТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ В ТЕХНОЛОГИИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

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,
доцент А. Л. Новокшанова

Вологда-Молочное
2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…….. 4

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР……... 12

1.1 Функциональные пищевые продукты и функциональные пищевые ингредиенты…… 12

1.2 Кисломолочные продукты: традиции и функциональные качества……. 15

1.3 Пахта и обезжиренное молоко как сырье для производства функциональных кисломолочных продуктов…….. 18

1.4 Гидролизат сывороточных белков молока – ценный пищевой ингредиент…… 24

1.5 Использование пищевых волокон в технологии молочных продуктов……. 30

1.6 Заключение по литературному обзору…… 33

2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ…….. 35

2.1 Схема и организация эксперимента……. 35

2.2 Объекты и методы экспериментальных исследований…….. 36

3 ПОДБОР КОЛИЧЕСТВА ИНГРЕДИЕНТОВ И СОСТАВА ЗАКВАСКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА…….. 45

3.1 Обоснование выбора молочной основы и количества вносимого гидролизата ……. 45

3.2 Изучение закономерностей развития заквасочных микроорганизмов в присутствии гидролизата …… 60

3.3 Подбор комбинаций заквасочных микроорганизмов для получения функционального кисломолочного продукта с гидролизатом …… 79

3.3.1 Исследования сквашивания молочной основы комбинированной закваской из двух видов микроорганизмов…… 79

3.3.2 Исследования сквашивания молочной основы комбинированной закваской из трех видов микроорганизмов …….. 85
3.4 Исследования пищевой и биологической ценности продукта…….. 91
3.5 Обоснование срока годности кисломолочного продукта…….. 96
3.6 Улучшение потребительских свойств и увеличение срока хранения кисломолочного продукта путем внесения пищевого волокна…… 98
4 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ…….. 103
4.1 Технология производства кисломолочного продукта с гидролизатом…… 103
4.2 Расчет предполагаемой экономической эффективности производства кисломолочных продуктов…….. 108
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…… 113
СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ…… 115
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ……... 116
ПРИЛОЖЕНИЕ А Титулы патентов …… 132
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Титулы нормативной документации на производство продуктов…….. 134
ПРИЛОЖЕНИЕ В Акты промышленной выработки продуктов в условиях АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина…….. 138
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Протоколы испытаний продуктов в аккредитованной испытательной лаборатории…… 142

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Питание человека – один из определяющих факторов в обеспечении оптимального роста и развития организма, защите от болезней, стрессовых ситуаций и других неблагоприятных факторов окружающей среды на организм человека [1]. По данным ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» в рационах населения наблюдается дефицит животного белка. Также нарушена структура рационов питания, в частности, распространено употребление продуктов с повышенным содержанием жира и легкоусвояемых углеводов. Одной из мер по устранению таких нарушений является создание продуктов функционального питания, например, продуктов с повышенным содержанием животного белка при минимальном содержании жира [2, 3].

Продвижение принципов здорового питания, производство функциональных, специализированных продуктов питания, а также производство и использование в составе продуктов функциональных пищевых ингредиентов – важнейшая задача повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации [4, 5, 6, 7, 8].

При этом все большую важность приобретает необходимость использования новых отечественных ингредиентов, в том числе и в производстве кисломолочной продукции с функциональными свойствами. Несомненно, к таким ингредиентам следует отнести гипоаллергенный гидролизат сывороточных белков молока с глубокой степенью гидролиза (далее – гидролизат), который представляет собой смесь аминокислот, пептидов, витаминов, минералов и лактозы [9].

Белки молочной сыворотки обладают наиболее высокой биологической ценностью, а ферментативный гидролиз пептидных связей заметно улучшает их функциональные свойства и увеличивает содержание свободных аминокислот, в том числе незаменимых. Свободные аминокислоты легко всасываются через кишечную стенку и активно используются организмом на свои нужды. Следовательно, данный наполнитель является не только хорошим

источником незаменимых аминокислот, но и отличается их повышенной биодоступностью в пищеварительном канале. Это имеет существенное значение при различных нарушениях пищеварения, которые могут вызываться как заболеваниями желудочно-кишечного тракта, так и возрастными особенностями организма человека. Гидролизат белков молочной сыворотки в своем составе имеет большое количество разветвленных незаменимых аминокислот – валин, лейцин и изолейцин. Они являются источниками энергии для мышечных клеток в период восстановления и напрямую воздействуют на синтез белка в мышцах [10, 11, 12].

В связи с этим использование гидролизата в производстве продуктов питания дает возможность получить продукты с повышенной биологической ценностью [15, 16].

Низкая жирность разработанного продукта обеспечивается за счет использования в качестве молочной основы пахты и обезжиренного молока. Их массовые доли жира составляют, соответственно, 0,3 и 0,05 %, но и эти жиры уникальны по своим качествам и набору жирных кислот. В плане пищевой ценности, обезжиренное молоко и пахта – это, прежде всего источники высокоценного белка. Они являются незаменимыми в таких режимах питания, когда необходимо повышенное обеспечение белком при сохранении низкого уровня жира в рационе [13, 14].

Наиболее усвояемая форма молочных продуктов – ферментированные продукты. Важным достоинством данных продуктов является молочнокислое сквашивание. Кисломолочные продукты и в особенности пробиотические усваиваются значительно легче и быстрее, чем молоко [17]. Кисломолочные продукты содержат необходимые для организма питательные вещества в легкоусвояемой форме, нормализуют микрофлору кишечника, препятствуют дисбактериозу, улучшают пищеварение, способствуют укреплению иммунитета.

Пищевые волокна в настоящее время являются незаменимым компонентом в рационах питания человека [18]. Используемое в

исследованиях пищевое волокно Citri-Fi (далее – пищевое волокно) представляет собой высушенный диетический клеточный материал апельсиновой мякоти, полученный путем механической обработки без использования химических реагентов. При этом получается открытая и расширенная структурная ячейка апельсинового волокна, связывающая и сохраняющая значительное количество воды (1 часть волокна соединяет до 15 частей воды) на протяжении всего технологического процесса производства и хранения продукта [19]. Волокна Citri-Fi позитивно воздействуют на физиологические процессы организма человека: очищают от шлаков, снижают содержание холестерина, выводят тяжелые металлы, улучшают функционирование желудочно-кишечного тракта [20].

С заботой о здоровье населения государством разрабатываются меры по повышению заинтересованности предпринимательского сообщества в производстве пищевой продукции для здорового питания, в том числе специализированной, функциональной и обогащенной пищевой продукции со сниженным содержанием жира, сахара и соли. Разработка нового пробиотического продукта с гидролизатом сывороточных белков соответствует этим тенденциям, является своевременной и **актуальной**.

Степень разработанности темы. Создание молочных продуктов с повышенным содержанием белка для специализированного питания связано с работами научных школ Покровского А.А. и Тутельяна В.А. Теоретические и практические основы по созданию молочных продуктов функционального назначения заложены в трудах Ганиной В.И, Зобковой З.С., Остроумова Л.А., Свириденко Г.М., Тихомировой Н.А., Хамагаевой И.С., Храмцова А.Г., Шевелевой С.А. и других ученых. Использование гидролизатов сывороточных белков в производстве пищевых продуктов отражены в разработках Абрамова Д.В., Агарковой Е.Ю., Рожковой И.В., Свириденко Ю.Я., Харитонова В.Д. и других авторов.

Цель и задачи исследования. Цель настоящего исследования – научное обоснование и практическое применение гидролизата высокой степени гидролиза в технологии производства кисломолочных продуктов.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- обосновать актуальность использования и установить допустимую долю внесения гидролизата в молочное сырье, а также определить рациональный состав молочной основы для производства кисломолочных продуктов с гидролизатом;

- исследовать влияние гидролизата на процесс сквашивания молочного сырья заквасочными микроорганизмами при производстве продукта, установить рациональные варианты сочетаний микроорганизмов, обеспечивающие пробиотические свойства продукта;

- подтвердить увеличение содержания незаменимых аминокислот в кисломолочных продуктах за счет внесения гидролизата;

- установить массовую долю пищевого волокна для улучшения потребительских свойств и увеличения срока годности продукта;

- разработать технологию, рецептуры и нормативную документацию для постановки на производство кисломолочных продуктов с гидролизатом и провести промышленные выработки.

Научная новизна работы. Органолептическими и физико-химическими методами установлен допустимый интервал внесения от 1 до 3 % гидролизата в молочный продукт. Определено экспериментальным путем и подтверждено методом корреляционно-регрессионного анализа оптимальное соотношение обезжиренного молока к пахте 1:1 в производстве кисломолочных продуктов с гидролизатом. Исследованы технологические особенности процессов культивирования отдельных микроорганизмов в обезжиренном молоке и пахте при добавлении гидролизата. Доказано, что пробиотические свойства продукта с гидролизатом обеспечиваются комбинированием в составе закваски двух частей *S. salivarius subsp. thermophilus,* одной части *Bifidobacterium* и одной вариабельной части из штаммов *Lb. plantarum, Lb.*

Acidophilus или *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus*. Подтверждено повышенное содержание незаменимых аминокислот (Валин, Изолейцин, Лейцин, Лизин, Треонин и Триптофан) в продукте благодаря внесению гидролизата. Выявлено положительное влияние пищевого волокна на консистенцию продукта с гидролизатом. Определены технологические параметры производства кисломолочного продукта с гидролизатом, исследована в процессе хранения специфика формирования органолептических, физико-механических и микробиологических показателей кисломолочного продукта с гидролизатом, показатели безопасности и срок годности нового продукта. Новизна технических решений подтверждена патентами (Приложение А).

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты исследований влияния гидролизата на широкий спектр показателей молочного сырья и процессов сквашивания могут служить теоретической основой для его дальнейшего использования на пищевые цели, в том числе в производстве кисломолочных продуктов. Практическая значимость работы заключается в разработке и утверждении в установленном порядке нормативных документов для производства продуктов технические условия и технологическая инструкция «Кисломолочный продукт, обогащенный гидролизатом сывороточных белков» и технические условия и технологическая инструкция «Кисломолочный продукт с гидролизатом сывороточных белков и пищевым волокном» (Приложение Б). Проведены промышленные выработки продуктов в соответствие с нормативной документацией на АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина (г. Вологда, с. Молочное) (Приложение В).

Исследования выполнены в рамках реализации задания Министерства сельского хозяйства РФ «Разработка рецептур и технологий функциональных продуктов специализированного назначения на молочной основе» (№ Гос. Рег. АААА-А19-119052290045-8), на средства Гранта «Разработка рецептуры и технологии кисломолочного продукта, обогащенного гидролизатом

сывороточных белков» и областного конкурса научно-технических проектов Вологодской области «Потенциал будущего» (2017 г.).

Организация и методы исследования. В работе использованы общепринятые, стандартные и оригинальные методы, в том числе физико-химические, микробиологические и структурно-механические, а также математические методы статистической обработки результатов исследований и построения математических моделей.

Исследования выполнены на кафедре технологии молока и молочных продуктов ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА (с. Молочное, г. Вологда), на АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина.

Основные положения, выносимые на защиту:

- использование гидролизата в технологии кисломолочных продуктов как перспективное направление молочной промышленности;

- результаты комплексных исследований органолептических, физико-химических, микробиологических, структурно-механических показателей образцов в процессе определения состава продукта и подбора комбинации микроорганизмов закваски;

- технологические особенности производства продуктов с гидролизатом и результаты исследования биологической ценности.

Степень достоверности результатов подтверждается воспроизводимостью экспериментальных данных, полученных с использованием современных физико-химических, микробиологических, реологических методов исследований, и их математической обработкой, апробацией производства нового продукта в производственных условиях.

Показатели качества и безопасности нового кисломолочного продукта определены в соответствии с ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и одобрены на научно-практических конференциях, в том числе: на научно-

практической конференции «Вологодские молочные продукты – основа здорового питания» (г. Вологда, 2014 г.), международной научно-практической конференции «Научные перспективы XXI века» (г. Нефтекамск, 2015 г.), научно-практической конференции с международным участием «Спортивное питание и спортивная медицина» (г. Москва, 2015 г.), Всероссийской научно-практической конференции «Молодые исследователи – развитию молочнохозяйственной отрасли» в рамках проведения молочного форума (г. Вологда, 2017 г.). Результаты исследований получили признание на областном конкурсе научно-технических проектов Вологодской области «Потенциал будущего» (г. Вологда, 2017 г.) и Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (г. Великие Луки, 2018 г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликована 21 научная работа, в том числе 4 работы, входящие в базу данных Scopus, 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК для публикации основных материалов диссертации, патенты РФ (RU 2612317, RU 2617939).

Личное участие автора состоит в формулировании цели и задач научного исследования, постановке и проведении основного объема экспериментальных исследований, получении результатов, изложенных в диссертации по изучению свойств кисломолочного продукта с гидролизатом и пищевым волокном, в разработке рецептур и технологии новых молочных продуктов и оценке их качества и безопасности, анализе и обобщении полученных данных и интерпретации результатов работы. При участии автора подготовлены статьи и проведена работа по патентованию изобретения.

Благодарности. Автор выражает искреннюю признательность и благодарность за помощь в проведении исследований сотрудникам кафедры технологии молока и молочных продуктов ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА к.т.н, доцентам Нероновой Е.Ю., Полянской И.С. и старшему преподавателю

кафедры экономики и управления в АПК ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА Фатеевой Н.В.

Признательна директору ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН д.т.н. Топниковой Е.В., заведующему отделом биохимии, к.т.н. Абрамову Д.В. за предоставленные образцы гидролизата, а также Неповинных Н.В. д.т.н, профессору ФГОУ ВО Саратовский ГАУ за консультативную помощь.

Выражаю благодарность сотрудникам и генеральному директору АО «Учебно-опытного молочного завода» ВГМХА им. Н.В. Верещагина Молотову С.В. и заместителю генерального директора по качеству Ожигановой Е.В. за помощь в реализации промышленной апробации разработанных продуктов.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Функциональные пищевые продукты и функциональные пищевые ингредиенты

Современное развитие пищевых технологий включает в себя приоритетное направление – разработку функциональных и специализированных продуктов. Возросшая информированность потребителей, с одной стороны, и медико-биологические рекомендации, с другой, диктуют требования создания новых продуктов с гарантированно обоснованными свойствами [21].

По мере декодирования химического состава продуктов идея функционального питания стала актуальной во всем мире. Население планеты стало позиционировать пищу не только как источник отдельных макро-, микронутриентов и биологически активных веществ, но и средство профилактики и лечения некоторых заболеваний [23, 24, 25].

Термин «функциональное питание» впервые появился в Японии в 1989 году, а в 1991 году разработана концепция «пищевые продукты, специально используемые для поддержания здоровья (Food for specified health use - FOSHU — продукты, содержащие бифидобактерии, олигосахариды, пищевые волокна) [26].

В Европе идея функционального питания начала развиваться лишь с середины 90-х годов. В 1995-1998 годах был разработан итоговый документ, получивший название «Научная концепция функциональных продуктов питания в Европе» (Scientific Concepts of Functions Food in Europe). В этом документе представлено обобщенное мнение европейских специалистов по проблеме функционального питания, включая терминологические, технологические аспекты, перспективы развития этой области пищевой индустрии и т.д. [26].

На территории России еще в 1972 году разработан препарат на основе живых бифидобактерий и установлена его эффективность для профилактики и лечения острых кишечных инфекций. В 1970-1990 годах предложены

биопрепараты на основе представителей нормальной кишечной микрофлоры для профилактики и лечения острых и хронических кишечных инфекций, запоров, аллергии, нейродермитов, внутрибольничных инфекций, дисбактериозов различного происхождения [21].

В1989 году в СССР издан приказ Министерства здравоохранения России о производстве кисломолочного бифидумбактерина на всех молочных кухнях России для профилактики инфекционных заболеваний у детей раннего возраста. В настоящее время, в России, разработка функциональных пищевых продуктов осуществляется в русле концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации [26].

Появление новых молочных продуктов с различной функциональной направленностью важно, в первую очередь, для потребителей.

В настоящее время регулирование производства функциональных пищевых продуктов осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения». В данном документе сформулированы термины: функциональный пищевой продукт, пробиотический пищевой продукт, пробиотик, пребиотик, симбиотик и др. Также стандарт дает определение функционального пищевого продукта: это пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов [2, 26].

В соответствии с действующей нормативно-технической документацией, функциональные пищевые продукты предназначены не только для особых категорий граждан, но и для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения. При этом функциональные пищевые продукты должны обладать научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающими риск развития

алиментарно-зависимых заболеваний, предотвращать или восполнять дефицит питательных веществ в организме человека, и улучшать здоровье за счет наличия функциональных пищевых ингредиентов [22].

К функциональным пищевым компонентам относятся ценные и безвредные для здоровья ингредиенты с известными физико-химическими показателями, для которых выявлены и научно аргументированы полезные для сохранения и улучшения здоровья свойства, а также установлена дневная физиологическая потребность. Это растворимые и нерастворимые пищевые волокна (пектины и др.), витамины (витамин Е, фолиевая кислота и др.), минеральные вещества (кальций, магний, железо, селен и пр.), жиры и вещества, сопутствующие жирам (полиненасыщенные жирные кислоты, растительные стеролы, коньюгированные изомеры линолевой кислоты, структурированные липиды, сфинголипиды и др.), полисахариды, вторичные растительные соединения (флавоноиды/полифенолы, каротиноиды, ликопин и др.), пробиотики, пребиотики и синбиотики. В соответствии с ГОСТ Р 52349-2005 содержание функционального пищевого ингредиента в продукте должно составлять не менее 15 % от суточной потребности в расчете на одну порцию продукта [21].

Принятие нормативных документов говорит о значимости развития производства функциональных пищевых продуктов и необходимости особенной ответственности при их разработке и внедрении. В последнее время функциональные пищевые продукты являются наиболее активно развивающимся сегментом продовольственного рынка.

Идеи функционального питания близки многим исследователям. Например, Степычева Н.В. предлагает следующие положения концепции функционального питания, отраженные на рисунке 1.1.

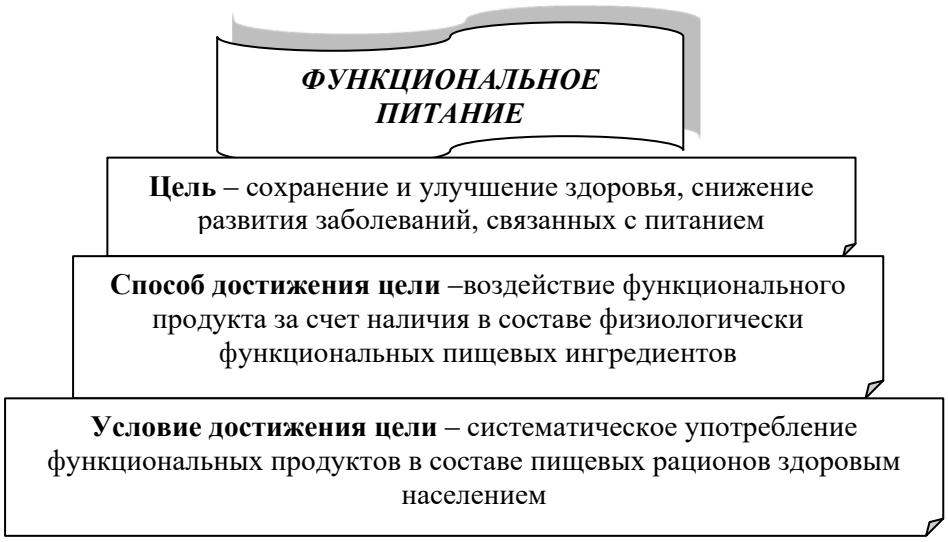


Рисунок 1.1 – Основные составляющие концепции функционального питания

По определению Тихомировой Н.А. потребительские свойства функциональных продуктов помимо пищевой ценности и вкусовых качеств, должны гарантировать физиологическое воздействие [27], благодаря которому «функциональные пищевые продукты представляются важным элементом сбалансированного, здорового питания. Они играют большую роль в оптимизации рационов питания населения как средство предупреждения, ранней коррекции и профилактики различных заболеваний. Если несбалансированный рацион питания является одним из главных факторов риска в отношении ряда неинфекционных заболеваний, то систематическое употребление разнообразных функциональных пищевых продуктов может повысить качество рациона питания как фактора, поддерживающего здоровье» [23].

Ассортимент функциональных продуктов примерно на 65 % представлен продуктами, содержащими компоненты молока. Многие исследователи единодушны во мнении, что функциональные продукты, в основе которых используется молоко, ориентированы на широкого потребителя и должны включаться в ежедневный рацион питания [27, 28, 29].

1.2 Кисломолочные продукты: традиции и функциональные качества

Сквашивание считается одним из старейших способов, который люди использовали для увеличения срока годности продуктов из молока.

Изготовление кисломолочных продуктов, возможно, началось около 10-15 тысяч лет назад, в то время, когда человечество стало переходить от собирательства к производству пищи [30].

Кисломолочный продукт – молочный продукт или молочный составной продукт, который произведен способом, приводящим к снижению показателя активной кислотности (pH), повышению показателя кислотности и коагуляции молочного белка, сквашивания молока, и (или) молочных продуктов, и (или) их смесей с немолочными компонентами, которые вводятся не в целях замены составных частей молока (до или после сквашивания), или без добавления указанных компонентов с использованием заквасочных микроорганизмов и содержат живые заквасочные микроорганизмы [31]. На рисунке 1.2 приведена традиционная классификация кисломолочных продуктов.

Рисунок 1.2 – Классификация кисломолочных продуктов

Ассортимент кисломолочных продуктов во многом обусловлен видовым составом применяемой полезной микрофлоры, входящей в состав заквасок [32].

По характеру сквашивания молока кисломолочные продукты условно подразделяют на две группы: полученные только в результате молочнокислого брожения (простокваши, ацидофильное молоко, йогурт и др.) и смешанного – молочнокислого и спиртового (кефир, кумыс и др.). Характер брожения можно изменить путем использования заквасок с разным видовым составом микрофлоры [32].

Пищевая, биологическая ценность кисломолочных продуктов, их диетические и лечебные свойства обусловлены рядом факторов: химическими свойствами сырья, микроорганизмами, участвующими в сквашивании и образуемыми метаболитами.

Химический состав и питательная ценность кисломолочных продуктов в основном определяются химическим составом молока. При сквашивании часть молочного сахара превращается в молочную кислоту. Снижение содержания лактозы в кисломолочных продуктах делает их более приемлемыми для людей, страдающих генетически обусловленной непереносимостью молока. Мелкохлопьевидная структура белка (казеина) в кисломолочных продуктах улучшает их усвояемость [33].

В отличие от всех остальных пищевых продуктов кисломолочные содержат наряду с ценными питательными веществами огромное количество живых клеток микроорганизмов (молочнокислых бактерий и др.) – до 10^9 КОЕ в 1 $см^3$. В процентном выражении живые клетки составляют до 1-2 % массы продукта. Эти бактерии и вырабатываемые ими продукты обмена обусловливают более тонкое специфическое воздействие кисломолочных продуктов на организм человека и дополнительные индивидуальные лечебные свойства того или иного продукта [32].

Обязательное употребление кисломолочных продуктов относится к факторам питания, которые нормализуют микрофлору кишечника. Во-первых, кисломолочные продукты содержат много молочной кислоты, создающей благоприятные условия для роста молочных бактерий. Во-вторых, микрофлора кисломолочных продуктов в силу своей адгезивности и антагонистичности при регулярном и длительном использовании вытесняет гнилостные и условно-патогенные виды бактерий из кишечника [34].

Приоритетным направлением в технологии молочных продуктов является производство пробиотических кисломолочных продуктов, основанное на использовании в качестве биообъектов микроорганизмов-пробиотиков [32, 35].

Пробиотические микроорганизмы являются живыми, нетоксиногенными функциональными пищевыми ингредиентами и представляют собой защитные группы кишечной микрофлоры человека, а также природные симбиотические ассоциации, которые благоприятно воздействуют на организм, нормализуя состав и активность микрофлоры пищеварительного тракта. Эффект воздействия пробиотиков реализуется через [10]:

- антагонизм в отношении патогенных, условно патогенных бактерий, дрожжей, грибов, вирусов;
- продуцирование витаминов (ниацин, пиридоксин, фолиевая кислота);
- детоксикационную функцию по отношению к радиационному воздействию, химическим загрязнителям пищи, канцерогенным и токсическим веществам, экзотическим и непривычным продуктам.

В целом пробиотическое воздействие улучшает нарушенный баланс микроорганизмов в желудочно-кишечном тракте, оптимизирует процесс пищеварения, моторную функцию кишечника, способствует активизации иммунной системы [36].

1.3 Пахта и обезжиренное молоко как сырье для производства функциональных кисломолочных продуктов

Повышение эффективности промышленной переработки молока в агропромышленном комплексе, особенно в условиях рыночной экономики, непосредственно связано с полным и рациональным использованием всех его компонентов на принципах безотходной технологии [37]. В процессе промышленной переработки молока появляются побочные продукты – обезжиренное молоко и пахта, которые относятся к промежуточным сырьевым ресурсам отрасли и в соответствии с ГОСТ Р 52738-2007 «Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения» и Технического Регламента Таможенного союза 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» имеют следующие определения:

«обезжиренное молоко» – сырье для производства продуктов переработки молока с массовой долей молочного жира менее 0,5 процента, полученное в результате отделения молочного жира от молока;

«пахта» – побочный продукт переработки молока, полученный при производстве масла из коровьего молока;

«побочный продукт переработки молока» – сопутствующий продукт, полученный в процессе производства продуктов переработки молока;

«продукт переработки молока обезжиренный» – продукт переработки молока, произведенный из обезжиренного молока, и (или) пахты, и (или) сыворотки, и (или) произведенных на их основе продуктов.

Побочные продукты переработки молока обезжиренные характеризуется уникальным, сбалансированным природой, составом и свойствами, отличающимися от исходного молока сырого. Объемы пахты и обезжиренного молока и их пищевая ценность заслуживают внимания переработчиков [13].

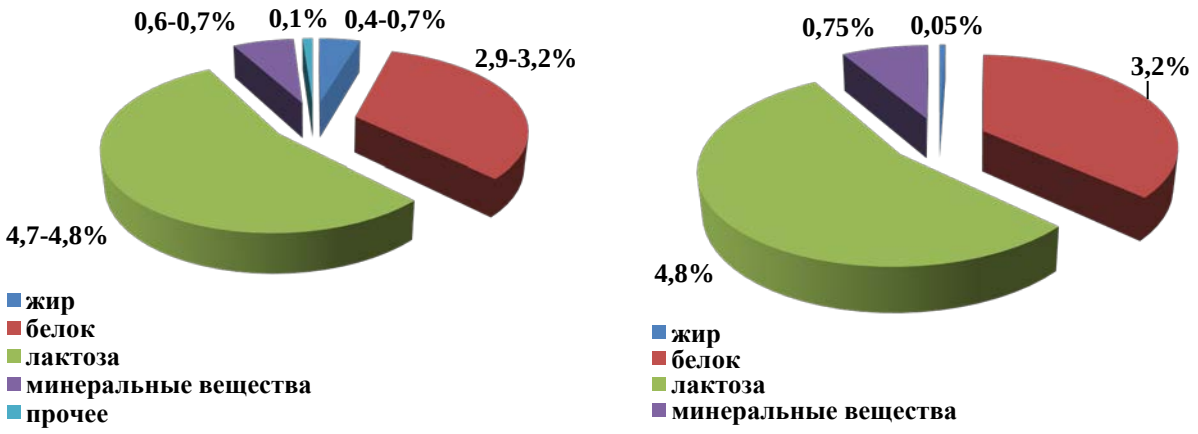
В России в год перерабатывается 15-20 млн т молока сырого. Две трети от этого объема составляет выработка побочных продуктов переработки молока. Такие продукты являются важным сырьевым запасом в производстве многих пищевых продуктов, за счет содержания в своем составе практически всего белкового, углеводного и минерального комплекса молока и до 15 % молочного жира при минимальной энергетической ценности. Как считают врачи-диетологи, пахта и обезжиренное молоко имеют высокую пищевую ценность, что требует специального подхода к организации их промышленной переработки [39].

В настоящее время в нашей стране наблюдается повышенное внимание к использованию обезжиренного молока и пахты, обладающим высокой питательной и биологической ценностью. В обезжиренное молоко и пахту переходит от 50 до 75 % сухих веществ молока. Степень перехода основных компонентов молока в пахту и обезжиренное молоко показана в таблице 1.1 [37].

Таблица 1.1 – Степень перехода основных компонентов молока в пахту и обезжиренное молоко [13]

Компоненты молока (100 %)	Степень перехода, %	
	в пахту	в обезжиренное молоко
Молочный жир	14,0	1,4
Белок, всего	99,4	99,6
в т.ч.:		
Казеин Сывороточные белки	99,5 99,6	99,5 99,8
Лактоза	99,4	99,5
Минеральные соли	99,6	99,8
Сухое вещество	72,8	70,4

«Основными и наиболее ценными компонентами пахты и обезжиренного молока являются белки, липиды (молочный жир) и углеводы (лактоза). Кроме основных компонентов в обезжиренное молоко и пахту переходят минеральные соли, небелковые азотистые соединения, витамины, ферменты, гормоны, иммунные тела, органические кислоты, т.е. практически все составные части сухого остатка молока и вода» [37]. Свойства и состав пахты зависит непосредственно от метода производства и вида вырабатываемого масла. «Усредненный состав пахты и обезжиренного молока представлен на рисунке 1.3.



а б

Рисунок 1.3 – Усредненный состав молочного сырья:
а – пахта; б – обезжиренное молоко» [38]

Как видно на рисунке 1.3, и обезжиренное молоко и пахта отличаются низким содержанием жира, благодаря чему имеют невысокую энергетическую ценность:140-160 кДж в 100 г обезжиренного молока и 130-150 кДж в 100 г пахты.

Обезжиренное молоко – это источник ценного белка. Если обезжиренное молоко направлять полностью для производства пищевых продуктов, то использование молочного белка можно значительно увеличить для пищевых нужд. Обезжиренное молоко и продукты на его основе рекомендуется употреблять всем категориям людей, в частности, населению с избыточной массой тела, пожилым и людям, ведущим малоподвижный образ жизни [38].

Аналогично и пахта считается пищевым продуктом высокой биологической активности. Пахта положительно влияет на организм человека при нарушении нормальной деятельности желудка, затрудненном и болезненном пищеварении, заболеваниях печени, почек и желудочно-кишечного тракта. Пахту можно и нужно вводить в рацион ежедневного питания людям всех возрастных групп.

«Белки обезжиренного молока и пахты представлены всеми фракциями казеина и сывороточных белков. Практически соответствуют цельному молоку и имеют тот же набор аминокислот, включая незаменимые» [38].

«Небелковые азотистые соединения обезжиренного молока и пахты представлены свободными аминокислотами, мочевиной, мочевой и гиппуровой кислотами, креатином и пуриновыми основаниями, которые являются продуктами распада нуклеиновых кислот. Из всех небелковых азотистых соединений наибольшее физиологическое значение для организма человека имеют свободные аминокислоты. Так же они являются основным источником азотистого питания молочнокислых бактерий, которые широко применяются для производства продуктов, в том числе функциональных» [43].

Пахта, получаемая при выработке масла методом периодического сбивания и методом преобразования высокожирных сливок, имеет схожий состав, исключением является массовая доля белка. При периодическом

сбивании количество белка в пахте выше, чем при методе преобразования высокожирных сливок. Также пахта, получаемая в производстве масла, методом непрерывного сбивания, отличается повышенным содержанием жира, который составляет 0,7 % [40].

«В пахте концентрируется более 70 % таких биологически активных веществ, как фосфолипиды, обладающие выраженным антисклеротическим действием. За счет своих биологических свойств фосфолипиды участвуют в нормализации жирового и холестеринового обменов, участвуют в формировании мембран клеток, входят в состав всех тканей и крови человека» [38]. Оптимальное содержание фосфолипидов в рационе взрослого человека должно составлять 5-7 г в сутки [42].

Еще одно достоинство пахты – низкое содержание холестерина (10 $см^3$ в 100 г). Жир пахты представляет собой ценнейший продукт, который содержит незаменимые жирные кислоты: линолевую, линоленовую и арахидоновую, которые, в свою очередь, препятствуют развитию атеросклероза, улучшают кровообращение и обладают кардиопротекторными свойствами [38].

«Углеводы пахты и обезжиренного молока представлены главным образом лактозой и продуктами ее гидролиза – глюкозой, галактозой» [13]

«Минеральные вещества обезжиренного молока и пахты – это органические и неорганические соединения в виде солей в свободном и связанном состоянии, аналогично цельному молоку. Все минеральные вещества подразделяются на макро- и микроэлементы. К макроэлементам относят кальций, магний, фосфор, калий, натрий и хлор. В молочном сырье они находятся в виде солей лимонной, фосфорной, молочной, соляной, серной и угольной кислот» [13].

«К микроэлементам пахты и обезжиренного молока относят: железо, медь, марганец, кобальт, йод, кремний и др.» [13].

Содержание витаминов в обезжиренном молоке и пахте (мг в 100 г) показано в таблице 1.2 [13].

Таблица 1.2 – Содержание витаминов в пахте и обезжиренном молоке [13]

Витамины	Пахта	Обезжиренное молоко
Тиамин (B_1)	0,36	0,35
Рибофлавин (B_2)	2,00	1,80
Пиридоксин (B_6)	1,60	1,50
Кобаламин (B_{12})	4,20	4,00
Аскорбиновая кислота (С)	2,70	2,30
Ретинол (А)	0,08	0,03
Токоферол (Е)	0,55	0,50
Биотин (Н)	0,01	0,01
Холин	466,00	328,00

Академик К.С. Петровский описал биологическую ценность побочных продуктов переработки молока фразой: «минимум калорий – максимум биологической ценности» [41]. Поэтому обезжиренное молоко, пахту и продукты из них можно считать биологически полноценными с диетическими свойствами.

«Значительные объемы молочного белково-углеводного сырья и его достаточно высокая питательная ценность обусловливают необходимость полного его сбора и рационального использования. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что решение этой проблемы возможно только на основе организации промышленной переработки этого вида молочного сырья в пищевые продукты, кормовые полуфабрикаты, технические и медицинские препараты» [13].

«Промышленная переработка обезжиренного молока и пахты позволяет реализовать принципы безотходной технологии, увеличить ресурсы полноценных продуктов питания, повышать экономическую эффективность производства и исключить загрязнение окружающей среды. Маркетинг готовой продукции дает заметную экономическую выгоду, примерно равную половине стоимости сырья. Безусловной составляющей организации промышленной переработки вторичного молочного сырья являются его состав, свойства и ценность по каждому виду» [13].

Ассортимент нежирных и маложирных кисломолочных напитков из обезжиренного молока и пахты требует доработки и расширения [13, 37].

Таким образом, использование пахты и обезжиренного молока для производства нового кисломолочного продукта целесообразно, из соображений улучшения пищевой и биологической ценности продукта и экономической эффективности производства.

1.4 Гидролизат сывороточных белков молока – ценный пищевой ингредиент

«В решении важнейших национальных задач по сохранению здоровья населения значительную роль играет обеспечение адекватного биологически полноценного питания всех социальных групп, разнообразие функциональных свойств продуктов. В связи с этим молочные продукты целесообразно дополнительно обогащать функциональными пищевыми ингредиентами. Мировые тенденции развития производства и потребления пищевых ингредиентов связаны с разнообразием их функций. Инновационные технологии и разработки в области пищевых ингредиентов позволяют создавать новое поколение конкурентоспособных продуктов питания» [46].

Однако, в настоящее время одной из проблем обеспечения населения качественной пищевой продукцией в Российской Федерации являются недостаточные объемы производства пищевых ингредиентов и субстанций (витаминов, аминокислот, пищевых добавок, ферментных препаратов, биологически активных веществ, заквасочных и пробиотических микроорганизмов, пребиотических веществ и др.) [4].

«Среди прочих функциональных пищевых ингредиентов особое место занимают сывороточные белки. Они содержат оптимальный набор жизненно необходимых аминокислот и с точки зрения физиологии питания приближаются к аминокислотной шкале «идеального» белка. Для ускорения обмена веществ в организме необходимо, чтобы белки поступали в виде короткоцепочечных пептидов и аминокислот. Одним из перспективных направлений получения свободных аминокислот и короткоцепочечных пептидов является гидролиз белкового сырья с целью производства белковых

гидролизатов – продуктов, содержащих ценные биологически активные соединения: полипептиды и свободные аминокислоты» [49, 50, 51].

«Гидролизу могут подвергаться как отдельные виды молочных белков – казеин, сывороточные белки, так и их смесь. Продукты гидролиза белков нашли широкое применение при выработке продуктов питания, медицинских препаратов, кормовых средств, в биотехнологической промышленности при составлении питательных сред» [37].

Разработка производства гидролизатов белков молока ведется в ряде исследовательских организаций Российской Федерации и за рубежом. В Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кемеровский государственный университет» изучается гидролиз сывороточных белков молока различными ферментными препаратами, что позволяет получить гидролизат со степенью накопления свободных аминокислот от 80 до 86 %. При этом массовая доля таких незаменимых аминокислот как лейцин, лизин и валин превышает содержание других незаменимых аминокислот [52].

В ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» проводили исследования гидролизата сывороточных белков из концентрата белка молочной сыворотки для оценки возможности его использования в составе специализированных продуктов питания со сниженной потенциальной аллергенностью [53]. В данной работе в качестве пищевого ингредиента использовали гидролизат сывороточных белков молока разработанный ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН.

Исследования ферментативного гидролиза сывороточных белков во ВНИИМС ведутся с 90-х годов прошлого века. В настоящее время специалистами института сформирована линейка продуктов с гидролизованными сывороточными белками: концентрат ферментативно модифицированных сывороточных белков, лактопептон сухой для бактериологических целей, гидролизат сывороточных белков молока для питательных сред тканевых культур, гидролизат сывороточных белков молока

лечебно-профилактического назначения «Амилакт» [51]. Характеристика этих продуктов представлена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Состав и физико-химические показатели ферментативных гидролизатов белков молочной сыворотки

Наименование показателя	Концентрат ферментативно модифицированных сывороточных белков	Лактопептон	Гидролизат сывороточных белков молока	«Амилакт»
Массовая доля влаги, %, не более	5	9	6	6
Степень гидролиза белков, %	5-8	30-40	60-65	60-65
Массовая доля азотистых веществ, % в том числе полипептидов, % пептидов, % аминокислот, %	65 58 5 2	68 7 31 30	80 - 31 49	80 - 35 45
Массовая доля лактозы, %	25	15	10	10

«Концентрат ферментативно модифицированных сывороточных белков получают из термически осаждаемых белков подсырной сыворотки (альбуминной массы) с массовой долей сухих веществ 20 %. Проведение управляемого гидролиза сывороточных белков специально подобранными протеазами позволяет улучшить функционально-технологические характеристики белковой массы: достичь однородной консистенции, снизить вязкость белковой суспензии и обеспечить возможность высушивания распылительным способом. Сухой концентрат ферментативно модифицированных сывороточных белков рекомендован к использованию в качестве заменителя сухого обезжиренного молока при производстве плавленых сыров и сливочного масла» [55].

«Лактопептон бактериологический сухой оптимизирован по составу продуктов гидролиза белков (полипептиды, пептиды, аминокислоты) с учетом метаболических потребностей микроорганизмов. Особенностью технологии лактопептона по сравнению со способом получения концентрата

ферментативно модифицированных сывороточных белков является дополнительная коагуляция нерасщепленных протеазами сывороточных белков и их отделение от гидролизата. Лактопептон широко используется в качестве источника азотного питания в рецептурах производственных питательных сред при получении вакцин и стандартных тест-культур, а также сред для определения бактерий группы кишечной палочки» [55].

«Гидролизат сывороточных белков молока характеризуется высоким уровнем протеолиза (степень гидролиза не менее 60 %). По аналогии с лактопептоном его очищают от нерастворимого белкового остатка. Гидролизат сывороточных белков молока используется в составе питательных сред для культивирования клеток животных, вирусов и тканевых культур в качестве заменителя гидролизата лактальбумина» [55].

«Технология гидролизата сывороточных белков молока была усовершенствована при разработке способа получения концентрата «Амилакт». Его особенностью является очистка белкового гидролизата от небелковых веществ – лактозы и минеральных солей. «Амилакт» использован при разработке продуктов лечебно-профилактического назначения для людей, страдающих ишемической болезнью сердца, гепатитом, гипертонией, сахарным диабетом, дисбактериозом» [55].

Как известно, молочные белки и сывороточные белки, в частности, проявляют иммунореактивность, но она утрачивается после разрушения третичной структуры. Поэтому гидролиз сывороточных белков снижает их первоначальный аллергенный потенциал. В результате в белковых молекулах происходят конформационные переходы, приводящие к изменению перевариваемости белков и разрушению или ограничению доступа к антигенным эпитопам [56].

Одна из последних разработок ВНИИМС – гипоаллергенный гидролизат сывороточных белков молока. Сырьем служит альбуминная масса, получаемая из сладкой подсырной сыворотки. Гидролиз проводят комплексом протеаз поджелудочной железы животных, а также эндопротеаз и

экзопептидаз микробного происхождения (Protamex и Flavourzyme, Novozymes A/S, Дания).

Снижение аллергенных свойств до 17000 раз по сравнению с нативными сывороточными белками подтверждено методом гель-фильтрации высокого разрешения в НИИ детского питания – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». При этом выявлено три области белковых веществ с молекулярными весами более 4,5 (31,1±7,8 %), от 1,7 до 4,5 (21,48±5,46 %) и менее 1,7 (50,4±6,4 %) кДа. НИИ детского питания – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» разработал и запатентовал рецептуру молочного стерилизованного продукта «Спортивный» с гидролизатом гипоаллергенный для питания школьников [57].

Гидролизаты сывороточных белков повышают аминокислотный профиль продукта и являются богатым источником незаменимых разветвлено цепочечных аминокислот, а также серосодержащего цистеина, необходимого для синтеза глутатиона – мощного антиоксиданта, защищающего организм от свободных радикалов и некоторых токсинов. Пептиды, присутствующие в составе гидролизатов, катализируют протекание анаболических процессов в организме [56]. Потребление гидролизатов белков сохраняет положительный азотистый баланс, что является решающим фактором для нормального функционирования организма.

Содержание свободных аминокислот, которые отличаются повышенной биодоступностью в пищеварительном канале, легко всасываются через кишечную стенку и активно используются организмом на свои нужды, достигает 33 % данном гидролизате. Гидролизат богат аргинином, гистидином, метионином, лизином, треонином, триптофаном и цистеином. На долю незаменимых аминокислот приходится большая часть от общего количества – 51,83 %. Так же в гидролизате содержится большое количество разветвленных аминокислот – валина и лейцина – 6,7 и 14,5 % соответственно. Они являются источниками энергии для мышечных клеток в период восстановления и напрямую воздействуют на синтез белка в мышцах.

Гидролизат сывороточных белков прошел клинические испытания в медицинских учреждениях для лечения и реабилитации больных с различной степенью белково-энергетической недостаточности. Установлено его положительное влияние при комплексном лечении хронического гепатита, ишемической болезни сердца, гипертонической болезни, сахарного диабета, дисбактериоза и синдрома раздраженного кишечника [58].

Усиленное белковое питание требуют организмы людей с различных нарушениями пищеварения, которые могут вызываться как заболеваниями желудочно-кишечного канала, так и возрастными особенностями организма человека. Но в таких случаях снижена активность пищеварительных ферментов, протеолиз в тонком кишечнике проходит неполностью и нерасщепленный белок поступает в толстый отдел кишечника, где не секретируются пищеварительные соки, но присутствуют аэробные и анаэробные микроорганизмы, под влиянием которых белки подвергаются гниению [54].

Продукты, образующиеся при гниении белков, являются ядовитыми (фенол, крезол, индол, скатол и др.), но всасываются через слизистую оболочку кишок и поступают в кровеносную и лимфатическую системы [59, 60].

Часть этих веществ инактивируется в печени при участии специфических ферментов, но это дополнительная нагрузка на печень. Необезвреженные в печени ядовитые продукты разносятся по всему организму, тем самым отравляя его органы, ткани и клетки [59, 60].

Снижение активности протеиназ пищеварительного тракта распространено не только у пожилых людей, но и у детей первого года жизни. Активность пищеварительных ферментов может снижаться из-за присутствия ингибиторов природного или экзогенного характера в продуктах и воде. Также скорость гидролиза белков зависит от вида продукта.

По данным ВОЗ одни из самых легко усваиваемых белков – это белки молока и молочных продуктов, в том числе и сывороточные белки. Поэтому гидролизат сывороточных белков можно позиционировать не только как

пищевой наполнитель, но и как функциональный ингредиент, который принимает участие в поддержании деятельности желудочно-кишечного тракта, оказывает профилактическое действие при устойчивости организма к онкологическим патологиям толстой кишки и проявляет эффект поддержания иммунной системы, за счет снижения аллергенности.

1.5 Использование пищевых волокон в технологии молочных продуктов

Отношение к пищевым волокнам за последние десятилетия неоднократно пересматривалось. Еще во второй половине 20 века клетчатка и другие сложные углеводы воспринимались только в качестве балласта и любыми способами переработки их пытались удалить из растительного сырья.

Только в 80-е годы прошлого столетия использование пищевых волокон в рационе человека начали рассматривать как новую и интересную концепцию нутрициологии. В Англии выходит в свет руководство по высоковолокнистой диете, основанной на употреблении непросеянной муки зерновых и при достаточном содержании в рационе овощей и фруктов. Одновременно начинается изучение действия пищевых волокон на организм человека и введение их в профилактические и лечебные рационы питания. Академик А.М. Уголев разработал теорию адекватного питания, в которой указывал, что пищевые волокна являются необходимыми веществами пищи, которые крайне необходимы для нормального функционирования пищеварительной системы и организма в целом. Пищевые волокна следует рассматривать как метод профилактики и лечения патологий желудочно-кишечного тракта и поддержания здоровья организма человека [62].

Понятие «пищевые волокна» впервые было введено в научный обиход E.H. Hipsley в 1953 году. Считается, что пищевые волокна — это «остатки растительных клеток, способные противостоять гидролизу, осуществляемому пищеварительными ферментами человека» [62]. Другое определение характеризует пищевые волокна как высокомолекулярные углеводы

растительной природы, устойчивые к перевариванию и усвоению в желудочно-кишечном тракте. Пищевые волокна бывают грубые, диетические, неочищенные растительные, синтетические непищевые и остатки [62]. Большинство волокон являются некрахмальными полисахаридами.

В настоящее время пищевые волокна входят в число соединений с установленным физиологическим действием на организм [110].

Присутствие пищевых волокон в пищеварительном тракте человека улучшает его работу и тем самым ускоряет продвижение пищи и очищает кишечник. К тому же волокна адсорбируют на себя токсины и шлаки и выводят из организма ионы тяжелых металлов, в том числе радиоактивные элементы, канцерогенные вещества [62]. «Необходимое потребление пищевых волокон для человека составляет 25-35 г в сутки для оптимального функционирования желудочно-кишечного тракта» [60]. В России, по статистике, такого уровня употребления не достигается. Вследствие чего возникает необходимость увеличивать поступление пищевых волокон в организм человека [60].

Другое решение проблемы нехватки пищевых волокон а рационе – обогащение пищевых продуктов, что сделает питание более сбалансированным. Современные технологии предлагают большое разнообразие пищевых волокон. В зависимости от физико-химических свойств, методов выделения, вида сырья, степени микробной ферментации пищевые волокна можно классифицировать следующим образом (рисунок 1.4).

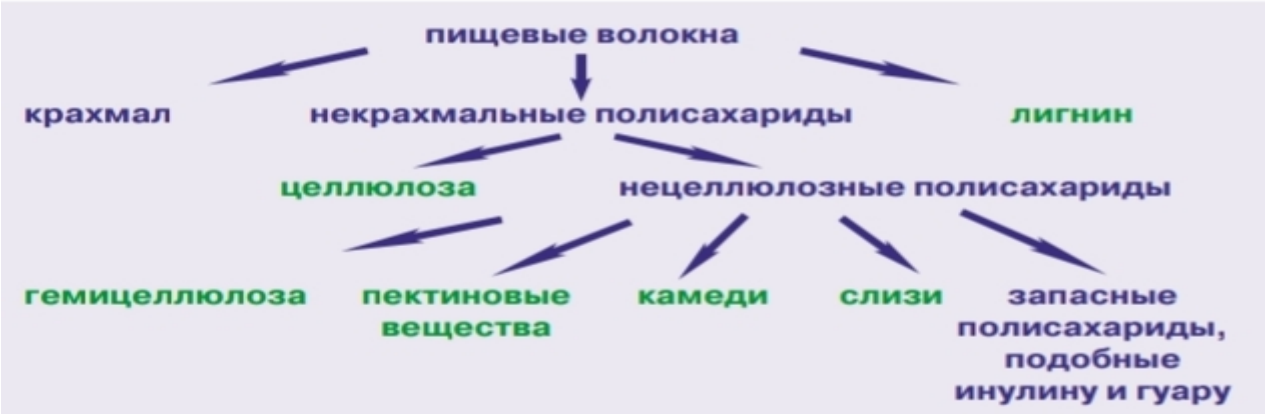


Рисунок 1.4 – Основные типы пищевых волокон

Из всего многообразия пищевых волокон, имеющегося на рынке, в данной работе рассмотрено использование пектиновых волокон «Цитри-Фай» из нескольких соображений. «Во-первых, пищевые волокна «Цитри-Фай» получают экологически чистым и безотходным способом, механически обрабатывая натуральное сырье (апельсиновая мякоть), для его производства не применяются химические реагенты. В результате данный пищевой ингредиент не содержит генномодифицированных источников, глютенсодержащих хлебных злаков и не имеет аллергенных свойств» [61].

Во-вторых, волокна «Цитри-Фай» успели положительно зарекомендовать себя в технологическом плане. Их структура имеет «ячейки, способные удержать большое количество воды (1 часть волокна соединяет до 15 частей воды) и сохранять ее при замораживании/размораживании, различных температурных режимах тепловой обработки. Благодаря высокой влагоудерживающей способности апельсиновые волокна обладают свойствами стабилизатора. Важно, что волокна «Цитри-Фай» имеют нейтральный запах и вкус. В связи с перечисленным появляются возможности применения пищевых волокон «Цитри-Фай» в продуктах здорового питания в следующих направлениях: функциональные, специализированные, диетические продукты питания, БАД, био- и органические продукты» [61].

Известны примеры использования волокна «Цитри-Фай» и в производстве кисломолочных продуктов. «Пищевые волокна «Цитри-Фай» позволяют получать кисломолочные продукты с необходимой структурой, устойчивой к механическому воздействию и перепадам температур, без отделения сыворотки на протяжении всего срока хранения. Обладая высокой жиросвязывающей способностью, а также эмульгирующими и структурообразующими свойствами, апельсиновые волокна «Цитри-Фай» позволяют вырабатывать кисломолочные продукты с традиционным вкусом и пониженным содержанием жира» [20]. Кисломолочные продукты с «Цитри-Фай» производятся по стандартной технологической схеме, поскольку волокна не требуют предварительного гидратирования и вносятся вместе с

другими сухими составляющими в нормализованную смесь. Рекомендуемая дозировка пищевых волокон «Цитри-Фай» для кисломолочных продуктов – 0,1–0,4 % в пересчете на готовый продукт [20].

Волокна «Цитри-Фай» не являются пищевыми добавками и не входят в перечень ингредиентов, подлежащих обязательному декларированию в составе продукта с индексом «Е» [61, 64].

Несмотря на имеющиеся примеры использования волокон «Цитри-Фай» в производстве кисломолочных продуктов, сведений о совместном использовании волокон «Цитри-Фай» и гидролизата в научной и патентной литературе не имеется.

Заключение по литературному обзору

«Включение в рацион функциональных продуктов, обладающих небольшим объемом, высокой биологической ценностью, повышенной биодоступностью, позволяет обеспечивать организм необходимыми пищевыми нутриентами и энергией, способствуя адекватному росту и развитию» [65]. При этом ассортимент функциональных продуктов целесообразно расширять за счет молочного сырья, поскольку молочные продукты имеют статус рекомендуемых к обязательному употреблению.

Низкая жирность разрабатываемого продукта обеспечивается за счет использования в качестве молочной основы пахты и обезжиренного молока. Их массовые доли жира составляют, соответственно, 0,3 и 0,05 %, но и эти жиры уникальны по своим качествам и набору жирных кислот. В плане пищевой ценности, обезжиренное молоко и пахта, – это, прежде всего источники высокоценного белка. Они являются незаменимыми в таких режимах питания, когда необходимо повышенное обеспечение белком при сохранении низкого уровня жира в рационе.

Важным достоинством нового продукта является молочнокислое сквашивание. Кисломолочные продукты усваиваются значительно легче и быстрее, чем молоко. Кисломолочные продукты содержат необходимые для

организма питательные вещества в легкоусвояемой форме, нормализуют микрофлору кишечника, препятствуют дисбактериозу, улучшают пищеварение, способствуют укреплению иммунитета. Вследствие чего кисломолочные продукты обладают диетическими и лечебными свойствами. Среди всех молочных продуктов кисломолочные занимают особую нишу, особенно если в их составе есть живые пробиотические микроорганизмы.

Экономически оправдано при этом комплексное использование вторичного молочного сырья и отечественных пищевых ингредиентов.

Анализируя сказанное, очевидны необходимость и актуальность разработки новых функциональных пищевых продуктов, в частности на основе обезжиренного молока и пахты с использованием гидролизата [66].

2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Схема и организация эксперимента

Экспериментальные исследования выполнены в лабораториях: кафедры технологии молока и молочных продуктов ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, АО «Учебно-опытного молочного завода» ВГМХА им. Н. В. Верещагина в соответствии со схемой, представленной на рисунке 2.1.

I этап Аналитический обзор научно-технической и патентной литературы

- Обзор научно-технической отечественной и зарубежной литературы по исследуемой теме
- Патентный поиск рецептур и способов производства функциональных молочных продуктов с гидролизатами сывороточных белков и пищевыми волокнами

II этап Изучение возможности использования гидролизата высокой степени гидролиза в производстве кисломолочных продуктов

- Обоснование выбора молочного сырья и рационального количества гидролизата в технологии функциональных кисломолочных продуктов органолептическими и физико-химическими методами
- Установление методом дисперсионного анализа взаимосвязи между массовой долей гидролизата, составом молочной основы и свойствами продукта

III этап Подбор количества ингредиентов и состава закваски для производства кисломолочного продукта с гидролизатом

- Подбор комбинаций заквасочных культур методами органолептического, физико-химического и микробиологического анализа
- Обработка полученных экспериментальных данных
- Установление технологиических режимов производства и обоснование срока годности продукта
- Установление массовой доли пищевого волокна для улучшения потребительских свойств и увеличения срока годности продукта

IV этап Практическая реализация результатов исследований

- Разработка комплекта нормативной документации и заявки на патент
- Технико-экономический расчет и проверка разработанной технологии в производственных условиях
- Проведение микробиологических и гигиенических испытаний образцов продуктов на показатели качества
- Подтверждение увеличения содержания незаменимых аминокислот в кисломолочных продуктах за счет внесения гидролизата

Рисунок 2.1 – Схема проведения и практической реализации исследований

Все исследования представляют собой логически взаимосвязанные этапы. На первом этапе установлена актуальность исследований, сформулированы цель, задачи, выбраны объекты и предметы.

На втором этапе исследовано влияние гидролизата на органолептические и физико-химические показатели обезжиренного молока и пахты. Обоснован выбор молочного сырья и рациональное количество гидролизата в технологии

кисломолочных продуктов. Изучена возможность развития термофильного стрептококка в присутствии гидролизата. Методом корреляционно-регрессионного анализа определены взаимосвязи между массовой долей гидролизата, составом молочной основы и свойствами сквашенного продукта.

На третьем этапе методами органолептического, физико-химического и микробиологического анализов исследовано влияние гидролизата на особенности процессов сквашивания молочной основы бинарными и тройными сочетаниями микроорганизмов, подобраны оптимальные сочетания заквасочных культур, выбраны технологические режимы производства и обоснованы установленные сроки годности продукта.

Далее изучена возможность увеличения срока годности и улучшения потребительских свойств продукта путем внесения пищевого волокна в кисломолочный продукт. Проведена органолептическая оценка и физико-химические исследования нового продукта.

На заключительном этапе исследований разработан комплект нормативной документации и заявка на патент, выполнены технико-экономические расчеты, проведены проверки разработанной технологии в производственных условиях, микробиологические и гигиенические испытания образцов продуктов на показатели качества.

Экспериментальные исследования выполнены в повторности не менее трехкратной.

Работа выполнена в период с 2014 по 2020 г. в ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. Тема утверждена Ученым советом ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА (протокол № 1 от 28.09.2016 г.).

2.2 Объекты и методы экспериментальных исследований

Объектом исследований на протяжении всех этапов являлась рецептура и технология кисломолочного продукта с гидролизатом.

Предметами исследований служили:

- обезжиренное молоко по ГОСТ 31658-2012;

- пахта по ГОСТ 34354-2017;

- гидролизат сывороточных белков по ТУ 10.51.56-218-19862939-2017;

- заквасочные культуры отечественного и зарубежного производства;

- пищевое волокно «Цитри-Фай» по нормативной документации производителя;

- опытные образцы с внесением гидролизата и пищевого волокна, контрольные – без гидролизата и пищевого волокна, а также их свойства.

При организации и проведении исследований применялись общепринятые, стандартные и оригинальные методы, в том числе физико-химические, микробиологические и структурно-механические, а также математические методы статистической обработки данных и построения математических моделей. Перечень общепринятых методов представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Методы исследований

Показатель	Метод исследования	Нормативный документ
1	2	3
Отбор проб и подготовка к анализу	Отбор проб и подготовка к анализу	ГОСТ 26809.1-2014
Органолептические показатели: вкус, запах, цвет, консистенция	Органолептический метод	ГОСТ 28283-2015, ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011, ГОСТ Р ИСО 22935-3-2011, ГОСТ ISO 5492-2014, ГОСТ ISO 8587-2015
Титруемая кислотность	Индикаторный метод	ГОСТ Р 54669-2011
Активная кислотность	Потенциометрический метод	ГОСТ 32892-2014
Массовая доля жира	Кислотный метод; экспресс-метод инфракрасной спектроскопии	ГОСТ 5867-90 Анализаторы МРА фирмы Bruker; MilkoSkan
Массовая доля белка	Метод измерения по Къельдалю; экспресс-метод инфракрасной спектроскопии	ГОСТ 23327-98 Анализаторы МРА фирмы Bruker; MilkoSkan
Массовая доля сухих веществ	Ускоренный метод высушивания пробы при температуре 105 °С; экспресс-метод инфракрасной спектроскопии	ГОСТ 3626-73 Анализаторы МРА фирмы Bruker; MilkoSkan
Плотность	Ареометрический метод	ГОСТ Р 54758-2011

Окончание таблицы 2.1

1	2	3
Массовая доля лактозы	Экспресс-метод инфракрасной спектроскопии	Анализаторы МРА фирмы Bruker; MilkoSkan
Осмоляльность	Криоскопический метод	ГОСТ Р 55578-2013
Реологические показатели	Прибор «Реотест 2.1», метод ротационной вискозиметрии	По руководству фирмы-изготовителя
Температура	Термометрический метод	ГОСТ 26754-85
Аминокислотный состав белка	ВЭЖХ	Аминокислотный анализатор KNAUER
Количество молочнокислых микроорганизмов	Посев на стерильное молоко	ГОСТ 33951-2016
Количество бифидобактерий	Посев на среду ГМК-1	ГОСТ 33924-2016
Количество *Lb. plantarum*	Посев на среду MRS	МР 2.3.2.2327-08
Количество *Lb. Acidophilus*	Посев на среду КМАФАнМ	МР 2.3.2.2327-08
Количество *Lb.debrueckii subsp. bulgaricus*	Посев на среду КМАФАнМ	МР 2.3.2.2327-08
Дрожжи и плесневые грибы	Посев на среду Сабуро	ГОСТ 33566-2015
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы	Посев на селективную агаризованную среду	ГОСТ 31659-2012
Staphylococcus aureus	Посев на плотную селективную среду без предварительного обогащения	ГОСТ 30347-2016
БГКП	Посев на среду Кесслер	ГОСТ 32901-2014

Органолептическая оценка вкуса, запаха, цвета и консистенции образцов кисломолочного продукта на первом этапе исследований проводилась с использованием балльной оценки с последующим определением весовых коэффициентов (показателей значимости) по методу ранга [67].

Для органолептической оценки была создана комиссия в количестве пяти человек. Каждый эксперт проводил анализ проб независимо от других экспертов и использовал для оценки отдельного показателя (вкус, запах, цвет и консистенция) дискретную пятибалльную шкалу. Максимальная суммарная оценка образца при этом равнялась 20 баллам.

Если каждый эксперт ставил балл 3,0 или ниже, то оценку дополняли общими терминами, которые описывают характер органолептического

отклонения. Таким образом, результат метода представляет собой средние значения по группе, дополненные общепринятыми терминами, если средние значения ниже 3,6 балла.

Перед дегустацией образцы шифровали. Помимо общепринятых характеристик кисломолочного продукта, рекомендуемых стандартом [68] использовали такие отклонения показателей: неприятный вкус белка (альбуминный), недостаточно выраженные и (или) невыраженные кисломолочные запах и вкус, запах добавленного гидролизата, неоднородную консистенцию, слабый сгусток или отсутствие сгустка, изменение цвета от белого до желто-коричневого. Результаты экспертизы зашифрованных образцов фиксировали по каждому критерию и суммировали в виде итоговой оценки в баллах в дегустационной карте.

Для повышения достоверности оценок экспертов определяли весовые коэффициенты, именуемые иначе как показатели значимости, по методу Ранга. Показатели качества были оценены экспертами по важности. Наименее значимый показатель получал 1 балл. Следующий, наименее важный показатель – 2 балла и т.д.

Определение весовых коэффициентов показателей выполнено по формулам 2.1, 2.2, 2.3.

Суммы рангов j-го показателя:

$$\sum_{i=1}^{n} G_{i,\gamma} \tag{2.1}$$

Суммы всех рангов показателей качества:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{\gamma=1}^{m} G_{i,\gamma} \tag{2.2}$$

Весового коэффициента по формуле:

$$g_{\gamma} = \frac{\sum_{i=1}^{n} G_{i,\gamma}}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{\gamma=1}^{m} G_{i,\gamma}} \tag{2.3}$$

Итоги приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Матрица рангов показателей качества образцов с гидролизатом

Показатель качества	Дегустатор					Суммы рангов j-го показателя (ΣG_{ij})	Весовой коэффициент (g_j)
	1	2	3	4	5		
Цвет	1	1	1	2	3	8	0,15
Запах	3	2	2	4	4	15	0,3
Консистенция	2	3	3	1	2	11	0,2
Вкус	4	4	4	3	3	18	0,35
					Σ =	52	1

Из таблицы 2.2 видно, что наиболее значимым оказался «вкус», так как его весовой коэффициент наибольший – 0,35, наименее значимый «цвет» показатель получил весовой коэффициент 0,15.

Далее рассчитывали итоговую оценку образца в баллах, с учетом вклада каждого показателя, как сумму произведений оценки показателя качества на соответствующий ему весовой коэффициент.

На последующих этапах работы органолептические оценки молочного сырья с внесенным гидролизатом выставлены в соответствии с таблицей 2.3, а для кисломолочных сгустков – с таблицей 2.4.

Таблица 2.3 – Характеристика и балльная оценка органолептических показателей молочного сырья с внесением гидролизата

Характеристика показателей		Оценка, балл
1		2
Вкус		
Отличный	Чистый, без посторонних привкусов	5,0-4,1
Хороший	Чистый молочный с альбуминным привкусом низкой интенсивности	4,0-3,1
Удовлетворительный	Недостаточно выраженный молочный с выраженным альбуминным привкусом	3,0-2,1
Неудовлетворительный	Невыраженный молочный с горьким альбуминным привкусом высокой интенсивности	Менее 2,0
Запах		
Отличный	Чистый, без посторонних запахов	5,0-4,5
Хороший	Чистый молочный с альбуминным запахом низкой интенсивности	4,4-3,8
Удовлетворительный	Недостаточно выраженный молочный с выраженным альбуминным запахом	3,7-2,6
Неудовлетворительный	Невыраженный молочный с неприятным запахом белка	Менее 2,5

Окончание таблицы 2.3

1		2
Консистенция		
Отличная	Однородная жидкость без осадка и хлопьев	5,0
Хорошая	Однородная жидкость, допускается осадок	4,9
Удовлетворительная	Неоднородная консистенция	4,8
Неудовлетворительная	Неоднородная консистенция с хлопьями белка	Менее 4,7
Цвет		
Отличный	Белый со слегка синеватым оттенком	5,0-4,8
Хороший	От белого до слабо-кремового	4,7-3,8
Удовлетворительный	Кремовый	3,7-2,6
Неудовлетворительный	Выраженный желто-коричневый	Менее 2,5

Таблица 2.4 – Характеристика и балльная оценка органолептических показателей кисломолочных сгустков с внесением гидролизата

Характеристика показателей		Оценка, балл
Вкус		
Отличный	Чистый, кисломолочный, без посторонних привкусов	5,0-4,7
Хороший	Приятный, кисломолочный, допускается с альбуминным привкусом	4,6-4,4
Удовлетворительный	Кисломолочный; альбуминный, соленый привкус низкой интенсивности	4,3-3,1
Неудовлетворительный	Выраженный альбуминный, соленый, горький высокой интенсивности	Ниже 3,0
Запах		
Отличный	Приятный, кисломолочный, без посторонних запахов	5,0-4,5
Хороший	Кисломолочный, с легким альбуминным запахом	4,4-4,1
Удовлетворительный	Альбуминный, кислый низкой интенсивности	4,0-3,3
Неудовлетворительный	Выраженный неприятный альбуминный	Ниже 3,2
Консистенция		
Отличная	Однородная, плотная, густая, без комочков и хлопьев	5,0-4,9
Хорошая	Однородная, плотная, допускается небольшое отделение сыворотки	4,8-4,7
Удовлетворительная	Невязкая, слабый сгусток	4,6-3,3
Неудовлетворительная	Отсутствие сгустка, неоднородная, хлопья белка	Ниже 3,2
Цвет		
Отличный	От белого до светло-кремового	5,0-4,5
Хороший	Светло-кремовый	4,4-4,0
Удовлетворительный	Кремовый	3,9-3,1
Неудовлетворительный	Неравномерный выраженный желто-коричневый	Ниже 3,0

Результаты оценки образцов в баллах суммировали, и на основании общего количества баллов определяли их качество.

Влагоудерживающую способность сгустков кисломолочного продукта определяли методом центрифугирования в режиме 1000 оборотов/минуту в течение 10 минут. Результат определяли по количеству выделившейся сыворотки (мл).

Условную вязкость определяли методом вискозиметрии по времени истечения жидкости через капилляр измерительного резервуара.

Конструкция вискозиметров предусматривает образование «висячего уровня» при течении жидкости. Таким образом, время течения жидкости не зависит от гидростатического давления и количества жидкости, налитой в вискозиметр.

Структурно – механические и реологические характеристики сгустков проб продукта определяли с помощью ротационного вискозиметра «Реотест-2.1» [69]. Прибор состоит из двух основных узлов: вискозиметра и блока измерений. В стакан измерительного устройства отмеряют необходимое количество образца продукта, устанавливают и включают измерительный механизм. Измерения проводят, переключая скорости сдвига сначала прямой ход, а затем обратный. По результатам измерений вычисляют реологические характеристики, на основании которых строятся кривые текучести.

Напряжение сдвига:

$$\tau = Z \times \alpha \qquad (2.4)$$

где Z- постоянная измерительного устройства 10^{-1} Па / дел. шкалы/;

α - показания прибора (дел. шкалы).

Измерительное устройство выбирали исходя из паспортных данных прибора «Реотест-2.1». Вязким кисломолочным продуктам соответствует измерительный цилиндр S_2, объем наполнения измерительной емкости 30 см^3 при диапазоне сдвигающих напряжений 3-60 Па и скорости сдвига 0,05-437 с$^{-1}$.

После выбора измерительного устройства, для расчета напряжения сдвига определяли постоянную измерительного устройства. Измерительному устройству S_2 соответствует постоянная 5,94 при выбранном диапазоне I.

Эффективная вязкость – это показатель вязкости сгустка, выраженный в процентах, который показывает зависимость напряжения сдвига от изменений скорости сдвига и определяется по формуле:

$$\eta_{эф} = \frac{\tau}{\gamma} \cdot 100 \qquad (2.5)$$

где: γ - скорость сдвига, $с^{-1}$.

Потеря вязкости – это процент потери вязкости сгустка после 120 секунд разрушения структуры, определяемый по формуле:

$$П_{\eta} = \frac{\eta_н - \eta_р}{\eta_н} \cdot 100 \qquad (2.6)$$

Восстановление структуры – величина, выраженная в процентах, показывающая, насколько восстановился сгусток через 15 минут восстановления, определяемая формулой:

$$В_{\eta} = \frac{\eta_в}{\eta_н} \cdot 100 \qquad (2.7)$$

где: $\eta_н$ – начальная вязкость образца до разрушения структуры, мПа.с;

$\eta_р$ – вязкость образца через 120 с разрушения структуры;

$\eta_в$ – вязкость восстановленной структуры образца через 15 мин после разрушения.

Определение процента молочной кислоты осуществляли расчетным путем: 1°Т соответствует 0,009 % молочной кислоты [70].

Степень кислотообразования рассчитывали с учетом титруемой кислотности до и после сквашивания, которая косвенно характеризует активность молочнокислых процессов. Данный показатель отражает, какое количество молочной кислоты образуется в 100 $см^3$ продукта и рассчитывается по формуле [72]:

$$W = \frac{0,09 \cdot ({}^{o}Т_{к} - {}^{o}Т_{н}) \cdot 100}{m} \qquad (2.8)$$

где: W – массовая доля молочной кислоты, %

0,009 – количество молочной кислоты, соответствующее 1°Т, г/100 $см^3$ продукта;

$°T_н$ – кислотность в начале сквашивания, °Т;

$°T_к$ – кислотность в конце сквашивания, °Т;

m – масса 100 $см^3$ продукта.

Средняя скорость кислотообразования определяли как отношение массовой доли молочной кислоты к продолжительности процесса сквашивания, по формуле:

$$v = \frac{W}{\tau}, \quad (2.9)$$

где: v – скорость кислотообразования, г/ч;

W – массовая доля молочной кислоты, %;

τ – продолжительность процесса сквашивания, ч.

Срок годности определяли в соответствии с МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Аминокислотный состав молочного сырья и гидролизата анализировали с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием катионообменного анализатора (Knauer, ФРГ) и последующей постколоночной дериватизацией нингидрином. Содержание аминокислот относительно адекватного уровня определяли расчетным методом.

Оценку ***сбалансированности аминокислотного состава*** продукта проводили путем расчета аминокислотного скора, коэффициента отклонения значений аминокислотного состава от эталонных и индекса незаменимых аминокислот [73, 74, 75].

Учитывая отклонение значений аминокислотного состава в продукте от эталонных значений, определяли уровень данных отклонений. Для этого использовали коэффициент отклонения значений аминокислотного состава от эталонных значений (КОАС) по формуле:

$$\text{КОАС} = \sum_{j=1}^{n} \frac{(A_j - A_{эj})}{A_{эj}} \quad (2.10)$$

Индекса незаменимых аминокислот (ИНАК) рассчитывали по формуле:

$$\text{ИНАК} = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^{n} \left(\frac{A_j}{A_{эj}}\right)} \quad (2.11)$$

3 ПОДБОР КОЛИЧЕСТВА ИНГРЕДИЕНТОВ И СОСТАВА ЗАКВАСКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА

3.1 Обоснование выбора молочной основы и определение количества вносимого гидролизата

Первоначально гидролизаты пищевых белков использовали в составе питательных сред как источник доступных субстратов для культивирования микроорганизмов. Однако информации об обогащении кисломолочных продуктов гидролизатами сывороточных белков нет.

Гидролизат гипоаллергенный представляет собой сыпучий тонкодисперсный порошок высокой растворимости (99,8 %), содержит повышенное количество свободных аминокислот, но значительным его недостатком является горький вкус. Поэтому основная задача на данном этапе – установление максимальных количеств гидролизата и состава молочной основы, при которых будут сохраняться хорошие органолептические показатели, соответствующие кисломолочному продукту.

Используемая молочная основа, обезжиренное молоко и пахта, относятся к продуктам, получаемым в ходе переработки молочного сырья [39, 41]. Пищевая ценность пахты и обезжиренного молока обусловлена комплексом биологически активных веществ, хорошей усвояемостью, оптимальным соотношением питательных веществ и физиологической полноценностью при одновременной невысокой калорийности [13]. Выбор в пользу пахты и обезжиренного молока сделан не только с позиций пищевой ценности и уменьшения содержания жира в продукте, но и из экономических соображений [41]. Во-первых, в условиях дефицита молока-сырья использование обезжиренного молока и пахты особенно актуально, во-вторых, это сырье имеет более низкую стоимость по сравнению с цельным молоком, что в конечном итоге важно потребителю.

Результаты собственных испытаний физико-химических показателей пахты и обезжиренного молока представлены в таблице 3.1 (средние показатели).

Таблица 3.1 – Физико-химические характеристики молочного сырья

Вид сырья	Массовая доля, %			Плотность, кг/м^3	Титруемая кислотность °Т
	жира	белка	лактозы		
Пахта	0,27±0,024	3,02±0,0104	4,71±0,016	1031,0±1,0	14,0±1,9
Обезжиренное молоко	0,048±0,005	3,37±0,017	4,89±0,009	1033,0±1,0	16,0±1,9

Из таблицы 3.1 следует, что в обоих видах сырья наиболее значимыми по содержанию пищевых веществ являются белки и углеводы, а показатели энергетической ценности пахты и обезжиренного молока отличаются не значительно и составляют в среднем 33 ккал и 35 ккал соответственно.

На начальном этапе для определения максимального количества внесения гидролизата, проводили органолептическую оценку образцов пахты и обезжиренного молока с растворенным в них гидролизатом в количестве от 1 до 10 % без сквашивания. Пастеризацию молочного сырья с гидролизатом проводили при температуре (92±2) °С в течение 5 минут и далее охлаждали до температуры (20±2) °С [76].

Результаты органолептической оценки представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Органолептическая оценка контрольных и опытных образцов

Массовая доля гидролизата в образце, %	Органолептические показатели (баллы)				Общий балл
	Вкус	Запах	Консистенция	Цвет	
1	2	3	4	5	6
Обезжиренное молоко					
0	4,9±0,1	5,0±0,0	5,0±0,0	5,0±0,0	19,9±0,1
1	4,0±0,1	4,8±0,2	5,0±0,0	4,8±0,1	18,6±0,4
2	3,8±0,2	4,6±0,2	5,0±0,0	4,2±0,1	17,6±0,5
3	3,1±0,2	4,4±0,2	5,0±0,0	3,8±0,2	16,3±0,6
4	2,5±0,2	4,2±0,2	5,0±0,0	3,2±0,1	14,9±0,5
5	2,0±0,1	3,8±0,2	4,9±0,1	2,7±0,1	13,4±0,5
6	1,8±0,1	3,3±0,1	4,8±0,1	2,3±0,1	12,2±0,4
7	1,4±0,1	2,8±0,1	4,7±0,1	1,8±0,1	10,7±0,4
8	1,0±0,1	2,5±0,1	4,6±0,1	1,4±0,1	9,5±0,4
9	0,6±0,1	2,0±0,0	4,5±0,0	1,1±0,1	8,2±0,2
10	0,3±0,1	1,8±0,1	4,4±0,0	0,8±0,1	7,3±0,3
Пахта					
0	5,0±0,0	5,0±0,0	5,0±0,0	5,0±0,0	20,0±0,0
1	4,3±0,1	4,9±0,2	5,0±0,0	4,8±0,2	19,0±0,5

Окончание таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6
2	3,9±0,2	4,7±0,2	5,0±0,0	4,3±0,2	17,9±0,6
3	3,6±0,2	4,3±0,2	5,0±0,0	4,1±0,1	17,0±0,5
4	3,2±0,1	4,0±0,0	5,0±0,0	3,3±0,1	15,5±0,2
5	2,7±0,1	3,5±0,2	4,9±0,2	3,0±0,0	14,1±0,5
6	2,3±0,2	3,0±0,0	4,8±0,2	2,7±0,1	12,8±0,5
7	1,9±0,1	2,5±0,1	4,7±0,1	2,1±0,1	11,2±0,4
8	1,4±0,1	2,1±0,1	4,6±0,1	1,6±0,1	9,7±0,4
9	1,1±0,1	1,9±0,1	4,5±0,2	1,2±0,1	8,7±0,5
10	0,9±0,1	1,9±0,1	4,4±0,1	0,9±0,1	8,1±0,4

По результатам органолептической оценки несквашенных образцов были сделаны выводы, что ухудшение органолептических показателей образцов начиналось в пробах массовой долей гидролизата 4 % при использовании в качестве молочной основы обезжиренного молока и 5 % при использовании пахты (таблица 3.2). Образцы с массовой долей гидролизата от 5 до 10 % имели выраженный неприятный альбуминный запах и вкус, что делало их неудовлетворительными. При оценке консистенции образцов наименьший балл получили пробы с массовой долей гидролизата от 7 % и выше. Низкую оценку цвета получили пробы обезжиренного молока и пахты с долей гидролизата 4 % и выше, так как гидролизат придавал сырью определенный оттенок от слабо-кремового до выраженного желто-коричневого. Интенсивность цвета была прямо пропорциональна количеству внесенного гидролизата. Подобную окраску молочному сырью придают продукты реакции неферментативного потемнения (реакция меланоидинообразования, реакция Майара) между лактозой и аминогруппами аминокислот, белков и пептидов. Как известно реакция Майара происходит при тепловой обработке молочного сырья, а интенсивность окраски зависит от температуры и продолжительности нагревания [72]. В случае производства гидролизата – это высокие температуры при высушивании.

По итогам на этом этапе работы была сформулирована рабочая гипотеза, что улучшить органолептические показатели возможно, сквашивая образцы

молочнокислыми микроорганизмами, за счет образования ряда вкусо-ароматических соединений.

Молочное сырье сквашивали закваской термофильного стрептококка при температуре (40±1) °С в течение 6 часов. При этом оценивали органолептические показатели, титруемую кислотность, условную вязкость и влагоудерживающую способность молочнокислых сгустков.

Сводные данные органолептической оценки представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Дегустационная карта результатов органолептической оценки контрольных и опытных сквашенных образцов

Образцы	Массовая доля гидролизата, %	Наименование показателей				Итоговая оценка в баллах
		Цвет	Консистенция	Запах	Вкус	
Обезжиренное молоко	0,0	4,94±0,05	4,68±0,40	5,00±0,00	5,00±0,00	19,62±0,35
	1,0	5,00±0,00	5,00±0,00	4,40±0,30	4,54±0,30	18,94±0,30
	3,0	4,32±0,20	4,88±0,20	4,18±0,10	4,12±0,10	17,50±0,15
	5,0	4,12±0,15	4,26±0,15	3,54±0,15	3,30±0,10	15,22±0,15
	7,0	3,24±0,15	3,24±0,20	3,12±0,10	2,62±0,15	12,22±0,15
	10,0	2,12±0,10	2,00±0,00	2,18±0,10	2,00±0,10	8,30±0,10
Пахта	0,0	4,86±0,10	4,80±0,20	5,00±0,00	5,00±0,00	19,66±0,10
	1,0	4,86±0,10	4,74±0,15	4,38±0,20	4,74±0,20	18,72±0,15
	3,0	4,30±0,20	4,76±0,30	4,12±0,10	4,12±0,10	17,30±0,20
	5,0	4,00±0,00	4,12±0,10	3,40±0,20	3,24±0,20	14,76±0,10
	7,0	3,06±0,30	3,12±0,10	3,00±0,50	2,48±0,20	11,66±0,30
	10,0	2,06±0,10	2,00±0,15	2,06±0,10	2,00±0,50	8,12±0,30
Обезжиренное молоко + пахта в соотношении 1:1	0,0	5,00±0,00	5,00±0,00	5,00±0,00	5,00±0,00	20,00±0,00
	1,0	5,00±0,00	5,00±0,00	4,42±0,20	4,85±0,15	19,27±0,15
	3,0	4,93±0,10	5,00±0,00	4,20±0,10	4,50±0,20	18,63±0,10
	5,0	4,10±0,20	4,26±0,40	3,55±0,15	3,30±0,10	15,21±0,20
	7,0	3,25±0,30	4,00±1,00	3,10±0,10	3,00±0,10	13,35±0,20
	10,0	2,50±0,20	3,10±0,10	2,20±0,20	2,50±0,10	10,30±0,10

Как видно из таблицы 3.3, по оценкам экспертов наименьшее количество баллов получили образцы с массовой долей гидролизата более 5 %. Наибольшие оценки получили образцы с использованием молочной основы смесь пахты и обезжиренного молока и массовой долей гидролизата не более 3 %. В большей степени визуально отличалась консистенция образцов. При использовании только пахты сгусток был не плотный, хотя не наблюдалось выделения сыворотки как в контрольных, так и в опытных образцах при массовой доле гидролизата не более 3 % [71]. Напротив, при использовании только обезжиренного молока

консистенция отличалась высокой плотностью, но отделение сыворотки было значительно как в контрольных, так и в опытных образцах при массовой доле гидролизата не более 3 %. В то время, как при использовании смеси молочного сырья сгусток был достаточно плотным, а отделение сыворотки в пределах нормы при количестве гидролизата не более 3 %.

Органолептическая экспертиза образцов по разработанной методике выявила обратную зависимость итоговых суммарных оценок и оценок образцов с учетом коэффициентов значимости от количества внесенного гидролизата [71]. Результаты экспертизы представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Органолептические показатели сквашенных образцов

Доля гидролизата, %	Характеристика вкуса, консистенции	Итоговая оценка, балл	
		Суммарная	С учетом коэффициентов значимости
1	2	3	4
Обезжиренное молоко			
0	Вкус приятный, кисломолочный, слегка кислый; сгусток плотный; большое отделение сыворотки	19,62	4,927
1	Вкус и запах кисломолочный, слабо солоноватый привкус, слегка кислый; сгусток плотный; большое отделение сыворотки	18,94	4,659
3	Вкус кисломолочный, слабо солоноватый, слегка кислый; сгусток плотный; большое отделение сыворотки	17,50	4,320
5	Слабая горечь, выраженная соленость; сгусток плотный; большое отделение сыворотки	15,22	3,687
7	Выраженная горечь, отсутствие сгустка	12,22	2,987
10	Выраженная горечь, отсутствие сгустка	8,30	2,072
Пахта			
0	Вкус и запах приятный, кисломолочный, без вкуса и запаха белка и/или с его легким привкусом; сгусток плотный	19,66	4,939
1	Вкус и запах кисломолочный, слегка солоноватый, с легким привкусом белка; сгусток слабый	18,72	4,650

Окончание таблицы 3.4

1	2	3	4
3	Вкус и запах кисломолочный, солоноватый, с привкусом белка; сгусток слабый	17,30	4,290
5	Вкус соленый, с выраженным привкусом белка; сгусток слабо вязкий	14,76	3,578
7	Вкус и запах неприятный, соленый, с выраженной горечью и вкусом белка; сгусток отсутствует	11,66	2,851
10	Вкус и запах неприятный, соленый, с выраженной горечью и вкусом белка; сгусток отсутствует	8,12	2,077
Обезжиренное молоко + пахта в соотношении 1:1			
0	Вкус и запах приятный, кисломолочный, без вкуса и запаха белка и/или с его легким привкусом; сгусток плотный	20,00	5,030
1	Вкус и запах кисломолочный, слегка солоноватый, с легким привкусом белка; сгусток плотный	19,27	4,790
3	Вкус и запах кисломолочный, солоноватый, с привкусом белка; сгусток плотный	18,63	4,604
5	Вкус соленый, с выраженным привкусом белка; сгусток слабо вязкий	15,21	3,687
7	Вкус и запах неприятный, соленый, с выраженной горечью и вкусом белка; сгусток отсутствует	13,35	3,260
10	Вкус и запах неприятный, соленый, с выраженной горечью и вкусом белка; сгусток отсутствует	10,30	2,640

Также установлено, что гидролизат в количестве 7 и 10 % делает готовый продукт неприемлемым из-за горького, соленого привкусов и альбуминного запаха [77].

Результаты показателя титруемой кислотности сгустков по окончании процесса сквашивания представлены на рисунке 3.1.

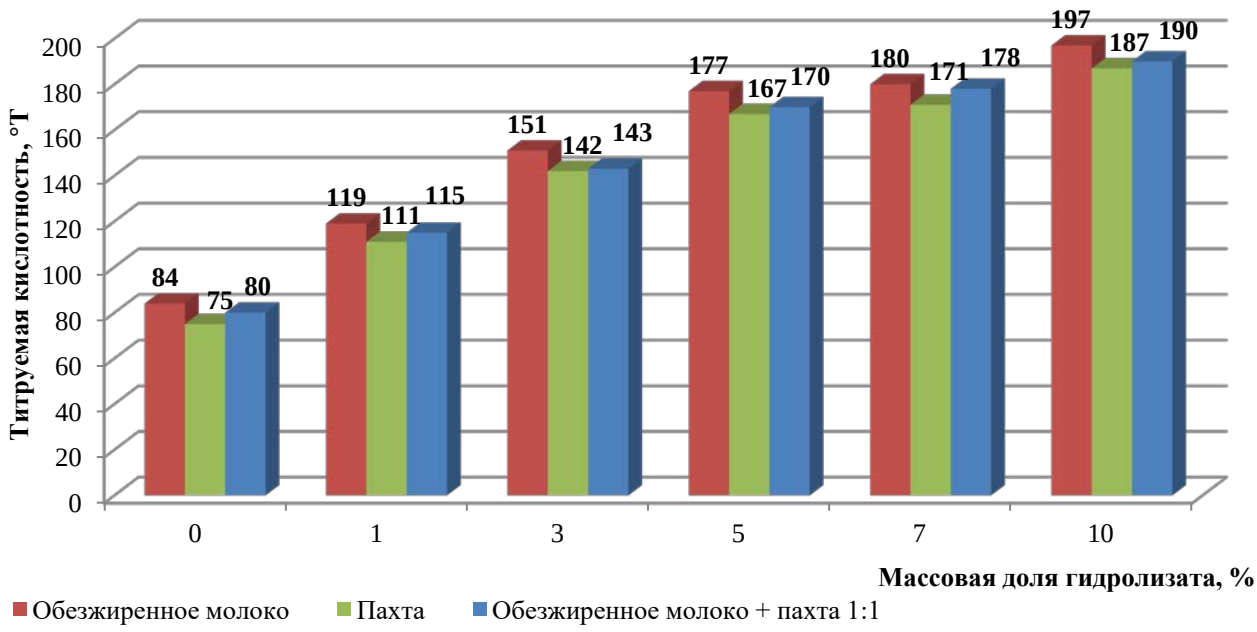
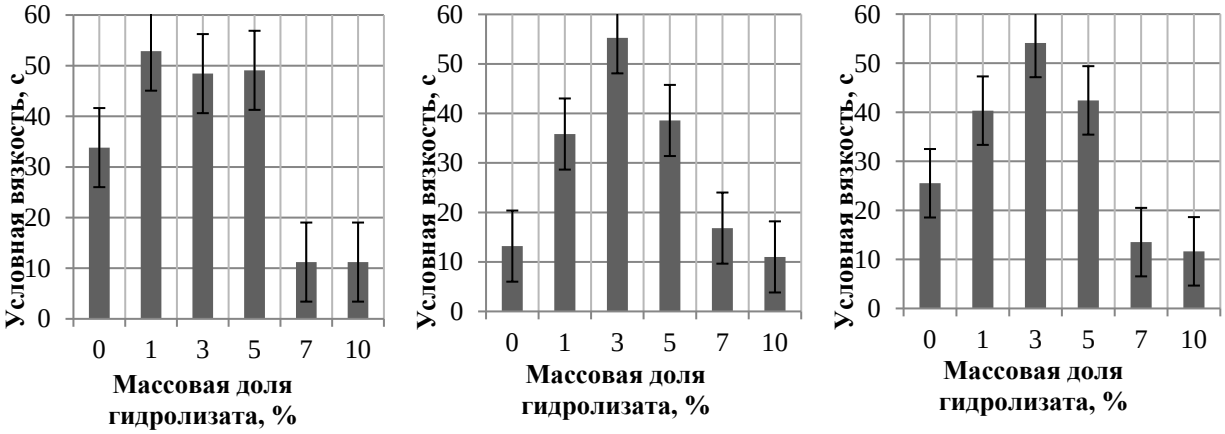


Рисунок 3.1 – Титруемая кислотность сгустков контрольных и опытных образцов

Неожиданно было установлено, что образцы обезжиренного молока, пахты и их смеси с гидролизатом в количестве 7 и 10 %, несмотря на высокие значения титруемой кислотности, не приобрели характерного сгустка.

Методом вискозиметрии выяснено, что внесение гидролизата от 1 до 3 % практически пропорционально увеличивало условную вязкость обезжиренного молока, пахты и их смеси по сравнению с контрольными образцами (рисунок 3.2).



а б в

Рисунок 3.2 – Изменение условной вязкости в зависимости от содержания гидролизата: а – обезжиренное молоко; б – пахта; в – смесь пахты и обезжиренного молока в соотношении 1:1

Как видно на рисунке 3.2 условная вязкость в контрольных образцах обезжиренного молока выше, чем в контрольных образцах пахты. Следовательно, это объясняется исключительно особенностями состава этих видов сырья.

«При внесении от 1 до 3 % гидролизата произошло практически пропорциональное увеличение условной вязкости и в обезжиренном молоке, и в пахте, и их смеси по сравнению с контрольными образцами, что можно объяснить увеличением общего количества сухих веществ. Но при массовой доле гидролизата 5 % и выше наблюдали уменьшение условной вязкости и практически полное отсутствие сгустка, несмотря на увеличении общего количества сухих веществ в образцах» [78].

Также в сквашенных образцах оценивали синеретическую устойчивость сгустка методом центрифугирования. Результаты исследования представлены на рисунке 3.3.

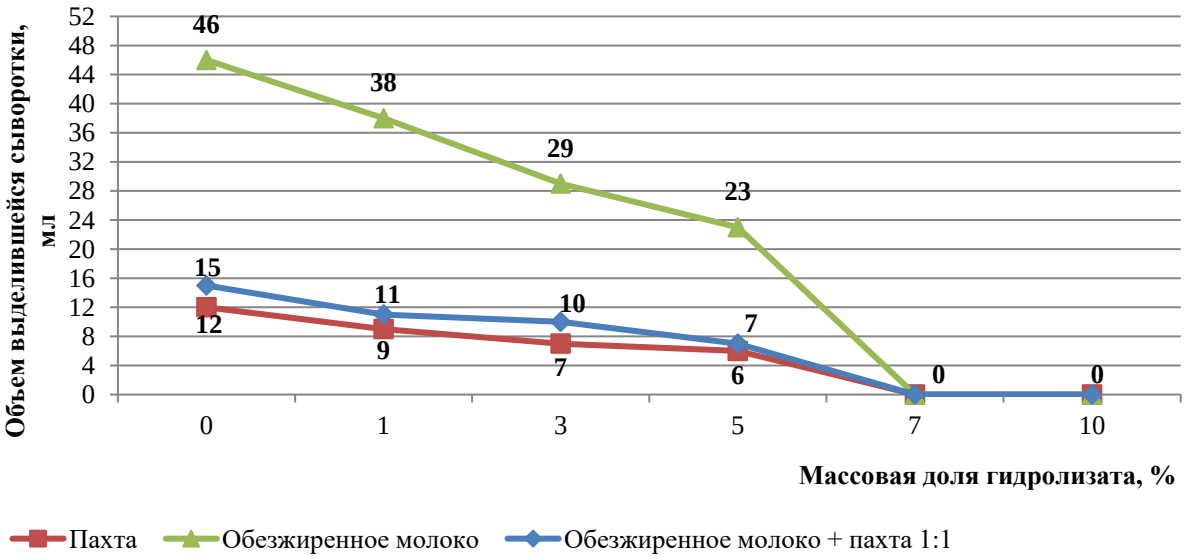


Рисунок 3.3 – Зависимость объема отделившейся сыворотки от количества гидролизата в образцах

Как видно на рисунке 3.3, в контрольных образцах, судя по объему отделившейся после центрифугирования сыворотки, влагоудерживающая способность белков пахты и смеси больше, чем у белков обезжиренного молока.

«В опытных вариантах обезжиренного молока, пахты и их смеси по мере увеличения дозы гидролизата от 1 до 5 % объем отделившейся после центрифугирования сыворотки снижался. Это свидетельствует о том, что при концентрации гидролизата до 5 % молочнокислые сгустки упрочнялись. При центрифугировании образцов с массовой долей гидролизата 7 и 10 % отделения сыворотки не происходило, поскольку вообще отсутствовало типичное для сквашенных молочных продуктов гелеобразование» [79].

С помощью метода корреляционно-регрессионного анализа показано влияние массовой доли гидролизата и состава молочной основы на органолептические и физико-химические показатели продукта.

При этом определяющими факторами приняты: массовая доля гидролизата (x_1) и массовая доля пахты в смеси (x_2), которые непосредственно имеют влияние на показатели продукта.

В качестве выходных параметров приняты:

y_1 - органолептические показатели (общий балл);

y_2 – условная вязкость, с;

y_3 – количество выделившейся сыворотки (синерезис), мл;

y_4 – титруемая кислотность, °Т.

Интервалы изменения факторов в эксперименте представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 − Интервалы варьирования факторов в эксперименте

Факторы	Значения уровней			Интервал варьирования
	Min (-1)	0	Max (+1)	
Массовая доля гидролизата, % (x_1)	0	5	10	5
Массовая доля пахты в смеси, % (x_2)	0	50	100	50

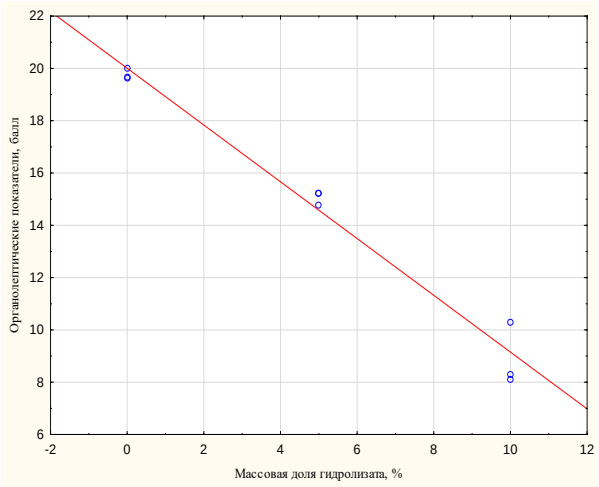
Матрица планирования и усредненные результаты эксперимента приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 − Матрица планирования эксперимента

№ опыта	Кодированные значения входных параметров		Численные значения входных параметров		Отклики			
	x_1	x_2	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4
1	-	-	0	0	19,62	33,82	46	84
2	-	+	0	100	19,66	13,19	12	80
3	+	-	10	0	8,30	11,21	0	197
4	+	+	10	100	8,12	11,01	0	187
5	-	0	0	50	20,00	25,52	15	80
6	0	-	5	0	15,22	49,08	23	177
7	+	0	10	50	10,30	11,64	0	190
8	0	+	5	100	14,76	38,57	6	167
9	0	0	5	50	15,21	42,41	7	170

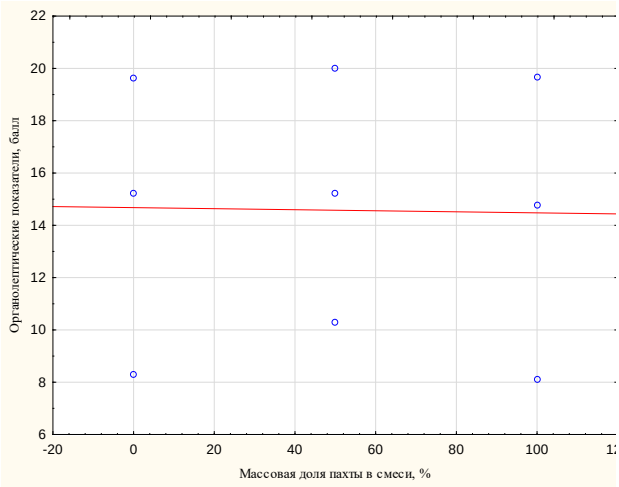
С использованием программы STATISTICA 6.0 проведен анализ данных и получены математические модели [80].

На рисунках 3.4 и 3.5 представлены диаграммы рассеяния, на которых показан анализ связи между зависимой и независимой переменными и линии регрессии.



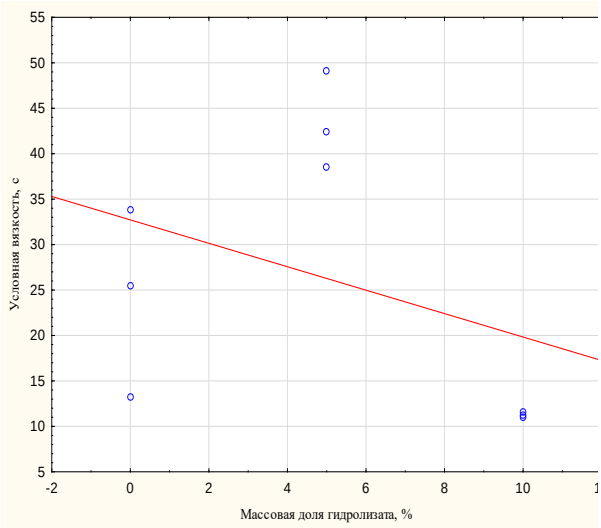
y_1=20,0033-1,0853x_1

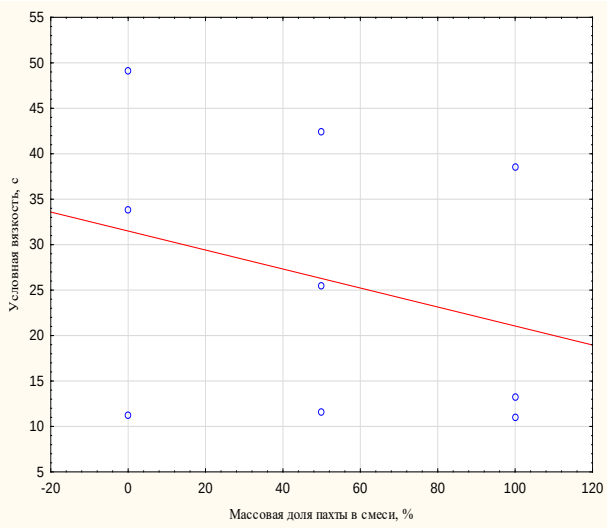
а



y_1=14,6767-0,002x_2

б

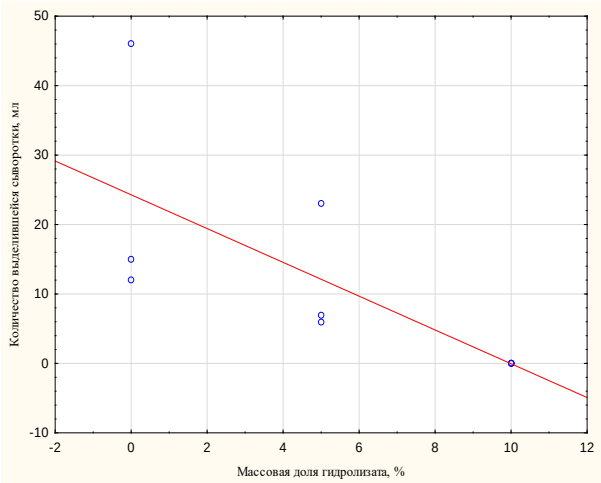


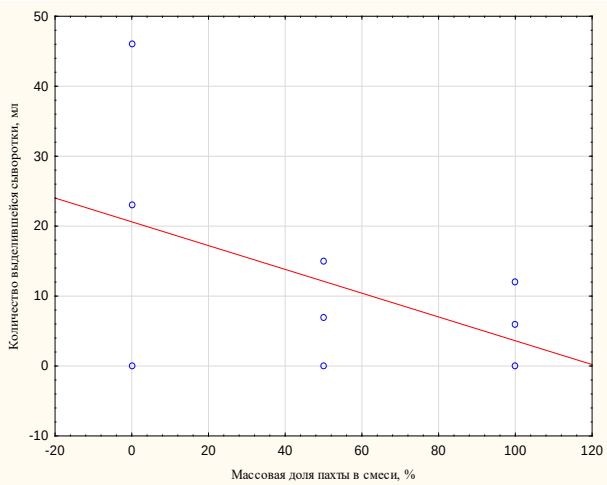


$y_2=32,7172-1,289x_1$ $y_2=31,4956-0,1045x_2$

в г

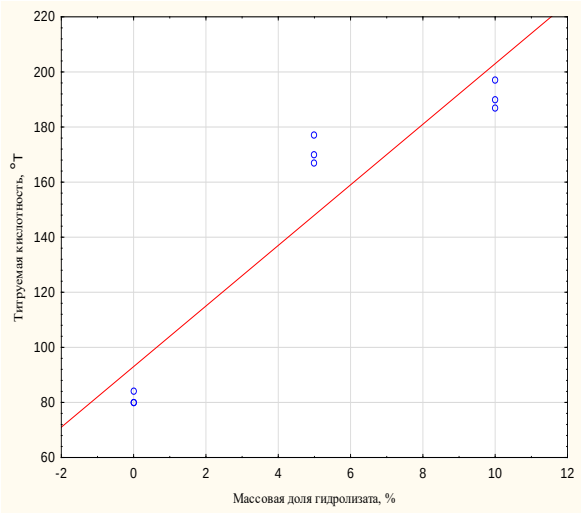
Рисунок 3.4 – Диаграммы рассеяния: а) значений органолептических показателей от количества гидролизата; б) значений органолептических показателей от количества пахты в смеси; в) значений условной вязкости от количества гидролизата; г) значений условной вязкости от количества пахты в смеси.

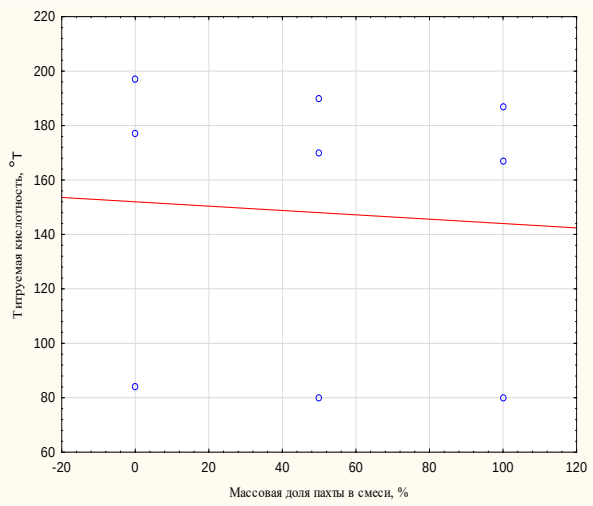




$y_3=24,2778-2,4333x_1$ $y_3=20,6111-0,17x_2$

а б





$y_4=93+11x_1$ $y_4=152-0,08x_2$

в г

Рисунок 3.5 – Диаграммы рассеяния: а) количество выделившейся сыворотки от количества гидролизата; б) количество выделившейся сыворотки от количества пахты в смеси; в) значение титруемой кислотности от количества гидролизата; г) значение титруемой кислотности от количества пахты в смеси.

Графические зависимости на рисунках 3.4 и 3.5 являются значимыми и прямолинейными. Зависимости значений титруемой кислотности и органолептических показателей от количества пахты в смеси выражены слабо.

Для описания взаимосвязи входных и выходных величин использовали полученные уравнения регрессии (таблица 3.7). Значения уровней статистической значимости составляют менее 0,05 и показывают, что коэффициенты модели статистически высоко значимы как при факторе массовая доля гидролизата, так и при факторе массовая доля пахты в молочной смеси.

Поскольку единицы измерения для факторов не сопоставимы, несопоставимы и значения коэффициентов регрессии. Анализ проводили для закодированных уровней факторов. Вклад каждого фактора x_1 и x_2 в изменение зависимой переменной (y_1, y_2, y_3, y_4) определяли с помощью стандартизованного β-коэффициента. На выходные параметры органолептической оценки (уравнение 1) и титруемой кислотности сгустка (уравнение 4) фактор массовая доля гидролизата влияет в большей степени,

чем массовая доля пахты в смеси. Факторы x_1 и x_2 одинаково влияют на показатели условной вязкости (уравнение 2) и количество выделившейся сыворотки.

Таблица 3.7 – Результаты регрессионного анализа

Выходной параметр, y	Уравнение регрессии	Коэффициент детерминации	Коэффициент корреляции	Критерий Фишера	Критерий Стьюдента, t		β-коэффициент (уровень значимости фактора)	
					x_1	x_2	x_1	x_2
Органолептические показатели, балл	$y_1=14,58-3,62x_1-0,07x_2$ уравнение 1	0,96	0,98	7,28	6,76	4,24	0,91	0,64
Условная вязкость, с	$y_2=26,27-4,29x_1-3,48x_2$ уравнение 2	0,92	0,96	36,5	5,64	5,78	0,67	0,67
Количество выделившейся сыворотки, мл	$y_3=12,11-4,78x_1-5,67x_2$ уравнение 3	0,92	0,96	8,4	6,12	5,35	0,66	0,68
Титруемая кислотность сгустка, °Т	$y_4=148+36,7x_1-2,67x_2$ уравнение 4	0,92	0,96	37,3	8,54	6,14	0,92	0,54

Из уравнений регрессии можно установить, что титруемая кислотность сгустков в большей степени зависит от массовой доли гидролизата. На прочность кисломолочных сгустков положительно влияет гидролизат в количестве от 1 до 3 % и продукт с указанным количеством гидролизата обладает удовлетворительными органолептическими характеристиками. Также очевидно, что концентрация гидролизата от 5 до 10 % отрицательно влияет не только на органолептические показатели, но и на показатели условной вязкости и влагоудерживающей способности. Количество пахты в молочной смеси влияет, в основном, на органолептические показатели продукта. По результатам оценки экспертов при использовании смеси пахты и обезжиренного молока в соотношении 1:1 сгустки опытных вариантов продукта приобрели более плотную, однородную, в меру вязкую консистенцию, в отличие от образцов на основе пахты и обезжиренного

молока. В том числе, эти образцы не имели значительного синерезиса, по сравнению с пробами на основе обезжиренного молока.

Карты линий уровня зависимостей факторов и откликов представлены на рисунках 3.6-3.9. Карты линий уровня отображают зависимости факторов и откликов, что показывают уравнения регрессии.

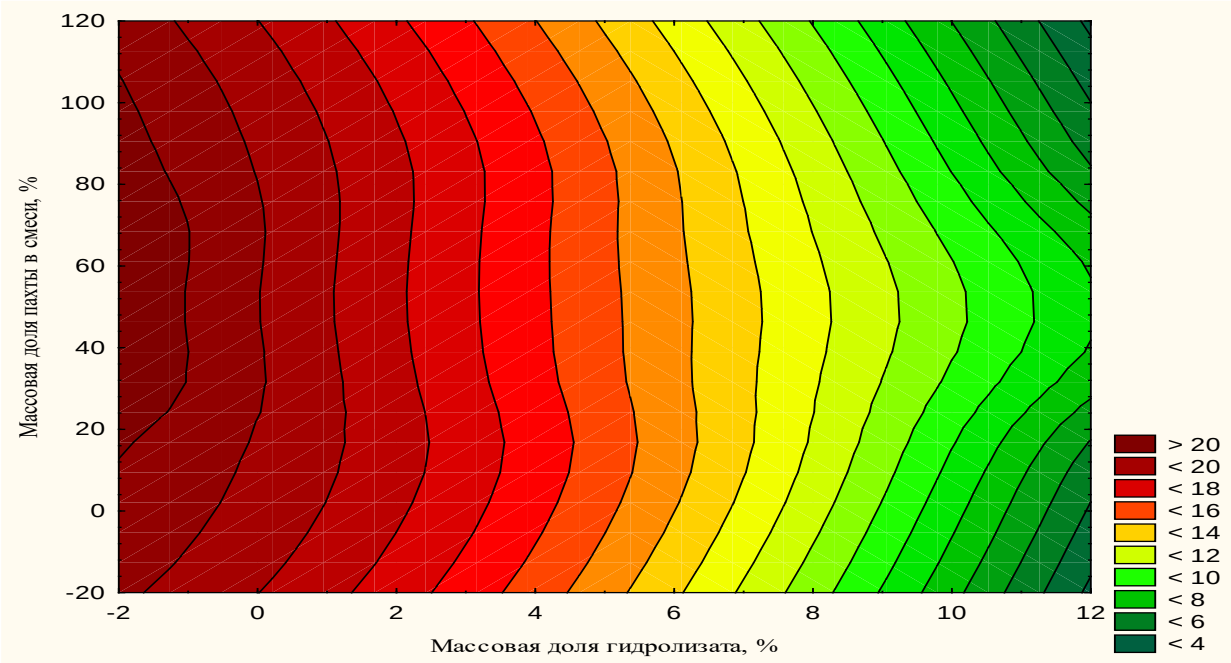


Рисунок 3.6 – Карта линий уровня зависимости органолептической оценки от массовой доли гидролизата и массовой доли пахты в смеси

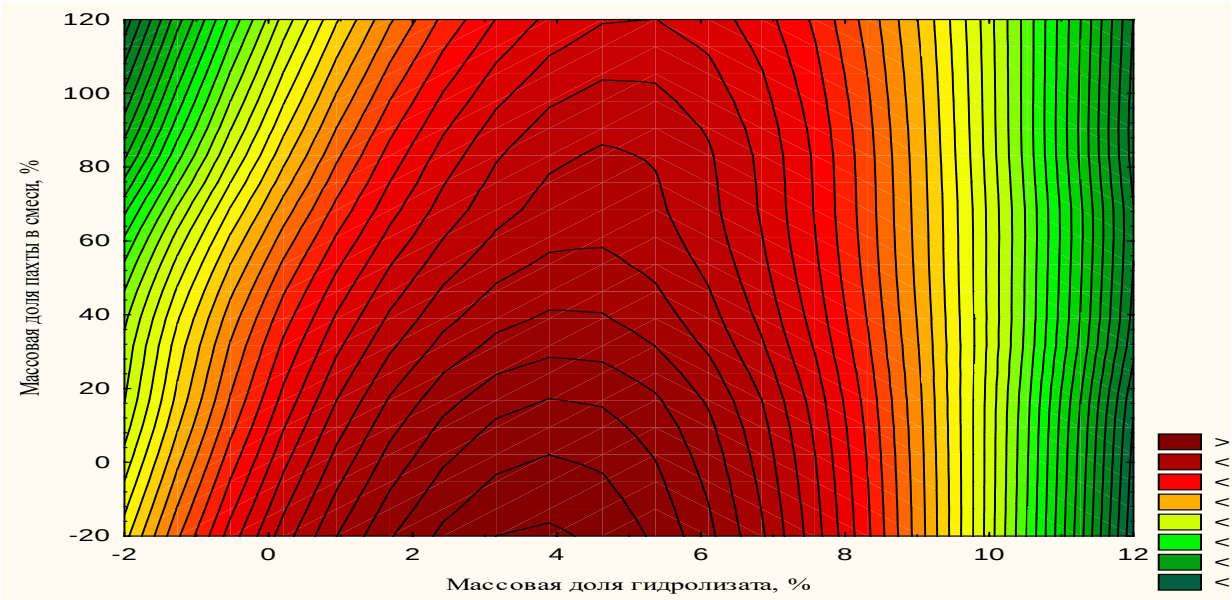


Рисунок 3.7 – Карта линий уровня зависимости условной вязкости от массовой доли гидролизата и массовой доли пахты в смеси

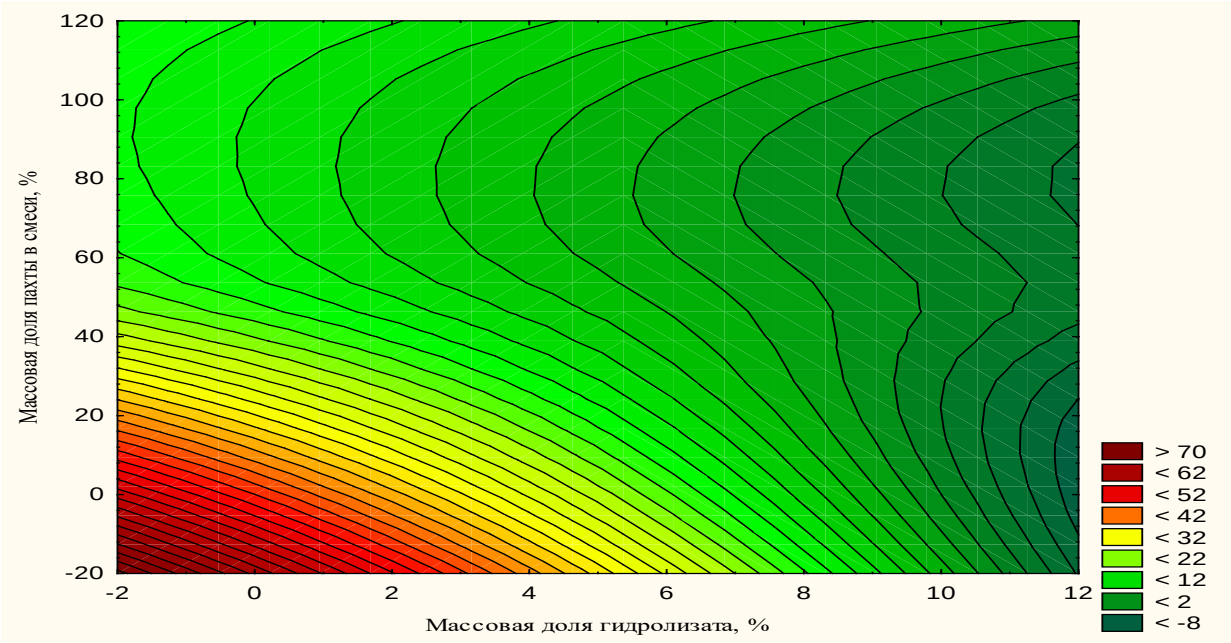


Рисунок 3.8 – Карта линий уровня зависимости количества выделившейся сыворотки от массовой доли гидролизата и массовой доли пахты в смеси

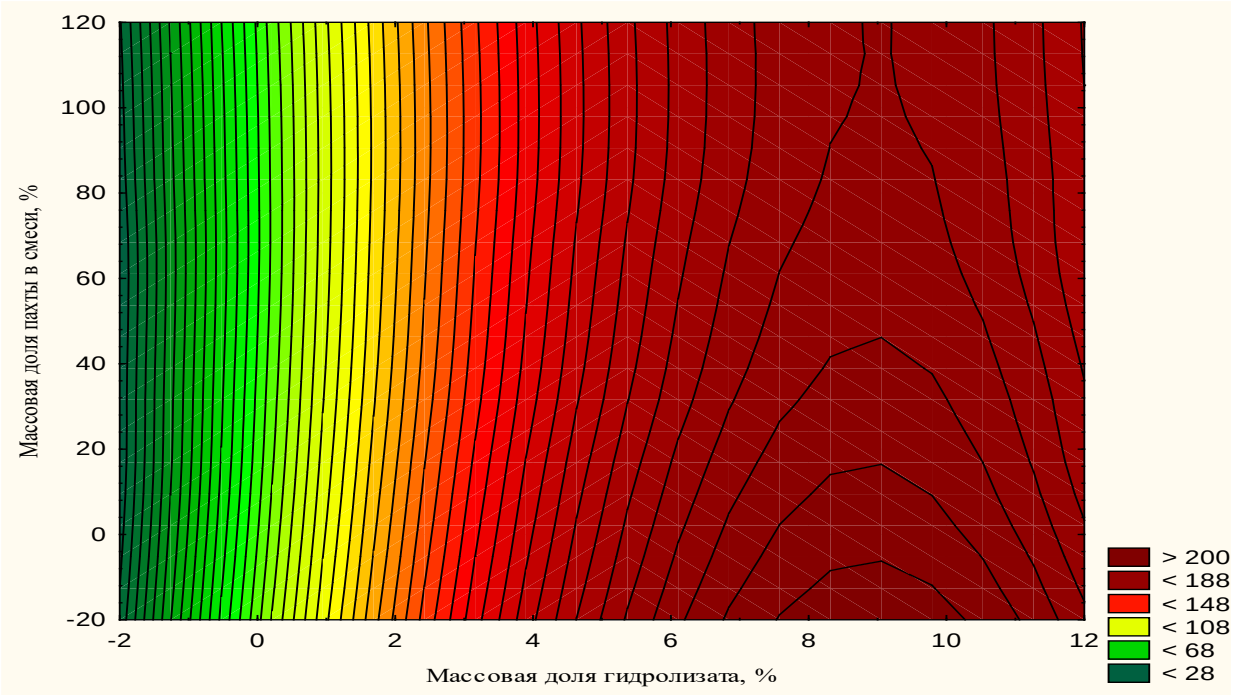


Рисунок 3.9 – Карта линий уровня зависимости титруемой кислотности от массовой доли гидролизата и массовой доли пахты в смеси

Таким образом, по результатам исследований определены оптимальные параметры для производства кисломолочного продукта:

- в качестве молочного сырья следует использовать смесь пахты и обезжиренного молока в соотношении 1:1;

- допустимое количество вносимого гидролизата должно находиться в пределах от 1 до 3 %.

3.2 Изучение закономерностей развития заквасочных микроорганизмов в присутствии гидролизата

Использование гидролизатов белков в пищевых технологиях целесообразно для повышения пищевой плотности и биологической ценности продуктов. Информация об использовании гидролизата глубокой степени гидролиза в составе кисломолочных продуктов в качестве ценного пищевого ингредиента отсутствует. По этой причине изучение технологических и биохимических особенностей развития важнейших представителей молочнокислых микроорганизмов под влиянием гидролизата в молочном сырье представляет научный и практический интерес и обусловливает актуальность данного направления исследований. Поэтому для получения продукта с традиционными потребительскими характеристиками проводили исследования о влиянии гидролизата на развитие молочнокислых микроорганизмов в производстве кисломолочных продуктов. Данный гидролизат отличается высокой концентрацией азотсодержащих соединений, таких как аминокислоты, пептиды, витамины, минералы и лактоза (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Физико-химические свойства гидролизата [81, 82, 83, 84, 85, 86]

Показатели	Норма
Активная кислотность раствора с массовой долей гидролизата 1 %	6,6 – 6,7
Массовая доля влаги, %	6,0±0,4
Массовая доля золы, %	5,8±0,2
Массовая доля общего азота, %	11,7±0,2
в том числе: азот белковый	2,8±0,1
азот аминный	6,1±0,2
Массовая доля лактозы, %	6,8±0,5
Массовая доля азотистых веществ (общий азот×6,8), %	79,7±1,6

Все сконцентрированные в гидролизате биологически активные соединения, в случае производства кисломолочных продуктов, могут являться дополнительным источником питания для микроорганизмов заквасочных культур. Это служит основанием для использования гидролизатов различных белков в составе питательных сред при культивировании и выделении большинства микроорганизмов в чистом виде [87]. Например, известно, что для лучшего развития бифидобактерий используют гидролизаты животных белков в качестве стимуляторов роста [88].

В данном исследовании гидролизат позиционировался, в первую очередь, как источник животного белка, незаменимых аминокислот и средство повышения биологической ценности продукта, и затем, как стимулятор роста микроорганизмов закваски.

Содержащиеся в составе гидролизата свободные аминокислоты, амины, минеральные соли могут оказать воздействие на культивируемые микроорганизмы. С внесением гидролизата увеличивается до 5 % общее количество белка исходного молочного сырья, а также соотношение между белками и углеводами, что, несомненно, отразится на активности закваски и потребительских свойствах продукта, таких как содержание сухих веществ, титруемая и активная кислотности, вкус, запах, цвет, консистенция.

Поскольку состав микрофлоры заквасочных культур один из ключевых факторов, определяющих потребительские свойства кисломолочных продуктов, исследованы процессы молочнокислого сквашивания сырья одноштаммовыми и моновидовыми многоштаммовыми заквасочными микроорганизмами.

На данном этапе работы выполнен сравнительный анализ технологически значимых показателей процесса сквашивания без идентификации морфологических признаков микроорганизмов и подсчета численности клеток. Критериями процесса сквашивания служили поведенческие признаки микроорганизмов, регламентируемые нормативными документами в

производстве кисломолочных продуктов: органолептические и физико-химические характеристики.

Доказано, что ряд физико-химических показателей питательной среды менялся после внесения от 1 до 3 % гидролизата (таблица 3.9). Несомненно, это может быть существенным для развития молочнокислых микроорганизмов. Несмотря на возрастающую титруемую кислотность, смеси молочного сырья с гидролизатом не имели выраженного кислого вкуса. В образцах присутствовал только альбуминный привкус разной интенсивности. Титруемая кислотность молочного сырья с добавлением 1 % гидролизата увеличивалась на (15,0±1,0) °Т, а активная кислотность практически не изменялась. Известно, что так ведут себя среды, которые имеют различные буферные системы. Это говорит о том, что гидролизат, имея в своем составе полярные аминокислоты, пептиды и белковые молекулы, оказывает влияние на увеличение буферных свойств пахты и обезжиренного молока.

Таблица 3.9 – Изменение физико-химических показателей молочного сырья в зависимости от массовой доли гидролизата

Молочное сырье	Массовая доля гидролизата, %	Кислотность		Буферная емкость, $см^3$ NaOH*	Осмоляльность, ммоль/кг H_2O
		титруемая, °Т	активная, pH		
Обезжиренное молоко	0	16,0±1,0	6,68±0,04	1,00±0,04	312,4±2,4
	1	31,0±1,0	6,67±0,04	1,39±0,04	367,6±5,5
	2	46,0±1,0	6,61±0,04	1,64±0,04	421,5±6,0
	3	61,0±1,0	6,58±0,04	1,81±0,04	475,1±5,8
Пахта	0	15,0±1,0	6,69±0,03	1,00±0,04	277,5±3,7
	1	30,0±1,0	6,67±0,04	1,38±0,02	332,2±5,4
	2	45,0±1,0	6,65±0,04	1,63±0,04	386,2±5,7
	3	60,0±1,0	6,62±0,04	1,88±0,04	440,8±5,6
* – молярная концентрация эквивалента 0,1 моль/$дм^3$					

Таким образом установлено, что внесение гидролизата в обезжиренное молоко и пахту приводило к возрастанию буферной емкости и сохранению привычного для микроорганизмов значения pH среды. Увеличение показателя осмоляльности обезжиренного молока и пахты свидетельствовало о большем насыщении микрофлоры питательными веществами, а ферментов –

подходящими субстратами. Таким образом, физико-химические показатели молочного сырья, использованного для культивирования микроорганизмов с гидролизатом и без него, имели существенные различия.

Работа с закваскаами в производственных условиях и изготовление известных кисломолочных продуктов, таких как кефир, простокваша, ряженка, йогурт, бифилайф, ацидофилин и др. в настоящее время регламентированы документами, включающими рекомендации использования основных видов микроорганизмов. В таблице 3.10 охарактеризованы основные виды микроорганизмов, включенных в исследование [92, 93].

Таблица 3.10 – Особенности микрофлоры заквасок

Группы микроорганизмов в составе заквасок	Характеристика по данным производителей
Streptococcus salivarius subsp. thermophilus (S. salivarius subsp. thermophilus)	«Одноштаммовая культура для самостоятельного использования или совместного культивирования в составе поливидовых заквасок. Рекомендуется для производства продуктов с густой консистенцией и мягким вкусом» [93].
Lactococcus lactis subspecies (Lc. lactis)	«Моновидовая закваска, включающая подвиды *Lactococcus lactis subspecies lactis, Lactococcus lactis subspecies cremoris, Lactococcus lactis subspecies lactis biovar diacetylactis*, которая обладает ароматобразующими свойствами и образованием CO_2» [93].
Lactobacillus acidophilus (Lb. Acidophilus)	«Гомоферментативные, факультативно анаэробные, термофильные, грамположительные, неспорообразующие палочки правильной формы. Кислотообразующий компонент закваски» [93].
Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus (Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus)	«Гомоферментативные, факультативно анаэробные, термофильные, грамположительные, неспорообразующие палочки правильной формы. Кислотообразующий компонент» [93].
Lactobacillus plantarum (Lb. plantarum)	«Одноштаммовая пробиотическая культура с защитными свойствами. Оказывает антагонистическое действие в отношении маслянокислых бактерий и бактерий группы кишечных палочек» [93].
Bifidobacterium	«Концентрат бифидобактерий, включающий *Bifidobacterium adolescentis, Bifidobacterium bifidum, Bifidobacterium breve, Bifidobacterium infantis, Bifidobacterium longum*. Обладает выраженным антагонистическим действием в отношении *Eshtrichia coli, Staphyllococcus aureus, Candida albicans, Proteus mirabillis, Shigella flexneri, Shigella sonnei, Klebciella pneumoniae, Proteus vulgaris, Citrobacter freundii, Bacillus subtilis*» [93].

Использование данных микроорганизмов в присутствии гидролизата опирается на особенности их развития и с учетом измененного состава сырья.

Применение моновидовой закваски *Lc. lactis* можно обосновать несколькими аспектами. Во-первых, штаммы *Lc. lactis* имеют разную степень кислотообразования. Наименьшей активностью синтеза молочной кислоты обладают *Lc. lactis subspecies lactis biovar diacetylactis*, далее *Lc. lactis subspecies cremoris, а Lc. lactis subspecies lactis* считаются сильными кислотообразователями. Во-вторых, штамм *Lc. lactis subspecies lactis biovar diacetylactis* при сквашивании образует ароматические соединения (диацетил, ацетоин), которые могут нивелировать истинный вкус и запах гидролизата. В-третьих, свободные аминокислоты, содержащиеся в гидролизате, могут использоваться *Lc. lactis* для их развития. Так же, данные культуры дают в меру плотный сгусток с традиционным кисломолочным вкусом.

Выбор лактобактерий объясняется тем, что они являются ауксотрофами и, в связи с этим чувствительны к составу питательной среды, которая должна включать свободные аминокислоты. Также известно, что лактобактерии обладают способностью к механизму субстратного фосфорилирования углеводов, а также аминокислот [95].

Микроорганизмы термофильного стрептококка хорошо развиваются в молочном сырье, отличаясь не очень сильным, но активным кислотообразованием, и образуют в молочном сырье плотные сгустки с однородной консистенцией. Повысить активность *S. salivarius subsp. thermophilus* возможно при добавлении свободных аминокислот Валина, Лейцина, Изолейцина, Лизина, Аргинина, Метионина, Гистидина и Пролина. При использовании *S. salivarius subsp. thermophilus* в промышленных условиях, его сочетают с различными молочнокислыми микроорганизмами, поскольку термофильный стрептококк, как наиболее активный продуцент β–галактозидазы, активизирует рост совместной культуры.

В исследованиях использовали пробиотические культуры *Lb. plantarum* и *Bifidobacterium*. Известно, что *Lb. plantarum* активно размножается в присутствии

большой концентрации свободных аминокислот, а его пробиотические свойства объясняются синтезом антибиотика лактолин и других метаболитов [95, 96].

Бифидобактерии относятся к пробиотическим культурам, доминирующим полезным микроорганизмам в кишечнике и играющим важную роль в состоянии здоровья на протяжении всей жизни человека. Бифидобактерии обладают антагонистической активностью в отношении широкого спектра патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, за счет продуцирования природных антибиотикоподобных веществ, уменьшения показателя pH в кишечнике и образования органических кислот и других биологически активных соединений [97, 98]. Адгезируясь на слизистой оболочке кишечника, бифидобактерии защищают живой организм, снижая действие токсических веществ. Именно бифидобактериям принадлежит главная роль в поддержании и улучшении микробиоценоза кишечника [87, 98, 99]. При развитии штаммов *Bifidobacterium* в молочной среде нужно иметь в виду, что по отношению к казеину они не обладают гидролитической активностью, и молоко не является для них привычной средой. Именно поэтому бифидобактериям нужны дополнительные источники для роста и развития. Известно, что с увеличением содержания белка по отношению к лактозе и присутствие гидролизатов молочных белков, они могут расходовать фиксированный азот из N-ацетил производных углеводов молока [87, 95].

В таблице 3.11 представлены параметры культивирования микроорганизмов в соответствии с характеристикой, указанной в документации производителя.

Таблица 3.11 – Параметры сквашивания молочного сырья микроорганизмами

Вид заквасочной культуры	Температура заквашивания, °С	Продолжительность, ч
S. salivarius subsp. thermophilus	40±2	6,0±0,1
Lc. lactis subsp.	30±2	12,0±0,1
Lb. Acidophilus	40±2	6,0±0,1
Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus	42±2	6,0±0,1
Lb. plantarum	38±2	6,0±0,1
Bifidobacterium	37±1	6,0±0,1
*Bifidobacterium**	37±1	16,0±0,1
Кефирная закваска	20±2	18,0±0,1

На начальном этапе сухие бактериальные концентраты и закваски активизировали в стерильном обезжиренном молоке в соответствии с

параметрами сквашивания, рекомендованными производителем. Производственную закваску вносили в пахту и обезжиренное молоко в количестве 2 % от объема пробы. Концентрат бифидобактерий растворяли в стерилизованной дистиллированной воде и вносили в молочное сырье без активизации. Сухой гидролизат вносили в молочное сырье, смесь пастеризовали при температуре (92±2) °С и охлаждали до температуры заквашивания.

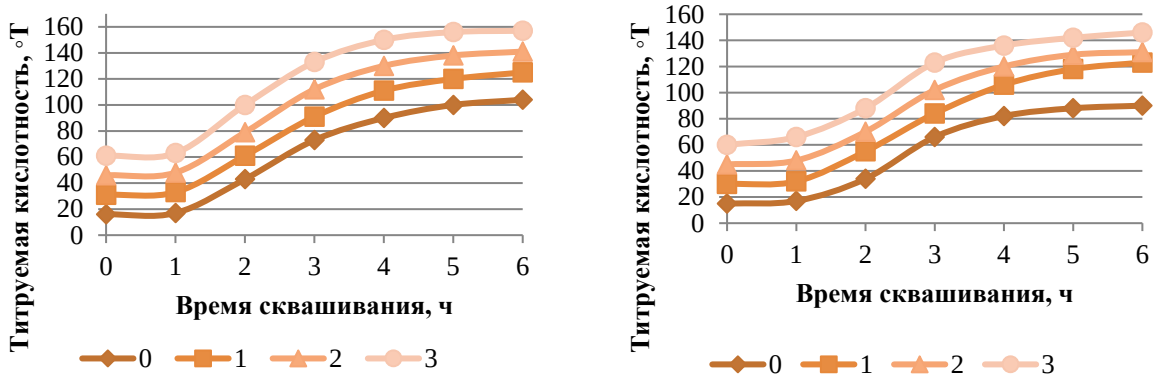
В готовых сгустках определяли титруемую кислотность, как важнейший показатель производства кисломолочных продуктов, влияющий на технологический процесс и на органолептические показатели продукта. Титруемая кислотность в контрольных образцах была ниже, чем во всех опытных. Таким образом, внесение гидролизата в количестве от 1 до 3 % не замедляло развитие и рост заквасочных микроорганизмов. Наоборот, наблюдался явный активный молочнокислый процесс во всех опытных пробах по сравнению с контролем. В результате сквашивания показатель титруемой кислотности опытных образцов имел более высокое значение, а увеличение буферной емкости, способствовало усвоению микроорганизмами источников питания из гидролизата.

Повышение способности использования аминокислот гидролизата микроорганизмами закваски возможно за счет того, что в кислой среде суммарный заряд карбоксильных групп аминокислот сдвигается в положительную сторону и диссоциация тормозится, а это стимулирует взаимодействие с отрицательно заряженной поверхностью бактерий. Как установлено Джей Дж. М.: «бактериальные клетки имеют остаточный отрицательный заряд. При нейтральном или щелочном значении pH органические кислоты не проникают через мембрану, тогда как при кислых значениях pH эти компоненты не ионизированы и могут поступать в отрицательно заряженную клетку» [100].

На рисунках 3.10-3.17 представлены кривые изменения титруемой кислотности в контрольных и опытных образцах обезжиренного молока и пахты с гидролизатом.

Как видно из этих графиков временные показатели и абсолютные значения титруемой кислотности по окончании процесса сквашивания колебались в широком диапазоне.

В большей части образцов сквашивание протекало в соответствии с традиционными фазами процесса ферментации [103]. На этапе адаптации происходило медленное увеличение титруемой кислотности, затем кислотность резко повышалась, что говорило об активном развитии микроорганизмов. Далее наступало торможение размножения и достигались предельные значения кислотности.



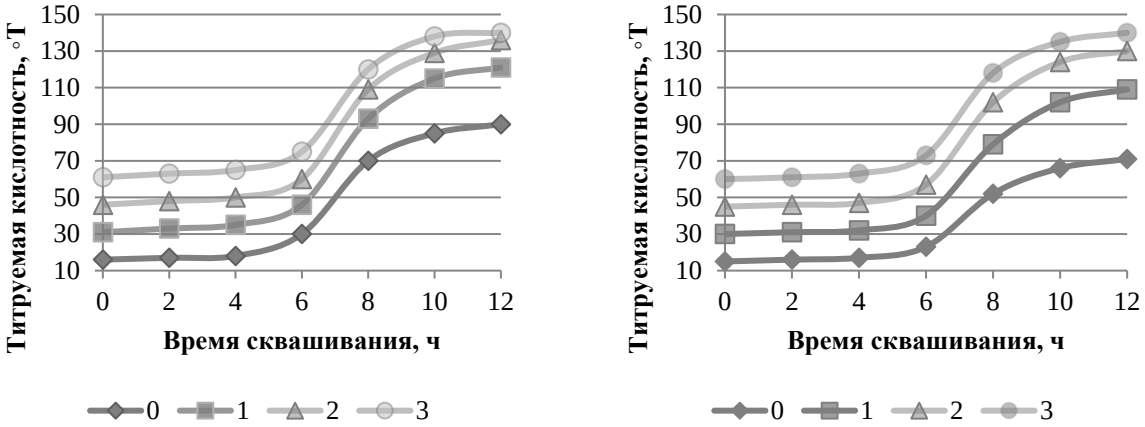
а б

Рисунок 3.10 – Кривые сквашивания термофильной закваской обезжиренного молока (а) и пахты (б), содержащих гидролизат в количестве 0, 1, 2 и 3 %

Анализ результатов показал, что лаг-фаза *S. salivarius subsp. thermophilus* (рис. 3.10) имела продолжительность около одного часа, активный рост микроорганизмов происходил в последующие четыре часа, с пятого по шестой час титруемая кислотность практически не изменялась. В итоге, оптимальная титруемая кислотность опытных образцов достигалась за четыре часа сквашивания. По заявленным данным производителя оптимальная титруемая кислотность должна достигаться за 10 часов сквашивания при температуре

культивирования 40 °С. Следовательно, при использовании гидролизата ускорялся процесс сквашивания в среднем на пять часов, что может способствовать сокращению технологического процесса, уменьшению затрат и обеспечить регламентируемое нормативными документами содержание полезных микроорганизмов в готовом продукте. Контрольные образцы к четвертому часу сквашивания имели достаточно высокий показатель титруемой кислотности (обезжиренное молоко 90 °Т, пахта 82 °Т), но консистенция не была достаточно густая. Напротив, в это время опытные образцы имели плотную консистенцию сгустков.

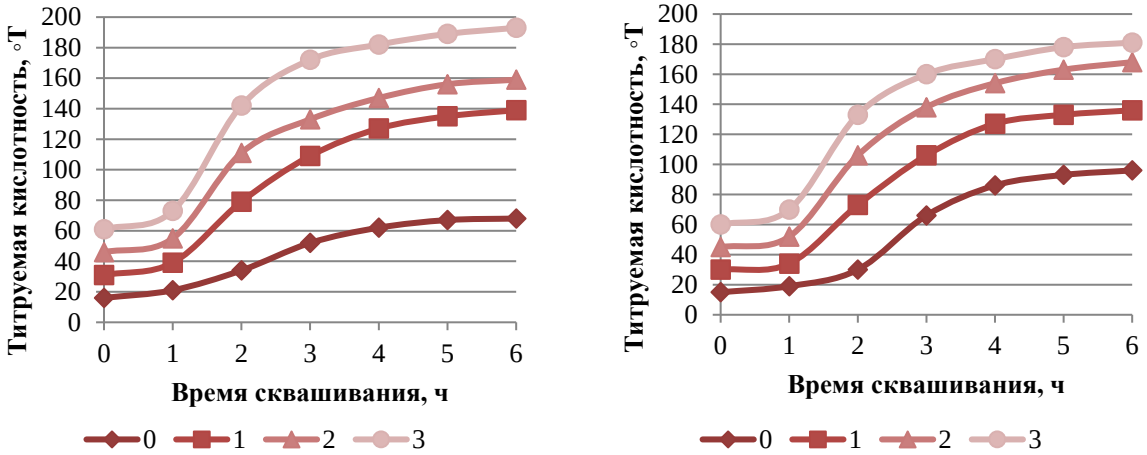
Продолжительность сквашивания лактококков в соответствии с сопроводительной документацией производителя должна составлять 16 часов при температуре 30 °С. В течение культивирования лаг-фаза составляла шесть часов (рисунок 3.11), как в контрольных, так и в опытных образцах. Далее в течение четырех часов наблюдался активный рост микроорганизмов. Титруемая кислотность опытных образцов с 10 по 12 час изменялась незначительно, что говорило об окончании сквашивания. В опытных образцах титруемая кислотность 90 °Т достигалась уже через восемь часов. На основании чего так же можно сделать вывод о сокращении процесса сквашивания в присутствии гидролизата.



а б

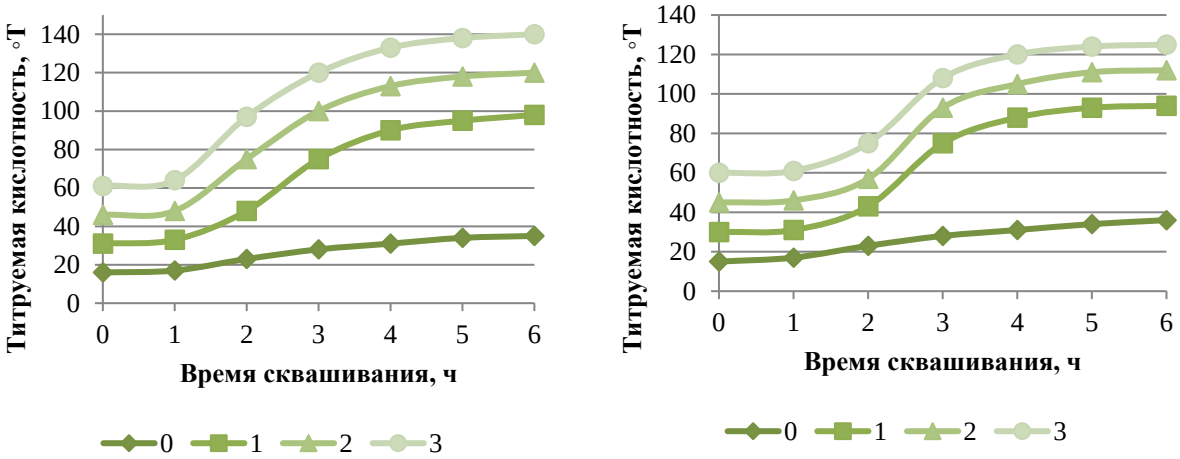
Рисунок 3.11 – Кривые сквашивания мезофильной закваской обезжиренного молока (а) и пахты (б), содержащих гидролизат в количестве 0, 1, 2 и 3 %

У изучаемых штаммов *Lb. Acidophilus* лаг-фаза длилась около одного часа (рисунки 3.12, 3.13). Активный рост наблюдался с двух до четырех часов сквашивания.



а б

Рисунок 3.12 – Кривые сквашивания ацидофильной закваской (кислотообразующий штамм) обезжиренного молока (а) и пахты (б), содержащих гидролизат в количестве 0, 1, 2 и 3 %



а б

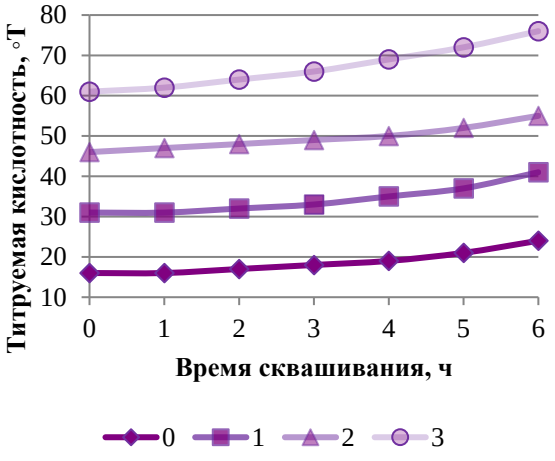
Рисунок 3.13 – Кривые сквашивания ацидофильной закваской (слабокислотообразующий штамм) обезжиренного молока (а) и пахты (б), содержащих гидролизат в количестве 0, 1, 2 и 3 %

При использовании кислотообразующего штамма и гидролизата в количестве 2 и 3 % титруемая кислотность была более 140 °Т уже через четыре

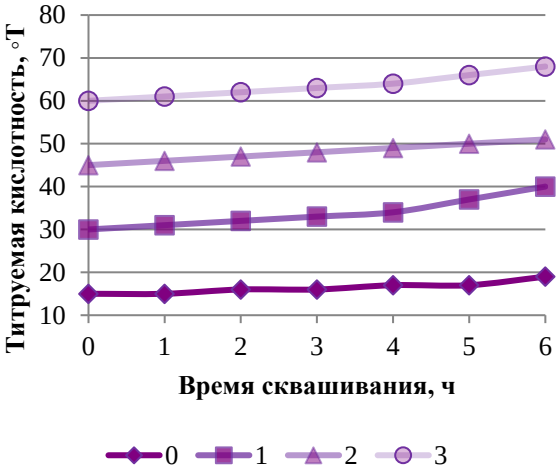
часа, поэтому использование этого штамма неприемлемо при внесении гидролизата в количестве более 1 %.

Процесс сквашивания слабого кислотообразующего штамма протекал примерно, так же, как и при использовании закваски термофильного стрептококка, за исключением того, что сгустки имели не стандартные органолептические показатели. В образцах не наблюдалось образование равномерного сгустка, а присутствовали хлопья белка. Контрольные образцы, полученные при сквашивании слабо кислотообразующего штамма, через шесть часов имели невысокие показатели титруемой кислотности. В рекомендациях производителя этот штамм следует сквашивать в течение 16 часов. Проведенные исследования были направлены на сокращение процесса сквашивания за счет внесения гидролизата и получение приемлемых потребительских свойств, поэтому использование данных штаммов сочли нецелесообразным.

В опытных образцах, полученных при использовании закваски *Bifidobacterium*, титруемая кислотность увеличивалась только за счет внесения гидролизата (рисунок 3.14). Хотя, образцы с массовой долей гидролизата 3 % имели кислотность около 70 °Т, но сгустки отсутствовали.



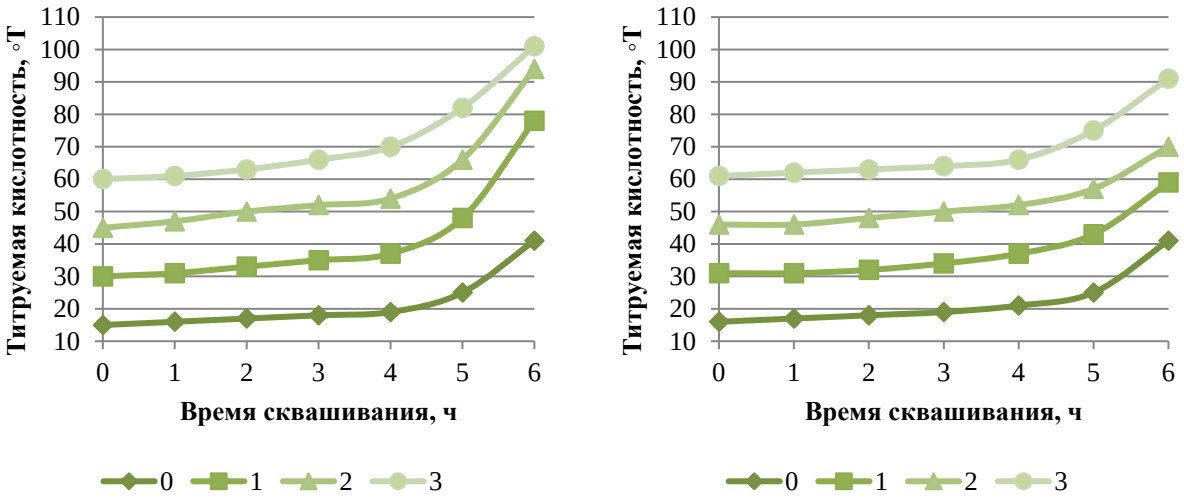
а



б

Рисунок 3.14 – Кривые сквашивания бифидобактериями обезжиренного молока (а) и пахты (б), содержащих гидролизат в количестве 0, 1, 2 и 3 %

Сквашивание молочной основы закваской *Lb. plantarum* происходило менее активно чем сквашивание термофильным стрептококком (рисунок 3.15). Адаптация микроорганизмов к молочной среде составляла четыре часа. Рост кислотности начинался только после пяти часов сквашивания. Максимальная титруемая кислотность контрольных образцов составляла (40±2) °Т.



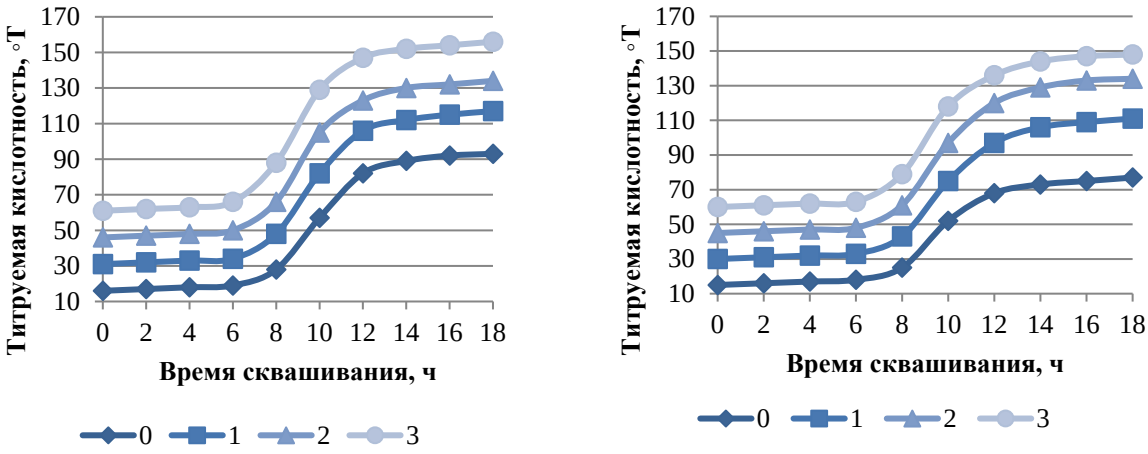
а б

Рисунок 3.15 – Кривые сквашивания закваской *Lb. plantarum* обезжиренного молока (а) и пахты (б), содержащих гидролизат в количестве 0, 1, 2 и 3 %

При внесении гидролизата опытные образцы имели показатель титруемой кислотности в пахте – 59 °Т, 70 °Т, 91 °Т, в обезжиренном молоке – 78 °Т, 94 °Т, 101 °Т при массовой доле гидролизата 1, 2 и 3 % соответственно. За шесть часов сквашивания образцы не приобрели сгустка. Несмотря на это, данную заквасочную культуру решено использовать как пробиотическую составляющую поликомпонентной закваски, поскольку именно этот штамм *Lb. plantarum* является пробиотическим и в промышленности используется как защитная культура против патогенной и условно-патогенной микрофлоры.

Процесс сквашивания с использованием кефирной закваски, приготовленной на кефирных грибках[1], проводили в течение 18 часов, из них лаг-фаза составляла в среднем шесть часов (рисунок 3.16).

[1] из коллекции АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина



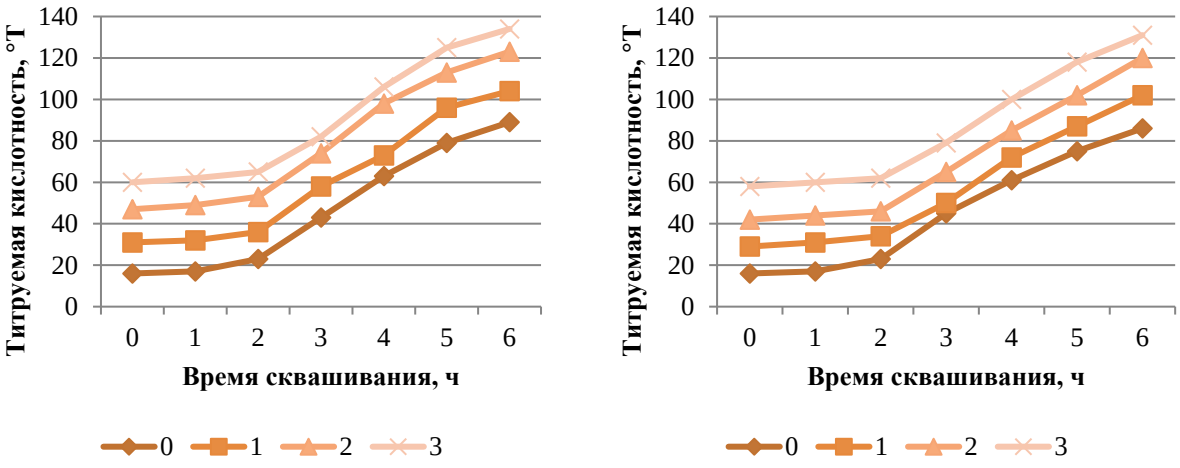
а б

Рисунок 3.16 – Кривые сквашивания кефирной закваской обезжиренного молока (а) и пахты (б), содержащих гидролизат в количестве 0, 1, 2 и 3 %

Теоретически можно было ожидать увеличения продолжительности лаг-фазы, но этого не произошло, благодаря повышения буферной емкости. Активное развитие микроорганизмов проходило от восьми до 14 часов. Последующие четыре часа титруемая кислотность нарастала незначительно. В результате внесения гидролизата титруемая кислотность опытных образцов нарастала быстрее и к 12 часам сквашивания составляла более 90 °Т. Поскольку общая продолжительность сквашивания кефирной закваской достаточно большая, а видовой состав микрофлоры кефирной закваски очень разнообразен, и определенно заключить, какие именно микроорганизмы активизировались и оказали влияние на ускорение процесса сквашивания в условиях данного исследования нельзя, далее кефирная закваска не использовалась.

Процесс сквашивания пахты и обезжиренного молока болгарской палочкой протекал традиционно (рисунок 3.17). Продолжительность лаг-фазы составляла в среднем два часа, далее в течение четырех часов происходил активный рост микроорганизмов. Титруемая кислотность опытных образцов с массовой долей гидролизата 3 % достигала 100 °Т уже через четыре часа сквашивания, а при 2 и 1 % внесения гидролизата - через пять, шесть часов

соответственно. Также, как и во всех предыдущих случаях, титруемая кислотность в опытных образцах нарастала быстрее по сравнению с контрольными. Следовательно, и в данном случае, что при внесении гидролизата сокращалась продолжительность процесса сквашивания обезжиренного молока и пахты при использовании изученных заквасочных культур.



а б

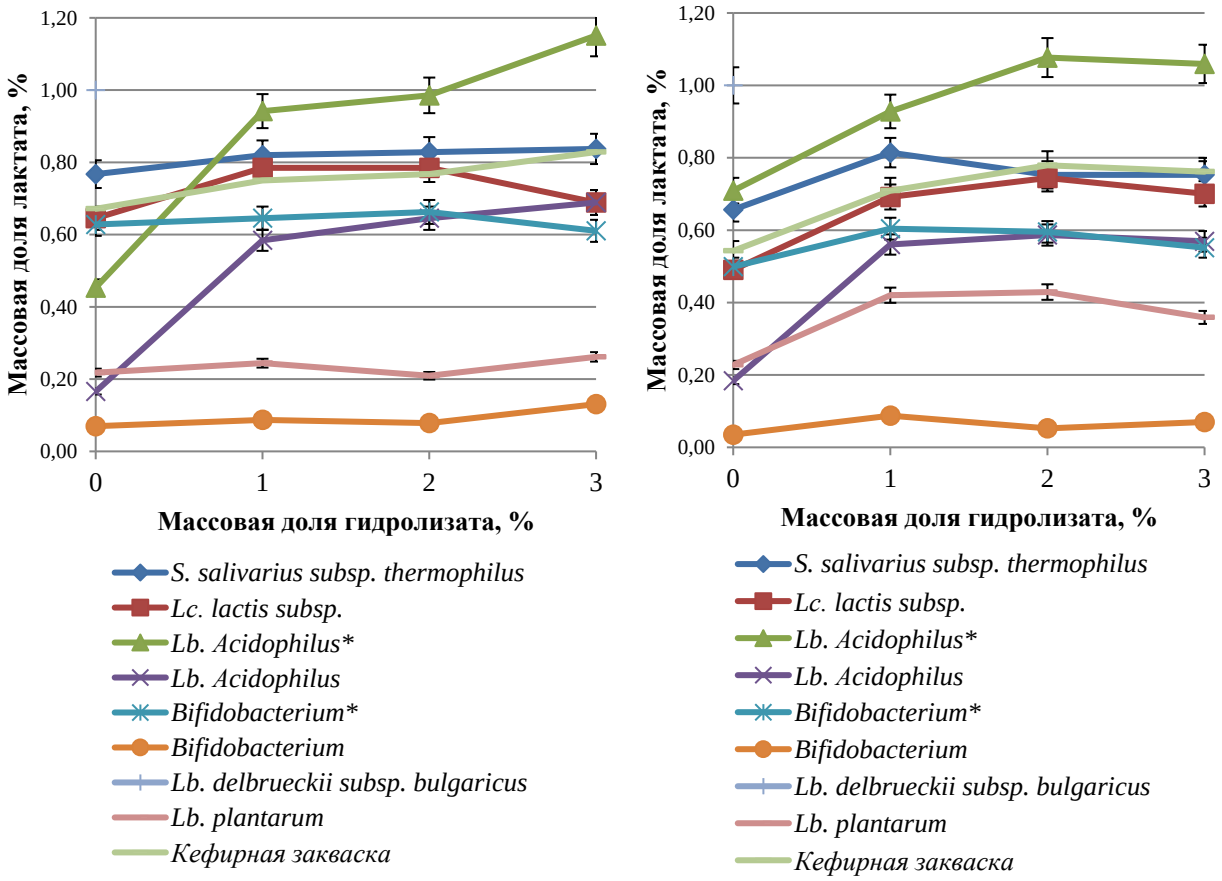
Рисунок 3.17 – Кривые сквашивания болгарской палочкой обезжиренного молока (а) и пахты (б), содержащих гидролизат в количестве 0, 1, 2 и 3 %

Различия в процессах сквашивания при использовании исследуемых микроорганизмов проявляются потому, что они продуцируют разное количество молочной кислоты и образуемых конечных продуктов. Традиционно молочнокислые микроорганизмы делятся на гомолактаты и гетеролактаты. Однако, процесс брожения зависит от влияния различных факторов, таких как изменение концентрации углеводов, pH среды, температуры, уменьшение доступных питательных веществ и пр. Например, Stiles M.E. и W.H.Holzapfel [104], в зависимости от характера брожения, выделяют помимо строго гомо- и гетеролактатов, группу факультативных гетеролактатов. В группу строго гомолактатов входят *Lb. Acidophilus, Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* и др. К числу факультативных гетеролактатов относятся *Lb. plantarum* и др. [95, 104].

В результате проведенных исследований выявлены различия в процессах сквашивания между видами молочного сырья, как в контрольных, так и в опытных образцах в зависимости от количества внесенного гидролизата и используемой заквасочной культуры. Показатель титруемой кислотности выше в образцах на основе обезжиренного молока, чем в образцах пахты. Объяснение, видимо, заключается в особенности состава этих видов молочного сырья. В пахте концентрируется большая часть белков «оболочек жировых шариков молока, характеризующаяся повышенным сродством к различным низкомолекулярным соединениям, таким как витамины, минералы, свободные жирные кислоты. Перечисленные соединения, связанные белками, становятся недоступными для использования заквасочной микрофлорой. В итоге, микроорганизмам заквасок не хватает биологически активных веществ для роста и развития, что влияет на процесс их жизнедеятельности» [105].

Изучение процесса кислотообразования в образцах обезжиренного молока и пахты с добавлением гидролизата показали, что во многих образцах молочнокислые палочки вырабатывали (0,7±0,1) % молочной кислоты, лактококки – 0,5 %, что соответствует литературным данным (рис. 3.18) [100]. В образцах без гидролизата, полученных, сквашиванием *Lb. plantarum* и *Lb. Acidophilus* (слабокислотообразующий штамм), наблюдалось минимальное содержание молочной кислоты. В опытных образцах отмечалось увеличение количества образуемого лактата по мере внесения гидролизата (с 1 до 3 %).

«Закваска *Bifidobacterium* проявляла себя иначе. Сквашивание молочного сырья закваской бифидобактерий проводили в течение шести часов и 16 часов. За шесть часов развития количество лактата составляло менее 0,1 %» [101]. По окончании 16 часов сквашивания количество лактата составляло в среднем 0,6 % в контрольных и опытных образцах. При этом в обоих случаях активирования кислотообразования под влиянием гидролизата не наблюдали.



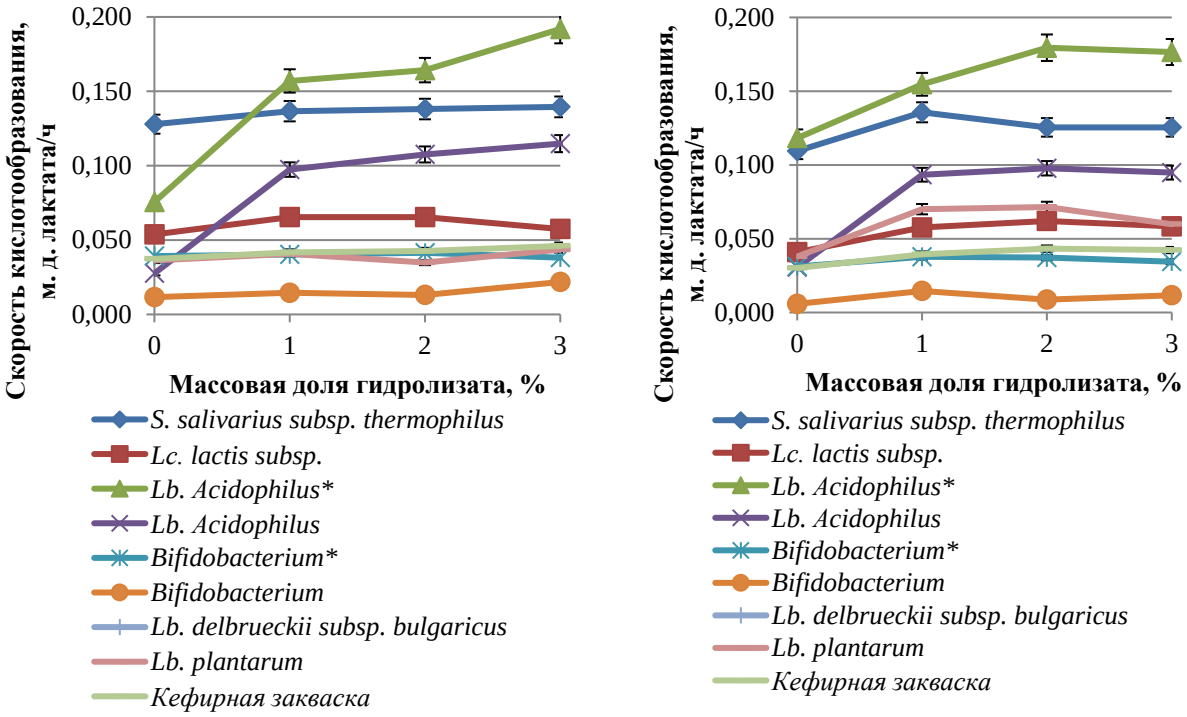
а б

Рисунок 3.18 – Влияние гидролизата на синтез лактата в обезжиренном молоке (а) и пахте (б)

Анализ полученных результатов исследований подтверждает, что гидролизат содержит питательные вещества, которые стимулируют развитие микроорганизмов молочнокислых бактерий разных таксономических групп. Такой эффект проявлялся при развитии молочнокислых бактерий как в обезжиренном молоке, так и в пахте с добавлением от 1 до 3 % гидролизата, что подтверждается увеличением количества образованной молочной кислоты и возрастанием титруемой кислотности в изученных видах молочного сырья. Выявленная закономерность не относится к изученной закваске *Bifidobacterium*. По-видимому, это обусловлено тем, что молочное сырьё не является средой обитания этих микроорганизмов и они практически не продуцируют β-галактозидазу, а дополнительное внесение гидролизата было не достаточным для активизации их развития. Полученные результаты коррелируют с известными

данными Ганиной В.И., Иркитовой А.Н., Степаненко П.П., Функ И.А., Шевелевой С.А. и др.

Продолжительность сквашивания молочного сырья во многом определяется не только видами применяемых молочнокислых бактерий, но и зависит от индивидуальных характеристик штаммов, входящих в состав заквасок. Поскольку в работе применяли серийно выпускаемые микроорганизмы, используемые в молочной отрасли, и молочное сырьё с добавлением гидролизата, то практический интерес представляли исследования по определению показателя – средняя скорость кислотообразования. Данный показатель отражает, количество лактата, образуемого в час. На рисунке 3.19 представлены результаты исследования скорости кислотообразования. Анализ полученных данных свидетельствует об интенсификации скорости кислотообразования закваски *Lb. Acidophilus* (LbA*, кислотообразующий штамм) при развитии в обезжиренном молоке с гидролизатом.



а б

Рисунок 3.19 – Влияние гидролизата на скорость образования лактата в обезжиренном молоке (а) и пахте (б)

Образцы на основе пахты имели более высокую скорость кислотообразования при внесении гидролизата в количестве 2 % (*Lb. Acidophilus** кислотообразующий штамм) и в количестве 1 % (*Lb. Acidophilus* слабый кислотообразующий штамм) по сравнению с контролем. Таким образом, возможно, гидролизат влияет на обменный процессы этих бактерий.

Полученные результаты органолептической оценки говорят о том, что количество баллов контрольных образцов несколько выше, чем у опытных (таблицы 3.12, 3.13).

Таблица 3.12 – Результаты органолептической оценки образцов на основе обезжиренного молока (суммарный балл)

Вид закваски	Массовая доля гидролизата, %			
	0	1	2	3
S. salivarius subsp. thermophilus	20,0±0,0	19,0±0,5	18,7±0,7	18,1±0,6
Lc. lactis	19,7±0,3	17,3±0,9	17,1±0,6	16,4±0,7
*Lb. Acidophilus**	18,3±1,2	16,8±0,6	15,2±0,6	13,6±0,2
Lb. Acidophilus	18,5±1,0	17,2±1,0	15,5±0,9	13,8±0,3
Bifidobacterium (сквашивание 6 часов)	17,0±0,9	16,0±0,6	14,7±0,6	12,4±0,4
Bifidobacterium (сквашивание 16 часов)	18,1±0,7	16,9±1,1	16,1±0,6	14,0±0,2
Lb. plantarum	18,1±0,9	16,4±0,6	14,5±0,5	13,9±0,5
Кефирная закваска	18,1±1,0	16,5±0,9	14,8±0,6	13,4±0,5
Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus	18,5±1,2	17,2±0,7	15,5±0,6	13,8±0,5
*– кислотообразующий штамм				

Таблица 3.13 – Результаты органолептической оценки образцов на основе пахты (суммарный балл)

Вид закваски	Массовая доля гидролизата, %			
	0	1	2	3
S. salivarius subsp. thermophilus	20,0±0,0	19,1±0,5	18,8±0,5	18,2±0,7
Lc. lactis	19,7±0,1	17,3±0,8	16,9±0,8	16,4±0,7
*Lb. Acidophilus**	18,2±0,7	16,9±0,7	15,3±0,8	13,9±0,6
Lb. Acidophilus	18,2±1,0	17,1±0,6	15,3±0,6	13,2±0,1
Bifidobacterium (сквашивание 6 часов)	16,7±0,8	15,7±0,4	14,2±0,6	12,4±0,2
Bifidobacterium (сквашивание 16 часов)	17,9±0,7	16,9±0,6	15,9±0,8	14,0±0,7
Lb. plantarum	18,2±0,7	16,5±1,2	14,3±0,4	13,6±0,4
Кефирная закваска	18,2±0,8	16,5±0,8	14,9±0,8	13,6±0,5
Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus	18,2±0,8	16,9±0,6	15,3±1,0	13,9±0,6
*– кислотообразующий штамм				

К тому же с увеличением дозы внесения гидролизата балльная оценка снижается. При использовании заквасок *Lb. Acidophilus, Bifidobacterium, Lb. plantarum*, кефирной и массовой доли гидролизата 2 и 3 % в изученном молочном сырье, экспертами выявлен соленый и альбуминный привкус разной насыщенности.

В образцах, полученных сквашиванием обезжиренного молока и пахты кефирной закваской и *Lb. Acidophilus* (кислотообразующий штамм) с внесением гидролизата в количестве 3 % чувствовался горький вкус, из-за чего итоговая оценка снижалась. Так же невысокие баллы получили пробы пахты и обезжиренного молока, сквашенные закваской *Bifidobacterium* в течение шести часов. Увеличение сквашивания 16 часов сквашивания не улучшили результат. Сгустки были слабые, что снижало потребительские показатели. Оценивая запах образцов, эксперты-дегустаторы поставили опытным пробам меньшее количество баллов, чем контрольным, из-за ощутимого запаха вносимого гидролизата.

Почти все опытные образцы не имели достаточно густой консистенции сгустка [108, 109]. Пробы пахты и обезжиренного молока, сквашенные *Bifidobacterium, Lb. plantarum, Lb. Acidophilus* и кефирной закваской отличались слабым гелеобразованием при внесении гидролизата в количестве 3 %. При использовании закваски *Bifidobacterium* и продолжительности сквашивания 16 часов с массовой долей гидролизата 2 % образовывался слабый сгусток. Такую же консистенцию имели образцы, полученные при сквашивании закваской *Lb. Acidophilus.* За шесть часов при использовании закваски *Bifidobacterium* сгустки в изучаемом молочном сырье не были образованы вовсе. Неплотный сгусток образовывался при сквашивании молочного сырья кефирной закваской и *Lb. plantarum* при массовой доле гидролизата 1 %. Мезофильные культуры давали слабое гелеобразование во всех образцах пахты и обезжиренного молока. Опытные образцы, сквашенные болгарской палочкой, имели удовлетворительные потребительские характеристики при внесении гидролизата от 1 до 3 %.

Максимальное количество баллов, по мнению экспертов-дегустаторов, получили образцы пахты и обезжиренного молока, сквашенные *S. salivarius subsp. thermophilus.* Эти образцы характеризовались чистым, кисломолочным вкусом и запахом, ровным плотным сгустком с добавленным гидролизатом в количестве от 1 до 3 %. Именно поэтому термофильные микроорганизмы обязательно нужно включать в состав закваски для сквашивания пахты и обезжиренного молока с добавлением гидролизата.

На основании результатов данного этапа исследований показана возможность использования гидролизата в производстве кисломолочных продуктов. Использование гидролизата в количестве 3 % в составе изученного молочного сырья способствовало развитию ряда заквасочных микроорганизмов таких как термофильный стрептококк, лактококки и болгарская палочка и ускоряло процесс сквашивания в среднем на четыре часа, что в конечном итоге позволит сократить затраты на производство. Внесение гидролизата в изученные виды молочного сырья позволяет увеличить массовую долю белка, повысить биологическую ценность и обеспечить нормируемое количество заквасочной микрофлоры, в том числе пробиотических бактерий. Установлено, что для получения функционального кисломолочного продукта с гидролизатом, в составе закваски следует сочетать пробиотические культуры с термофильными молочнокислыми стрептококками.

3.3 Подбор комбинаций заквасочных микроорганизмов для получения функционального кисломолочного продукта с гидролизатом сывороточных белков

3.3.1 Исследования сквашивания молочной основы комбинированной закваской из двух видов микроорганизмов

«Поскольку отдельные микроорганизмы проявляют как антагонистические, так и симбиотические свойства по отношению друг к другу, на данном этапе

исследовали процессы сквашивания смеси обезжиренного молока и пахты, содержащие гидролизат, комбинированными заквасками» [102].

Молочную основу, смесь пахты и обезжиренного молока в соотношении 1:1, сквашивали комбинациями из двух видов микроорганизмов. Для этого использовали их соотношение 1:1 в следующих сочетаниях микроорганизмов:

- *S. salivarius subsp. thermophilus + Lb. Acidophilus;*
- *S. salivarius subsp. thermophilus + Bifidobacterium;*
- *S. salivarius subsp. thermophilus + Lb. plantarum;*
- *S. salivarius subsp. thermophilus + Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus.*

С учетом рекомендаций сопроводительных документов на закваски, сквашивание проводили при температуре 40 °С и продолжительности шесть часов.

На рисунке 3.20 приведены средние результаты титруемой кислотности образцов по окончании сквашивания. По этим данным видно, что в целом между показателем титруемой кислотности и массовой долей гидролизата прослеживается положительная зависимость. Также в присутствии гидролизата подтвердились свойства сильных кислотообразователей *S. salivarius subsp. thermophilus + Lb. Acidophilus,* поскольку образцы, заквашенные этой комбинацией микроорганизмов, имели самую высокую титруемую кислотность.

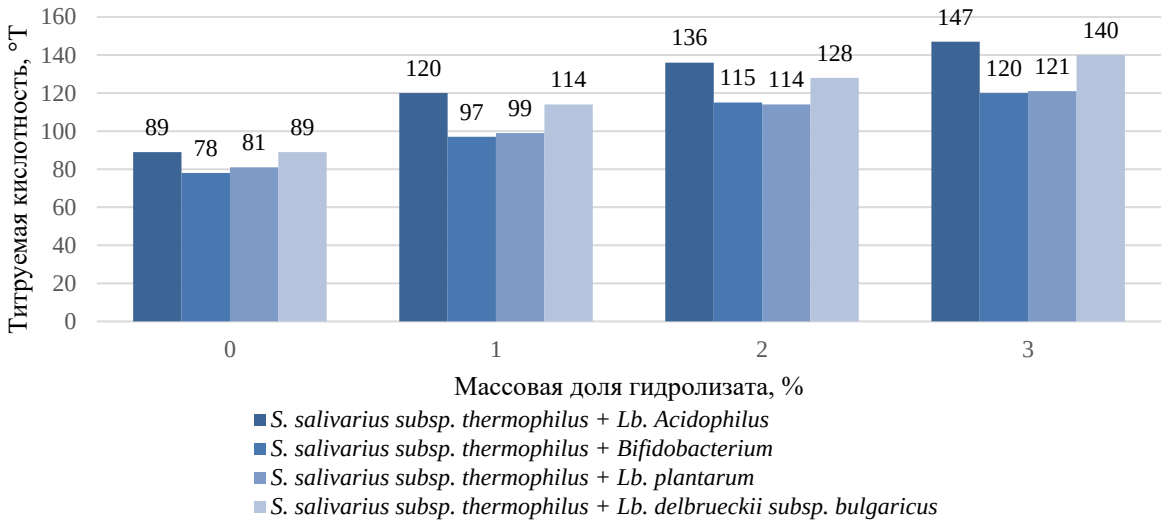


Рисунок 3.20 – Средние показатели титруемой кислотности сгустков, полученных сквашиванием заквасками, состоящими из двух компонентов

В таблице 3.14 представлены результаты органолептической оценки образцов, полученных сквашиванием молочной основы комбинированными закваскаими из двух видов микроорганизмов. За органолептические показатели опытные образцы получили меньше количество баллов, чем контрольные.

Таблица 3.14 – Результаты органолептической оценки образцов

Массовая доля гидролизата в образце, %	Органолептические показатели (баллы)				Общий балл
	Вкус	Запах	Консистенция	Цвет	
1	2	3	4	5	6
S. salivarius subsp. thermophilus +Lb. Acidophilus					
0	5,0±0,0	5,0±0,0	5,0±0,0	5,0±0,0	20,0±0,0
1	4,9±0,1	4,9±0,1	5,0±0,0	4,9±0,1	19,7±0,3
2	4,7±0,2	4,7±0,2	5,0±0,0	4,4±0,2	18,8±0,6
3	4,5±0,1	4,7±0,2	4,9±0,1	4,3±0,3	18,4±0,7
S. salivarius subsp. thermophilus + Bifidobacterium					
0	5,0±0,0	5,0±0,0	4,5±0,2	5,0±0,0	19,7±0,2
1	4,6±0,2	4,8±0,1	3,5±0,1	4,6±0,3	17,5±0,7
2	4,7±0,2	4,7±0,3	3,4±0,1	4,4±0,3	17,2±0,9
3	4,4±0,1	4,5±0,3	3,3±0,2	4,3±0,1	16,5±0,7
S. salivarius subsp. thermophilus + Lb. plantarum					
0	5,0±0,0	5,0±0,0	5,0±0,0	5,0±0,0	20,0±0,0
1	4,8±0,1	4,8±0,1	5,0±0,0	4,9±0,1	19,5±0,3
2	4,7±0,2	4,7±0,2	4,9±0,1	4,4±0,3	18,7±0,7
3	4,5±0,3	4,6±0,1	4,9±0,1	4,3±0,2	18,3±0,7
S. salivarius subsp. thermophilus + Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus					
0	5,0±0,0	5,0±0,0	5,0±0,0	5,0±0,0	20,0±0,0
1	4,9±0,1	4,8±0,1	5,0±0,0	4,9±0,1	19,6±0,3
2	4,7±0,2	4,8±0,3	4,9±0,1	4,4±0,2	18,8±0,8
3	4,6±0,2	4,7±0,2	4,9±0,1	4,3±0,1	18,5±0,6

Вкус, запах и цвет опытных проб во всех видах закваски был практически одинаковым, изменения наблюдались по мере увеличения количества вносимого гидролизата. Решающим показателем для выставления итоговой оценки была консистенция. Сгустки, полученные сквашиванием *S. salivarius subsp. thermophilus + Bifidobacterium*, были менее плотные и оценены ниже других образцов.

Объективную оценку консистенции кисломолочных продуктов дают реологические характеристики, определяемые типом структуры и механическими свойствами продукта.

В качестве показателей, которые характеризуют устойчивость структуры кисломолочного продукта использованы: потеря вязкости (Пη) и показатель

восстановления структуры после механического разрушения [108]. Результаты изменения показателя потери вязкости представлены в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Показатель потери вязкости контрольных и опытных образцов, полученных при сквашивании закваской из двух видов микроорганизмов по окончании сквашивания и с хранения

Варианты закваски	Количество гидролизата, %	Потеря вязкости, %	
		свежее	с хранения
S. salivarius subsp. thermophilus + Lb. Acidophilus	0	56,7±0,30	58,8±0,20
	1	54,3±0,32	56,7±0,20
	2	51,5±0,51	53,0±0,10
	3	44,5±0,12	48,3±0,15
S. salivarius subsp. thermophilus + Bifidobacterium	0	59,7±0,25	61,4±0,12
	1	58,8±0,12	58,8±0,12
	2	56,7±0,25	56,7±0,10
	3	54,3±0,36	53,0±0,12
S. salivarius subsp. thermophilus + Lb. plantarum	0	56,7±0,12	57,7±0,10
	1	54,3±0,36	54,3±0,20
	2	48,3±0,35	44,5±0,26
	3	37,5±0,50	33,3±0,36
S. salivarius subsp. thermophilus + Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus	0	57,7±0,35	58,8±0,16
	1	56,7±0,25	56,7±0,26
	2	54,3±0,17	53,0±0,20
	3	50,0±0,15	54,3±0,25

Структура продукта чувствительна к изменениям химического состава, физическим показателям и режимам технологической обработки. Знание реологических характеристик необходимо при конструировании оборудования и создании автоматизированных линий производства и розлива кисломолочных продуктов. Изучение реологических свойств пищевых продуктов, основано на анализе протекающих в этих продуктах деформационных процессов под влиянием приложенного напряжения. Это позволяет определить характер образовавшихся структур и их изменение во времени, что имеет большое практическое значение [108, 109, 110].

Анализом приведенных в таблице 3.15 данных установлено, что гидролизат оказывает стабилизирующее действие на вязкость продукта, поскольку по мере увеличения количества данного наполнителя потеря вязкости снижалась во всех опытных вариантах по сравнению с контрольными

как в свежих, так и с хранения в течение 7 суток при температуре (4±2) °С. В свежевыработанных контрольных образцах всех вариантов заквасок показатель потери вязкости находился в пределах от 56,7 до 59,7 %. При добавлении гидролизата потеря вязкости в сгустках с использованием заквасок *S. salivarius subsp. thermophilus* + *Lb. Acidophilus* и *S. salivarius subsp. thermophilus* + *Lb. plantarum* снизилась в среднем на 20 %.

Наименьший уровень потери вязкости образцов имел сгусток, полученный при использовании закваски *S. salivarius subsp. thermophilus* + *Lb. plantarum* при максимальной массовой доле гидролизата 3 %, и составил 37,5 %.

И в контрольных, и в опытных образцах потери вязкости выросли после семидневного хранения при температуре (4±2) °С. Исключением были опытные образцы, заквашенные комбинацией микроорганизмов *S. salivarius subsp. thermophilus* + *Lb. plantarum,* в которых потери вязкости снизились с 48,3 до 44,5 % при внесении 2 % гидролизата и с 37,5 до 33,3 %, содержащих 3 % гидролизата.

Для стабильной работы оборудования при розливе и фасовке продукта, а также для потребителя важное значение имеет восстановление структуры после механического воздействия. На рисунке 3.21 наглядно изображена зависимость восстановления структуры сгустка от количества внесенного гидролизата. В каждом из вариантов по мере внесения гидролизата способность к восстановлению структуры значительно возрастает. Максимальное восстановление структуры характерно для всех видов напитка с наибольшей дозой гидролизата. Самым низким показателем восстановления структуры (69,6 %) отличался сгусток контрольного образца, полученного при сквашивании закваской, состоящей из *S. salivarius subsp. thermophilus* + *Bifidobacterium*.

Самый высокий показатель восстановления структуры имели образцы, сквашенные закваской *S. salivarius subsp. thermophilus* + *Lb. Acidophilus*. В образцах этого варианта, содержащих 3 % гидролизата, восстановление структуры достигало 100 % как сразу после сквашивания, так и после хранения [108].

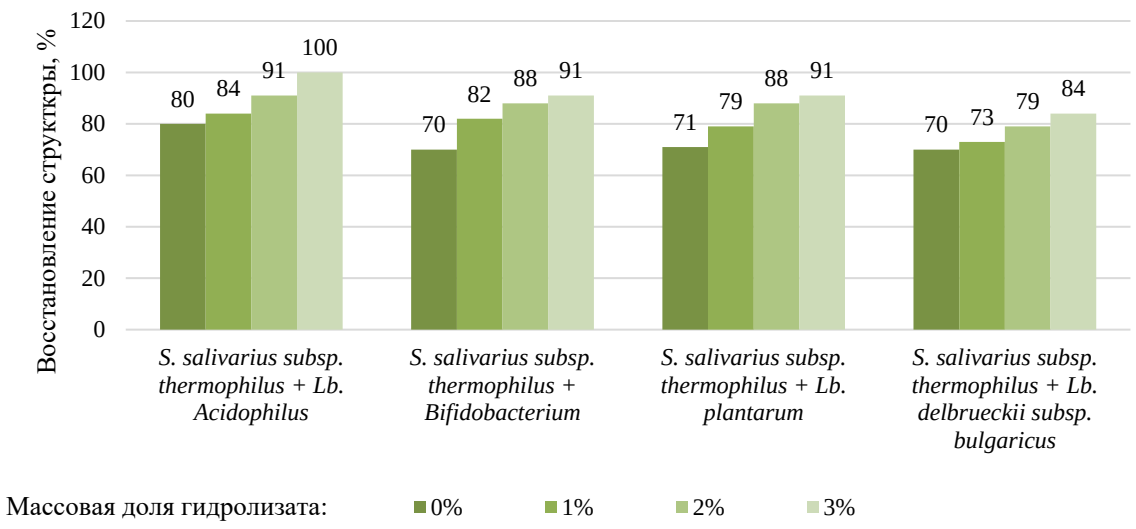


Рисунок 3.21 – Изменение показателя восстановления структуры сгустков от количества внесенного гидролизата и вида закваски

Поскольку основным функциональным признаком пробиотического продукта служит численность микроорганизмов на конец срока годности, во всех образцах на конец предполагаемого срока хранения – 7 суток, выполнены микробиологические исследования. Результаты подсчета жизнеспособных клеток, представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Численность микроорганизмов при использовании заквасок, состоящих из двух видов на конец срока хранения

Количество гидролизата, %	*S. salivarius subsp. thermophilus + Lb. Acidophilus, КОЕ/см³*		*S. salivarius subsp. thermophilus + Bifidobacterium, КОЕ/см³*	
	S. salivarius subsp. thermophilus	*Lb. Acidophilus*	*S. salivarius subsp. thermophilus*	*Bifidobacterium*
0	$(1,0\text{-}1,1)\cdot10^9$	$(8,0\text{-}8,2)\cdot10^8$	$(1,0\text{-}1,1)\cdot10^9$	$(3,5\text{-}3,6)\cdot10^8$
1	$(1,2\text{-}1,3)\cdot10^9$	$(3,4\text{-}3,5)\cdot10^8$	$(1,0\text{-}1,1)\cdot10^9$	$(1,0\text{-}1,1)\cdot10^7$
2	$(1,0\text{-}1,1)\cdot10^9$	$(7,5\text{-}7,6)\cdot10^8$	$(1,0\text{-}1,1)\cdot10^9$	$(1,0\text{-}1,1)\cdot10^7$
3	$(7,8\text{-}8,0)\cdot10^8$	$(7,4\text{-}7,5)\cdot10^8$	$(1,0\text{-}1,1)\cdot10^9$	$(1,8\text{-}2,0)\cdot10^7$
	S. salivarius subsp. thermophilus + Lb. plantarum, КОЕ/см³		*S. salivarius subsp. thermophilus + Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus, КОЕ/см³*	
	S. salivarius subsp. thermophilus	*Lb. plantarum*	*S. salivarius subsp. thermophilus*	*Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus*
0	$(1,1\text{-}1,2)\cdot10^9$	$(7,8\text{-}8,0)\cdot10^6$	$(1,1\text{-}1,2)\cdot10^9$	$(6,0\text{-}6,2)\cdot10^8$
1	$(1,0\text{-}1,1)\cdot10^9$	$(4,0\text{-}4,2)\cdot10^6$	$(1,0\text{-}1,1)\cdot10^9$	$(8,0\text{-}8,2)\cdot10^7$
2	$(1,0\text{-}1,1)\cdot10^9$	$(4,6\text{-}4,7)\cdot10^6$	$(1,0\text{-}1,1)\cdot10^9$	$(8,0\text{-}8,1)\cdot10^7$
3	$(1,0\text{-}1,1)\cdot10^9$	$(7,6\text{-}8,0)\cdot10^6$	$(1,0\text{-}1,1)\cdot10^9$	$(6,8\text{-}7,0)\cdot10^7$

«Исследования показали, что при внесении гидролизата в продукт от 1 до 3 % количество молочнокислых микроорганизмов во всех образцах значительно превышало требования законодательства и составляло более 10^7 КОЕ/см^3» [101]. Однако, заметно, что количество пробиотической составляющей закваски во всех контрольных образцах несколько выше, чем в опытных пробах продукта.

Таким образом, на этапе использования бинарных композиций микроорганизмов можно сделать следующие выводы. Во-первых, суммарная органолептическая оценка снижалась во всех опытных образцах с увеличением массовой доли гидролизата. Во-вторых, показатель потери вязкости зависел в большей степени от количества внесенного гидролизата, чем от вида закваски. В-третьих, показатель восстановления структуры напрямую зависел от выбранной микрофлоры. В-четвертых, численность пробиотической составляющей опытных образцов несколько меньше, чем в контроле. Наконец, в-пятых, основная пробиотическая культура, *Bifidobacterium*, не проявила усиленного роста в сочетании с *S. salivarius subsp. thermophilus*.

Полученные данные послужили основанием для продолжения работ по выбору комбинаций заквасочных микроорганизмов, приемлемых для получения пробиотического продукта с гидролизатом сывороточных белков.

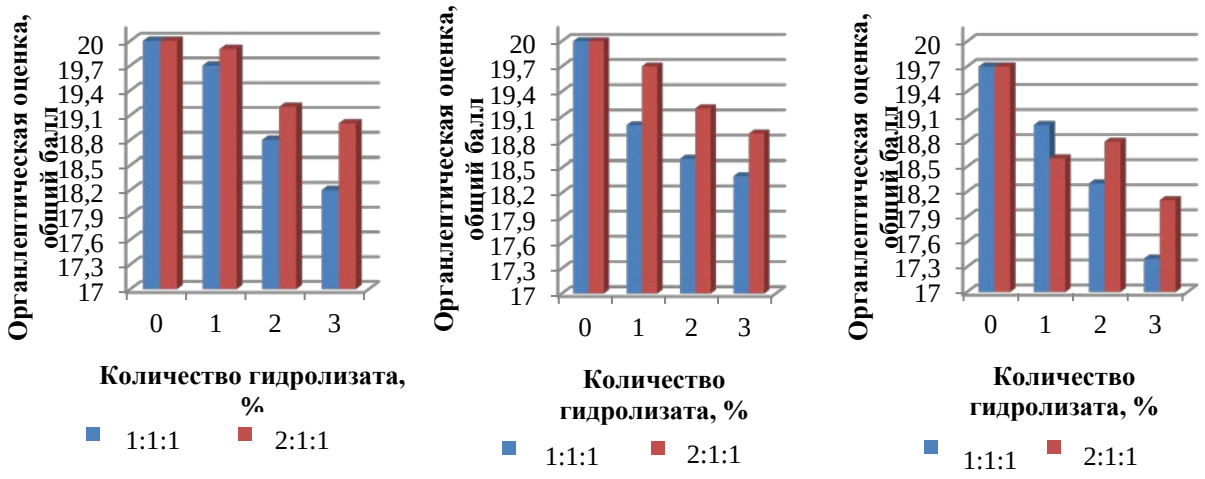
3.3.2 Исследования сквашивания молочной основы комбинированной закваской из трех видов микроорганизмов

Дальнейшие исследования направлены на усиление пробиотических и улучшение потребительских свойств продукта. В данной серии опытов для сквашивания молочной основы использовали закваски из трех видов микроорганизмов. Термофильный стрептококк и бифидобактерии были обязательными составляющими, третья культура варьировалась. Также варианты заквасок отличались соотношением компонентов, которые представлены в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Варианты заквасок из трех компонентов

Варианты	Состав
I	*S. salivarius subsp. thermophilus, Bifidobacterium, Lb. Acidophilus (1:1:1)*
II	*S. salivarius subsp. thermophilus, Bifidobacterium, Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus (1:1:1)*
III	*S. salivarius subsp. thermophilus, Bifidobacterium, Lb. plantarum (1:1:1)*
IV	*S. salivarius subsp. thermophilus, Bifidobacterium, Lb. Acidophilus (2:1:1)*
V	*S. salivarius subsp. thermophilus, Bifidobacterium, Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus (2:1:1)*
VI	*S. salivarius subsp. thermophilus, Bifidobacterium, Lb. plantarum (2:1:1)*

Условия сквашивания унифицировали: температура (40±1) °С, продолжительность шесть часов. Результаты органолептической оценки образцов представлены на рисунке 3.22.



а б в

Рисунок 3.22 – Органолептическая оценка образцов, сквашенных закваскими с разным сочетанием микроорганизмов 1:1:1 и 2:1:1:
а – S. salivarius subsp. thermophilus, Bifidobacterium, Lb. Acidophilus;
б – S. salivarius subsp. thermophilus, Bifidobacterium, Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus;
в – S. salivarius subsp. thermophilus, Bifidobacterium, Lb. plantarum

В результате органолептической экспертизы наивысшие баллы получили контрольные и опытные образцы с соотношением микроорганизмов 2:1:1 по всем видам заквасок. На этом основании далее использовано только соотношение микроорганизмов 2:1:1.

На рисунке 3.23 представлены средние показатели титруемой кислотности образцов в зависимости от количества гидролизата, выбранной молочной основы и разных вариантов закваски. Титруемая кислотность возрастала с увеличением внесения гидролизата во всех контрольных и опытных вариантах продукта.

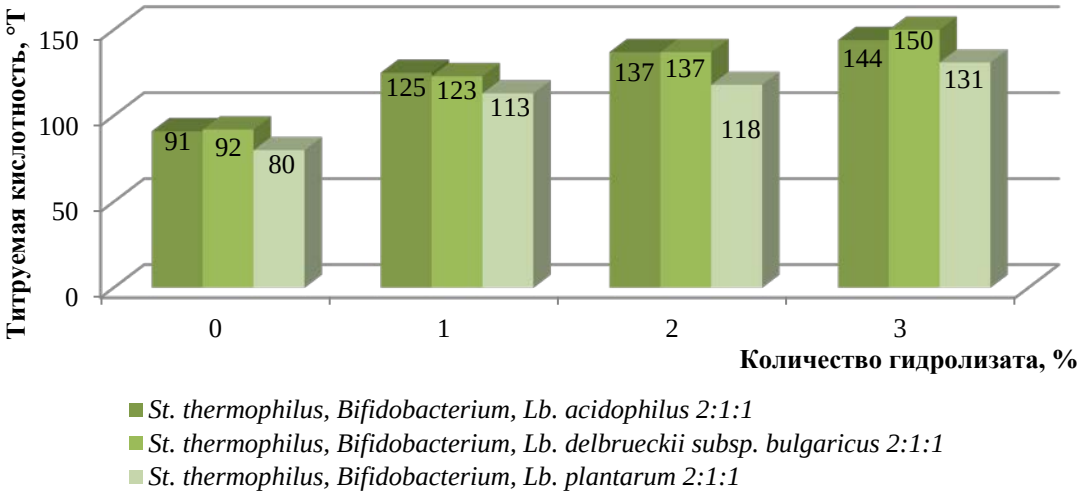
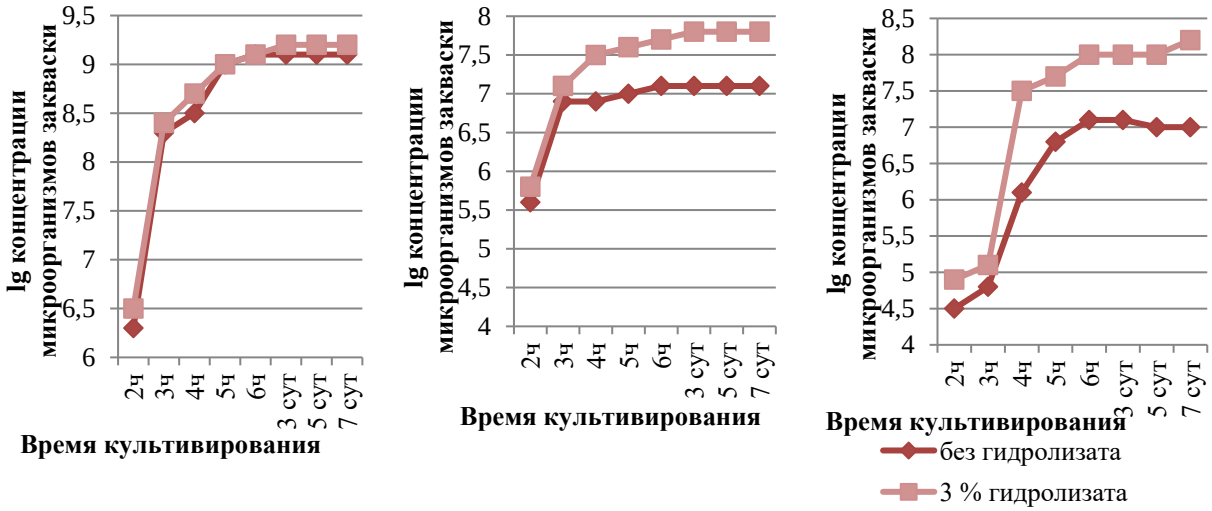


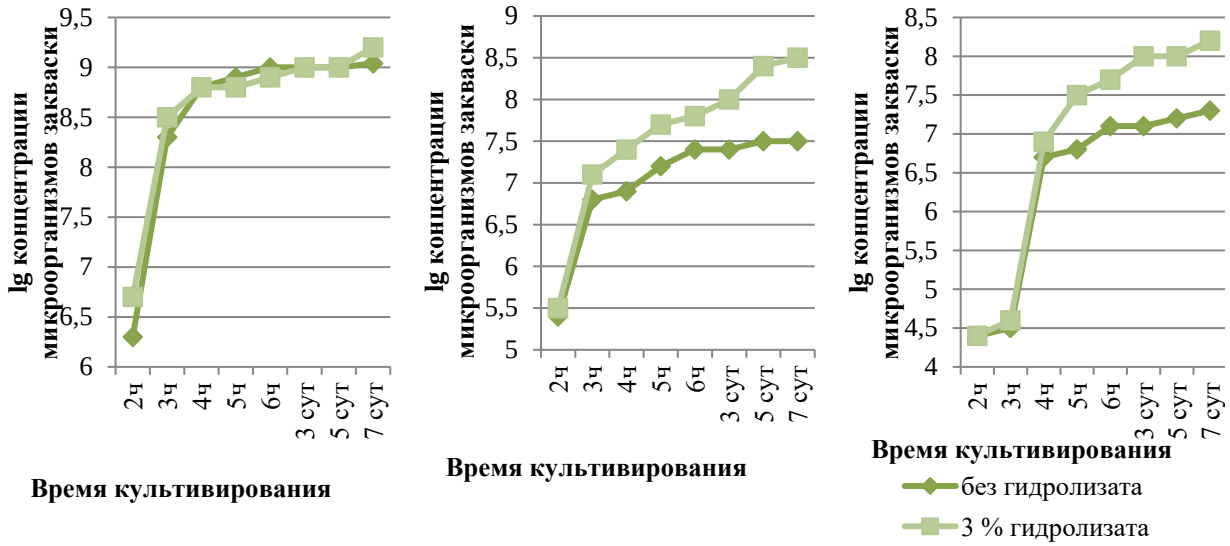
Рисунок 3.23 – Средние показатели титруемой кислотности сгустков, полученных при сквашивании молочного сырья комбинациями заквасок при разной массовой доле гидролизата

При проведении микробиологических испытаний образцов определяли динамику роста молочнокислых бактерий в зависимости от количества гидролизата (рисунки 3.24, 3.25, 3.26).



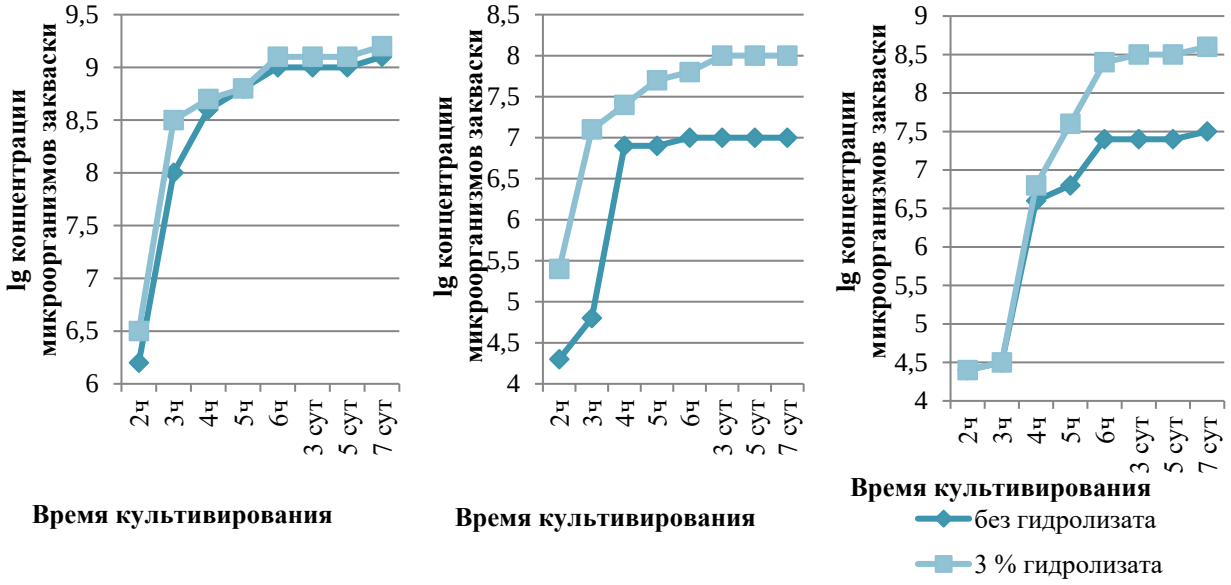
а б в

Рисунок 3.24 – Динамика роста микроорганизмов закваски при соотношении
S. salivarius subsp. thermophilus (а), Lb. Acidophilus (б), Bifidobacterium (в) 2:1:1



а б в

Рисунок 3.25 – Динамика роста микроорганизмов закваски при соотношении
S. salivarius subsp. thermophilus (а), Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus (б), Bifidobacterium (в) 2:1:1



а б в

Рисунок 3.26 – Динамика роста микроорганизмов закваски при соотношении
S. salivarius subsp. thermophilus (а), Lb. plantarum (б), Bifidobacterium (в) 2:1:1

Сквашивание образцов протекало в соответствии с традиционными этапами данного процесса [100]. При адаптации микроорганизмов происходил медленный рост численности, затем резкое увеличение, что говорило об активном развитии микроорганизмов и далее торможение размножения – до конца срока хранения. Резкий скачок в развитии *S. salivarius subsp. thermophilus, Lb. Acidophilus, Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* происходил после двух часов, *Lb. plantarum* – после трех часов, *Bifidobacterium* – после четырех часов сквашивания. «С внесением гидролизата в количестве 3 % количество всех видов микроорганизмов существенно возрастало, что позволяет предположить, что микрофлора закваски использует дополнительные питательные вещества гидролизата для своего развития» [101].

В таблице 3.18 приведены средние показатели восстановления структуры сгустков контрольных и опытных образцов продукта сразу после сквашивания и с хранения при температуре (4±2) °С в течение 7 суток.

Таблица 3.18 – Восстановление структуры сгустков образцов

Варианты закваски	Доля гидролизата, %	Восстановление структуры, %	
		свежее	с хранения
S. salivarius subsp. thermophilus, Bifidobacterium, Lb.Acidophilus 2:1:1	0	72,73	68,97
	1	85,30	91,00
	2	91,00	97,00
	3	97,00	100,00
S. salivarius subsp. thermophilus, Bifidobacterium, Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus 2:1:1	0	71,20	73,00
	1	84,00	88,40
	2	89,20	91,00
	3	99,00	100,00
S. salivarius subsp. thermophilus, Bifidobacterium, Lb. plantarum 2:1:1	0	69,10	70,00
	1	85,30	88,40
	2	89,20	91,00
	3	96,00	100,00

По результатам реологических исследований, можно сделать выводы, что прочностные характеристики опытных образцов продукта после хранения при температуре (4±2) °С в течение 7 суток улучшились, по сравнению со свежесквашенными. Значение показателя восстановления структуры 100 % имели сгустки всех вариантов заквасок при максимальном количестве гидролизата. Во всех вариантах проб продукта наблюдалась прямая

зависимость между количеством внесения гидролизата и увеличением показателя восстановления структуры.

На рисунке 3.27 показана зависимость потери вязкости сгустков от количества гидролизата. Наименьшим значением потери вязкости 33,3 % отличались образцы, полученные при сквашивании закваской, состоящей из *S. salivarius subsp. thermophilus, Bifidobacterium, Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus (2:1:1)* при максимальном количестве гидролизата 3 %.

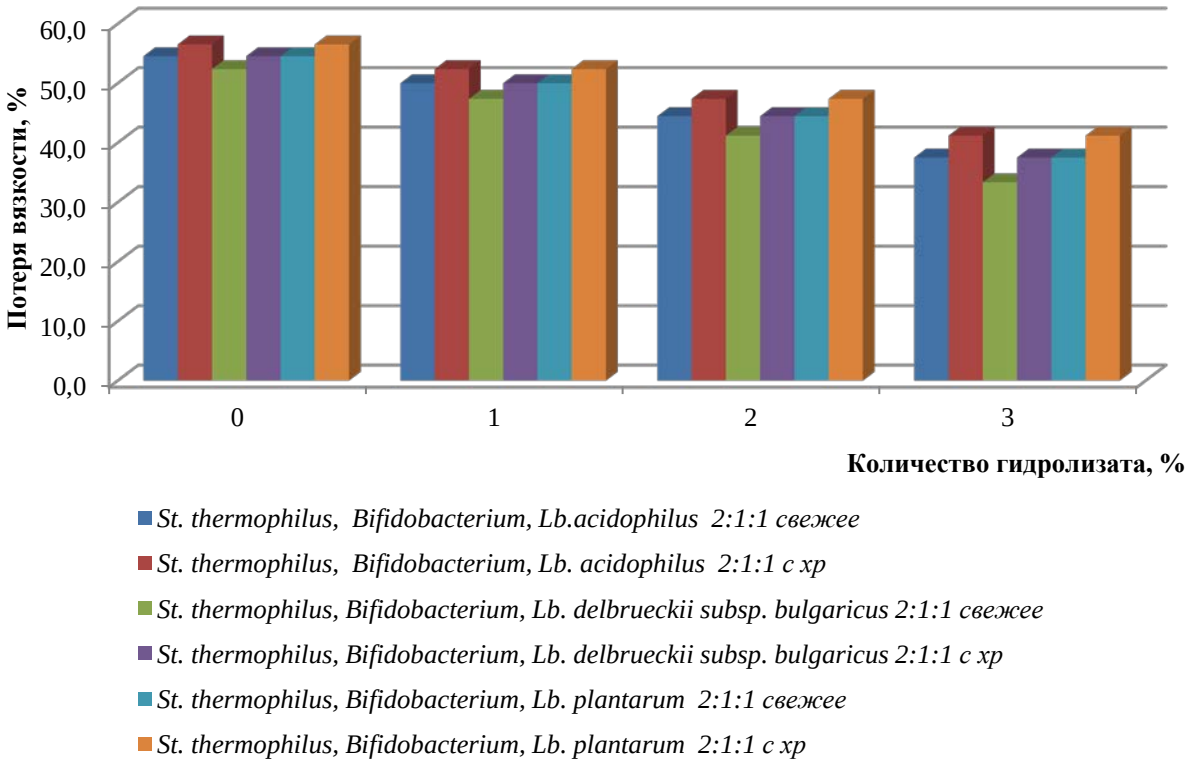


Рисунок 3.27 – Влияние гидролизата на потерю вязкости сгустков

На основании результатов данного этапа сформулировано следующее заключение. Для получения кисломолочного пробиотического продукта с гидролизатом, отличающегося высокими потребительскими характеристиками, целесообразно использовать в составе заквасочной микрофлоры по объему две части *S. salivarius subsp. thermophilus*, одну часть – *Bifidobacterium* и одну переменную часть из штаммов *Lb. plantarum, Lb. Acidophilus, Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus*.

3.4 Исследования пищевой и биологической ценности продукта

«Одним из основных критериев биологической ценности пищевого продукта служит аминокислотный набор его белковой составляющей. В связи с этим целью данного этапа работы являлся анализ аминокислотного состава и определение биологической ценности продукта» [83].

Согласно данным изготовителя [48], в гидролизате содержание пептидов с молекулярной массой более 4,5 кДа составило 31,10±7,80 %, от 1,7 до 4,5 кДа – 21,48±5,46 %; менее 1,7 кДа – 50,40±6,40 %, т.е. преобладали пептиды с небольшими и средними молекулярными массами, что обеспечивает гипоаллергенные свойства этого пищевого ингредиента, поскольку белковые молекулы утрачивают аллергенность, если их размеры находятся в пределах от 2,5 до 3,0 кДа [106].

В таблице 3.19 представлен аминокислотный состав гидролизата, обезжиренного молока и пахты в сравнении с величинами адекватного уровня потребления.

Из данных таблицы 3.19 видно, что «содержание эссенциальных аминокислот в 100 г гидролизата находится в пределах 50,6-168,0 % от адекватного уровня их суточного потребления, а в обезжиренном молоке и пахте – 3,0-4,5 и 2,6-4,0 %, соответственно» [83].

Таблица 3.19 – Содержание незаменимых аминокислот в исходном сырье

Незаменимые аминокислоты	Адекватный уровень потребления, мг/сут	Абсолютное содержание, мг/100 г		
		гидролизат	обезжиренное молоко	пахта
Валин	2500	1568	106	92
Изолейцин	2000	1755	89	79
Лейцин	4600	3378	203	167
Лизин	4100	2966	174	142
Метионин+Цистеин	1800	910	55	47
Треонин	2400	2861	99	87
Триптофан	800	1344	178	159
Фенилаланин+Тирозин	4400	2164	191	163

«Только концентрация Триптофана в этих видах молочного сырья, составляющая 22,3 % в обезжиренном молоке и 19,9 % в пахте превышает 15

% адекватного суточного потребления. Причем заметно, что, несмотря на практически одинаковое содержание белка в обезжиренном молоке и пахте, равное 3,36±0,02 и 3,09±0,01 %, соответственно, содержание всех незаменимых аминокислот в пахте ниже, чем в обезжиренном молоке. Объяснение можно найти в особенностях технологии получения этих видов вторичного молочного сырья. При отделении обезжиренного молока в нем присутствуют практически все фракции белков цельного молока, которые традиционно считаются биологически полноценными. Пахта – побочный продукт производства масла. Этот процесс сопряжен с изменениями дисперсных фаз сливок и насыщением пахты белками оболочек жировых шариков. На долю этих белков приходится лишь 1% от всех белков молока, но по составу и свойствам они существенно отличаются от казеина и сывороточных белков» [83]. «С помощью электрофореза в белках оболочек жировых шариков выделено примерно 40 различных минорных компонентов со специфическими свойствами [72]. В их число входят муцины, бутирофилин – гликопротеин с ярко выраженной гидрофобностью, белки, связывающие жирные кислоты и пр. Как известно, функциональные особенности белков обусловливаются именно аминокислотным составом, и даже минимальные отличия в наборе аминокислот влияют на физико-химические свойства белков. В нашем случае такие отличия первоначально были выявлены технологическим путем. При сквашивании обезжиренного молока и пахты, несмотря на равные количества добавленного гидролизата, наблюдалась существенная разница в реологических показателях готовых продуктов, в частности усиление синеретических свойств сгустков обезжиренного молока по сравнению с пахтой, а также отличие других структурно-механических характеристик [108]. На основании этих исследований установлено, что сочетание обезжиренного молока и пахты в соотношении 1:1 позволяет получить готовый продукт, отличающийся консистенцией, характерной для традиционных кисломолочных продуктов» [83].

«В связи с этим далее была проведена оценка аминокислотного состава таких смесей пахты и обезжиренного молока. Хотя в соответствии с действующей в настоящее время нормативной базой, регулирующей оборот функциональных пищевых продуктов, аминокислоты не рассматриваются как отличительный признак, белки и составляющие их аминокислоты однозначно признаны важнейшими макронутриентами, обеспечивающими реализацию физиолого-биохимических процессов, закрепленных в генотипе человека» [83]. Также в Методических рекомендациях по рациональному питанию незаменимые и заменимые аминокислоты указаны в числе пищевых и биологически активных компонентов пищи [112], а термин «пищевое или биологически активное вещество» является определяющим в условиях использования «информации об отличительных признаках и эффективности» согласно ГОСТ Р 55577-2013 «Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности».

«Результаты количественного определения содержания аминокислот в образцах представлены в Приложении Г. Проведено сравнение аминокислотного состава продукта, выполненного инструментальным методом, с адекватным уровнем потребления незаменимых аминокислот» [83]. Результаты представлены в таблице 3.20.

Таблица 3.20 – Аминокислотный состав контрольных и опытных вариантов смесей пахты и обезжиренного молока (1:1) в расчете на порцию продукта массой 200 г

Незаменимые аминокислоты	Содержание аминокислоты в смеси, мг/200 г		Содержание аминокислоты относительно адекватного уровня, %	
	без гидролизата	с 3 % гидролизата	без гидролизата	с 3 % гидролизата
Валин	198	370	8	15
Изолейцин	168	350	8	18
Лейцин	370	692	8	15
Лизин	316	604	8	15
Метионин+Цистеин	102	188	6	10
Треонин	186	434	8	18
Триптофан	337	468	42	59
Фенилаланин+Тирозин	354	558	8	13

«В результате исследований аминокислотного состава образцов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии установлено, что гидролизат значительно улучшил аминокислотный профиль продукта. Как видно из таблицы 5, при внесении 3 % гидролизата содержание Валина, Изолейцина, Лейцина, Лизина, Треонина и Триптофана в порции продукта массой 200 г достигало 15 % уровня адекватного суточного потребления» [83].

«Для использования информации об отличительных признаках оценен макронутриентный состав продукта с массовой долей гидролизата 3 %» [83]. Показатели пищевой и энергетической ценности представлены в таблице 3.21.

Таблица 3.21 – Пищевая и энергетическая ценность готового кисломолочного продукта с массовой долей гидролизата 3 %

Показатель	Количество
Массовая доля жира, %	0,2
Массовая доля белка, %, не менее	4,95
Массовая доля углеводов, %	4,5
Калорийность/энергетическая ценность, ккал/кДж	40,0/170,0

«Как видно из таблицы 3.21, продукт содержит менее 0,5 г жира на 100 г/см^3, следовательно, он, согласно ГОСТ Р 55577-2013, является обезжиренным, а также низкокалорийным, так как обладает калорийностью менее 40 ккал (170 кДж)/100 г. С учетом норм физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации установлено, что продукт является источником белка для детей, подростков, женщин, а также мужчин, у которых потребность в белке не превышает 99 г/сут. В таком случае количество белка в 100 г продукта составляет не менее 5 % суточной потребности в белке, причем 12,5 % энергетической ценности пищевого продукта обеспечивается белком. Поскольку в продукте нет добавленных углеводов, в информации об отличительных признаках согласно ГОСТ Р 55577-2013 также можно указывать, что он содержит только натуральные сахара» [83].

В продолжении оценки биологической ценности продукта был выполнен расчет характеристик белковых составляющих, таких как: коэффициент

отклонения аминокислотного состава от эталонных значений, оценка сбалансированности аминокислотного состава белка кисломолочного продукта, показатель суммарного содержания незаменимых аминокислот, отношение содержания незаменимых аминокислот к общему азоту белка в 100 г белка.

На основании выполненной работы можно сделать следующее заключение:

- значение коэффициента отклонения аминокислотного состава от эталонных значений (КОАС) составляет 0,02, что говорит о сбалансированности незаменимых аминокислот в продукте и рациональном использовании организмом человека [66].

- оценка сбалансированности аминокислотного состава белка кисломолочного продукта позволяет сделать заключение о повышенной биологической ценности разработанного продукта по такому показателю, как индекс незаменимых аминокислот (ИНАК), который равен 1,0 [114].

- суммарное содержание незаменимых аминокислот составляет 36,6 г/100 г белка продукта, а у белков с высокой биологической ценность этот показатель равен или больше 40 г/100 г белка продукта, то можно сказать, что белок разрабатываемого продукта практически является биологически полноценным.

- отношение содержания незаменимых аминокислот (НАК) к общему азоту белка (ОАБ) в 100 г белка, выраженное в граммах незаменимых аминокислот на 1 г азота, у белков с высокой биологической ценностью (НАК/ОАБ) составляет не менее 2,5. Расчет данного отношения в новом продукте составил 2,35. Данный показатель говорит о том, что белок продукта фактически может характеризоваться как полноценный.

- «аминокислотный состав молочной основы, состоящей из смеси пахты и обезжиренного молока в соотношении 1:1, в сочетании с гидролизатом (массовая доля 3 %) обеспечивает повышенное содержание аминокислот в отношении Валина, Изолейцина, Лейцина, Лизина, Треонина и Триптофана,

поскольку порция продукта массой 200 г содержит 15 % адекватного суточного потребления данных эссенциальных аминокислот. Также в соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 и руководствуясь статьей 7 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», в маркировке разработанного продукта помимо пищевой и энергетической ценности есть основания включать дополнительную информацию: обезжиренный, низкокалорийный и содержит только натуральные сахара; благодаря внесению гидролизата в количестве 1-3 % продукт является источником белка для лиц, чья потребность в белке не превышает 99 г/сут» [83].

3.5 Обоснование срока годности кисломолочного продукта

Продолжительность хранения выбрана с учетом предполагаемого срока годности кисломолочных напитков в герметичной упаковке, равного семь суток, и коэффициента резерва (1,3), применяемого при установлении продолжительности испытания продукта [115].

Исследования проводили в образцах с массовой долей гидролизата 3 % сразу после сквашивания, на пятые, седьмые и девятые сутки хранения при температуре (4±2) °С в герметичной упаковке. Изучали изменение органолептических и физико-химических показателей, количество жизнеспособных клеток заквасочной микрофлоры, показатели безопасности в процессе хранения.

Содержание жизнеспособных клеток бифидобактерий в опытных образцах через девять суток хранения составило $(3,6\text{-}3,7)\cdot10^7$ КОЕ/см^3, ацидофильной палочки – $(3,6\text{-}3,9)\cdot10^7$ КОЕ/см^3, что свидетельствует о достаточно хорошей выживаемости этих микроорганизмов в продукте и обеспечивает его пробиотические свойства в течение всего срока годности. Количество жизнеспособных клеток молочнокислых стрептококков в конце срока хранения продукта ($(6,4\text{-}7,8)\cdot10^8$ КОЕ/см^3) соответствовало их содержанию в традиционных кисломолочных продуктах (таблица 3.22).

Таблица 3.22 – Изменение показателей кисломолочного продукта в процессе хранения (закваска *S. salivarius subsp. thermophilus, Lb. Acidophilus, Bifidobacterium 2:1:1*)

Наименование показателя	Продолжительность хранения, сутки			
	фон	5	7	9
Титруемая кислотность, °Т	130,3±1,1	135,7±1,2	137,0±1,0	143,2±1,1
Количество жизнеспособных клеток бифидобактерий, КОЕ/см^3	$(1,2\text{-}1,8)\cdot10^8$	$(1,2\text{-}1,4)\cdot10^8$	$(6,8\text{-}7,5)\cdot10^7$	$(3,6\text{-}3,7)\cdot10^7$
Количество жизнеспособных клеток ацидофильной палочки, КОЕ/см^3	$(5,6\text{-}5,8)\cdot10^7$	$(4,6\text{-}4,8)\cdot10^7$	$(3,6\text{-}3,8)\cdot10^7$	$(3,6\text{-}3,9)\cdot10^7$
Количество жизнеспособных клеток молочнокислых стрептококков, КОЕ/см^3	$(1,4\text{-}1,6)\cdot10^9$	$(1,2\text{-}1,3)\cdot10^9$	$(8,5\text{-}8,7)\cdot10^8$	$(6,4\text{-}7,8)\cdot10^8$
Количество БГКП (колиформы), отсутствуют в 1 см^3	0,1	0,1	0,1	0,1
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы, в 25 см^3	–	–	не обнаружено	–
Плесневые грибы, КОЕ/см^3	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
S.aureus в 0,1 см^3	–	–	не обнаружено	–

Титруемая кислотность продукта в процессе хранения повышалась на 5-7 °Т, что не превышало установленных норм для традиционных кисломолочных продуктов. Органолептические показатели продукта оставались без изменений.

По содержанию бактерий группы кишечной палочки, *Staphylococcus aureus*, патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл, дрожжей и плесневых грибов на конец срока хранения продукт соответствовал показателям, установленным Техническим регламентом Таможенного союза 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». Протоколы испытаний продуктов представлены в Приложении Г.

Таким образом, анализ экспериментальных данных позволил установить допустимый срок хранения разработанного продукта в герметичной упаковке при температуре (4±2) °С – 7 суток. Изучение динамики развития заквасочной микрофлоры в процессе хранения показало, что содержание жизнеспособных

клеток пробиотических микроорганизмов на конец срока годности свидетельствует о выраженных пробиотических свойствах продукта.

3.6 Улучшение потребительских свойств и увеличение срока хранения кисломолочного продукта путем внесения пищевого волокна

Среди пороков консистенции, которые проявляются при сквашивании молочной основы в присутствии гидролизата чаще всего наблюдалось интенсивное отделение сыворотки, особенно на конец срока хранения образцов. Процесс синерезиса – нежелательное явление в производстве кисломолочных продуктов. Одним из способов стабилизации структуры и тем самым увеличения срока годности, является применение пищевых волокон. Было запланировано увеличение срока годности с 7 до 10 суток.

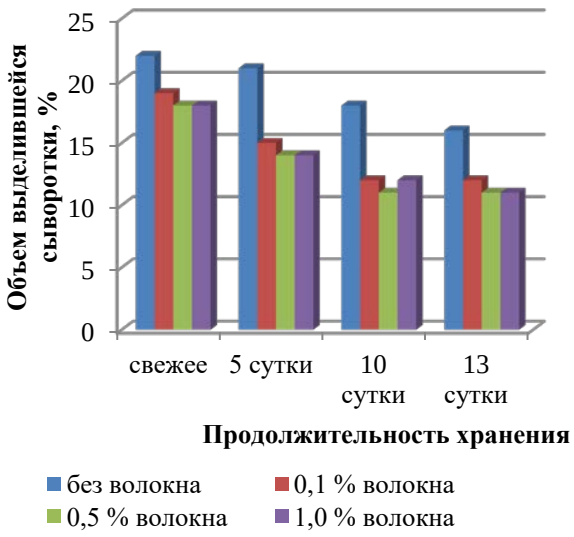
Для приготовления контрольных образцов использовали молочную основу (смесь пахты и обезжиренного молока в соотношении 1:1), предварительно в ней растворяли гидролизат (в количестве 1-3 %), пастеризовали, охлаждали, сквашивали выбранными выше комбинациями заквасочных культур при температуре 40°С в течение 6 часов. Опытные образцы были приготовлены по аналогии с контрольными, но до пастеризации в смесь молочной основы с гидролизатом вносили пищевое волокно.

Рекомендуемая норма внесения пищевого цитрусового волокна «Цитри-Фай 100/Citri-Fi® 100» составляет 0,1-3,0 % к массе готового продукта. На первом этапе решено было вносить волокно в количестве 0,1; 0,5 и 1,0 %. Результаты исследований представлены в виде средних показателей по всем трем видам закваски. Продолжительность хранения выбрана с учетом предполагаемого срока хранения кисломолочных напитков в герметичной упаковке, равного 10, и коэффициента резерва (1,3), применяемого при установлении продолжительности испытания продукта [115]. Исследования проводились в свежесквашенных образцах и на 5, 10 и 13 сутки хранения в герметичной упаковке при температуре (4±2) °С. Изучали изменение органолептических и физико-химических показателей, количества

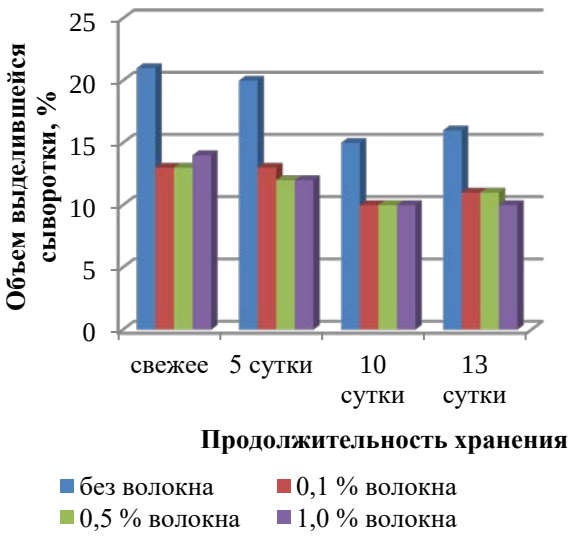
жизнеспособных клеток заквасочной микрофлоры, показателей безопасности в процессе хранения.

При первоначальной визуальной оценке всех образцов сразу после сквашивания выявлено значительное отделение сыворотки в контрольных вариантах. В опытных образцах явление синерезиса отчетливо проявилось только на 5 сутки хранения. В целом консистенция образцов с волокном была более густой и однородной, без расслоения. Результаты исследований органолептических показателей показали, что все образцы на протяжения всего срока хранения имели чистый кисломолочный вкус и запах, с легким привкусом гидролизата, молочно-белый цвет.

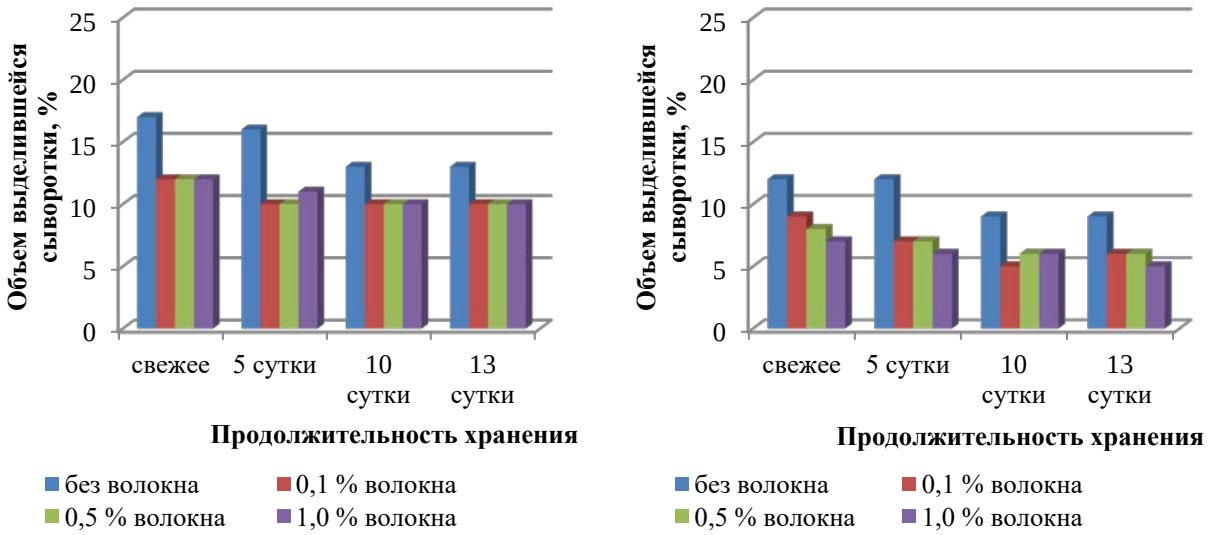
На рисунке 3.28 приведены средние показатели интенсивности синерезиса в контрольных и опытных образцах, количественно определяемые, как процент сыворотки отделившейся от общего объема пробы, взятой для центрифугирования.



а



б



в г

Рисунок 3.28 – Интенсивность синерезиса сгустков в зависимости от количества гидролизата и наличия пищевого волокна:
а – без гидролизата; б – 1 % гидролизата; в – 2 % гидролизата;
г – 3 % гидролизата

Во-первых, из диаграмм видно, что присутствие гидролизата значительно снижает объем выделившейся сыворотки в среднем на 20 % при увеличении дозы внесения от 1 до 3 %. Во-вторых, внесение пищевого волокна снижает интенсивность синерезиса во всех опытных вариантах примерно на 20-25 %, значительно улучшая влагоудерживающие свойства молочных сгустков. Так же можно утверждать, что внесение гидролизата и пищевого волокна уменьшает выделение сыворотки в процессе хранения. Наименьшие показатели синерезиса были у сгустков с внесением гидролизата в количестве 3 % и пищевого волокна 0,1, 0,5 и 1,0 % на 5, 10 и 13 сутки. Все опытные образцы имели меньшие значения объема выделившейся сыворотки по сравнению с контрольными. При этом значительной разницы между соответствующими опытными образцами не было. Поэтому в дальнейших исследованиях решено вносить волокно в количестве 0,1 %, тем самым не увеличивая стоимость продукта.

Полученные результаты свидетельствуют об эффекте аддитивности при сочетании гидролизата и волокна Citri-Fi, препятствующего процессу синерезиса молочнокислых сгустков. На основании этого можно предположить, что присутствие в продукте гидролизата и волокна, с учетом выбора заквасочных культур, грамотном ведении технологического процесса, сведет уровень синерезиса к минимуму [107].

Ранее были проведены исследования по определению срока годности продукта с гидролизатом, но без пищевого волокна. Срок хранения продукта составлял 7 суток. Результаты исследований пролонгирования срока годности продукта с гидролизатом и пищевым волокном представлены в таблице 3.23.

Таблица 3.23 – Изменение показателей кисломолочного продукта с массовой долей гидролизата 3 % и массовой долей пищевого волокна 0,1 % в процессе хранения (закваска *S. salivarius subsp. thermophilus, Lb. Acidophilus, Bifidobacterium 2:1:1*)

Наименование показателя	Продолжительность хранения, сутки			
	фон	5	10	13
Титруемая кислотность, °Т	91,3±1,1	125,7±1,2	138,0±1,0	144,3±1,1
Количество жизнеспособных клеток бифидобактерий, КОЕ/см^3	(1,3-1,7)·10^8	(1,3-1,4)·10^8	(6,9-7,2)·10^7	(6,5-7,1)·10^7
Количество жизнеспособных клеток ацидофильной палочки, КОЕ/см^3	(5,4-5,8)·10^7	(4,5-4,9)·10^7	(3,6-3,7)·10^7	(3,3-3,4)·10^7
Количество жизнеспособных клеток молочнокислых стрептококков, КОЕ/см^3	(1,5-1,6)·10^9	(1,1-1,2)·10^9	(8,5-8,7)·10^8	(7,5-7,7)·10^8
Количество БГКП (колиформы), отсутствуют в см^3	0,1	0,1	0,1	0,1
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы, в 25 см^3	-	-	не обнаружено	-
Плесневые грибы, КОЕ/см^3	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
S.aureus в 0,1 см^3	-	-	не обнаружено	-

Изучение микробиологических показателей в процессе хранения продукта показало, что через 13 суток хранения при температуре (4±2)°С

существенных различий в динамике развития микрофлоры в зависимости от состава продукта не выявлено.

Содержание жизнеспособных клеток бифидобактерий в опытных образцах через 13 суток хранения составляет (6,5-7,1)·10^7 КОЕ/$см^3$, ацидофильной палочки – (3,3-3,4)·10^7 КОЕ/$см^3$, что свидетельствует о достаточно хорошей выживаемости этих микроорганизмов в продукте и обеспечивает его пробиотические свойства в течение всего срока годности. Количество жизнеспособных клеток молочнокислых стрептококков в конце срока хранения продукта ((7,5-7,7)·10^8 КОЕ/$см^3$) соответствует их содержанию в традиционных кисломолочных продуктах. Титруемая кислотность продукта в процессе хранения повышалась на 8-9 °Т, что не превышало установленных норм для традиционных кисломолочных продуктов. Органолептические показатели продукта оставались без изменений.

По содержанию бактерий группы кишечной палочки, *Staphylococcus aureus*, патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл, дрожжей и плесневых грибов на протяжении всего срока хранения продукт соответствовал показателям, установленным Техническим регламентом Таможенного союза 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». Протоколы испытаний продукта представлены в Приложении Г.

Таким образом, анализ экспериментальных данных позволил установить допустимый срок хранения разработанного продукта в герметичной упаковке при температуре (4±2) °С – 10 суток. Изучение динамики развития заквасочной микрофлоры в процессе хранения показало, что содержание жизнеспособных клеток пробиотических микроорганизмов на конец срока годности свидетельствует о выраженных пробиотических свойствах продукта.

На данном этапе достигнута поставленная цель: удлинен срок годности продукта до 10 суток путем внесения пищевого волокна. При этом подтверждены пробиотические свойства продукта с гидролизатом.

4 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

На этапе реализации исследований решались следующие задачи:

- разработка рецептуры и технологии кисломолочного пробиотического продукта с гидролизатом и пищевым волокном;
- определение экономической эффективности и целесообразности его производства;
- проведение промышленной апробации технологии.

4.1 Технология производства кисломолочного продукта с гидролизатом

По результатам проведенных исследований разработана технологическая схема производства кисломолочного продукта с гидролизатом, которая представлена на рисунке 4.1 с указанием технологических режимов.

Для промежуточного хранения молочное сырье необходимо охладить до (4±2) °С. Для дальнейшего составления смеси сырье необходимо подогреть до температуры (45±2) °С. Гидролизат необходимо вносить в подогретое и очищенное сырье вручную с соблюдением санитарно-гигиенических требований. Смесь с гидролизатом следует перемешивать в течение 15-20 минут до его равномерного распределения по всему объему.

Подготовленную смесь следует пастеризовать при температуре (92±2) °С в течение 5 минут с использованием пастеризационной установки, имеющей выдерживатель. После пастеризации смесь необходимо охладить в секции рекуперации до температуры заквашивания, рекомендуемой изготовителем бактериального препарата.

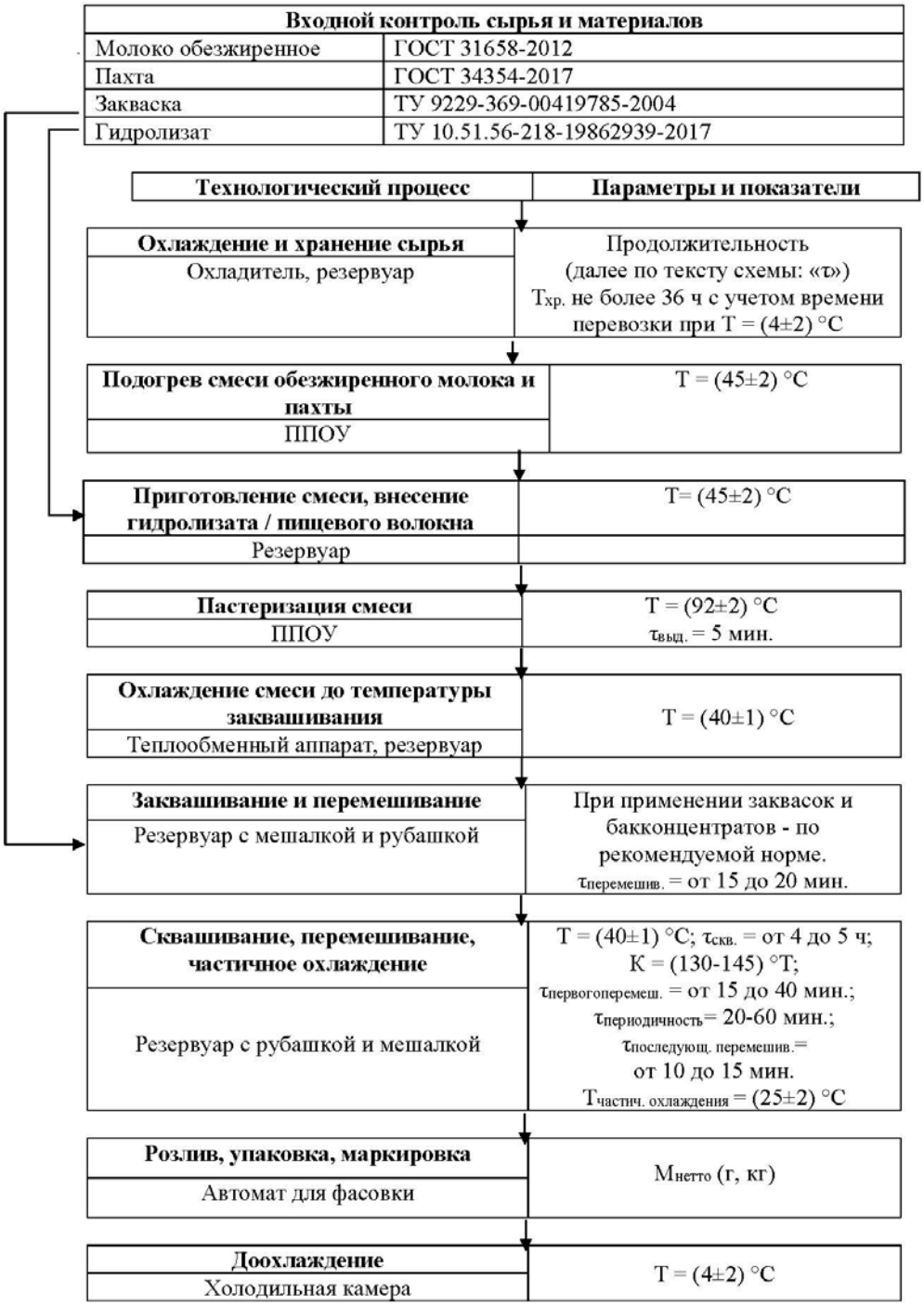


Рисунок 4.1 – Блок-схема технологического производства кисломолочного продукта с гидролизатом

При использовании закваски, содержащей штаммы *S. salivarius subsp. thermophilus, Lb. Acidophilus, Bifidobacterium* в соотношении 2:1:1 устанавливают температуру (40±1) °С.

Для сквашивания смеси целесообразно использовать резервуары, имеющие охлаждающие рубашки и мешалки. Смесь необходимо сквашивать при температуре (40±1) °С в течение 4-5 часов. Завершить сквашивание следует при достижении сгустком титруемой кислотности в пределах 130-140 °Т.

Продукт рекомендуется разливать на фасовочном автомате в пластиковые бутылочки по 200 мл.

Технологический процесс считается законченным после того, как упакованный при температуре (25±2) °С продукт перемещен в холодильную камеру и охлажден до температуры хранения (4±2) °С.

При производстве продукта с гидролизатом и пищевым волокном, волокно следует добавить на стадии приготовления смеси. Далее технология производства не меняется.

Примеры рецептур приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Примеры рецептур кисломолочного продукта с гидролизатом на 1000 кг продукта

Наименование сырья	Норма для рецептур, кг		
	1	2	3
Смесь (молоко обезжиренное с массовой долей жира 0,05 %, массовой долей белка не менее 3,0 % и пахта с массовой долей жира 0,4 %, массовой долей белка не менее 3,0 %)	990	980	970
Гидролизат	10	20	30
Масса нормализованной смеси	1000	1000	1000

При производстве продукта с пищевым волокном в каждую рецептуру добавляется по одному килограмму волокна на 1000 кг смеси.

Качество и безопасность молочного сырья подтверждены исследованиями в аккредитованной испытательной лаборатории. Протокол испытаний представлен в Приложении Г.

Органолептические характеристики продукта, выработанного в соответствии с разработанной технологией, представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Органолептические показатели кисломолочного продукта с гидролизатом

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Однородная, с нарушенным сгустком. Допускается небольшое выделение сыворотки
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов. Допускается слегка альбуминные вкус и запах.
Цвет	Молочно-белый, равномерный по всей массе

Физико-химические показатели продукта представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Физико-химические показатели кисломолочного продукта с гидролизатом

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля жира, %	0,05-0,7
Массовая доля белка, %, не менее	3,0
Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), %, не менее	7,8
Пероксидаза	Не допускается
Титруемая кислотность, °Т, не более	150,0
Температура продукта при выпуске с предприятия, °С	2-6

В соответствии с требованиями нормативной документации (ТР ТС 033/2013, ТР ТС 021/2011) в продукте необходимо контролировать уровни содержания потенциально опасных веществ (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Допустимые уровни потенциально опасных веществ в кисломолочном продукте с гидролизатом

Потенциально опасные вещества		Допустимые уровни, мг/л, не более
1		2
Токсичные элементы:	Свинец	0,3
	Мышьяк	0,2
	Кадмий	0,1
	Ртуть	0,02
Микотоксины (афлатоксин М1):		0,0005
Антибиотики:	Левомицетин (хлорамфеникол)	Не допускается (менее 0,0003)
	Тетрациклиновая группа	Не допускается (менее 0,01)
	Стрептомицин	Не допускается (менее 0,2)
	Пенициллин	Не допускается (менее 0,004)

Окончание таблицы 4.4

1		2
Пестициды (в пересчете на жир):	Гексахлорциклогексан (α-, β-, γ- изомеры)	1,25
	ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан, инсектицид) и его метаболиты	1,0
Радионуклиды:	Цезий-137 (удельная активность цезия-137)	100 Бк/л
	Стронций-90 (удельная активность стронция-90)	25 Бк/л
Диоксины (в пересчете на жир):		0,000003
Меламин		Не допускается (менее 1,0 мг/кг)

Безопасность продукта по микробиологическим показателям на конец срока годности подтверждена в аккредитованной испытательной лаборатории и соответствовала требованиям ТР ТС 033/2013 и ТР ТС 021/2011 (таблица 4.5). Протокол испытаний проведен в Приложении Г.

Таблица 4.5 – Микробиологические показатели кисломолочного продукта с гидролизатом на конец срока годности

Наименование показателя	Допустимый уровень
Бактерии группы кишечных палочек (БГКП) (колиформы), объем продукта см^3, в котором не допускаются	0,1
Патогенные, в том числе сальмонеллы, объем продукта см^3, в котором не допускаются	25,0
Стафилококки S. aureus, объем продукта см^3, в котором не допускаются	1,0
Дрожжи, КОЕ/см^3, не более	50,0
Плесневые грибы, КОЕ/см^3, не более	50,0
Молочнокислые микроорганизмы, КОЕ/см^3, не менее	$1 \cdot 10^7$
Пробиотические микроорганизмы, КОЕ/см^3 (г), не менее	$1 \cdot 10^6$

Показатели качества и безопасности продукта с гидролизатом и пищевым волокном не отличаются от показателей продукта без волокна.

Таким образом, по результатам испытаний сырья и готового продукта и проработки технологии производства разработана и утверждена нормативная документация ТУ, ТИ к ТУ 9222-001-00493250-15 «Кисломолочный продукт, обогащенный гидролизатом сывороточных белков» и ТУ, ТИ к ТУ 10.51.52-006-00493250-2019 «Кисломолочный продукт с гидролизатом сывороточных

белков и пищевым волокном» (Приложение Б). В соответствии с документацией проведены выработки продуктов в промышленных условиях (Приложение В).

4.2 Расчет предполагаемой экономической эффективности производства кисломолочного продукта

На развитие рынка молочной продукции оказывают влияние глобальные потребительские тренды, такие как растущее внимание к заботе о здоровье, увлечение спортом, активным образом жизни и здоровым питанием [116, 117, 118]. Продвижение принципов здорового питания, производство функциональных, специализированных продуктов питания, а также производство и использование в составе продуктов функциональных пищевых ингредиентов зачастую сопровождается дополнительными расходами на оборудование, дорогими ингредиентами, тем самым увеличивая себестоимость нового продукта.

За 2019 год на рынок молока и молочных продуктов России, США, Канады, Великобритании, стран ЕС и СНГ выведено более 600 новых продуктов, что в относительном выражении составляет прирост свыше 50 % к аналогичному периоду 2018 года.

Анализ новинок показал, что на рынке молока и молочных продуктов продолжает главенствовать тренд на здоровое питание в различных его проявлениях. Самая динамичная по запуску новинок категория, как в России, так и в мире – это йогурт [116, 117, 118].

В сознании российских и зарубежных потребителей продукты с высоким содержанием белка стойко ассоциируются с пользой и здоровьем. Причем если раньше высокобелковые продукты выбирали люди, наращивающие мышечную массу, то сейчас такая продукция популярна среди всех категорий потребителей, включая детское питание и корма для домашних животных. Российские производители молочных продуктов не отстают от зарубежных

коллег и разрабатывают продукцию, позиционируемую как высокобелковую [116, 117, 118].

Также приоритетным направлением молочной промышленности всегда было производство кисломолочных продуктов [5, 6, 119, 121, 122], однако за период с 2013 по 2019 год суммарные объемы промышленного производства кисломолочной продукции снизились. Статистические данные представлены на рисунке 4.2.

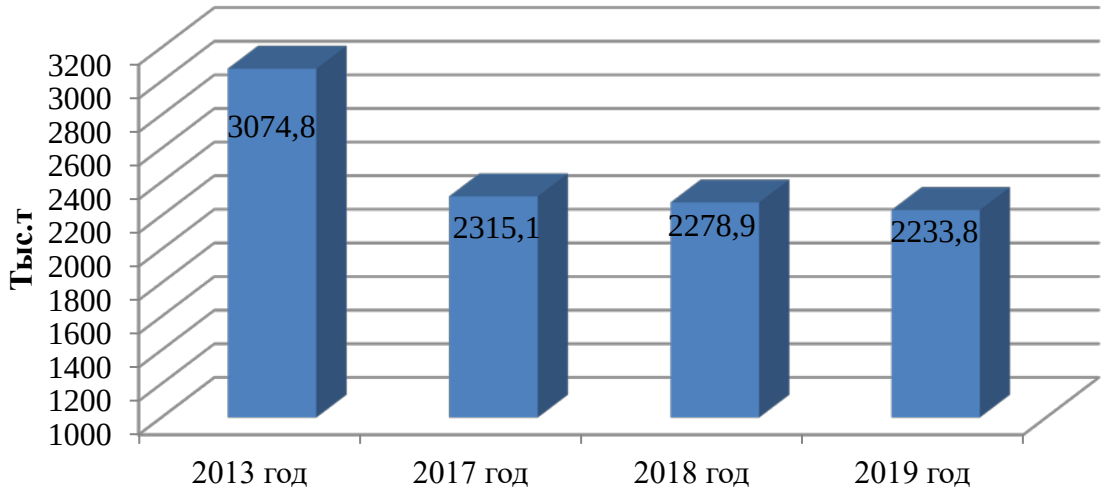


Рисунок 4.2 – Объемы промышленной выработки кисломолочных продуктов в России

В 2019 году также наблюдалось некоторое сокращение общего объема производства кисломолочных продуктов. По итогам первого полугодия 2019 года оно составило 1 425,6 тыс. тонн, что на 2,1 % (на 30,0 тыс. тонн) меньше, чем за аналогичный период 2018 года [123, 124, 125, 126]. Однако в первом квартале 2020 года отрицательная динамика изменилась. Производство основных видов молочной продукции увеличилось, в том числе выросло на 1 % и производство кисломолочных продуктов [118]. В структуре производства всей кисломолочной продукции в России в 2018 году, 36,2 % приходилось на кефир, 27,8 % на йогурт.

Обобщая выше сказанное, можно сделать вывод, что большую важность приобретает необходимость производства кисломолочных продуктов

расширенного ассортимента с функциональной направленностью с использованием новых отечественных ингредиентов.

При постановке на производство нового продукта важно оценить затраты, чтобы иметь уверенность в рентабельности и конкурентоспособности технологии. Для этого необходимо оценить экономическую эффективность от разработки и внедрения нового продукта. При расчете технико-экономических показателей производства нового вида продукта наиболее важными критериями являются минимум затрат на производство, которые отражены в показателе себестоимости, и максимум прибыли, обусловленной стратегией ценообразования [127].

Все сырье и вспомогательные материалы, используемые при производстве образцов продукта, соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки».

Расчет себестоимости продуктов и оценка рентабельности производства выполнены на основании рецептур, внесенных в ТИ к ТУ 9222-001-00493250-15 «Кисломолочный продукт, обогащенный гидролизатом сывороточных белков» и ТИ к ТУ 10.51.52-006-00493250-2019 «Кисломолочный продукт с гидролизатом сывороточных белков и пищевым волокном», и расходов на производство продукта, представленных в таблицах 4.6-4.11.

Таблица 4.6 – Рецептуры пробиотического молочного продукта с гидролизатом в расчете на 1000 кг без учета потерь

Исходное сырье	Масса компонентов, кг		
	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Молоко обезжиренное	495	490	485
Пахта	495	490	485
Гидролизат	10	20	30
Итого смеси, кг	1000,00	1000,00	1000,00

Таблица 4.7– Рецептуры пробиотического молочного продукта с гидролизатом в расчете на 1000 кг с учетом потерь

Исходное сырье	Масса компонентов, кг		
	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Молоко обезжиренное	500,247	495,194	490,141
Пахта	500,247	495,194	490,141
Гидролизат	10,106	20,212	30,318
Итого смеси, кг	1010,6	1010,6	1010,6

Таблица 4.8 –Стоимость сырья и основных материалов за вычетом отходов*

Вид продукции	Наименование сырья	Потребность на 1т, т	Стоимость единицы, тыс. руб.	Итого стоимость сырья на 1т продукта, тыс. руб.
Рецептура1	Молоко обезжиренное	0,500247	12,5	6,25
	Пахта	0,500247	12,5	6,25
	Гидролизат	0,010106	800	8,08
	Итого			**20,18**
Рецептура 2	Молоко обезжиренное	0,495194	12,5	6,19
	Пахта	0,495194	12,5	6,19
	Гидролизат	0,020212	800	16,17
	Итого			**28,55**
Рецептура3	Молоко обезжиренное	0,490141	12,5	6,13
	Пахта	0,490141	12,5	6,13
	Гидролизат	0,030318	800	24,25
	Итого			**36,51**

*Отходов при производстве рассматриваемых продуктов нет.

Стоимость единицы холода составляет 1,4 тыс. руб., воды – 0,1 тыс. руб., пара – 1,2 тыс. руб. Расчетные данные стоимости топлива и энергии на технологические цели представлены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Расход и стоимость топлива и энергии на технологические цели

Холод		Вода		Пар		Итого, тыс. руб.
норма расхода, ГКал	стоимость на единицу продукции, тыс. руб.	норма расхода, м³	стоимость на единицу продукции, тыс. руб.	норма расхода, ГКал	стоимость на единицу продукции, тыс. руб.	
0,45	0,63	11,6	1,16	0,4	0,48	2,27

Транспортно-заготовительные расходы не учитывали за счет получения большей части компонентов рецептуры (пахта, обезжиренное молоко) на предприятии-изготовителе.

При выборе варианта фасовки учитывали общий для пищевой промышленности тренд – «порционная упаковка», актуальный и для молочных продуктов [116]. «В качестве упаковки выбраны стаканчики из полимерного материала, употребление продукта из которых удобно в любом месте. Стоимость вспомогательных материалов для упаковывания 1 тонны кисломолочного продукта с гидролизатом составляет 15,5 тыс. рублей» [120].

Таблица 4.10 – Расчет переменных, постоянных затрат и полной себестоимости продукции

Затраты	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Стоимость сырья и основных материалов за вычетом отходов	20,18	28,55	36,51
Стоимость вспомогательных материалов	15,5		
Топливо и энергия на технологические цели	2,27		
Переменные затраты	37,95	46,32	54,28
Постоянные затраты	5,69	6,95	8,14
Полная себестоимость	43,64	53,27	62,42

Таблица 4.11 – Расчет прибыли и цен на продукты

Показатели	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Полная себестоимость 1 т, тыс. руб.	43,64	53,27	62,42
Рентабельность, %	10		
Прибыль на 1 т, тыс. руб.	4,364	5,327	6,242
Оптовая цена 1 т , тыс. руб.	48,004	58,597	68,66
НДС, тыс. руб.	4,8	5,86	6,866
Отпускная цена 1 т , тыс. руб.	52,804	64,46	75,53
Отпускная цена 1 упаковки, руб.	10,56	12,89	15,11

«Отпускная цена предложенного продукта с максимальным количеством гидролизата составляет 15,11 рубля за 200 г, что позволяет отнести его к продуктам массового потребления и обеспечить дальнейшее успешное продвижение на рынке. Внесение пищевого волокна в продукт практически не меняет его стоимость. Отпускная цена одной упаковки продукта с гидролизатом и пищевым волокном в среднем увеличится на 0,1 %. Расчеты

показали, что одна упаковка кисломолочного продукта с гидролизатом и пищевым волокном будет стоить 15,13 рублей» [120].

Анализ точки безубыточности показал, что минимальный объем производства продукта с добавлением гидролизата и пищевого волокна по всем рецептурам, необходимый для получения прибыли, составляет в среднем 203 т.

Расчет экономических показателей, учитывающих стоимость сырья, вносимого гидролизата, производственных расходов и логистики, показал, что цена на новые продукты не выше, чем на традиционные кисломолочные продукты на основе цельного молока, что предопределяет их высокую конкурентоспособность на рынке функциональных пищевых продуктов [128, 129].

По результатам исследований и расчетам можно заключить, что производство кисломолочных продуктов с гидролизатом и добавлением пищевого волокна являются целесообразным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате комплекса исследований, выполненных при изучении влияния гидролизата сформулированы следующие выводы:

1) Установлена допустимая доля внесения гидролизата в молочную смесь от 1 до 3 % и оптимальное соотношение обезжиренного молока к пахте 1:1, способствующие развитию ряда заквасочных микроорганизмов, ускорению процесса сквашивания, сокращению затрат на производство.

2) Экспериментально доказана необходимость комбинирования заквасочных культур и установлены рациональные варианты сочетаний из двух частей *S. salivarius subsp. thermophilus,* одной части *Bifidobacterium* и одной вариабельной части из штаммов *Lb. plantarum, Lb. Acidophilus* или *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* для обеспечения пробиотических свойств продукта с гидролизатом.

3) Методом хроматографии подтверждено увеличение содержания в продукте большинства незаменимых аминокислот Валина, Треонина, Лейцина, Изолейцина, Триптофана и Лизина за счет внесения гидролизата.

4) Установлено, что массовая доля (0,1 %) пищевого волокна стабилизирует кисломолочные сгустки с гидролизатом, улучшая потребительские свойства и увеличивая срок годности продукта.

5) Разработаны рецептуры и технология кисломолочных продуктов на основе пахты и обезжиренного молока с гидролизатом сывороточных белков и пищевым волокном.

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ:

ГИДРОЛИЗАТ/ГИДРОЛИЗАТ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ – гипоаллергенный гидролизат сывороточных белков молока с глубокой степенью гидролиза более 60%;

ПИЩЕВОЕ ВОЛОКНО/ВОЛОКНО – натуральное цитрусовое волокно «Цитри-Фай 100/Citri-Fi® 100»;

ТУ – технические условия;

ТИ – технологическая инструкция;

АО – акционерное общество;

АПК – агропромышленный комплекс;

МУК – методические указания;

ФРГ – Федеративная Республика Германия;

КОАС – коэффициент отклонения аминокислотного состава;

ИНАК – индекс незаменимых аминокислот;

НАК – незаменимые аминокислоты;

ОАБ – общий азот белка;

КОЕ – колонии образующие единицы;

кДа – килодальтон;

БАД – биологическая активная добавка;

БГКП – бактерии группы кишечной палочки;

ТР ТС – технический регламент Таможенного союза;

М.Д. – массовая доля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Банникова А.В., Евдокимов И.А. Молочные продукты, обогащенные сывороточными белками. Технологические аспекты создания / А.В. Банникова, И.А. Евдокимов // Молочная промышленность. – 2015. – № 1. – С. 64-66.

2. Технология молочных продуктов функционального и специального назначения: учебное пособие / О.А. Огнева, Н.С. Безверхая. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 179 с.

3. Зорин, С.Н. Ферментативные гидролизаты пищевых белков для специализированных пищевых продуктов диетического (лечебного и профилактического) питания / С. Н. Зорин // Вопросы питания. – 2019. – № 3(88). – С. 23-31.

4. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 г. № 1364-р.

5. Ганина, В.И. К вопросу о функциональных продуктах питания / В.И. Ганина // Молочная промышленность. – 2018. – № 3. – С. 44-47.

6. Ганина, В.И. Пробиотики. Назначение, свойства и основы биотехнологии: монография / В.И. Ганина. – Москва: МГУПБ, 2001. – 169 с.

7. Храмцов А.Г, Рябцева С.А и др. Пребиотики как функциональные ингредиенты: терминология, критерии выбора и сравнительной оценки, классификация / А.Г. Храмцов, С.А. Рябцева и др. // Вопросы питания. – 2018. – №1(87). – С. 5-17.

8. Гаврилова Н.Б, Щетинин М.П, Чернопольская Н.Л. Научно-экспериментальное обоснование рецептуры специализированного продукта для питания спортсменов, обогащенного пробиотическими микроорганизмами / Н.Б. Гаврилова, М.П. Щетинин, Н.Л. Чернопольская //Вопросы питания. – 2018. – № 3(87). – С. 22-28.

9. Абрамов Д.В, Свириденко Ю.Я, Мягконосов Д.С. Разработка

ферментативных гидролизатов сывороточных белков молока – технологии, свойства и применение // Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции «Научно-инновационные аспекты при создании продуктов здорового питания». – Углич. – 2012. – С. 9-13.

10. Патент РФ № 2617939 Способ получения пробиотического кисломолочного напитка, обогащенного гидролизатом сывороточных белков. 28.04.2017 г.

11. Новокшанова А.Л., Ожиганова Е.В., Абабкова А.А. О разработке отечественных спортивных и специализированных продуктов на молочной основе // Сборник: Продовольственный рынок: проблемы импортозамещения, материалы Международной научно-практической конференции / 2015. – С. 374-376.

12. Новокшанова А.Л., Ожиганова Е.В., Абабкова А.А. Проектирование специализированных пищевых продуктов на молочной основе для спортсменов и других категорий граждан // Сборник: Бизнес. Наука. Образование: проблемы, перспективы, стратегии, материалы российской заочной научно-практической конференции с международным участием: в 2-х частях / 2015. – С. 487-489.

13. Технология продуктов из вторичного молочного сырья: учебное пособие / А.Г. Храмцов [и др.]. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 424 с.

14. Вышемирский, Ф.А. Масло из коровьего молока и комбинированное / Ф.А. Вышемирский. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 720 с.

15. Разработка и оценка возможности применения нового кислородного коктейля с повышенным содержанием белка в диетотерапии пациентов кардиологического профиля / Неповинных Н.В., Новокшанова А.Л., Могильный М.П., Лямина Н.П., Семина А.И., Абабкова А.А., Широков А.А., Гринев В.С., Птичкина Н.М. // Вопросы питания. – 2018. – Том 87. – № 2. – С. 94-102.

16. Пат. 2612317 Российская федерация, МПК A23L 2/00, A23L 2/38, A23L 2/52. Способ получения кислородного коктейля с пониженной

аллергенностью и с повышенной массовой долей белка животного происхождения / Новокшанова А.Л., Неповинных Н.В., Абабкова А.А., Семина А.И., Птичкина Н.М.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. - № 2015145381; заявл. 21.10.2015; опубл. 06.03.2017, Бюл. № 7.

17. Твердохлеб Г.В., Раманаускас Р.И. Химия и физика молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, Р.И. Раманаускас. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 360 с.

18. Майоров А.А., Бузоверов С.Ю. Исследование характеристик творога, обогащенного пищевыми волокнами / А.А. Майоров, С.Ю. Бузоверов, Н.М. Сурай // Техника и технология пищевых производств. – № 2. – 2016. – С. 62-66.

19. Губина И.В. Волокна «Цитри-Фай» в продуктах функционального назначения / И.В. Губина // Молочная промышленность. – № 3. – 2015. – С. 67.

20. Губина И.В. Пищевые волокна «Цитри-Фай» для кисломолочных продуктов / И.В. Губина // Молочная промышленность. – № 3. – 2012. – С. 44.

21. Ганина В.И., Ионова И.И. К вопросу о функциональных продуктах питания / В.И. Ганина, И.И, Ионова // Молочная промышленность. – № 3. – 2018. – С. 44-46.

22. Орлова Т.А., Парамонова А.А. и др. Инновационные направления производства функциональных продуктов питания на основе молочного сырья и полисахаридов / Т.А. Орлова, А.А. Парамонова и др. // В сборнике: Перспективные аграрные и пищевые инновации. Материалы научно-практической конференции. Под общей редакцией И.Ф. Горлова. – 2019. – С. 175-178.

23. Разработка функциональных продуктов питания. Ч.1. Научные основы создания продуктов функционального питания: учеб. пособие/ Н.В. Степычева; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2012. – 80 с.

24. Батурина В.В., Большакова П.О. Современные тенденции на рынке молочных функциональных продуктов / В.В. Батурина, П.О. Большакова // Экономическая среда. – 2019. – № 2 (28). – С. 67-70.

25. Молочные продукты функционального назначения и перспективы их использования в спортивном питании / Фиалков Д.М., Шовк А.А. // В сборнике: Состояние и перспективы развития наилучших доступных технологий специализированных продуктов питания. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященный 60-летию со дня окончания Омского сельскозяйственного института (ОмСХИ) академиком РАН, д-ром техн. наук, профессором, заслуженным деятелем науки РФ, лауреатом Премии Правительства РФ Храмцовым Андреем Георгиевичем. Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина. – 2019. –С. 173-174.

26. Бобренева, И.В. Подходы к созданию функциональных продуктов питания: Монография. – СПб.: ИЦ Интермедия, 2012. – 180 с.

27. Тихомирова Н.А. Продуты функционального назначения / Н.А. Тихомирова // Молочная Промышленность. – 2013. – № 6. – С. 63-65.

28. Сысоева М.Г., Михин А.С. и др. Использование вторичного молочного сырья в рецептуре продуктов функционального питания /М.Г. Сысоева, А.С. Михин и др. // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2019. – №2(13). – С. 100-105.

29. Захарова Л.М., Пушмина И.Н. и др. Кисломолочный продукт для спортивного питания / Л.М. Захарова, И.Н. Пушмина и др. // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т.19. № S1. – С. 128-136.

30. Тамим А.Й. Робинсон Р.К. Йогурт и аналогичные кисломолочные продукты: научные основы и технологии / А.Й. Тамим, Р.К. Робинсон.; пер. с англ. поднауч. ред Л.А. Забодаловой. – СПб: Профессия, 2003. – 664 с., ил. (Серия: Научные основы и технологии).

31. ТР ТС 033/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» 033/2013 принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 09 октября 2013 года № 67.

32. Гаврилова Н.Б., Щетинин М.П. Технология молока и молочных продуктов: традиции и инновации. – М.: КолосС, 2012. – с. 425 (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).

33. Твердохлеб Г.В., Сажинов Г.Ю., Раманаускас Р.И. Технология молока и молочных продуктов – М.: ДеЛи принт, 2006. – 616 с.

34. Крусь Г.Н. и др. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; Под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: КолосС, 2006. – 455 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).

35. Технология цельномолочных продуктов: учебное пособие / Калинина Л.В., Ганина В.И., Дунченко Н.И. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 248 с.

36. Полянская И.С., Абабкова А.А. Пробиотические кисломолочные напитки, обогащенные гидролизатом сывороточных белков // Вопросы питания. – 2015. – Том 84. – № S3. – С. 57.

37. Храмцов А.Г., Василисин С.В. Промышленная переработка вторичного молочного сырья. - М.: ДеЛи принт, 2003. - 100 с.

38. Вышемирский, Ф.А. Производство сливочного масла. – М.: Агропромиздат, 1987. 272 с.: ил. (Учебники и учеб. пособия для подготовки кадров массовых профессий).

39. Рябцева, С.А. Микробиология вторичного молочного сырья: монография / С.А. Рябцева, И.А. Евдокимов, О.В. Кузнецова, Г.С. Анисимов. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. – 174 с.

40. Вышемирский, Ф.А. Масло из коровьего молока и комбинированное – СПб.: ГИОРД, 2004. 720 с.

41. Вышемирский, Ф.А. Пахта: минимум калорий – максимум биологической ценности / Ф.А. Вышемирский // Молочная промышленность. 2011. – № 9. – С. 54-56.

42. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 18 декабря 2008 г.).

43. Теплов, В.И. Функциональные продукты питания: учебное пособие – М.: А – Приор, 2008. – 240 с.

44. Зарицкая, В.В. Инновационные продукты на основе использования пахты / Зарицкая В.В. // В сборнике: Технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Сборник научных трудов. – Благовещенск. – 2019. – С. 62-69.

45. Седых Е.Ю., Шайахметов Б.Д. Пахта как функциональный продукт / Е.Ю. Седых, Б.Д. Шайахметов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2019. – № 21. – С. 221-223.

46. Тихомирова Н.А. Специализированная пищевая продукция: качество и безопасность / Н.А. Тихомирова //Молочная Промышленность. – 2017. – №6. – С. 38-42.

47. Зобкова З.С., Фурсова Т.П. и др. Влияние пищевых добавок и функциональных ингредиентов на качество цельномолочных продуктов / З.С. Зобкова, Т.П. Фурсова и др. // Молочная Промышленность. – 2017. – № 2. – С. 50-52.

48. Разработка ферментативных гидролизатов сывороточных белков молока – технологии, свойства и применение [Электронный ресурс] / Д.В. Абрамов, Ю.Я. Свириденко, Д.С. Мягконосов, Е.Г. Овчинникова, М.П. Кангин, Н.В. Кокарева // ГНУ ВНИИ маслоделия и сыроделия Россельхозакадемии. – Режим доступа: http://www.dairynews.ru/news/razrabotka-fermentativnykh-gidrolizatov-syvorotoch.html.

49. Агарков Е.Ю., Кручинин А.Г., Шерстнева Н.Е. Перспективы использования гидролизатов сывороточных белков в рецептурах молочных

напитков / Е.Ю. Агарков, А.Г. Кручинин, Н.Е. Шерстнева // Переработка молока. – 2019. – № 7(237). – С. 10-11.

50. Агарков Е.Ю., Пряничникова Н.С. Применение пектинов в производстве молочного напитка на основе гидролизатов сывороточных белков / Е.Ю. Агарков, Н.С. Пряничникова // В сборнике: Перспективные аграрные и пищевые инновации Материалы Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией И.Ф. Горлова. – 2019. – С. 297-301.

51. Петрова Е.И., Гаврилова Н.Б. Исследование ферментативного гидролиза белков молочной сыворотки и разработка биоактивного компонента для спортивного питания / Е.И. Петрова, Н.Б. Гаврилова // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 8 (114). – С. 33-35.

52. Шевякова, К.А. Разработка гидролизата сывороточных белков и практическое решение его применения в технологиях пищевых систем: автореферат дис. …канд.тех.наук: 05.18.04 / Шевякова К.А. Кемерово. – 2018. – 17 с. Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств.

53. Зорин С.Н., Сидорова Ю.С., Мазо В.К. Ферментативные гидролизаты белков молочной сыворотоки и куриного яйца: получение, физико-химическая и иммунохимическая характеристики / С.Н. Зорин, Ю.С. Сидорова, В.К. Мазо // Вопросы питания. – 2020. – Т.89. – № 1. – С. 64-68.

54. Абабкова А.А., Барышева А.А., Новокшанова А.Л. Исследование активности пищеварительных ферментов in vitro в молочных смесях, обогащенных гидролизатом сывороточных белков // Молодежь и наука. – 2015. – № 4. – С. 1.

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

56. Богданова Е.В., Мельникова Е.И. Гидролизаты сывороточных белков в технологии продуктов для спортивного питания / Е.В. Богданова, Е.И. Мельникова // Молочная Промышленность. – 2018. – № 4. – С. 23-25.

57. Патент РФ № 2440003 «Молочный стерилизованный продукт «Спортивный».

58. Новокшанова А.Л. Абабкова А.А. Специализированные белковые кисломолочные напитки / А.Л. Новокшанова, А.А. Абабкова // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84. – № S3. – С. 52.

59. Новокшанова, А.Л. Биохимия для технологов в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для академического бакалавриата / А.Л. Новокшанова. – 2-е изд., испр. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 211 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-02151-6.

60. Новокшанова, А.Л. Биохимия для технологов в 2 ч. Часть 2: учебник и практикум для академического бакалавриата / А.Л. Новокшанова. – 2-е изд., испр. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 302 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-02153-0.

61. Губина И.В. Пищевые волокна «Цитри-Фай» в продуктах здорового питания / И.В. Губина // Молочная промышленность. – № 9. – 2019. – С. 41.

62. Клиническое применение пищевых волокон: [метод. пособие] / М.Д. Ардатская. – М.: 4ТЕ Арт, 2010. – 48 с.: ил., табл.

63. Черкасов О.В., Прянишников В.В., Толкунова Н.Н., Жучков А.А. Пищевые волокна и белки: научные основы производства, способы введения в пищевые системы. – Рязань: Изд-во ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. – 183 с.

64. Губина И.В. «Цитри-Фай» – новый компонент продуктов функционального назначения / И.В. Губина // Молочная промышленность. – № 8. – 2013. – С. 46.

65. Харитонов Д.В., Будрик В.Г. Качество молочной продукции как основа здоровья нации / Харитонов Д.В., Будрик В.Г. // Молочная промышленность. – № 6. – 2017. – С. 36-37.

66. Королёва О.В., Агаркова Е.Ю., Ботина С.Г. и др. Перспективы использования гидролизатов сывороточных белков в технологии

кисломолочных продуктов / О.В. Королева, Е.Ю. Агаркова, С.Г. Ботина и др. // Молочная промышленность. – 2013. – № 7. – С. 66-68.

67. Олефирова А.П. Органолептическая оценка пищевых продуктов: учебно-практическое пособие. – Улан-Уде: Изд-во ВСГТУ, 2005. – 192 с.

68. ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011 Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 2. Рекомендуемые методы органолептической оценки. – М.: Стандартинформ, 2012.

69. Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов очного и заочного отделения, обучающихся по направлению подготовки 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения; Профиль: «Технология молока и молочных продуктов». – Вологда-Молочное, 2016. Составители: доц. к.т.н. Е.Ю. Неронова, Ю.А. Заварин. – 25 с.

70. ГОСТ 31688-2012 Консервы молочные. Молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013.

71. Новокшанова А.Л., Иванова С.В., Абабкова А.А. Исследование сквашивания пахты, обогащенной гидролизатом сывороточных белков / сборник: Инновационные тенденции развития российской науки, материалы IX Международной научно-практической конференции молодых ученых // отв. за выпуск: В. Л. Бопп. – 2016. – С. 38-40.

72. Тепел А. Химия и физика молока (Пер. с нем. под ред. канд. техн. наук, доц. С. А. Фильчаковой. – СПб.: Профессия;2012.832).

73. Надточий Л.А., Орлова О.Ю. Инновации в биотехнологии. Ч. 2. Пищевая комбинаторика: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 37 с.

74. Методология оценки сбалансированности аминокислотного состава многокомпонентных пищевых продуктов / П.А. Лисин, О.Н. Мусина, И.В. Кистер, Н.Л. Чернопольская. – С. 53-58.

75. Мезенова, О.Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов: учебное пособие / О.Я. Мезенова. – СПб.: Проспект Науки, 2015. – 224 с.

76. ГОСТ 28283-2015 Молоко коровье. Метод органолептической оценки вкуса и запаха – М.: Стандартинформ, 2015.

77. Новокшанова А.Л., Абабкова А.А., Иванова С.В. Определение дозы внесения гидролизата сывороточных белков в кисломолочный продукт методом органолептической оценки / А.Л. Новокшанова, А.А. Абабкова, С.В. Иванова // Молочнохозяйственный вестник. – 2015. – № 1 (17). – С. 79-86.

78. Барышева А.А., Абабкова А.А. Исследование условной вязкости обезжиренного молока и пахты, сквашенных в присутствии гидролизата сывороточных белков / А.А. Барышева, А.А. Абабкова // Сборник: Первая ступень в науке, Сборник трудов ВГМХА по результатам работы IV Ежегодной научно-практической студенческой конференции (технологический факультет). – 2016. – С. 12-15.

79. Носкова В.И., Новокшанова А.Л., Абабкова А. А. Исследование влагоудерживающей способности молочнокислых сгустков в присутствии гидролизата сывороточных белков / Научные перспективы XXI века. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции // под общ. ред. А.И. Вострецова. – Нефтекамск: РИО ООО «Наука и образование», 2015. – С. 15-18.

80. Завадский, Ю.И. Статистическая обработка эксперимента / Ю.И. Завадский // учеб. пособие. – М.: Высшая школа. – 1986. – 270 с.

81. Свириденко Ю.Я., Мягконосов Д.С. и др. Технологические методы коррекции органолептических свойств гидролизатов сывороточных белков / Ю.Я. Свириденко, Д.С. Мягконосов и др. // Пищевая промышленность. – 2019. – № 3. – С. 18-21.

82. Абрамов Д.В, Свириденко Ю.Я, Мягконосов Д.С. Разработка ферментативных гидролизатов сывороточных белков молока – технологии, свойства и применение / Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции «Научно-инновационные аспекты при создании продуктов здорового питания». – Углич. – 2012. – С. 9-13.

83. Новокшанова А.Л, Топникова Е.В, Абабкова А.А. Анализ

аминокислотного состава обезжиренного молока и пахты для производства кисломолочного напитка при внесении гидролизата сывороточных белков / А.Л. Новокшанова, Е.В. Топникова, А.А. Абабкова // Вопросы питания. – 2019. – № 3(88). – С. 90-96.

84. Свириденко Ю.Я, Мягконосов Д.С, Абрамов Д.В. Научно-методические подходы к развитию технологии белковых гидролизатов для специального питания. Часть I. Технология производства и технические характеристики гидролизатов / Ю.Я. Свириденко, Д.С. Мягконосов, Д.В. Абрамов // Пищевая промышленность. – 2017. – № 5. – С. 48-51.

85. Свириденко Ю.Я, Мягконосов Д.С, Абрамов Д.В. Научно-методические подходы к развитию технологии белковых гидролизатов для специального питания. Часть II. Функциональные свойства белковых гидролизатов, зависящие от специфичности протеолитических процессов / Ю.Я. Свириденко, Д.С. Мягконосов, Д.В. Абрамов // Пищевая промышленность. – 2017. – № 6. – С. 50-53.

86. Свириденко Ю.Я, Мягконосов Д.С, Абрамов Д.В. Разработка технологии производства гидролизатов сывороточных белков молока с использованием мембранной техники. Часть 1. Подбор ферментного препарата для проведения гидролиза в ферментативном мембранном реакторе / Ю.Я. Свириденко, Д.С. Мягконосов, Д.В. Абрамов // Пищевая промышленность. – 2017. – № 7. – С. 46-48.

87. Шевелева С.А. Характеристика бифидогенных свойств коллагенового сырья / С.А. Шевелева // Вопросы питания. – 2012. – №1(81). – С. 13-23.

88. Функ И.А, Иркитова А.Н. Биотехнологический потенциал бифидобактерий / И.А. Функ, А.Н. Иркитова //*ActaBiologicaSibirica*. – 2016. – № 2(4). – С. 67-79.

89. ГОСТ 32892-2014. Молоко и молочная продукция. Метод измерения активной кислотности (с Поправкой). М: Стандартинформ; 2015. 10.

90. ГОСТ Р 54669-2011. Молоко и продукты переработки молока.

Методы определения кислотности. М: Стандартинформ; 2012. 11.

91. ГОСТ Р 55578-2013. Продукты пищевые специализированные. Метод определения осмоляльности. М: Стандартинформ; 2014. 8.

92. ГОСТ ISO 27205-2013. Продукты кисломолочные. Бактериальные заквасочные культуры. Стандарт идентичности. М: Стандартинформ; 2014.11.

93. Ганина В.И. Рынок заквасок в России / В.И. Ганина //Молочная промышленность. – 2018. – № 12. – С. 29-30.

94. ГОСТ 34372-2017. Закваски бактериальные для производства молочной продукции. Общие технические условия. М: Стандартинформ; 2018.18.

95. Степаненко П.П. Микробиология молока и молочных продуктов / П.П. Степаненко // М: Лира. – 2002. – 413 с.

96. Eamonn M. M. Quigley. Prebiotics and Probiotics in Digestive Health. Clinical Gastroenterology and Hepatology. – 2018. – Nov 21.

97. Ганина В.И. Новый штамм бифидобактерий как фактор повышения биобезопасности пищевых продуктов питания / В.И. Ганина // Техника и технология пищевых производств, Кемерово. – 2012. – № 4. – С. 139-144.

98. Шевелёва С.А. Пробиотики в пищевой индустрии: нормативная база, перспективы / С.А. Шевелева // Переработка молока. – 2018. – №10. – С. 30-34.

99. Бояринева И.В. Новый белковый кисломолочный продукт / И.В. Бояринева // Пищевая промышленность. – 2014. – № 8. – С. 43-45.

100. Дж.М. Джей, М.Дж. Лёсснер, Д.А. Гольде. Современная пищевая микробиология (пер. 7-го англ. изд. – М. БИНОМ. Лаборатория знаний.2012:886).

101. Расширение спектра заквасочной микрофлоры в технологии кисломолочного продукта с гидролизатом сывороточных белков / Абабкова А.А., Новокшанова А.Л. // Молочнохозяйственный вестник. – 2018. – № 3 (31). – С. 71-78.

102. Новокшанова, А.Л. Результаты поиска оптимального консорциума микроорганизмов при производстве специального белкового кисломолочного продукта / А.Л. Новокшанова, А.А. Абабкова, Д.В. Абрамов // СПб: Вестник Международной академии холода. – 2016. – № 4. – С. 23-29.

103. Рябцева С.А, Ганина В.И, Панова Н.П. Микробиология молока и молочных продуктов (учебное пособие для направления 19.03.03 Продукты питания животного происхождения), СПб.: Издательство «Лань». – 2018. – 192 с.; электронно-библиотечная система (ЭБС) «Лань»: https://e.lanbook.com/book/102586.

104. Stiles M.E., and W.H. Holzapfel. 1997. Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. Int. J. Food Microbiol. 36:1-29. in. J Food Microbiol. – 1997. – Apr 29. – № 36(1). – С. 1-29.

105. Новокшанова, Алла Львовна. Разработка научных принципов создания продуктов спортивного питания на основе молочного сырья: диссертация ... доктора технических наук: 05.18.15 / Новокшанова Алла Львовна; [Место защиты: Моск. гос. ун-т технологий и упр. им. К.Г. Разумовского (Первый казачий ун-т)]. - Вологда, 2019. - 487 с.: ил.

106. Ш. Дамодаран, К.Л. Паркин, О.Р. Феннема. Химия пищевых продуктов (Перев. с англ. – СПб. : ИД «Профессия».2012:1040).

107. Исследование влияния гидролизата сывороточных белков молока на рост и развитие пробиотической микрофлоры / А.А. Абабкова, А.Л. Новокшанова, Н.В. Неповинных // Молодые исследователи – развитию молочнохозяйственной отрасли. Сборник научных трудов по результатам работы всероссийской научно-практической конференции. – Вологда – Молочное: ФГБОУ Вологодская ГМХА, 2017. – С. 22-27.

108. Абабкова А.А, Неронова Е.Ю, Новокшанова А.Л. Исследование реологических характеристик кисломолочных сгустков обогащенных гидролизатом сывороточных белков / А.А. Абабкова, Е.Ю. Неронова, А.Л. Новокшанова // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 3(23). – С. 37-45.

109. Косой В.Д., Дунченко Н.К., Меркулов М.Ю. Реология молочных продуктов. – М.: ДеЛи принт, 2010. – 826 с.

110. Горбатов А.В. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов / А.В. Горбатов, А.М. Маслов, Ю.А. Мачихин и др.; под ред. А.В. Горбатова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 296 с.

111. Абабкова А.А, Абрамов Д.В, Новокшанова А.Л. Напиток с гидролизатом сывороточных белков молока / А.А. Абабкова, Д.В. Абрамов, А.Л. Новокшанова // Молочная промышленность. – 2016. – №12. – С. 58-60.

112. МР 2.3.1.1915-04 Методические рекомендации. Рациональное питание Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ.

113. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: методические рекомендации. МР 2.3.1.2432-08. М. : Минздрав России, 2008. 41 с.

114. Мартинчик А.Н., Маев И.В., Янушевич О.О. Общая нутрициология. М.: МЕДпресс-информ. – 2005. – 92 с.

115. МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов.

116. Главные тенденции на рынке молочной продукции России и мира [Электронный ресурс]. – Портал для ритейлеров и поставщиков – Режим доступа: https://www.retail.ru/tovar_na_polku/glavnye-tendentsii-na-rynke-molochnoy-produktsii-rossii-i-mira/

117. Петрова, М. Тренды молочного рынка – возможность для производителей в кризис / Переработка молока – 2020. – № 2. – С. 36-38.

118. Власенко, Ю.А. Пора начать думать / Ю.А. Власенко // Молочная промышленность. – 2020. – № 7. – С. 4-7.

119. Храмцов А.Г, Рябцева С.А и др. Пребиотики как функциональные ингредиенты: терминология, критерии выбора и сравнительной оценки, классификация / А.Г. Храмцов, С.А. Рябцева и др. // Вопросы питания. – 2018. – №1(87). – С. 5-17.

120. Абабкова А.А. Экономическая целесообразность производства пробиотических напитков с гидролизатом сывороточных белков / А.А. Абабкова, А.Л. Новокшанова, Н.В. Фатеева // Молочная промышленность. – 2020. – №12. – С. 22-23.

121. Гаврилова Н.Б, Щетинин М.П, Чернопольская Н.Л. Научно-экспериментальное обоснование рецептуры специализированного продукта для питания спортсменов, обогащенного пробиотическими микроорганизмами / Н.Б. Гаврилова, М.П. Щетинин, Н.Л. Чернопольская // Вопросы питания. – 2018. – № 3(87). – С. 22-28.

122. Рожкова, И.В. Пробиотические микроорганизмы как фактор повышения здоровья / И.В. Рожкова, А.В. Бегунова // Молочная промышленность. – 2020. – № 7. – С. 38-39.

123. Рыбалова, Т.И. Молочная индустрия России в 2018 г. / Т.И. Рыбалова // Молочная промышленность. – 2019. – № 1. – С. 4-9.

124. Рыбалова, Т.И. Итоги 2019 года / Т.И. Рыбалова // Молочная промышленность. – 2020. – № 3. – С. 4-9.

125. Молочная промышленность России в 2019 году в 10 графиках [Электронный ресурс]. – Новости и аналитика молочного рынка – Режим доступа: https://milknews.ru/longridy/2019-year-in-review.html

126. О производстве кисломолочных продуктов в России в 2018-2019 гг. [Электронный ресурс]. – Экспертно-аналитический центр агробизнеса – Режим доступа: https://ab-centre.ru/news/o-proizvodstve-kislomolochnyh-produktov-v-rossii-v-2018-2019-gg

127. Забегалова Г.Н., Фатеева Н.В. Организация в фермерском хозяйстве производства сыра «Умник» для профилактики метаболического синдрома / Молочнохозяйственный вестник, №1, (33) 1 кв. 2019 г., с. 89-98 Режим доступа: http://molochnoe.ru/journal/ru/node/1512

128. Горощенко, Л.Г. Ценовая конъюнктура на российском рынке кисломолочных продуктов и йогуртов / Л.Г. Горощенко // Молочная промышленность. – 2020. – № 7. – С. 55-57.

129. Абабкова А.А. Синеретическая способность сгустков, содержащих гидролизат сывороточных белков / А.А. Абабкова, А.Л. Новокшанова, Н.В. Неповинных // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Том 2. Технические науки. Сборник научных трудов по результатам работы II международной молодежной научно-практической конференции. – Вологда – Молочное: ФГБОУ Вологодская ГМХА, 2017. – С. 144-147.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2617939

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА, ОБОГАЩЕННОГО ГИДРОЛИЗАТОМ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ

Патентообладатель: ***федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина" (ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА) (RU)***

Авторы: ***Новокшанова Алла Львовна (RU), Полянская Ирина Сергеевна (RU), Абабкова Анна Алескандровна (RU)***

Заявка № **2015126206**

Приоритет изобретения **30 июня 2015 г.**

Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **28 апреля 2017 г.**

Срок действия исключительного права на изобретение истекает **30 июня 2035 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2612317

Способ получения кислородного коктейля с пониженной аллергенностью и с повышенной массовой долей белка животного происхождения

Патентообладатель: ***федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина" (ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА) (RU)***

Авторы: ***см. на обороте***

Заявка № **2015145381**
Приоритет изобретения **21 октября 2015 г.**
Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **06 марта 2017 г.**
Срок действия исключительного права на изобретение истекает **21 октября 2035 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛОГОДСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МОЛОЧНОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ им. Н. В. ВЕРЕЩАГИНА»
(ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н. В. Верещагина)

ОКП 92 2230

Группа Н 17
(ОКС 67.100.10)

УТВЕРЖДАЮ
Ректор
ФГБОУ ВПО ВГМХА
им. Н. В. Верещагина
_____ Н. Г. Малков
«30» 11 2015 г.

КИСЛОМОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ, ОБОГАЩЕННЫЙ ГИДРОЛИЗАТОМ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ

Технические условия

ТУ 9222-001-00493250-15

Дата введения в действие – «01» 12 2015 г.

СОГЛАСОВАНО
Проректор
по научной работе
ФГБОУ ВПО ВГМХА
им. Н. В. Верещагина
_____ А. А. Кузин
«30» 11 2015 г.

РАЗРАБОТАНО
ФГБОУ ВПО ВГМХА
им. Н. В. Верещагина
Доцент, к.т.н.
_____ А. Л. Новокшанова

ОАО «УОМЗ» ВГМХА»
Инженер-химик
_____ А. А. Абабкова

160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2
2015

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛОГОДСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МОЛОЧНОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ им. Н. В. ВЕРЕЩАГИНА»
(ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н. В. Верещагина)

УТВЕРЖДАЮ
Ректор
ФГБОУ ВПО ВГМХА
им. Н. В. Верещагина
_____ Н. Г. Малков
«30» 11 2015 г.

КИСЛОМОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ, ОБОГАЩЕННЫЙ ГИДРОЛИЗАТОМ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ

Технологическая инструкция

ТИ ТУ 9222-001-00493250

(Введена впервые)

Дата введения в действие – «01» 12 2015 г.

СОГЛАСОВАНО
Проректор
по научной работе
ФГБОУ ВПО ВГМХА
им. Н. В. Верещагина
_____ А. А. Кузин
«30» 11 2015 г.

РАЗРАБОТАНО
ФГБОУ ВПО ВГМХА
им. Н. В. Верещагина
Доцент, к.т.н.
_____ А. Л. Новокшанова

ОАО «УОМЗ» ВГМХА»
Инженер-химик
_____ А. А. Абабкова

160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2
2015

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЛОГОДСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МОЛОЧНОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ имени Н. В. ВЕРЕЩАГИНА»
(ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА)

ОКПД 2 10.51.52.100

Группа Н 17
(ОКС 67.100.10)

УТВЕРЖДАЮ
Ректор
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА
_____ Н. Г. Малков
«26» ____03____ 2019 г.

КИСЛОМОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ С ГИДРОЛИЗАТОМ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ И ПИЩЕВЫМ ВОЛОКНОМ

Технические условия

ТУ 10.51.52-006-00493250-2019

Дата введения в действие – «27» ____03____ 2019 г.

СОГЛАСОВАНО
Проректор
по научной работе
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА
_____А. А. Кузин
«21» ____03____ 2019 г.

РАЗРАБОТАНО
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА
Доцент, к.т.н.
_____А. Л. Новокшанова

ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА
Аспирант кафедры технологии молока и молочных продуктов
_____А. А. Абабкова

160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2
2019

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЛОГОДСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МОЛОЧНОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ имени Н. В. ВЕРЕЩАГИНА»
(ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА)

УТВЕРЖДАЮ
Ректор
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА
_____ Н. Г. Малков
«26» 03 2019 г.

КИСЛОМОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ С ГИДРОЛИЗАТОМ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ И ПИЩЕВЫМ ВОЛОКНОМ
Технологическая инструкция

ТУ ТИ 10.51.52-006-00493250

(Введена впервые)

Дата введения в действие – «27» 03 2019 г.

СОГЛАСОВАНО
Проректор
по научной работе
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА
_____А. А. Кузин
«21» 03 2019 г.

РАЗРАБОТАНО
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА
Доцент, к.т.н.
_____А. Л. Новокшанова

ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА
Аспирант кафедры технологии молока и молочных продуктов
_____А. А. Абабкова

160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2
2019

ПРИЛОЖЕНИЕ В

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
АО «Учебно-опытный молочный завод»
ВГМХА им. Н. В. Верещагина

_____ С. В. Молотов

«30» 07 2018 г.

АКТ О ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОВЕРКЕ
от 30.07.2018 г.

Мы, нижеподписавшиеся: представители АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина (Вологда) – заместитель генерального директора по качеству Ожиганова Е. В., начальник производства Кузнецова Ж. Ю., главный инженер Черник В. П., доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов Вологодская ГМХА Новокшанова А. Л., соискатель аспирантуры Вологодская ГМХА Абабкова А. А. составили настоящий акт о том, что 31.07.2018 г. проведена выработка опытной партии напитка кисломолочного с гидролизатом сывороточных белков (ГСБ) с массовой долей ГСБ 3% в количестве 500 кг по технической документации, разработанной Вологодская ГМХА (ТУ 9222-001-00493250-2015 Кисломолочный продукт, обогащенный гидролизатом сывороточных белков).

Выработку продукта осуществляли на линии производства кисломолочных напитков в соответствии с ТИ ТУ 9222-001-00493250.

При составлении смеси для выработки продукта использовали следующее сырье:

- обезжиренное молоко - 242,5 кг
- пахту - 242,5 кг
- гидролизат сывороточных белков - 15,0 кг

Смесь, составленную в резервуаре для нормализованной смеси, пастеризовали на пластинчатой пастеризационной установке при температуре (92 ± 2) °С с выдержкой 5 минут.

Охлаждали до температуры заквашивания на той же установке. Заквашивание смеси проводили при температуре (40 ± 2) °С закваской прямого внесения фирмы Хр. Хансен вида АВТ-5.

Сквашивали в течение 5 часов.

Режимы производства продукта соответствовали заложенным в технологической инструкции.

Выработанный продукт характеризовался следующими показателями:

- внешний вид и консистенция – однородная с нарушенным сгустком, небольшое выделение сыворотки;
- вкус и запах – чистый, кисломолочный, присутствует легкий альбуминный привкус и запах;
- цвет – молочно-белый, равномерный по всей массе;
- массовая доля жира – 0,3%;
- массовая доля белка – 5,2%;
- массовая доля СОМО – 10,4%;
- титруемая кислотность – 151 °Т;
- БГКП (колиформы) – отсутствовали в 0,1 $см^3$;
- дрожжи – менее 10 КОЕ/$см^3$;
- плесневые грибы - менее 10 КОЕ/$см^3$;
- количество молочнокислых микроорганизмов – более 10^7 КОЕ/$см^3$;
- количество пробиотических микроорганизмов – более 10^7 КОЕ/$см^3$.

По органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям свежевыработанный продукт соответствовал требованиям ТУ 9222-001-00493250-2015 и Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель генерального директора по качеству	Ожиганова Е. В.
Начальник производства	Кузнецова Ж. Ю.
Главный инженер	Черник В. П.
Научный руководитель, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов, Вологодская ГМХА	Новокшанова А. Л.
Аспирант, Вологодская ГМХА	Абабкова А. А.

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель генерального директора по качеству
АО «Учебно-опытный молочный завод»
ВГМХА им. Н. В. Верещагина

_____ Е. В. Ожиганова

«___» _____ 2020 г.

АКТ О ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОВЕРКЕ
от 12.02.2020 г.

Мы, нижеподписавшиеся: представители АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина (Вологда) – заместитель генерального директора по качеству Ожиганова Е.В., главный инженер Черник В.П., начальник производства Кузнецова Ж.Ю., доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА Новокшанова А.Л., аспирант кафедры технологии молока и молочных продуктов ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА Абабкова А.А. составили настоящий акт о том, что 12.02.2020 г. проведена выработка опытной партии продукта кисломолочного с гидролизатом сывороточных белков (ГСБ) с массовой долей ГСБ 3 % и пищевым волокном «Цитри-Фай» в количестве 500 кг по технической документации, разработанной Вологодская ГМХА (ТУ 10.51.52-006-00493250-2019 «Кисломолочный продукт с гидролизатом сывороточных белков и пищевым волокном»).

Выработку продукта осуществляли на линии производства кисломолочных напитков в соответствии с ТИ ТУ 10.51.52-006-00493250.

При составлении смеси для выработки продукта использовали следующее сырье:

- обезжиренное молоко - 242,25 кг
- пахту - 242,25 кг
- гидролизат сывороточных белков - 15,0 кг
- пищевое волокно - 0,5 кг

Смесь, составленную в резервуаре для нормализованной смеси, пастеризовали на пластинчатой пастеризационной установке при температуре (92 ± 2) °С с выдержкой 5 минут.

Охлаждали до температуры заквашивания на той же установке. Заквашивание смеси проводили при температуре (40 ± 2) °С закваской

прямого внесения фирмы Хр. Хансен вида АВТ-5. Сквашивание продолжали в течение 5 часов.

Режимы производства продукта соответствовали заложенным в технологической инструкции.

Выработанный продукт характеризовался следующими показателями:

- внешний вид и консистенция – однородная, в меру вязкая;
- вкус и запах – чистый, кисломолочный, присутствует легкий альбуминный привкус и запах;
- цвет – молочно-белый, равномерный по всей массе;
- массовая доля жира – 0,3 %;
- массовая доля белка – 5,2 %;
- массовая доля СОМО – 11,2 %;
- титруемая кислотность – 143 °Т;
- БГКП (колиформы) – отсутствовали в 0,1 $см^3$;
- дрожжи – менее 10 КОЕ/$см^3$;
- плесневые грибы - менее 10 КОЕ/$см^3$;
- количество молочнокислых микроорганизмов – более 10^7 КОЕ/$см^3$;
- количество пробиотических микроорганизмов – более 10^7 КОЕ/$см^3$.

По органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям свежевыработанный продукт соответствовал требованиям ТУ 10.51.52-006-00493250-2019 и Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

Подписи лиц, участвовавших в проведении экспериментальной выработки:

Представители АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина

Главный инженер — Черник В. П.

Начальник производства, к.т.н. — Кузнецова Ж. Ю.

Представители ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА — Новокшанова А. Л.

Аспирант, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА — Абабкова А. А.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

РОСАККРЕДИТАЦИЯ

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области»
Испытательная лаборатория (центр)
Место нахождения: 160012, г. Вологда, ул. Яшина, д. 1-а,
тел./факс (8172) 75-51-99, E-mail: ses@fbuz35.ru
КПО 75131560, ОГРН 1053500016240 от 03.03.2005, ИНН/КПП 3525147496/352501001
Уникальный номер записи об аккредитации № РОСС RU.0001.510403
Дата внесения в реестр сведений об аккредитованном лице 04.09.2015 г.
Адрес места осуществления деятельности в области аккредитации:
160012, РОССИЯ, Вологодская область, г. Вологда, ул. Яшина, д. 1-а

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
№ 18-00-01-1862 от 20 апреля 2018 года

Заявитель:	**АО "Учебно-опытный молочный завод" ВГМХА им. Н.В.Верещагина**
Адрес заявителя:	**160555, РФ, Вологодская обл., г.Вологда, с.Молочное Вологодского р-на, ул.Панкратова, д.15**
ИНН	**3525279862**
Наименование образца (пробы):	**Напиток кисломолочный с м.д. гидролизата сывороточных белков 3 %, молочная основа пахта**
Изготовитель:	**Россия, Вологодская область, АО "Учебно-опытный молочный завод" ВГМХА им. Н.В.Верещагина, 160555, РФ, Вологодская обл., г.Вологда, с.Молочное Вологодского р-на, ул.Панкратова, д.15**
Дата выработки:	**06.04.2018**
Место отбора,адрес:	**с. Молочное, улица Панкратова, д.15; АО "Учебно-опытный молочный завод" ВГМХА им. Н.В.Верещагина**
НД на отбор:	**ГОСТ 26809.1-2014 "Молоко и молочная продукция.Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 1.Молоко, молочные, молочные составные и молокосодержащие продукты"**
Дата и время отбора:	**6 апреля 2018 г. в 15 ч. 00 мин.**
Ф.И.О., должность отобравшего пробу:	**ведущий менеджер по качеству, Абабкова А.А.**
Дата и время доставки пробы:	**9 апреля 2018 г. в 08 ч. 40 мин.**
Условия транспортирования:	**термоконтейнер**
Нд на соответствие которым проводилось испытание:	**ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции", ТР ТС 033/2013 "О безопасности молока и молочной продукции", ТУ 9222-001-00493250-15**
Цель исследования:	**пробная выработка**
Даты проведения испытаний:	**с 08 ч. 50 мин. 9 апреля 2018 г. по 20 апреля 2018 г.**
Описание пробы:	**Упаковка - стерильная стеклянная банка; величина пробы - 2 по 100 г; срок годности 7 сут. при t (от 2 до 6 град.С)**
Код образца	**18-00-01-1862**

Результаты испытаний доставленной пробы представлены в таблицах 1 и 2

Таблица 1 -Результаты испытаний по химическим показателям

Наименование показателей	Результаты испытаний, единицы измерения	Величина допустимого уровня, единицы измерения	Метод испытаний
Массовая доля белка	5,4 ± 0,06 %	нет норматива	ГОСТ 23327-98

Протокол испытаний № 18-00-01-1862 от 20 апреля 2018 года

Таблица 2 -Результаты испытаний по микробиологическим показателям

Наименование показателей	Результаты испытаний, единицы измерения	Величина допустимого уровня, единицы измерения	Метод испытаний
Молочнокислые микроорганизмы	1000000000 КОЕ/куб.см	не менее 10000000 КОЕ/куб.см	ГОСТ 33951-2016
Количество бифидобактерий	10000000 КОЕ/куб.см	нет норматива	МУК 4.2.999-00

Должность, Ф. И. О. и подпись лица ответственного за оформление данного протокола:

инженер_____Бычкова Е. А.

Заместитель руководителя ИЛЦ_____**Е.А.Алексеева**

Результаты данного протокола распространяются только на образец, подвергнутый испытаниям
Настоящий протокол не может быть воспроизведен полностью или частично без разрешения ИЛЦ

Протокол составлен в 1 экземпляре

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области»
Испытательная лаборатория (центр)
Место нахождения: 160012, г. Вологда, ул. Яшина, д. 1-а,
тел./факс (8172) 75-51-99, E-mail: ses@fbuz35.ru
КПО 75131560, ОГРН 1053500016240 от 03.03.2005, ИНН/КПП 3525147496/352501001
Уникальный номер записи об аккредитации № РОСС RU.0001.510403
Дата внесения в реестр сведений об аккредитованном лице 04.09.2015 г.
Адрес места осуществления деятельности в области аккредитации:
160012, РОССИЯ, Вологодская область, г. Вологда, ул. Яшина, д. 1-а

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
№ 18-00-01-2949 от 7 июня 2018 года

Заявитель:	**АО "Учебно-опытный молочный завод" ВГМХА им. Н.В.Верещагина**
Адрес заявителя:	**160555, РФ, Вологодская обл., г.Вологда, с.Молочное Вологодского р-на, ул.Панкратова, д.15**
ИНН	**3525279862**
Наименование образца (пробы):	**Напиток кисломолочный с м.д. гидролизата сывороточных белков 3 %, молочная основа обезжиренное молоко**
Изготовитель:	**Россия, Вологодская область, АО "Учебно-опытный молочный завод" ВГМХА им. Н.В.Верещагина, 160555, РФ, Вологодская обл., г.Вологда, с.Молочное Вологодского р-на, ул.Панкратова, д.15**
Дата выработки:	**21.05.2018**
Место отбора,адрес:	**с. Молочное, улица Панкратова, д.15; АО "Учебно-опытный молочный завод" ВГМХА им. Н.В.Верещагина**
НД на отбор:	**ГОСТ 26809.1-2014 "Молоко и молочная продукция.Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Часть 1.Молоко, молочные, молочные составные и молокосодержащие продукты"**
Дата и время отбора:	**21 мая 2018 г. в 16 ч. 00 мин.**
Ф.И.О., должность отобравшего пробу:	**ведущий менеджер по качеству, Абабкова А.А.**
Дата и время доставки пробы:	**22 мая 2018 г. в 16 ч. 00 мин.**
Условия транспортирования:	**термоконтейнер**
Нд на соответствие которым проводилось испытание:	**ТР ТС 033/2013 "О безопасности молока и молочной продукции", ТУ 9222-001-00493250-15**
Цель исследования:	**пробная выработка**
Даты проведения испытаний:	**с 16 ч. 10 мин. 22 мая 2018 г. по 6 июня 2018 г.**
Описание пробы:	**Упаковка - стерильная стеклянная банка; величина пробы - 2 по 100 г; срок годности 7 сут. при t (от 2 до 6 град.С)**
Код образца	**18-00-01-2949**

Результаты испытаний доставленной пробы представлены в таблицах 1 и 2

Таблица 1 -Результаты испытаний по химическим показателям

Наименование показателей	Результаты испытаний, единицы измерения	Величина допустимого уровня, единицы измерения	Метод испытаний
Массовая доля белка	5,19 ± 0,06 %	нет норматива	ГОСТ 23327-98

Таблица 2 -Результаты испытаний по микробиологическим показателям

Наименование показателей	Результаты испытаний, единицы измерения	Величина допустимого уровня, единицы измерения	Метод испытаний
Молочнокислые микроорганизмы	100000000 КОЕ/куб.см	не менее 10000000 КОЕ/куб.см	ГОСТ 33951-2016

общее количество страниц 2 ; страница 1

Протокол испытаний № 18-00-01-2949 от 7 июня 2018 года

Таблица 2 окончание

Наименование показателей	Результаты испытаний, единицы измерения	Величина допустимого уровня, единицы измерения	Метод испытаний
Количество бифидобактерий	100000000 КОЕ/куб.см	нет норматива	МУК 4.2.999-00

Должность, Ф. И. О. и подпись лица ответственного за оформление данного протокола:

инженер_____Бычкова Е. А.

Заместитель руководителя ИЛЦ_____Е.А.Алексеева

Результаты данного протокола распространяются только на образец, подвергнутый испытаниям
Настоящий протокол не может быть воспроизведен полностью или частично без разрешения ИЛЦ

Протокол составлен в 1 экземпляре

Федеральное государственное бюджетное учреждение
государственный центр агрохимической службы "Вологодский"

АККРЕДИТОВАННАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.21ПЧ08

Адрес и место проведения испытаний:
160555, Вологодская обл., г.Вологда, с.Молочное, ул.Студенческая, д.11
телефон: (8172) 52-54-59, т/факс: (8172) 52-55-32, 52-54-59, e-mail: gcas@vologda.ru

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 0.2812

от **15 августа 2018 года**

1.	Заказчик	**Абабкова Анна Александровна**
2.	Адрес заказчика	
3.	Изготовитель	**ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА**
4.	Адрес изготовителя	**160555, Вологодская область, г.Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2**
5.	Наименование продукции	**Напиток кисломолочный с гидролизатом сывороточных белков, с м.д. гидролизата сывороточных белков 3%, молочное сырье обезжиренное молоко и пахта 1:1, дата выработки 31.07.2018 г., место выработки и отбора: лаборатория исследования и производства молочных продуктов Вологодская ГМХА, посев на 7 сутки, образец №1**
6.	Регистрационный номер	**0.2812**
7.	Испытания проводятся на соответствие требованиям НД	**Технический регламент Таможенного союза "О безопасности молока и молочной продукции" (ТР ТС 033/2013), ТУ 9222-001-00493250-2015.**
	Отбор выполнен	**заказчиком**
8.	Дата отбора пробы	**6 августа 2018 г.**
9.	Дата получения образца	**6 августа 2018 г.**
10.	Период проведения испытаний	**с 6 августа 2018 г. по 15 августа 2018 г.**
11.	Описание пробы	**Проба обънмом 0,1 л в стеклянной емкости**
12.	Основание проведения испытаний	**Договорные работы**

Результаты испытаний

№	Наименование показателя	НД на метод анализа	Ед. изм	Значения характеристик		
				при испытаниях	Погрешности (неопределенности) Δ(U)	по НД
	Микробиологические показатели:					
1	БГКП (колиформы) в 0,1 см3	ГОСТ 32901-2014	КОЕ	не обнаружено	-	не допускается
2	Staphylococcus aureus в 1,0 см3	ГОСТ 30347-2016	КОЕ	не обнаружено	-	не допускается
3	Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы, в 25 см3	ГОСТ 31659-2012	КОЕ	не обнаружено	-	не допускается
4	Дрожжи	ГОСТ 10444.12-2013	КОЕ/г	менее 1	-	не более 50
5	Плесени	ГОСТ 10444.12-2013	КОЕ/г	менее 1	-	не более 50

Протокол представлен на 1 странице(ах)

Сведения об оборудовании:
1) Весы лабораторные квадрантные ВЛКТ-500 М, зав.№7, год ввода в экспл-цию-1990. Инв. № МЦ 0000000373
2) Стерилизатор воздушный медицинский ГП-80-2 зав.№0863, ввод в экс-ю 1998 г.,инв.№1101045065
3) Стерилизатор паровой ВК-30-01 ,зав. № 200, ввод в экспл-ю 2002г., инв.№ 2101045070
4) Термометр стеклянный ртутный ТЛ-4, зав. № 921, год ввода в экспл-цию-1975. Инв. № ОС 0000002278
5) Термостат электрический суховоздушный ТС-80М-2, зав.№327, год ввода в экспл-цию 1998 г. Инв. № 101045060

Ответственный за оформление протокола испытаний _____ /Ю.В.Коричева/

Зам.начальника испытательной лаборатории _____ /О.А.Меньшикова/

Настоящий протокол испытаний не может быть скопирован без разрешения испытательной лаборатории.
Данные результаты протокола испытаний распространяются только на образец, подвергнутый испытанию.

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ТЕХНОХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И АРБИТРАЖНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА
ВНИИПБТ-филиал ФГБУН «ФИЦ ПИТАНИЯ И БИОТЕХНОЛОГИИ»

111033, г.Москва,ул.Самокатная,д.4б
Тел/факс (495)362-36-60

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №362

Наименование исследуемой продукции: Пахта из молока. Образец представлен в пластиковом контейнере объемом 50 см^3, укупоренный полимерной крышкой. Количество контейнеров – 1 шт.
Наименование организации, предоставившей образцы: Вологодская ГМХА
Средства измерений: весы лабораторные электронные OHAUS E11140, микроволновая печь для пробоподготовки MARS-2, аминокислотный анализатор KNAUER.
Дата поступления образцов: «06» марта 2019г.
Дата окончания испытаний: «15» марта 2019г.

Результаты испытаний

Наименование показателей	Фактическое содержание	
	Пахта (образец№1)	
	Связанные	**Свободные**
Аспарагиновая кислота,мг/г	1,50±0,12	Не обнаружено
Серин,мг/г	1,05±0,14	Не обнаружено
Треонин,мг/г	0,87±0,11	Не обнаружено
Глютаминовая кислота,мг/г	3,86±0,30	Не обнаружено
Пролин,мг/г	4,39±0,30	Не обнаружено
Глицин,мг/г	0,41±0,03	Не обнаружено
Аланин,мг/г	0,66±0,05	Не обнаружено
Цистеин,мг/г	Не обнаружено	Не обнаружено
Валин,мг/г	0,92±0,12	Не обнаружено
Метионин,мг/г	0,47±0,04	Не обнаружено
Изолейцин,мг/г	0,79±0,10	Не обнаружено
Лейцин,мг/г	1,67±0,22	Не обнаружено
Тирозин,мг/г	0,80±0,10	Не обнаружено
Фенилаланин,мг/г	0,83±0,06	Не обнаружено
Гистидин,мг/г	0,38±0,03	0,40±0,03
Лизин,мг/г	1,42±0,11	Не обнаружено
Триптофан,мг/г	1,16±0,15	0,43±0,05
Аргинин,мг/г	0,54±0,04	Не обнаружено
Общее количество,мг/г	**21,72**±1,20	**0,83**±0,09

Результаты испытаний распространяются только на представленные образцы

Руководитель испытательной лаборатории М.Э.Медриш

Испытания проводили:
Старший научный сотрудник Е.Н.Соколова
Лаборант-исследователь Т.В.Юраскина

Перепечатка протокола без разрешения Испытательной лаборатории ***ЗАПРЕЩАЕТСЯ***

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ТЕХНОХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И АРБИТРАЖНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА
ВНИИПБТ-филиал ФГБУН «ФИЦ ПИТАНИЯ И БИОТЕХНОЛОГИИ»

111033, г.Москва,ул.Самокатная,д.4б
Тел/факс (495)362-36-60

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №364

Наименование исследуемой продукции: Обрат из молока. Образец представлен в пластиковом контейнере объемом 50 см^3, укупоренный полимерной крышкой. Количество контейнеров – 1 шт.
Наименование организации, предоставившей образцы: Вологодская ГМХА
Средства измерений: весы лабораторные электронные OHAUS E11140, микроволновая печь для пробоподготовки MARS-2, аминокислотный анализатор KNAUER.
Дата поступления образцов: «06» марта 2019г.
Дата окончания испытаний: «15» марта 2019г.

Результаты испытаний

Наименование показателей	Фактическое содержание	
	Обрат (образец №3)	
	Связанные	**Свободные**
Аспарагиновая кислота,мг/г	1,88±0,15	Не обнаружено
Серин,мг/г	1,27±0,16	Не обнаружено
Треонин,мг/г	0,99±0,13	Не обнаружено
Глютаминовая кислота,мг/г	5,05±0,40	0,050±0,004
Пролин,мг/г	4,69±0,33	Не обнаружено
Глицин,мг/г	0,45±0,04	Не обнаружено
Аланин,мг/г	0,77±0,06	Не обнаружено
Цистеин,мг/г	Не обнаружено	Не обнаружено
Валин,мг/г	1,06±0,14	Не обнаружено
Метионин,мг/г	0,55±0,04	Не обнаружено
Изолейцин,мг/г	0,89±0,12	Не обнаружено
Лейцин,мг/г	2,03±0,26	Не обнаружено
Тирозин,мг/г	0,95±0,12	Не обнаружено
Фенилаланин,мг/г	0,96±0,07	Не обнаружено
Гистидин,мг/г	0,53±0,04	0,34±0,02
Лизин,мг/г	1,74±0,14	Не обнаружено
Триптофан,мг/г	1,38±0,18	0,40±0,05
Аргинин,мг/г	0,57±0,04	Не обнаружено
Общее количество,мг/г	**25,76**±1,40	**0,79**±0,09

Результаты испытаний распространяются только на представленные образцы

Руководитель испытательной лаборатории М.Э. Медриш

Испытания проводили:
Старший научный сотрудник Е.Н.Соколова
Лаборант-исследователь Т.В.Юраскина

Перепечатка протокола без разрешения Испытательной лаборатории ***ЗАПРЕЩАЕТСЯ***

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ТЕХНОХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И АРБИТРАЖНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА
ВНИИПБТ-филиал ФГБУН «ФИЦ ПИТАНИЯ И БИОТЕХНОЛОГИИ»

111033, г.Москва,ул.Самокатная,д.4б
Тел/факс (495)362-36-60

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №363

Наименование исследуемой продукции: Молочная смесь. Образец представлен в пластиковом контейнере объемом 50 см^3, укупоренный полимерной крышкой. Количество контейнеров – 1 шт.
Наименование организации, предоставившей образцы: Вологодская ГМХА
Средства измерений: весы лабораторные электронные OHAUS E11140, микроволновая печь для пробоподготовки MARS-2, аминокислотный анализатор KNAUER.
Дата поступления образцов: «06» марта 2019г.
Дата окончания испытаний: «15» марта 2019г.

Результаты испытаний

Наименование показателей	Фактическое содержание	
	Смесь(образец №2)	
	Связанные	**Свободные**
Аспарагиновая кислота,мг/г	3,63±0,27	Не обнаружено
Серин,мг/г	2,15±0,28	Не обнаружено
Треонин,мг/г	2,17±0,28	Не обнаружено
Глютаминовая кислота,мг/г	7,60±0,60	0,110±0,008
Пролин,мг/г	8,10±0,50	Не обнаружено
Глицин,мг/г	0,78±0,06	Не обнаружено
Аланин,мг/г	1,62±0,13	0,030±0,002
Цистеин,мг/г	Не обнаружено	Не обнаружено
Валин,мг/г	1,85±0,24	Не обнаружено
Метионин,мг/г	0,94±0,07	Не обнаружено
Изолейцин,мг/г	1,75±0,23	Не обнаружено
Лейцин,мг/г	3,46±0,45	Не обнаружено
Тирозин,мг/г	1,24±0,16	0,14±0,02
Фенилаланин,мг/г	1,41±0,11	Не обнаружено
Гистидин,мг/г	0,71±0,06	0,43±0,03
Лизин,мг/г	3,02±0,24	Не обнаружено
Триптофан,мг/г	1,80±0,23	0,54±0,07
Аргинин,мг/г	0,86±0,07	Не обнаружено
Общее количество,мг/г	**43,09±2,30**	**1,25**±0,11

Результаты испытаний распространяются только на представленные образцы

Руководитель испытательной лаборатории М.Э. Медриш

Испытания проводили:
Старший научный сотрудник Е.Н.Соколова
Лаборант-исследователь Т.В.Юраскина

Перепечатка протокола без разрешения Испытательной лаборатории ***ЗАПРЕЩАЕТСЯ***

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области»
Испытательная лаборатория (центр)
Место нахождения: 160012, г. Вологда, ул. Яшина, д. 1-а,
тел./факс (8172) 75-51-99, E-mail: ses@fbuz35.ru
ОКПО 75131560, ОГРН 1053500016240 от 03.03.2005, ИНН/КПП 3525147496/352501001
Уникальный номер записи об аккредитации № РОСС RU.0001.510403
Дата внесения в реестр сведений об аккредитованном лице 04.09.2015 г.
Адрес места осуществления деятельности в области аккредитации:
160012, РОССИЯ, Вологодская область, г. Вологда, ул. Яшина, д. 1-а

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
№ 20-00-01-987 от 18 марта 2020 года

Заявитель:	**АО "Учебно-опытный молочный завод" ВГМХА им. Н.В.Верещагина**
Адрес заявителя:	**160555, РФ, Вологодская обл., г.Вологда, с.Молочное Вологодского р-на, ул.Панкратова, д.15**
ИНН	**3525279862**
Наименование образца (пробы):	**Молоко сырое - объединённая проба**
Изготовитель:	**Россия, Вологодская область, ОАО "Заря" отд.Молочное, АО "Важское", СХА (колхоз) "Рассвет", ООО "Шекснинская Заря", ОАО "Заря" отд.Заря (ПК Заря), ОАО "Заря" отд.Заря (ПК Гончарка), ОАО "Заря" отд."Северная ферма": ПК "Высоково", ОАО "Заря" отд."Северная ферма": ПК Макарово, ОАО "Заря" отд."Северная ферма" ПК Марьино, ОАО "Заря" отд."Северная ферма" ПК №2, СПК А/Ф "Красная Звезда", ООО СПХ "Устюгмооко" отд.Погореловский, ООО "АгроТорг", ООО "АгроХолдинг Молоко-Инвест", СПК к/з "Коминтерн-2", СПК к-з "Приозерье" ф.Шапша, ф.Максимовская, СПК "Нижне Кулое" ф.Дуравинская, ф.Урусовская, ООО СП "Вага", ООО СП "Вага" (ф.Ковда), ООО "МЕГАПОЛИС" (ф.Новая, ф.Паюс), ИП Глава КФХ Мызин А.В., СПК "Русь" (отд.Русь, комплекс Шигоево)**
Дата выработки, величина партии:	**22.02.2020 - 25.02.2020**
Место отбора,адрес:	**с. Молочное, улица Панкратова, д.15; АО "Учебно-опытный молочный завод" ВГМХА им. Н.В.Верещагина**
НД на отбор:	**Проба отобрана заявителем, ГОСТ 13928-84 "Молоко и сливки заготовляемые.Правила приемки, методы отбора проб и подготовка их к анализу"**
Дата отбора:	**с 22 февраля 2020 г. по 25 февраля 2020 г.**
Ф.И.О., должность отобравшего пробу:	**инженер-химик, Офицерова Т.М.**
Дата и время доставки пробы:	**26 февраля 2020 г. в 14 ч. 10 мин.**
Условия транспортирования:	**термоконтейнер**
Нд на соответствие которым проводилось испытание:	**ГОСТ Р 52054-2003 "Молоко натуральное коровье сырое", ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции", ТР ТС 033/2013 "О безопасности молока и молочной продукции"**
Цель исследования:	**производственный контроль - заявка №1441 от 26.02.2020**
Даты проведения испытаний:	**с 14 ч. 20 мин. 26 февраля 2020 г. по 18 марта 2020 г.**
Описание пробы:	**Упаковка - полимерная бутылка; величина пробы - 3,0 л; срок годности 36 час.**
Ответственные за проведение испытаний:	**ведущий инженер Смарагдова И.А., инженер Кирьякова О.С.**
Код образца	**20-00-01-987**

Результаты испытаний доставленной пробы представлены в таблицах 1 и 2

общее количество страниц 3 ; страница 1

Протокол испытаний № 20-00-01-987 от 18 марта 2020 года

Таблица 1 -Результаты испытаний по химическим показателям

Наименование показателей	Результаты испытаний, единицы измерения	Величина допустимого уровня, единицы измерения	Метод испытаний
Гексахлорциклогексан (альфа-, бета-, гамма-ГХЦГ изомеры)	менее 0,005 мг/кг	не более 0,05 мг/кг	ГОСТ 23452-2015
ДДТ и его метаболиты	менее 0,005 мг/кг	не более 0,05 мг/кг	ГОСТ 23452-2015
Кадмий	менее 0,01 мг/кг	не более 0,03 мг/кг	МУК 4.1.986-00
Мышьяк	менее 0,01 мг/кг	не более 0,05 мг/кг	ГОСТ Р 51766-2001
Ртуть	менее 0,005 мг/кг	не более 0,005 мг/кг	МУ 5178-90
Свинец	0,036 ± 0,013 мг/кг	не более 0,1 мг/кг	МУК 4.1.986-00
Афлатоксин М1	менее 0,0005 мг/кг	не более 0,0005 мг/кг	ГОСТ 30711-2001 п.3
Масляная кислота (С4:0)	2,7 ± 0,4 %	от 2(вкл) до 4,2(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Капроновая кислота (С6:0)	1,9 ± 0,4 %	от 1,5(вкл) до 3(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Каприловая (С8:0)	1,2 ± 0,4 %	от 1(вкл) до 2(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Каприновая (С10:0)	2,8 ± 0,4 %	от 2,8(вкл) до 3,5(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Деценовая (С10:1)	0,3 ± 0,4 %	от 0,2(вкл) до 0,4(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Лауриновая (С12:0)	3,2 ± 0,4 %	от 2(вкл) до 4(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Миристиновая (С14:0)	10,4 ± 2,2 %	от 8(вкл) до 13(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Миристолеиновая (С14:1)	1 ± 0,4 %	от 0,6(вкл) до 1,5(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Пальмитиновая (С16:0)	26,6 ± 2,2 %	от 22(вкл) до 33(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Пальмитолеиновая (С16:1)	1,7 ± 0,4 %	от 1,5(вкл) до 2(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Стеариновая (С18:0)	12,2 ± 2,2 %	от 9(вкл) до 13(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Олеиновая (С18:1)	26,5 ± 2,2 %	от 22(вкл) до 32(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Линолевая (С18:2)	4,8 ± 0,4 %	от 3(вкл) до 5,5(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Линоленовая (С18:3)	0,2 ± 0,4 %	от 0(вкл) до 1,5(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Арахиновая (С20:0)	менее 0,1 %	от 0(вкл) до 0,3(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Бегеновая (С22:0)	0,1 ± 0,4 %	от 0(вкл) до 0,1(вкл) %	ГОСТ 32915-2014

Таблица 2-Результаты испытаний по показателям радиационной безопасности

Наименование показателей	Результаты испытаний, единицы измерения	Величина допустимого уровня, единицы измерения	Метод испытаний
Удельная активность стронция-90	менее 0,1 Бк/кг	не более 25 Бк/кг	ГОСТ 32163-2013 " Пищевые продукты. Метод определения содержания стронция Sr-90"
Удельная активность цезия - 137	менее 3 Бк/кг	не более 100 Бк/кг	ГОСТ 32161-2013 " Пищевые продукты. Метод определения содержания цезия Cs-137"

общее количество страниц 3 ; страница 2

Протокол испытаний № 20-00-01-987 от 18 марта 2020 года

Должность, Ф. И. О. и подпись лица ответственного за оформление данного протокола:

техник отделения отбора и приёма проб_____М.А.Беляева

Заместитель руководителя ИЛ(Ц)_____**С.А. Шилова**

Результаты данного протокола распространяются только на образец, подвергнутый испытаниям

Настоящий протокол не может быть воспроизведен полностью или частично без разрешения ИЛ(Ц)

Протокол составлен в 2 экземплярах

общее количество страниц 3 ; страница 3

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
«Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области»
Испытательная лаборатория (центр)
Место нахождения: 160012, г. Вологда, ул. Яшина, д. 1-а,
тел./факс (8172) 75-51-99, E-mail: ses@fbuz35.ru
ОКПО 75131560, ОГРН 1053500016240 от 03.03.2005, ИНН/КПП 3525147496/352501001
Уникальный номер записи об аккредитации № РОСС RU.0001.510403
Дата внесения в реестр сведений об аккредитованном лице 04.09.2015 г.
Адрес места осуществления деятельности в области аккредитации:
160012, РОССИЯ, Вологодская область, г. Вологда, ул. Яшина, д. 1-а

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
№ 20-00-01-1081 от 27 марта 2020 года

Заявитель:	**АО "Учебно-опытный молочный завод" ВГМХА им. Н.В.Верещагина**
Адрес заявителя:	**160555, РФ, Вологодская обл., г.Вологда, с.Молочное Вологодского р-на, ул.Панкратова, д.15**
ИНН	**3525279862**
Наименование образца (пробы):	**Молоко сырое - объединённая проба**
Изготовитель:	**Россия, Вологодская область, СПК "Север", ООО СПХ "Устюгмолоко" (отд.Царева), ООО "Агропромышленная компания", СПК "Долматовский"**
Дата выработки, величина партии:	**26.02.2020 - 29.02.2020**
Место отбора,адрес:	**с. Молочное, улица Панкратова, д.15; АО "Учебно-опытный молочный завод" ВГМХА им. Н.В.Верещагина**
НД на отбор:	**Проба отобрана заявителем, ГОСТ 13928-84 "Молоко и сливки заготовляемые.Правила приемки, методы отбора проб и подготовка их к анализу"**
Дата отбора:	**26.02.2020 - 29.02.2020**
Ф.И.О., должность отобравшего пробу:	**инженер-химик, Офицерова Т.М.**
Дата и время доставки пробы:	**4 марта 2020 г. в 14 ч. 15 мин.**
Условия транспортирования:	**термоконтейнер**
Нд на соответствие которым проводилось испытание:	**ГОСТ Р 52054-2003 "Молоко натуральное коровье сырое", ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции", ТР ТС 033/2013 "О безопасности молока и молочной продукции"**
Цель исследования:	**производственный контроль - заявка №1561 от 04.03.2020**
Даты проведения испытаний:	**с 14 ч. 25 мин. 4 марта 2020 г. по 25 марта 2020 г.**
Описание пробы:	**Упаковка - полимерная бутылка; величина пробы - 3,0 л; срок годности 36 час.**
Ответственные за проведение испытаний:	**ведущий инженер Смарагдова И.А., химик-эксперт Мамонова Ю.А.**
Код образца	**20-00-01-1081**

Результаты испытаний доставленной пробы представлены в таблицах 1 и 2

Таблица 1 -Результаты испытаний по химическим показателям

Наименование показателей	Результаты испытаний, единицы измерения	Величина допустимого уровня, единицы измерения	Метод испытаний
Гексахлорциклогексан (альфа-, бета-, гамма-ГХЦГ изомеры)	менее 0,005 мг/кг	не более 0,05 мг/кг	ГОСТ 23452-2015
ДДТ и его метаболиты	менее 0,005 мг/кг	не более 0,05 мг/кг	ГОСТ 23452-2015
Кадмий	0,019 ± 0,006 мг/кг	не более 0,03 мг/кг	МУК 4.1.986-00
Мышьяк	менее 0,01 мг/кг	не более 0,05 мг/кг	ГОСТ Р 51766-2001
Ртуть	менее 0,005 мг/кг	не более 0,005 мг/кг	МУ 5178-90

общее количество страниц 3 ; страница 1

Протокол испытаний № 20-00-01-1081 от 27 марта 2020 года

Таблица 1 окончание

Наименование показателей	Результаты испытаний, единицы измерения	Величина допустимого уровня, единицы измерения	Метод испытаний
Свинец	0,035 ± 0,012 мг/кг	не более 0,1 мг/кг	МУК 4.1.986-00
Афлатоксин М1	менее 0,0005 мг/кг	не более 0,0005 мг/кг	ГОСТ 30711-2001 п.3
Масляная кислота (С4:0)	2,7 ± 0,4 %	от 2(вкл) до 4,2(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Капроновая кислота (С6:0)	1,8 ± 0,4 %	от 1,5(вкл) до 3(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Каприловая (С8:0)	1,1 ± 0,4 %	от 1(вкл) до 2(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Каприновая (С10:0)	2,5 ± 0,4 %	от 2,8(вкл) до 3,5(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Деценовая (С10:1)	0,3 ± 0,4 %	от 0,2(вкл) до 0,4(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Лауриновая (С12:0)	2,9 ± 0,4 %	от 2(вкл) до 4(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Миристиновая (С14:0)	9,8 ± 2,2 %	от 8(вкл) до 13(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Миристолеиновая (С14:1)	1,1 ± 0,4 %	от 0,6(вкл) до 1,5(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Пальмитиновая (С16:0)	26,1 ± 2,2 %	от 22(вкл) до 33(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Пальмитолеиновая (С16:1)	1,7 ± 0,4 %	от 1,5(вкл) до 2(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Стеариновая (С18:0)	12,3 ± 2,2 %	от 9(вкл) до 13(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Олеиновая (С18:1)	27,7 ± 2,2 %	от 22(вкл) до 32(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Линолевая (С18:2)	5,2 ± 0,4 %	от 3(вкл) до 5,5(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Линоленовая (С18:3)	0,2 ± 0,4 %	от 0(вкл) до 1,5(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Арахиновая (С20:0)	менее 0,1 %	от 0(вкл) до 0,3(вкл) %	ГОСТ 32915-2014
Бегеновая (С22:0)	0,2 ± 0,4 %	от 0(вкл) до 0,1(вкл) %	ГОСТ 32915-2014

Таблица 2-Результаты испытаний по показателям радиационной безопасности

Наименование показателей	Результаты испытаний, единицы измерения	Величина допустимого уровня, единицы измерения	Метод испытаний
Удельная активность стронция-90	менее 0,1 Бк/кг	не более 25 Бк/кг	ГОСТ 32163-2013 " Пищевые продукты. Метод определения содержания стронция Sr-90"
Удельная активность цезия - 137	менее 3 Бк/кг	не более 100 Бк/кг	ГОСТ 32161-2013 " Пищевые продукты. Метод определения содержания цезия Cs-137"

общее количество страниц 3 ; страница 2

Протокол испытаний № 20-00-01-1081 от 27 марта 2020 года

Должность, Ф. И. О. и подпись лица ответственного за оформление данного протокола:

техник отделения отбора и приёма проб М.А.Беляева

Заместитель руководителя ИЛ(Ц) **С.А. Шилова**

Результаты данного протокола распространяются только на образец подвергнутый испытаниям.
Настоящий протокол не может быть воспроизведен полностью или частично без разрешения ИЛ(Ц)

Протокол составлен в 2 экземплярах

общее количество страниц 3 ; страница 3