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

На правах рукописи

МАКАРКИН ДМИТРИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КИСЛОМОЛОЧНОГО МУЛЬТИЗЛАКОВОГО ПРОДУКТА

Специальность:

05.18.04 - Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств

05.02.23 - Стандартизация и управление качеством продукции

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель: Доктор технических наук,
старший научный сотрудник
О.Б.Федотова

Москва 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение. 4

Глава 1. Анализ состояния проблемы..... 9

1.1.Развитие функционального и специализированного питания. Продукты «здорового» питания. «Безглютеновые» продукты..... 9

1.2 Приемы и способы проектирования сложных многокомпонентных пищевых систем..... 17

1.3 Разработки в области кисломолочных и молокосодержащих продуктов со злаковыми ингредиентами..... 25

1.41.4 Использование системы ХАССП для обеспечения безопасности пищевых продуктов ……..... 33

Заключение..... 36

Глава 2. Объекты и методы исследований..... 38

2.1 Организация проведения исследований..... 38

2.2 Объекты исследований..... 39

2.3 Методы исследований..... 43

Глава 3. Экспериментальная часть..... 49

3.1. Определение факторов, влияющих на показатели безопасности разрабатываемого продукта с учетом оценки рисков..... 49

3.2. Проектирование безглютенового кисломолочного мультизлакового продукта..... 57

3.3. Разработка технологии безглютенового кисломолочного мультизлакового продукта 63

3.3.1 Типологический подбор заквасочных культур для сквашивания молочно -мультизлаковых композиций..... 64

3.3.2 Комплексные исследования влияния компонентного состава продукта на показатели безопасности и качества..... 69

3.3.3 Технология кисломолочного мультизлакового продукта и определение его сроков годности..... 88

3.4 Разработка плана ХАССП производства кисломолочного мультизлакового продукта..... 98

Основные результаты работы и выводы..... 108

Список использованной литературы..... 109

Список сокращений, приведенных в работе..... 127

Приложения..... 128

А Анкеты органолептической оценки..... 129

Б Акт выпуска опытной партии кисломолочного продукта с мукой..... 131

В ТУ 10.51.52-036-00419785-2017 «Продукт кисломолочный с мукой «Мультизлаковый» (титульный лист) 133

Г План ХАССП (титульный лист) 134

Д Сертификаты конференций..... 135

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Согласно концепции здорового питания Российской Федерации на период до 2020г. (Распоряжение Правительства РФ от 25 октября 2010 г № 1873-р) одной из приоритетных целей государственной политики является сохранение и укрепление здоровья населения, и профилактика ряда заболеваний, связанных с несбалансированным питанием. Направление так называемого здорового питания позволяет обеспечивать потребителей полноценным и сбалансированным питанием. Одновременно, в Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года, отмечена необходимость внедрения новых технологий в области пищевой и перерабатывающей промышленности, в том числе, биотехнологий. Новые технологии способны существенно расширить ассортимент продуктов питания с заданными качественными характеристиками, придать продукции специализированные лечебно-профилактические, геродиетические и другие свойства (Распоряжение Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. № 559-р).

Важным критерием здорового питания является высокая биодоступность питательных веществ и витаминов при сравнительно небольшой калорийности продукта. Лидирующей группой, отвечающей этим требованиям, является сегмент молочной продукции и, в частности, кисломолочные продукты.

Большой популярностью у производителей молочной продукции пользуются разнообразные зернобобовые и крупяные добавки, которые, в основном, используются в качестве источников пищевых волокон. Но эти компоненты могут выполнять различные функции, в частности, обогащать продукт незаменимыми аминокислотами, полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами, микро- и макроэлементами.

В большинстве злаковых продуктов содержится белок глютен, который является аллергеном и может вызывать тяжелые заболевания у людей, страдающих повышенной чувствительностью или непереносимостью глютена.

В современных условиях особое значение приобретают аспекты контроля безопасности с определением ККТ, которые учитывают специфику производства продукции, особенности технологии и состава этой продукции.

В связи с вышеизложенным, разработка нового поколения кисломолочных продуктов сложного сырьевого состава, обладающих целевой функциональностью, в частности, молочно - мультизлаковых, не содержащих глютен, является актуальной задачей.

Степень разработанности

Вопросами создания научных основ разработки функциональных пищевых продуктов с проектируемым комплексом свойств, в т.ч. сложного сырьевого состава и ферментированных, занимались многие ученые, в том числе можно выделить: Гаврилову Н.Б., Донскую Г.А.; Дунченко Н.И.; Ганину В.И.; Зобкову З.С.; Липатова (мл.); Мусину О.Н.; Остроумова Л.А.; Рогова И.А.; Рожкову И.В.; Соколову О.В., Харитонова В.Д., Щетинина М. П. , Coda Rossana, Kelly, A. L., Herr, B. , Jiménez-Colmenero, F .,и других.

Разработкой методологии и комплексного подхода к анализу рисков на предприятиях пищевой отрасли и внедрение ХАССП на предприятиях пищевой отрасли занимались: Дунченко Н.И., Кантере В.М., Кузнецова О.А., Матисон В.А.,Мун А.Л. , Шепелева Е.В., Corett,D.A; Kafetzopoulosa, D.P. и другие

Целью данной работы является разработка многокомпонентного кисломолочного мультизлакового продукта, не содержащего глютен с учетом оценки рисков.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Провести анализ и обобщение научно-технической информации по теме диссертационной работы.

2. Определить факторы, влияющие на показатели безопасности разрабатываемого продукта с учетом оценки рисков и осуществить проектирование безглютенового кисломолочного мультизлакового продукта на базе принципа целостности биосистем.

3. Осуществить типологический подбор заквасочных культур для сквашивания молочно-мультизлаковых композиций.

4. Исследовать влияние технологических параметров и рецептурных вариантов на показатели качества и безопасности образцов продукта (микробиологические, органолептические, физико-химические).

5. Определить пищевую, биологическую и энергетическую ценность разработанного продукта.

6. Разработать и апробировать технологию; определить сроки годности продукта; разработать ТУ; разработать план ХАССП процесса производства продукта.

Научная новизна

Теоретически обосновано и осуществлено проектирование безглютенового кисломолочного мультизлакового продукта с учетом превентивной минимизации рисков для обеспечения безопасности продукта.

Получены зависимости изменения активной кислотности образцов продукта от длительности сквашивания и типологии выбранной закваски.

Установлено влияние сочетаний злаковых ингредиентов в кисломолочном мультизлаковом продукте на его органолептические показатели с учетом шлейфа послевкусий и определены рейтинги их интенсивности.

Научно обоснованы и экспериментально подтверждены рациональные параметры технологии кисломолочного мультизлакового продукта.

Теоретическая и практическая значимость работы

Создание нового продукта базировалось на использовании при проектировании известного принципа целостности биосистем, в соответствии с которым, каждый ингредиент многокомпонентного продукта вносит определенный вклад в его характеристики качества. При этом, стратегически, реализуется возможность совмещения трудносовместимых компонентов животного и растительного происхождения в целостную пищевую систему.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований реализованы в разработке технологии безглютенового кисломолочного продукта сложного сырьевого состава.

Разработаны технические условия « Продукт кисломолочный с мукой «Мультизлаковый» ТУ 10.51.52-036-00419785–2017.

Разработан план ХАССП производства кисломолочного безглютенового мультизлакового продукта.

На АО «Брянский городской молочный завод» проведена апробация технологии и выпущена опытная партия продукта.

Методология и методы исследования

Методология исследований базируется на комплексном системном подходе, включающем проектирование разрабатываемого продукта с превентивным учетом рисков и реализации технологии продукта с целевым комплексом свойств, согласно принятой в работе стратегии.

Положения, выносимые на защиту

Проектирование продукта, базирующееся на принципе целостности биосистем и превентивном учёте рисков.

Разработка нового кисломолочного мультизлакового продукта сложного сырьевого состава, обладающего целевой функциональностью.

Личный вклад соискателя

Научное обоснование, постановка цели и задач исследования, организация, планирование и проведение эксперимента, обработка и обобщение результатов исследований, подготовка результатов к опубликованию, участие в конференциях, участие в проведении апробации.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается проведением исследований на сертифицированном оборудовании, использованием методов статистической обработки полученных экспериментальных данных с использованием компьютерных программ; промышленная апробация работы.

Основные положения и результаты работы представлены и доложены на: 18-ой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти В. М. Горбатова «Развитие биотехнологических и постгеномных технологий для оценки качества сельскохозяйственного сырья и создания продуктов здорового питания (Москва,2015г.); международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы молочной отрасли» Международная молочная неделя (Углич, 2016г.); XIII Международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество» (Красноярск, 2016 г.); Международной научно-технической конференции (заочная) «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство»(Воронеж,2016 г.);X1 Российский Форуме с международным участием «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии (Ст.-Петербург,2016г.); У Международной научной конференции «Пищевые инновации и биотехнологии» (Кемерово, 2017г.); X1 Международной научно-технической конференции (Могилев,2017г.); международной научно-практической конференции «Научно-практические решения и вопросы технического регулирования производства молочной продукции» (Углич,2017г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 12 печатных работ, 3 из которых в научных журналах списка ВАК Российской Федерации.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, методической части, экспериментальной части, состоящей из 6 разделов, содержащей результаты и обсуждение полученных данных, выводов, списка использованных источников. Диссертация изложена на 136 страницах, содержит 29 таблиц, 32 рисунка, список использованной литературы, содержащий 160 источников отечественных и зарубежных авторов и 5 приложений.

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ

1.1.Развитие функционального и специализированного питания. Продукты «здорового» питания. «Безглютеновые» продукты.

В многочисленных публикациях подчеркивается роль питания в формировании здоровья человека. Достижения в области биохимии и биотехнологии позволяют ученым осуществлять разработки продуктов питания на основе сырья животного и растительного происхождения, как для различных возрастных групп и категорий населения, так и для жителей различных регионов нашей страны, в т.ч. и с неблагоприятной экологией. Рациональное питание в современных условиях, является одним из путей корректировки дефицита тех или иных нутриентов, способствует повышению иммунитета и активизации жизнедеятельности организма, повышает сопротивляемость к воздействию негативных факторов окружающей среды. [13]

Академик Тутельян В.А. выдвинул концепцию «оптимального питания населения», сформулировав её следующим образом: «Важным результатом эпидемиологических исследований фактического питания и здоровья отдельных популяций людей в различных регионах мира является открытие неизвестных ранее факторов воздействия пищи, приводящих к повышению качества жизни, укреплению здоровья и снижению риска развития многих заболеваний. Формула пищи XXI века - это постоянное использование в рационе наряду с традиционными натуральными пищевыми продуктами, продуктов из генетически модифицированных источников (с улучшенными потребительскими свойствами и повышенной пищевой ценностью), продуктов с заданными свойствами (так называемых, функциональных пищевых продуктов - обогащенных эссенциальными пищевыми веществами и микронутриентами) и биологически активных добавок к пище (концентратов микронутриентов и других минорных непищевых биологически активных веществ)».[124,125,137]

В научном труде [124] рассмотрены и обсуждены классическая теория сбалансированного питания, теория адекватного питания, а также вопросы оптимального питания и здоровья. По его концепции питание можно считать оптимальным, если оно обеспечивает потребление необходимого количества питательных веществ в требуемых соотношениях. Человеческий организм испытывает дефицит в некоторых пищевых веществах, часть из которых являются незаменимыми, то есть такими, которые организм не синтезирует, а должен получать с продуктами питания. К ним относят макронутриенты, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, пищевые волокна, микронутриенты, аминокислоты, моно- и дисахариды и проч. Проблему дефицита может решить сбалансированный оптимальный рацион питания [123,125,147]

Профессор Остроумов Л.А. отмечает, что согласно концепции сбалансированного питания, для нормальной и здоровой жизнедеятельности человека - ему необходимо поступление в организм с пищей адекватного количества основных питательных веществ, а также соблюдение определенного баланса между основными факторами питания, к которым относят жиры, белки, углеводы и другие компоненты питания [91].

Появившийся в Японии в 80-х годах прошлого века направление получило название «функциональное питание» и основывается и развивает понятие «рационального питания». [21, 27, 41]

Академик Покровский А.А. [99] сформулировал и обосновал теорию сбалансированного питания, за основу которой принято предположение, что для нормального функционирования организма человека требуется пищевой рацион, который содержит основные питательные вещества в пропорциях и соотношениях, необходимых для обеспечения организма энергией и восполнения энергетических потребностей. Так, в пище должны быть сбалансированы аминокислоты, жирные кислоты, углеводы, минеральные вещества витамины. Его теория уточняется и развивается учеными «ФИЦ питания и биотехнологии», которыми разрабатываются рекомендуемые нормы потребления пищевых и

биологически активных веществ, а также нормативные документы в области функционального питания.[22,28,50,51, 52]

В Европейских странах начало активного развития направления создания функциональных продуктов относится к середине 90-х годов прошлого столетия. Развитие направление приняло стремительный оборот, в результате чего была принята «Научная концепция функциональных пищевых продуктов в Европе». В ней были описаны и разъяснены основные позиции и понятия «функционального питания». В частности перспективы развития и технологические аспекты. Описанию уникальности этого направления уделено особое внимание в связи с перспективой оздоровления населения безмедикаментозным способом путем вывода на рынок продукции новых категорий, обладающих, помимо пищевой ценности, способностью оздоравливать организм, тем самым снижать риски возникновения некоторых заболеваний. [41,115,120]

В соответствии с ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые функциональные. Термины и определения: «функциональный пищевой продукт: Специальный пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающий научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или восполняющий имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов». Согласно тому же ГОСТу «обогащенный пищевой продукт: Функциональный пищевой продукт, получаемый добавлением одного или нескольких функциональных пищевых ингредиентов к традиционным пищевым продуктам в количестве, обеспечивающем предотвращение или восполнение имеющегося в организме человека дефицита питательных веществ и (или) собственной микрофлоры».

Согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»: «обогащенная пищевая продукция – пищевая продукция, в которую добавлены одно или более пищевые и (или) биологически активные вещества и (или)

пробиотические микроорганизмы, не присутствующие в ней изначально, либо присутствующие в недостаточном количестве или утерянные в процессе производства (изготовления)». Для обогащенной продукции обязательным требованием является содержание биологически активного или другого обогащающего агента в количестве не менее 5% от уровня суточной потребности организма.

В «Европейской Научной Концепции Функциональных Продуктов Питания» («Scientific Concepts of Functional Food in Europe») отмечено, что функциональным продуктом может называться только такой продукт питания, при употреблении которого оказывается положительное воздействие на какую-либо значимую функцию организма или организм в целом. Это положительное воздействие, согласно научной концепции должно быть доказано. В соответствии с этим положением разработаны технологии получения различных пищевых продуктов направленного действия. Самыми распространенными из них являются продукты на молочной основе: ферментированные, кисломолочные, сквашенные и другие. Отдельные фракции молока обладают высокой биодоступностью, в связи с чем, их используют как обогащающие ингредиенты функциональной направленности. В настоящее время разработаны продукты питания на основе молока, в которые в качестве обогащающих веществ внесены различные функциональные пищевые ингредиенты [44,72,94,102,118, 126, 127,140,146]. При этом важно обеспечить не только требуемый уровень качества, но и безопасность этих продуктов. [120,124,140,145,153]

Мирюкова Н.В. в своей статье [70] провела условную группировку продуктов функциональной направленности, присутствующие на российском рынке. Согласно её классификации выделено четыре группы продукции: 1 - продукты на основе зерновых (к которым относятся продукты хлебобулочной и кондитерской отраслей); 2 - безалкогольные напитки; 3 - молочные продукты и 4 - продукты масложировой отрасли. Полностью трудно с этим согласиться, т.к. практически все функциональные продукты содержат в своем составе значительное количество веществ и ингредиентов функциональной

направленности. Например, в части функциональных молочных продуктов, можно выделить ряд функциональных ингредиентов, компонентов и добавок, которые применяют при создании функциональных продуктов на основе молока. К ним можно отнести: консерванты, поливитаминные премиксы, витамины, пищевые волокна, пребиотики, красители, соевые компоненты, пищевые ароматизаторы, подсластители, антиокислители, и различные пищевые добавки, позволяющие регулировать консистенцию продукта (загустители, стабилизаторы структуры и т.п.). [44]

Как отмечали в своих публикациях Ганина В.И. Полянская И.С. и другие исследователи, наиболее популярный и востребованный кластер функциональной продукции в нашей стране - это кисломолочные продукты. За счет высокого титра содержания живых молочнокислых микроорганизмов кисломолочные продукты обладают безусловным функциональным потенциалом. А при использовании определенных заквасок достигается возможность наделить продукт пробиотическими свойствами. Кроме того, основная масса молочнокислых бактерий, используемых в качестве заквасочной микрофлоры, являются обитателями организма человека и, при регулярном приеме в пищу, могут оздоровлять желудочно-кишечный тракт [19,20,100,108, 156]

Регулярный прием кисломолочных продуктов, содержащих полезные живые микроорганизмы, повышает устойчивость организма к инфекциям. Это указывает на важность деятельности микрофлоры в поддержании нормального иммунитета организма. Кисломолочные продукты способствуют также сокращению аллергических реакций. Кисломолочные продукты, содержащие пробиотические культуры (*Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei, Bifidobacterium spp*. (*B.adolescentis, B. animalis subsp. lactis, B. bifidum, B. breve*, и *B. longum*).) используются при производстве кисломолочных продуктов наряду с некоторыми другими молочнокислыми бактериями, например, пропионовокислыми . В настоящее время болгарскую палочку и термофильный молочнокислый стрептококк относят к транзиторным пробиотическим микроорганизмам, которые оказывают благотворное физиологическое действие,

которое подтверждено клиническими испытаниями. Однако они не приживаются в кишечнике человека. Одна из защитных функций постоянных пробиотических культур состоит в поддержании здорового баланса или эубиоза, в кишечной флоре когда присутствует достаточное количество пробиотических микроорганизмов - первая линия защиты от патогенных микроорганизмов.

Кисломолочные продукты являются также продуктами, обладающими лечебно-профилактическими свойствами, способствующими улучшению здоровья населения. В контексте получения на основе заквасок и бакконцентратов обогащённых продуктов можно вести речь о селекции новых штаммов, усиливающих функциональные свойства, их комбинировании для выявления синергетического эффекта, а также повышении концентрации вносимой полезной микрофлоры. При этом в продукте происходят необратимые биохимические процессы, связанные, прежде всего, со сбраживанием лактозы, соответственно, образуется сгусток и меняется консистенция продуктов. [44]

Согласно ГОСТ Р 55577-2013 Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности Живые микроорганизмы заквасочной культуры йогурта (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*) способствуют усвоению лактозы у лиц с нарушениями всасывания лактозы в случае потребления пищевых продуктов, содержащих живые микроорганизмы заквасочной культуры йогурта в количестве не менее 10 колониеобразующих единиц в 1 г или 1 см таких продуктов

Коллектив авторов ВНИИ молочной промышленности проводит комплекс исследований, посвященный различным аспектам обогащения молочной продукции (Рожкова И.В., Семенихина В.Ф.,Донская Г.А., Агаркова Е.Ю., Соколова О.В., Пряничникова Н.С. и др). Теоретические и экспериментальные исследования, проведенные ими, позволили сформулировать научно обоснованные критерии создания нового поколения функциональных молочных и молокосодержащих продуктов, которые успешно реализуются.

«Безглютеновые» продукты.

На рынке функциональных пищевых продуктов выделяют сегмент продукции, не содержащей в своем составе белок, называемый глютен. Глютен представляет собой компонент клейковины злаковых культур белковой природы. Особенность глютена – содержание относительно алых количеств сахаров, жиров и минералов, и нерастворимость в воде. В составе глютена выделяют четыре фракции белков (albumin, globulin, prolamine, glutenin). Фракции проламина и глютенина называют «глютен». [49,129]

При непереносимости глютена возникает заболеваение, называемое целиакия. Это тяжелая болезнь, но ей по статистике страдает не более 1% населения (0,7-1)%. Помимо настоящей целиакии существует нецелиакийная чувствительность к глютену. Достоверных статистических данных обнаружить не представилось возможным, но, ориентировочно, это порядка 13% населения.[54,58]

Глютен присутствует в пшенице, рже, ячмене и всех продуктах, сделанных из этих круп. Особую опасность в данном случае представляет именно пшеница, так как пшеничная мука присутствует в очень большом количестве продуктов питания. Таким образом, к основным продуктам, содержащим глютен традиционно относят такие, в составе которых присутствуют следующие ингредиенты: пшеничная мука, манная крупа, пшеничная крупа, булгур, кус-кус, камут, проростки пшеницы, пшеничные отруби. [6, 109] Теоретически, чистый овес глютена не содержит. Однако тот овес, что продают в магазинах, в большинстве случаев несет в себе клейковину, так как был загрязнен ей на стадиях выращивания, сбора и обработки. Поэтому тем людям, кто хочет придерживаться полностью безглютеиновой диеты, овес из своего меню лучше исключить.[105,106]

В зарубежных странах достаточно широко распространены безглютеновые продукты, на которые нанесена специализированная маркировка. Однако в России подобная практика отсутствует. В связи с этим, одной из актуальных задач отечественной пищевой промышленности является разработка инновационных

технологий безглютеновых продуктов, в том числе многокомпонентных. Важнейшее условие при разработке подобных продуктов и создании рецептур – удовлетворение сразу нескольким требованиям, к которым относятся высокая пищевая ценность, высокая биологическая ценность, и адекватная себестоимость.

Обзор российских и зарубежных публикаций показывает, что в настоящее время разработан значительный ассортимент хлеба и мучных кондитерских изделий для безглютеновой диеты с использованием муки, не содержащей глютена: кукурузной, рисовой, гречневой, льняной, нутовой, амарантовой, из лебеды и некоторых других. На основании сравнительных аминокислотных анализов авторы разработок указывают, что наиболее сбалансированными в отношении аминокислотного состава являются белки гречки и риса. Белок гречневой муки в содержании некоторых аминокислот приближен к аминокислотному составу идеального белка. Так, в греченевой муке при массовой доле белка около 13% содержатся близкие к эталонным содержания таких аминокислот, как лизин, аргинин, фенилаланин, лейцин, тирозин. Их содержание в 100 г составляет 848 мг, 1606 мг, 711 мг, 966 мг, 423 мг соответственно. В то время как, например, в кукурузной муке массовая доля белка несколько ниже, чем в гречке (около 8%), а содержание триптофана составляет лишь 0,050 мг в 100 г [12,49, 119,129, 149]

В своей статье Масалова В.В. рассматривает перспективы использования безглютенового растительного сырья в пищевых продуктах для диетического и профилактического питания. [67]

Бельмер С. и Хавкин А. отмечают необходимость соблюдения безглютеновой диеты не только пациентам с диагностированным заболеванием, но и клинически здоровые люди. Ограничение глютена в рационе питания позволит предотвратить ряд заболеваний. [5]

В соответствии с требованиями стандарта ALINORM 08/31/26, подготовленного Комитетом Кодекса Алиментариус по питанию и пищевым продуктам для специальных диет (CCNFSD) в пищевой продукции специализированного назначения, позиционируемой как безглютеновая

содержание глютена не должно превышать 20 мг/кг и маркироваться соответствующим образом "gluten-free". В то время как продукция с пониженным содержанием глютена должна содержать не более 100 мг/кг глютена.[157]. Вместе с тем в литературе активно обсуждается вероятность снижения уровня глютена в специализированных продуктах. Предлагается снижать допустимый уровень до 18-20 мг/кг. [5]

1.2 Приемы и способы проектирования сложных многокомпонентных пищевых систем

Развитие направления создания обогащенных многокомпонентных продуктов питания с требуемым и желаемым комплексом свойств привело к появлению и использованию различных приемов и способов их проектирования. Эти подходы наиболее эффективны при разработке продукции функционального назначения, специализированных продуктов питания для различных возрастных и социально значимых категорий населения. При этом существуют неформализованные подходы и формализованные.

Авторами формализованных методов моделирования продуктов питания являются академики Рогов И.А. и Липатов Н.Н. (мл.).

Ими разработана и усовершенствована методология проектирования, реализованная в компьютерном проектировании биологической ценности пищевых продуктов. Сущность ее заключается в предпосылке полной перевариваемости белка, поступающего с пищей в организм человека из многокомпонетных продуктов, и последующей математической формализации индивидуального покомпонентного вклада каждого ингредиента, с учетом доли незаменимых и заменимых аминокислот, и расчетах коэффициента утилитарности на основании данных аминокислотного состава и показателя сопоставимой избыточности. Авторами выявлено на основании реальных возможностей предприятий мясной и молочной промышленности, что при разработке новых видов продуктов специального назначения, нецелесообразно

использовать в их рецептурах более шести белоксодержащих ингредиентов.[1,9,59,60,61,62] Эти работы легли в основу направления названного «пищевая комбинаторика».

Юдина С.Б. в своей статье, развивая методологию компьютерного проектирования, подчеркивает, что для решения задачи формирования заданного уровня показателей проектируемого продукта, на основе медико-биологических требований разработать модель продукта, учитывающую его требуемый химический состав (белок, жир, влага, углеводы и др.), массовые доли основных компонентов, структурные соотношения показателей биологической ценности продукта (аминокислотный и жирнокислотный состав) по различным критериям соответствия. На основании этого, автор предлагает методику проектирования рецептур функционального пищевого продукта, базирующуюся на разработки моделей, комплекса критериев и ограничений в рамках информационных технологий.[135]. Приемы моделирования и пищевой комбинаторики при разработке мясных продуктов активно развивается в работах и других авторов. [32,53]

Это направление применяется при проектировании хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности .[110]

Развитие принципа пищевой комбинаторики получило в работе Козлова С.Г., которым в развитие современных теоретических представлений и методологической базы, сформулирована концепция, в основу которой положен принцип аналитической комбинаторики. Наиболее важные критерии, по мнению автора, это: критерий стоимости профилактической потребности незаменимого нутриента пищи; критерий повышенной пищевой ценности; критерий органолептики; критерий технологичности; критерий ограничения. Основываясь на предлагаемом подходе, автором осуществлено проектирование структурированных продуктов питания и разработаны технологии структурированных комбинированных гелеобразных продуктов на основе молочной сыворотки и растительного сырья. [48]

Учеными Северо-Кавказского технического и Ставропольского аграрного университетов Храмцовым А.Г.,Садовым В.В. и Трубиной И.А. разработана и реализована экспертная система при проектировании многокомпонентных продуктов. Экспертная система работает в интерактивном режиме. Создание рецептурных композиций представляет собой задачу нахождения маршрута в «дереве поиска». Для создания сбалансированного продукта программе необходимо указать рецептурный состав или требуемые функционально-технологические характеристики и соотношение основных незаменимых компонентов (белка, жира, углеводов, аминокислот) и она определит последовательность наиболее простых соединений, либо предложит альтернативные варианты. На основании экспериментальных исследований авторами разработана база данных и экспертная система в виде нейронной сети, способная проектировать рецептуры вареных колбасных изделий для различных категорий населения.[128]

Развитие направления компьютерного моделирования при проектировании многокомпонентного продукта для геродиетического питания посвящена работа Зелениной Л.С. Базовым сырьевым объектом являлся плавленый сыр, при изготовлении которого обеспечивается технологическая возможность обеспечения требуемого комплекса свойств продукта. На первом этапе проводилось анализирование нормативно-технической документации, определение прототипа из многообразия существующих продуктов, создание «идеального образа». «Идеальный образ» должен совмещать желательные для потребителя органолептические показатели в сочетании с медико-биологическим свойствами. На втором этапе была проведена работа по созданию базы справочных данных. База справочных данных позволила выбрать сырьевые компоненты и рассчитать рецептурные композиции в автоматическом режиме. В результате проделанной работы были изготовлены опытные образцы сырного продукта. На третьем, заключительном, этапе была решена задача условной оптимизации рецептуры сырного продукта для соответствия «идеальному образу». [36]

В своих работах Борисенко А.А. разработал методику оптимизации рецептур пищевых продуктов, с использованием которой возможно производить расчет сбалансированности пищевых продуктов как на основании состава отдельных нутриентов, так и на основании ограничений на определенные компоненты. Им разработаны алгоритмы, которые позволяют оценить сбалансированность многокомпонентных пищевых продуктов с применением детерминированных и комплексных эталонов нутриентов. В разработанных алгоритмах использована функция желательности Харрингтона, благодаря чему возможна интерпретация результатов в терминах желательности.[7,8]

Воробьевой И.С. с коллегами показана возможность совмещения трудносовместимых ингредиентов в многокомпонентной пищевой системе для получения инстантных напитков заданного состава. Разработанные напитки содержат основные пищевые вещества: белки, жиры, углеводы, а также растворимые пищевые волокна в количествах, обусловленных функциональным назначением продукта. Напитки содержат, также, эссенциальные нутриенты (витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты) в количествах, адекватных физиологическим потребностям взрослого человека. [14]

Для оптимизации аминокислотного состава белковой композиции, состоящей из гидролизата куриного белка и сухого обезжиренного молока, Зориным С.Н. использован графический метод моделирования с учетом коэффициента истинной усвояемости, который определялся биологическим методом исследования азотистого баланса [42].

Проектирование продукции функционального назначения имеет свои особенности. Резниченко И.Ю. с соавторами при разработке методологии проектирования кондитерских изделий функционального назначения отмечает, что проектирование целесообразно осуществлять по двум близким направлениям; путем увеличения содержания в продуктах одного из основных веществ, либо введением в традиционные продукты питания ингредиентов, обладающих направленным физиологическим действием. При этом методология проектирования должна базироваться не только на медико-биологических и

товароведно-технологических принципах, но и должна учитывать факторы, формирующие и сохраняющие качество изделий функционального назначения и их потребительские свойства.[107]

Л.А. Остроумовым и С.Л. Галкиной применен метод конструирования молочно-белковой основы для разработки биопродукта творожно-крупяного для питания детей школьного возраста. При конструировании молочно-белковой основы учитывался баланс незаменимых аминокислот как обязательный фактор питания, эффект взаимного обогащения и значения биологической ценности [82]. Им же с соавторами разработана методология проектирования поликомпонентной пищевой продукции на молочной основе с использованием компьютерного моделирования. [88]

Использование критериев пищевой комбинаторики успешно применено для оценки качества структурированных продуктов группой ученых под руководством Просекова А.Ю. [103]

Захарова Л.М. с соавторами разработала ряд рецептур белковых кисломолочных продуктов. При расчетах применялся метод математического моделирования, учитывающий критерий минимизации энергетической ценности. Для чего осуществляли подбор сырьевых компонентов с заданными ограничениями величины функции с регулированием показателей. Ими спроектированы кисломолочно-белковые продукты с зерновыми добавками и углеводными компонентами, с химическим составом, гармонизированным в соответствии с современными физиологическими нормами питания.[34,35]

Киселевым В.М. и Першиной Е.Г. разработана методология проектирования функциональных продуктов, которую они позиционировали, как эволюционную. Авторами проведена оптимизация ингредиентного состава функциональных пищевых продуктов (блюд) с заданными свойствами (показателями химического состава и энергетической ценности) на основе разработанной математической модели. Критериями оптимизации в данной модели выбраны нормы физиологической потребности в пищевых веществах и энергетической ценности для соответствующего контингента питающихся. Результатом этой работы стали

рецептуры (ассортиментные перечни) 146 блюд для подземного питания шахтеров, отвечающие медико-биологическим требованиям.[47]

Авторы учебного пособия « Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания» Муратова Е.Н., Толстых С.Г. и др. отмечают: «анализ литературных источников показал, что задачи проектирования пищевых продуктов решаются по выбранному направлению, например, химическому, минеральному, витаминному составам, энергетической ценности. Большое внимание при этом уделяется вопросам проектирования комбинированных мясных продуктов, под которыми понимается процесс создания рациональных рецептур, обеспечивающих задаваемый уровень адекватности. При проектировании пищевых продуктов задачу оптимизации стремятся упростить, сведя её к однокритериальной» [75]

Определенное количество исследований посвящено проектированию, в т.ч. компьютерному, многокомпонентных продуктов для питания людей пожилого возраста. В ряде исследований используются приемы квалиметрии, в частности функция желательности Харрингтона. При этом, например, в работе Ивашкина Ю.А. с учениками предложена экспертная система адекватного питания и, оптимизация проводится с использованием независимого функционала и шкал желательности. [43]

В диссертационной работе «Реализация принципов пищевой комбинаторики и обоснование новых биотехнологических решений в технологии продуктов геродиетического назначения» Запорожский А.А. применял функцию желательности Харрингтона как интегральный критерий проектирования. В работе была модифицирована методика академика Липатова Н.Н. (мл.) модифицирована методика структурной оптимизации технологических систем. В условиях многоуровневого моделирования с использованием нейросетевых технологий были разработаны уникальные рецептуры мясорастительных и рыборастительных продуктов с гепатопротекторными свойствами. Авторы позиционируют разработку как продукт геродиетического назначения[33]

Методологией квалиметрического прогнозирования пищевой продукции активно занимается Дунченко Н.И. с учениками. В своих научных трудах она подчеркивает, что основой этой методологии является анализ и оценка потребительских предпочтений рынка пищевых продуктов, включающим разработку целевых анкет, проведение социологических исследований методом опроса потенциальных или фактических потребителей продукта, последующее обобщение и анализ полученных данных. Полученные массивы позволяют ранжировать показатели потребительских предпочтений, в результате чего формировать матрицу потребительских предпочтений с применением функции структурирования качества. Методологии квалиметрического прогнозирования направлены на разработку продукта с заявленными и спрогнозированными характеристиками. Для обеспечения этого необходимо определение номенклатуры показателей качества и безопасности, а также комплекса методов оценки качественных показателей, установление их численных значений. В результате формируются предложения по обеспечению ожидаемого качества продукции на основании методологии оценки и анализа потребительских предпочтений и развития методологии структурирования функции качества с применением приемов экспертных оценок, а также системного и процессного подходов и системы прослеживаемости. [29,31]

Методологические подходы к повышению качества пищевой продукции путем использования клиентно-ориентированного проектирования предложены в работе Тихомирова А.А. По его мнению при формировании процесса проектирования продуктов питания целесообразно использование кластерного подхода, который помогает выявить потребительскую стоимость и приемлемое качество продукции, используя мнение потребителей, которые надо перевести в технические характеристики.[121]

В диссертационной работе Витченко А.С. «Исследование и разработка технологии молочных каш, готовых к употреблению для геродиетического питания», предложено использование число Рейнольдса в качестве одного из показателей, регламентирующих проектирование молочно-растительных вязких

продуктов. Число Рейнольдса, рассчитано на основе значений динамической вязкости, полученных экспериментальным путем. При этом в качестве базовых компонентов использованы молочно-гречневые смеси, молочно-овсяные и молочно-рисовые. На основании математического моделирования в работе определено оптимальное соотношение молочного сырья к растительным ингредиентам как 85:15 масс.%. [11]

В работах Лисина П.А. с коллегами изучены подходы к рецептурному моделированию пищевых продуктов сложного состава и поликомпонентных систем. В основе подхода лежат методы линейного и экспериментально-статистического программирования. Принципиально такое системное моделирование предполагает этапы действий, представленных в виде последовательного этапного алгоритма следующего вида: определение цели моделирования; формулирование задач моделирования; ранжирование задач по уровням их приоритетности; выбор метода решения задач; непосредственно моделирование; выбор из полученного ряда решений оптимальное; практическая реализация. Примером можно назвать разработку рецептур сухих завтраков повышенной биологической ценности оптимального состава. Для реализации разработки применялась методология экспериментально-статистического моделирования: «технология – система». Сущность методологии сводится к выбору ключевого нутриента с последующими моделированием и оптимизацией его качественных характеристик. Данный подход проектирования распространен автором и на проектирование молочных продуктов сложного состава. [63,64,76,79]

В работе Донских Н.В. с соавторами использован интересный объектно-ориентированный подход проектирования рецептур многокомпонентных пищевых систем. Уникальность подхода заключается в том, что проектируемая рецептура представляет собой иерархическую трехступенчатую структуру. В структуре выделяют три «вершины» - сырьё, полуфабрикат и продукт. В иерархии каждая ступень соответствует определенному этапу технологии пищевого продукта. Так, каждая из трех ступеней допускает наличие своих

вершин, с расположением ниже по иерархической лестнице, причем их количество может различаться. Подход позволяет применять сочетания базовые показатели, методы и расчетные формулы с учетом потенциального расширения ассортиментной линейки и других параметров технологии, таких как особенности производства или экономические показатели. Перспективность подхода заключается еще и в том, что он позволяет решить комплексные задачи на этапе проектирования пищевой продукции с заданными характеристиками с учетом потенциальной вариабельности ингредиентного состава при сохранении уровня себестоимости.[26]

В некоторых исследованиях, используют, так называемое направленное конструирование продуктов, без использования приемов проектирования. В качестве примера можно привести разработку Донской Г.А. рецептуры и технологии производства ферментированного продукта на основе молока и молочной сыворотки с включением инулинсодержащего пребиотика. [23]

1.3 Особенности производства и функциональные свойства кисломолочных и молокосодержащих продуктов со злаковыми ингредиентами

В последние годы наблюдается очевидная тенденция расширения ассортимента молочной продукции и создание продуктов, которые называют в различных публикациях по-разному: продукты комбинированные, обогащенные, продукты сложного сырьевого состава. [111]

Классические сочетания это молочная составляющая с фруктовыми ингредиентами, овощными компонентами, с экстрактами растительных объектов. [40,80,81,82,83]

Доронин А.Ф.и Шендеров Б.А. в монографии «Функциональное питание» подчеркивает необходимость нормализации микробиологического статуса нижних отделов пищеварительного тракта. Они пишут: «Пища для толстой кишки должна составлять 70% всех функциональных продуктов питания». То есть, при

создании продуктов функционального питания и планировании пищевого рациона большая роль отводится пищевым волокнам. [27]

Термин «пищевые волокна» был введен в научный обиход E.H.Hipsley в 1953г. «Пищевое волокно-это остатки растительных клеток, способные противостоять гидролизу, осуществляемому пищеварительными ферментами человека». [104]

Технический комитет Американской ассоциации химиков-зерновиков (American Association of Cereal Chemists – AACC) в 2000 г. принял следующую формулировку определения пищевых волокон: «Пищевое волокно - это съедобные части растений или аналогичные углеводы, устойчивые к перевариванию и адсорбции в тонком кишечнике человека, полностью или частично ферментируемые в толстом кишечнике. Пищевые волокна включают полисахариды, олигосахариды, лигнин и ассоциированные растительные вещества. Пищевые волокна проявляют положительные физиологические эффекты: слабительный эффект, и/или уменьшение содержания холестерина и/или глюкозы в крови» [40]

Долгое время пищевые волокна относили к так называемым балластным веществам. В связи с этим многие потребители и специалисты в области питания относились к пищевым волокнам отрицательно. [104]

Однако спустя некоторое время многочисленные исследования свойств пищевых волокон доказали, что пищевые волокна способствуют проявлению положительных физиологических эффектов таких как улучшение перистальтики кишечника, уменьшение содержания холестерина в крови, снижение уровня глюкозы в крови, мягкий слабительный эффект. Совокупность этих свойств способствуют лечению атеросклероза и его профилактике, полезны при сахарном диабете, ишемической болезни сердца и проч.[87,104,138,139,143]

В настоящее время на основании данных Департамента по питанию и пище при Академии наук США (The Food Nutrition Board of National Academy – FNB) обусловлена физиологическая ежесуточная потребность организма человека в

пищевых волокнах для взрослых людей. Рекомендовано употреблять от 25 до 38 пищевых волокон в сутки.

Рекомендации Всемирной Организации Здравоохранения гласят, что пищевой продукт, в котором содержание пищевых волокон от 3 до 6 г на 100 г продукта может рассматриваться как источник пищевых волокон. В случае содержания пищевых волокон свыше 6 г в 100 г – продукт является обогащенным пищевыми волокнами.

Согласно рекомендациям «ФИЦ питания и биотехнологии», при обогащенный пищевой продукт должен покрывать от 10 до 50% суточной потребности в том или ином микронутриенте без увеличения порции. В соответствии с Техническим Регламентом Таможенного Союза «Пищевая продукция в части ее маркировки (ТР ТС 022/2011) рекомендуемый уровень суточного потребления пищевых волокон составляет 30 г.

Как правило, источником пищевых волокон называют продукты растительного происхождения [44] такие как овощи, фрукты, крупы, зерновые продукты. В последние годы исследователи рассматривают и другие, альтернативные источники пищевых волокон. Например: дикорастущие травы, продукты вторичной переработки зерна, овощей, плодов, свеклы (как сахарной, так и столовой), морские водоросли и проч.

Аспектам обогащения пищевыми волокнами молочных продуктов посвящено значительное количество публикаций. [24,25,55,65,101,133]

В ряде работ отмечается, что в качестве сырья, содержащего пищевые волокна, используют цельное зерно.[134]

В 2000 г. Американская ассоциация химиков-зерновиков приняла четкое определение этого понятия: «цельным считается неповрежденное, дробленое или расплющенное зерно, главные анатомические компоненты которого – крахмальный эндосперм, зародыш (семя) и отруби – присутствуют в таких же относительных пропорциях, в каких они существуют в исходном зерне».

Группой ученых НИИ молочной промышленности под руководством д.т.н. Зобковой З.С. проведены комплексные исследования по созданию молочных

продуктов со злаковыми наполнителями. В качестве объектов исследования были выбраны пшеница, рис, гречиха, обработанные методом высокотемпературной экструзии. Новейшая технология высокотемпературного «взрыва» зерна позволяет сохранить отруби, богатые диетической клетчаткой и превратить их, по мнению авторов, в натуральный растительный «энтеросорбент», способный связывать и выводить из организма токсины, радионуклиды, соли тяжелых металлов. Авторы разработки отмечают, что основной проблемой при разработке пищевых продуктов, обогащенных пищевыми волокнами, является их использование в физиологически значимых количествах, сопоставимых с суточной нормой потребления и сохранением при этом традиционных для обогащаемого продукта характеристик. Поэтому, с учетом состава используемых ими злаковых наполнителей, обогащение пищевыми волокнами выбранного ассортимента молочных продуктов (творожные продукты, кисломолочные напитки) в дозе, обеспечивающей только 10%-ную суточную потребность организма в пищевых волокнах с общепринятой порцией продукта (200 г) не представлялось возможным по технологическим показателям, в частности из-за значительной объемной массы (100 кг/м^3) злакового наполнителя, содержащего 6% влаги и 94% сухих веществ. Поэтому в рассматриваемой работе злаковые наполнители использовались как пищевые добавки, изменяющие структуру, физико-химические и органолептические свойства молочных продуктов. С этих позиций оптимальная доза злаковых наполнителей составила 30% от массы обогащаемого продукта». [37,38,39,40,46]

Существенный вклад в решение научных и практических задач создания многофункциональных комбинированных молочных продуктов с регулируемым аминокислотным, жирнокислотным, углеводным, витаминным и минеральным составом внесли ученые Кемеровского технологического института под руководством д.т.н. Остроумова Л.А.. Остроумовым Л.А. с учениками разработан существенный ассортимент комбинированных молочных продуктов с различными добавками растительного происхождения. Такими как сиропы, концентраты, сухие смеси, изготовленные из плодово-ягодных или овощных

культур. [89,91,93] Кроме того, опубликованы данные о разработках ученых этого ВУЗа в области исследования процессов создания творожно-крупяных продуктов для детей школьного возраста и ферментированных творожно-растительных продуктов. В этих исследованиях использовалась молочно-белковая основа с гречневой мукой, а также фермент CHY-MAXTM Powder (химозин) и гомоферментативные культуры в составе DVS заквасок.[90,92]

Щетинин М.П. и его соавторы разработали молочные продукты с наполнителями злаковых культур. В разработке использовано пророщенное зерно пшеницы в качестве наполнителя. Для введения в продукт пророщенное зерно подвергали высушиванию при режимах, позволяющих сохранить биологически активные вещества. Высушенное сырье измельчали до состояния муки, и в этой форме использовали для введения в молочный продукт. В качестве базовых продуктов, которые обогащали этой мукой - использовали традиционные продукты ежедневного потребления - творог, ряженку и варенец.[132,134]

Разработана технология производства пастообразных кисломолочных продуктов на основе цельного молока с добавлением ржаных и пшеничных отрубей. Авторами разработки Непомнящей И.С. и Силантьевой Л.А. показано, что в результате сквашивания смеси закваской, состоящей из смеси термофильных стрептококков и болгарской палочки получены продукты, обладающие чистым кисломолочным вкусом с легким привкусом отрубей. [86]

Известен способ производства биологически активного пищевого продукта, который заключается в подготовке зерен пищевых злаков (смесь пшена, овса, риса или смесь пшеничных отрубей с овсяной крупой) с последующим сквашиванием препаратами, содержащими лактобактерии «Лактобактрин», «Ацилакт» или «Наринэ». В результате технологического процесса получается «сметанообразный продукт», который рекомендуется использовать в качестве соуса. [96] Автором разработки является Шинов А.И.

Известно использование рисовой и кукурузной муки при производстве ферментированного десертного молочного продукта [97]. Авторами этого патента являются Гаврилова Н.Б., Пасько О.В.,Назаренко Т.А., Кащеева Н.Л.

Разработаны и запатентованы Витченко А.С., Гавриловой Н.Б., Молибогой Е.А. молочные каши, содержащие в своем составе гречневую муку, закваску, в том числе микроорганизмы рода *Bifidobacterium* и инулин. [98]

Значительный комплекс исследований в рассматриваемой области проведен Мусиной О.Н. с коллегами. Мусина О.Н. доказала в своих работах целесообразность комбинирования ингредиентов молочного происхождения, особенно высокобелковых (таких как творожные), с растительными ингредиентами. В качестве ингредиентов растительного происхождения рассматриваются варианты с высокой пищевой ценностью, к которым относятся, например, пророщенные зерна пшеницы, нешелушенный горох, томаты, курага и проч. [77,80,83,84,85]

Ею разработан ассортиментный ряд поликомпонентных комбинированных продуктов на основе молочного и зернового сырья. В ассортиментный ряд входят различные поликомпонентные продукты на молочной основе с включением различного зернового сырья: творожные и творогосодержащие изделия, соусы, вареники, сырники, глазированные сырки. [78]

В научном исследовании, опубликованном Ганиной В.И., Фам Тхи Хоан и Санаксыровой Е.И. обоснована технология молочно-растительного сквашенного продукта на основе сухого молока и муки из фасоли мунг с различными пребиотиками. При выработке продукта использовали типовую закваску для йогурта. Для стабилизации неоднородной консистенции получаемого молокосодержащего кисломолочного продукта в его рецептуру вносили пищевые волокна, способные адсорбировать влагу - инулин и арабиногалактан, которые обладают пребиотическим действием.[18]

Пасько О.В. и Аникиной Е.Н. проведены исследования по созданию ферментированных биопродуктов на основе молочного сырья, в частности, молока и сухой деминерализованной сыворотки и овсяного толокна. В качестве заквасочных культур использовали препарат ALBA BIO S-09, в состав которого входит ассоциация пробиотических культур. Авторами отмечается, что ими разработана рецептура и технология, обеспечивающие эффект истинного

обогащения и ими предложена математическая модель формирования биотехнологической системы, характеризующая взаимосвязь клеточной концентрации пробиотических культур микроорганизмов и массовой доли овсяного толокна. [1,2,95]

Соколовой О.В. разработана технология сквашенного молокосодержащего овсяного продукта с молоком. В качестве базового объекта исследований использована овсяная экструзионная мука, обладающая комплексом позитивных свойств и пробиотическая закваска ТОН, содержащая в своем составе пропионовокислые микроорганизмы. Разработанный продукт имеет торговую марку Авеналакт©. [114,115,117]

Комплексные исследования, проводимые в рамках разработки поликомпонентных продуктов с зерновыми и крупяными ингредиентами, привели к созданию группы кисломолочных напитков, названных авторами мукосодержащими. Их особенность заключается в том, что используется экструдированная мука круп и злаков.[113,116]

Встречаются разнообразные разработки функциональных молочных продуктов с использованием злаков. [4,112,122]

Обзор иностранных источников показал, что они большей частью направлены на обсуждение результатов исследований влияния различных ферментированных злаковых продуктов на здоровье человека.

Chung-Yi Wang опубликовал данные, подтверждающие антиоксидантные свойства некоторых зерновых культур, подверженных влиянию ферментации бактерий пищевого происхождения. В статье описано, как меняются флавоноидные составляющие при ферментации злаков культурами *Bacillus subtilis* и *Lactobacillus plantarum*. Было показано, что все злаки значительно ингибируют продуцирование LPS-индуцированных внутриклеточных реактивных видов кислорода (ROS) без создания очевидных цитотоксических эффектов в клетках макрофагов. Эти результаты показывают, что процесс ферментации позволяет продуктам на основе зерновых продуктов с повышенными

антиоксидантными способностями способствовать улучшению здоровья и улучшению питания у потребителей. [3,141]

Kohajdová Z. опубликовал данные, посвященные ферментированным злаковым продуктам. Показана позитивная роль молочнокислых бактерий при рассмотрении и сравнении различных способов ферментации.[150]

В работе Lorenzo C. приведены обзоры результатов ферментации, полученные с определенными комбинациями зерновых культур и культур, могли бы увеличить наше понимание того, какие соединения важны для окончательного одобрения состава и технологии ферментации злаковых напитков и как эти продукты могут быть улучшены с использованием различных технологических условий и стартовых культур. Им представлен обзор ферментирующих микроорганизмов и их роль в формировании вкусоароматических свойств получаемых объектов.[151]

Poutanen Kaisa подчеркивает, что ферментированные злаки и продукты на их основе перспективны в пищевых продуктах. Но им, в основном рассмотрены именно ферментированные злаки, как ингредиент для пивоварения и хлебопечения.[154] Стартовые культуры для ферментации злаков рассмотрены в работе Markus J.Brandt .[152]

В книге «Йогурт в профилактике заболеваний и болезней», глава «Йогуртоподобные напитки, сделанные из злаков», автора Coda Rossana обсуждаются основные эффекты ферментации на здоровье, текстуру и сенсорные свойства злаковых йогуртных напитков. Он отмечает, что зерновые напитки можно рассматривать как принадлежащие к функциональной категории продуктов из-за их благотворного влияния на здоровье. Зерновые напитки, в основном спонтанно ферментированные, уже давно традиционно производятся во многих частях мира. Достижения в области микробной и ферментационной технологии позволили лучше понять взаимодействие между микроорганизмами и матрицей зерновых культур. В настоящее время разрабатываются новые напитки из зерновых культур, основанные на использовании выбранных исходных культур для стимулирования и стандартизации ферментации, а также для

предоставления конкретных питательных свойств, таких как до- и пробиотические преимущества. [142]

Витченко А.С., Гаврилова Н.Б. и коллектив авторов означили перспективность и высокую пищевую ценность молочно-злаковых каш для всех возрастных групп и регионов. Ими проведены исследования, направленные на обогащение молочно-рисовых, молочно-овсяных и молочно-гречневых смесей пробиотической микрофлорой, что позволило получить новые продукты для геродиетического питания. [10,17]

Следует отметить, что наиболее успешно занимаются созданием функциональных молочно-зерновых комбинированных продуктов для различных категорий населения, в частности, для детского, геродиетического и специализированного питания, ученые Сибири: Остроумов Л.А., Просеков А.Ю., Гаврилова Н.Б., Мусина О.Н., Витченко А.С., Мотовилов О.К. и их ученики.[11,15,16, 73, 82,88-93]

1.4 Использование системы ХАССП для обеспечения безопасности пищевых продуктов

Расширение продуктового ассортимента и внедрение новых технологий производства пищевой продукции, а также применение новых или нетрадиционных ингредиентов сопряжено с увеличением вероятностей попадания в продукт тех или иных нежелательных или опасных агентов. К ним могут относиться химические соединения, неблагоприятно воздействующие на организм человека, особенно ослабленных групп населения (дети, люди пожилого возраста и т. д), микроорганизмы или физические факторы, такие как - инородные тела. Чем больше ингредиентов, входящих в рецептуру продукта – тем больше подобных факторов риска.[45,68]

Для предотвращения этих явлений необходим системный комплексный подход к обеспечению безопасности пищевой продукции, причем включающий технологические особенности производства. В понятие безопасности пищевой продукции входят два направления – «Food Assurance» (продовольственная безопасность) и «Food Safety» (безопасность продуктов питания). Согласно В.А.

Матисону: продовольственная безопасность это «надежное стабильное обеспечение населения страны сельскохозяйственной продукцией, сырьем и продовольствием преимущественно из внутренних источников, наличие необходимых резервных фондов, государственная гарантия высокого качества и безопасности потребляемых продуктов питания», а «безопасность продуктов питания есть состояние обоснованной уверенности в том, что пищевые продукты при обычных условиях их использования не являются вредными и не представляют опасности для здоровья нынешнего и будущего поколений». [68]

Для всестороннего обеспечения безопасности продуктов питания применяют систему ХАССП «Hazard Analysis and Critical Control Point» (HACCP) («Анализ рисков и критические контрольные точки»).

Идея создания системы зародилась в США, штат Массачусетс, причем изначально разработкой занимались военные в условиях строжайшей секретности. Адаптацию системы для пищевых производств вели в 1970-х годах также в США под руководством Говарда Баумана. Основные принципы ХАССП стали использовать при производстве консервов, и в 1985 г Национальная академия наук США рекомендовала внедрение системы ХАССП на предприятиях пищевой отрасли. Через 4 года были созданы первые нормативные документы для внедрения системы ХАССП на пищевых предприятиях. Эти первые документы явились прототипом современной системы ХАССП. [66]

С 1992 г ХАССП начали внедрять повсеместно на пищевые производства, как в США, так и в Европейских странах. В России активное внедрение ХАССП пришлось на начало 2000-х годов. когда и был введен в действие ГОСТ Р 51705.1-2011 «Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования». Согласно этому ГОСТу, ХАССП – это «концепция, предусматривающая систематическое определение, оценку и управления опасностями (опасными факторами), влияющими на безопасность пищевой продукции» [48,155]

ХАССП основывается на семи принципах, в которых отражены аспекты контроля, учитывающие специфику производства, технологии или состава

продукта. Основной упор ХАССП делается на анализ факторов, которые могут повлиять на безопасность продукции; выявление конкретных этапов производственной цепочки, на которых фактор может оказать влияние (выявление ККТ – критических контрольных точек) и предотвращение этого влияния путем проведения производственной программы предварительных мероприятий (ППМ). Производственную программу предварительных мероприятий разрабатывают индивидуально для каждой производственной цепочки после анализа и оценки потенциальных опасностей. При разработке ППМ необходимо учитывать не только возможные опасные факторы и вероятность степени их возникновения, но и тяжесть последствий в случае реализации риска. [29,130,131,144]

Комплексный подход к анализу рисков на предприятиях пищевой отрасли и внедрение ХАССП позволяют проследить жизненный цикл молочной, мясной и другой пищевой продукции «от поля до прилавка». Это особенно важно для многокомпонентных продуктов, в которых применяют сырьё различного происхождения. Это связано с повышенным риском контаминации как химического, так и микробиологического характера. ХАССП позволяет учесть все параметры и риски, а также внедрить комплекс мер предупреждения реализации этих рисков. Особенность системы включает категорирование рисков по степени их значимости, вероятности реализации и тяжести последствий в случае реализации риска. Индивидуальное рассмотрение каждого риска в условиях конкретной технологической операции и системный подход позволяют оценить всю технологию получения продукта питания и усовершенствовать контроль для обеспечения выпуска безопасной продукции с заявленными качественными характеристиками [56,71,74]

В диссертации О.А. Кузнецовой рассмотрены как теоретические, так и практические стороны прогнозирования рисков в отношении мясной продукции. Предложено проводить пятиступенчатую оценку, включающую идентификацию риска (в соответствии с нормативными документами), оценку риска (исходя из

состава, технологии и фонового загрязнения), характеристики риска (фактор и ранг), управление риском и коммуникация риска (меры воздействия). [57]

Для составления корректного плана ХАССП необходимо учитывать колебания показателей в пределах нормы. Юрчак З.А. предложила проводить мониторинг колебаний целевых показателей химического состава сырья и полученной из него мясной продукции. Предложенный подход позволил разработать алгоритм выявления дестабилизирующих факторов, и усовершенствовать систему в отношении ряда модельных продуктов – вареных колбас. [136]

Особенность системы ХАССП – это её гибкость и возможность выстроить полномерную программу производственного контроля и обеспечения безопасности производства продуктов питания, выстроив её для каждого конкретного технологического процесса. [69,148]

Заключение

Проведенный анализ литературы свидетельствует о том, что разработка продуктов, относящихся к категориям «здорового», функционального, специализированного, профилактического питания представляет вполне сформировавшуюся область научных и практических знаний. Создание продуктов питания для различных категорий населения, в том числе, социально значимых, является актуальным и достаточно сложным.

Как правило, продукты, относящиеся к вышеперечисленным категориям, являются многокомпонентными, что достигается их обогащением.

Очевидными «лидерами» в области проведения научных исследований и практических разработок являются ученые Вузов и НИИ Барнаула, Омска, Кемерово. Ими разработаны научные основы создания гаммы молочно-растительных продуктов, в частности, на основе творога.

В публикациях зарубежных авторов это направление представлено относительно лаконично и, естественно, в объектах исследования ими не рассматривается гречиха и гречневая мука, которые являются исконно российскими продуктами и ингредиентами.

Для разработки многокомпонентных продуктов применяются различные приемы проектирования и моделирования, в том числе, математического и компьютерного, что значительно облегчает процедуру создания таких продуктов.

В последнее время все большее распространение находят методологии проектирования с использованием приемов квалиметрии, в частности, функции желательности Харрингтона.

Из всего многообразия сложных многокомпонентных продуктов, интересным направлением является создание продуктов с использованием сырья растительного и животного происхождения, в частности, молочных со злаковыми и/или бобовыми наполнителями. Эти ингредиенты, как правило, в рецептурах, выполняют функцию пищевых волокон (пребиотиков).

Анализ литературы показал перспективность создания молочно-мучных продуктов, т.к. это направление только начинает развиваться. При этом за счет направленного выбора ингредиентов, можно обеспечивать требуемый комплекс свойств получаемой продукции. Т.е. перспективным является использование мультикомпозиций, состоящих из нескольких видов муки злаковых культур для создания кисломолочных продуктов целевой функциональной направленности

При проектировании сложных молочно-мучных продуктов с требуемым комплексом свойств, целесообразно использование приемов управления качеством с превентивной оценкой рисков, поскольку данная методология проектирования в проанализированных работах не встречалась и является оригинальной. Как правило, интеграцию системы ХАССП проводят для существующих процессов в условиях функционирующих предприятий. Однако сейчас перспективно создание предварительных планов ХАССП уже на стадии проектирования и разработки новых продуктов питания. В этом случае после запуска производства продукта, достаточно будет усовершенствовать существующую предварительную систему, что существенно облегчит задачу. Превентивная оценка рисков позволит определить их, рассмотреть системы контроля и предотвращения, в результате чего добиться получения более качественного и безопасного пищевого продукта.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Организация проведения исследований

Исследования выполняли в лабораториях: ФГАНУ «ВНИМИ», ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, АО «Прогресс». Схема организации экспериментальных исследований представлена на рис.1

Рис1. Схема организации экспериментальных исследований

2.2 Объекты исследований

Объектами исследования являлись:

Молоко сухое по ГОСТ 33629-15, восстановленное водой питьевой по СанПиН 2.1.4.1074;

Смесь муки следующего состава: мука гречневая по ГОСТ 31645-2012, мука рисовая по ГОСТ 31645-2012, мука кукурузная по ГОСТ 14176-69 с Изм.№3 и их комбинации. Используется мука для продуктов детского питания тонкого помола.

Таблица 1 Требования к гречневой муке по ГОСТ 31645-2012(выборочно).

Наименование показателя	Гречневая мука для продуктов детского питания
Внешний вид	Однородный, сыпучий продукт с мелкими частицами оболочек
Цвет	Светло-бежевый, кремовый, бежевый с сероватым оттенком
Запах	Свойственный гречневой муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый
Вкус	Свойственный гречневой муке, не кислый, не горький, без посторонних привкусов
Наличие минеральных примесей	При разжевывании муки не должно ощущаться хруста
Массовая доля влаги, %, не более	12,0
Кислотность, градусы, не более	6,0
Кислотное число жира, мг КОН на 1 г жира	15,0

По данным ООО «ДиетПром» [160] ядро гречихи богато фосфором, железом, медью, рутином, и такими витаминами как В1, В2, Р, РР. Комплекс этих веществ в организме способствуют повышению выносливости, повышают гемоглобин. А рутин имеет большое значение для профилактики лечения склероза и гипертонии. В гречке содержится рекордное количество клетчатки, вдвое больше, чем в перловке, овсе, рисе и пшене.

Таблица 2 Ценность гречневой муки [160]

Пищевая и энергетическая ценность гречневой муки в 100 г.	
Белки, г	9,0
Жиры, г	2,0
Углеводы, г	79,0
Калорийность, ккал	347

Таблица 3 Полезные свойства гречневой муки по данным ресурса ProdGid [158]

В гречневой муке содержатся:	Полезные свойства и функции
Витамины группы В	обеспечивают функционирование мозга и нервной системы
Витамин РР	участвует в холестериновом обмене и улучшает кровоснабжение
Медь	участвует в активном росте клеток, обеспечивает стабильность работы иммунной системы
Марганец	участвует в процессах обмена веществ, регулирует работу щитовидной железы, способствует усвоению витаминов А, С и группы В, понижает уровень сахара в крови
Цинк	способствует обновлению клеток кожи, волос, предотвращает образование морщин ломкость ногтей
Пищевые волокна	улучшают моторику кишечника, нормализуют процесс пищеварения, мягко устраняют запоры, избавляют от изжоги

Таблица 4 Требования к рисовой муке по ГОСТ 31645-2012(выборочно).

Наименование показателя	Рисовая мука для продуктов детского питания
Внешний вид	Однородный, сыпучий продукт с мелкими частицами оболочек
Цвет	Белый, белый с кремовым или желтоватым оттенком
Запах	Свойственный рисовой муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый
Вкус	Свойственный рисовой муке, не кислый, не горький, без посторонних привкусов
Наличие минеральных	При разжевывании муки не должно

примесей	ощущаться хруста
Массовая доля влаги, %, не более	12,0
Кислотность, градусы, не более	2,0
Кислотное число жира, мг КОН на 1 г жира	80,0

По данным ООО «ДиетПром» [160] рисовая мука является источником полноценного по аминокислотному составу растительного белка, содержит натрий, калий, магний, фосфор, цинк, витамины группы В - В1, В2, В3, В6.

Таблица 5 Ценность рисовой муки [160]

Пищевая и энергетическая ценность в 100 г.	
Белки, г	8,0
Жиры, г	1,0
Углеводы, г	81,0
Калорийность, ккал	345

Таблица 6 Требования к кукурузной муке по ГОСТ 14176-69 (выборочно)

Наименование показателя	Кукурузная мука для продуктов детского питания
Внешний вид	Однородный, сыпучий продукт с мелкими частицами оболочек
Цвет	Белый или желтый
Запах	Свойственный кукурузной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый
Вкус	Свойственный кукурузной муке, не кислый, не горький
Наличие минеральных примесей	При разжевывании муки не должно ощущаться хруста
Влажность, не более	15,0
Зольность в пересчете на сухое вещество %, не более	0,9
Жир в пересчете на сухое вещество,%, не более	2,5

По данным [159] кукурузная мука содержит витамин А, витамины группы В, витамин Е, витамин РР, ниацин, макроэлементы и микроэлементы: калий, кальций, магний, фосфор, железо.

Таблица 7 Ценность кукурузной муки [159]

Пищевая и энергетическая ценность в 100 г.	
Белки, г	7,2
Жиры, г	1,5
Углеводы, г	72,1
Калорийность, ккал	331

Образцы сквашенных молочно-мучных продуктов. Условные обозначения и состав экспериментальных образцов приведены в табл.8

Таблица 8 Условные обозначения и состав экспериментальных образцов

Условное обозначение	Состав экспериментальных образцов	Условное обозначение	Состав экспериментальных образцов
1	Молоко (контрольный образец)	1 к/м	Сквашенное молоко (контрольный кисломолочный образец)
2	Молоко с гречневой мукой	2к/м	Сквашенное молоко с гречневой мукой
3	Молоко с рисовой мукой	3к/м	Сквашенное молоко с рисовой мукой
4	Молоко с кукурузной мукой	4к/м	Сквашенное молоко с кукурузной мукой
5	Молоко с комбинацией гречневой и рисовой муки	5к/м	Сквашенное молоко с комбинацией гречневой и рисовой мукой
6	Молоко с комбинацией гречневой и кукурузной мукой	6к/м	Сквашенное молоко с комбинацией гречневой и кукурузной мукой
7	Молоко с комбинацией рисовой и кукурузной муки	7к/м	Сквашенное молоко с комбинацией рисовой и кукурузной муки
8	Молоко с комбинацией гречневой, рисовой и кукурузной муки	8к/м	Сквашенное молоко с комбинацией гречневой, рисовой и кукурузной муки

Мальтодекстрин по ТУ 9189-010-27291178-2010 «Мальтодекстрин. Общие технические условия». Мальтодекстрины предназначаются для применения в качестве углеводного компонента, структурообразователя. формующего агента, натурального сахарозаменителя, регулятора сладости, стабилизатора, нейтрального носителя вкусовых добавок в различных отраслях промышленности.

Инулин по - ТУ 10.62.11-140-00334735-2017 «Инулин порошкообразный пищевой».

Инулин – это натуральный углевод (относится к той же группе соединений, что и сахароза), химически состоит из фруктозы (на 95%) и глюкозы, является естественным пребиотиком, характеризуется сладким вкусом. Благодаря своим физико–химическим свойствам, а также многофункциональному положительному воздействию на здоровье человека, инулин используют в качестве добавки к различной пищевой продукции. [44]

Закваска прямого внесения для кисломолочных продуктов - *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (комплексная закваска для йогурта) фирма Хр.Хансен (Дания).

2.3 Методы исследований

Для проведения исследований применяли стандартные общепринятые методы.

Активную кислотность образцов до, в процессе, и после сквашивания молочнокислыми микроорганизмами определяли в соответствии с ГОСТ 32892-2014 с использованием pH-метра-милливольтметра типа pH-150 МА. Изменение активной кислотности образцов в течение сквашивания определяли на компьтеризированном приборе фирмы DASGIP, оснащенном параллельными биореакторами.

Титруемую кислотность определяли согласно ГОСТ Р 54669-2011.

Для определения условной вязкости мультизлаковой композиции до сквашивания и сквашенных образцов - применяли метод капиллярной вискозиметрии.

Динамическую вязкость определяли на приборе «Реотест» согласно методике, описанной в инструкции по эксплуатации к прибору. Результаты, полученные в результате измерений, обрабатывали с использованием программного обеспечения ПК.

Степень синерезиса определяли методом отстаивания проб как отношение отделившейся жидкости к общему объему пробы и выражали в %.

Для проведения микробиологических анализов приготавливали ряд десятикратных разведений, и производили посевы в дифференциально-диагностические среды в соответствии с методиками выявления микроорганизмов.

КМАФАнМ и БГКП определяли в соответствии с ГОСТ 32901-14;

Молочнокислые микроорганизмы определяли по ГОСТ 10444.11-2013 и 33951-16;

Дрожжи и плесени определяли по ГОСТ 33566-12;

S. aureus - по ГОСТ 30347-16;

L. monocytogenes –по ГОСТ 32031-12;

Salmonella - по ГОСТ 31659-12.

Массовую долю белка в образцах продукта определяли по ГОСТ Р 53951-2010 методом Кьельдаля.

Массовую долю углеводов готового продукта определяли по ГОСТ Р 54667-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли сахаров.

Массовую долю жира в образцах определяли по ГОСТ 31633-2012 Молоко и молочная продукция. Определение массовой доли молочного жира методом фотокалориметрирования.

Анализ содержания аминокислот выполняли по методике ВНИИМП им. Горбатова МВИ № 02-2002 на аминокислотном анализаторе типа LC 3000 фирмы

"Eppendorf-Biotronic". Для разделения аминокислот использовали буферную систему в соответствии с нормативной документацией, приложенной к анализатору. Методика определения аминокислот включает постановку специализированных пластиковых емкостей с аликвотой анализируемой пробы объемом 20 мкл в штатив автоматического инжектора, оборудованный термостатом. Разделение аминокислот происходит в автоматическом режиме, обусловленной заданной программой. После разделения аминокислот исследуемый раствор поступают в секцию термостатного реактора, в котором происходит цепная реакция и окрашивание. Окрашенный раствор подается в ультрафиолетовый детектор, в котором в автоматическом режиме происходит регистрация и запись хроматограмм, называемых аминограммами.

Данный метод позволяет определять за один анализ наличие до 17 аминокислот при их минимальном содержании от 0,5 мкмоль/мл (погрешность измерения при этом составляет до 10%).

Для количественной оценки содержания отдельных аминокислот использовали метод сравнения площади пиков полученных аминограмм с площадями пиков стандартных смесей аминокислот, содержащих X мкмоль каждой аминокислоты в 1 мл раствора. Расчет проводили с применением интегрирующих систем Winpeak фирмы "Eppendorf-Biotronic"

Содержание аминокислоты (X) в мкМ/мл (или в мг/мл, %, условных машинных единицах или мм по высоте пиков в соответствии с заданной автоматической программой компьютерного обсчета аминограмм) определяется автоматически по формуле (2):

$$X = S_1/S_2 \times C, \qquad (2)$$

где S_1 – площадь пика определяемой аминокислоты на аминограмме;

S_2 – площадь пика той же аминокислоты в стандартной смеси;

C – концентрация аминокислоты в стандартной смеси, мкМ/мл.

Результаты определения рассчитывали до второго десятичного знака, и округляли до первого десятичного знака после запятой.

Одновременно, применяли аналитический метод расчета с использованием программного обеспечения.

Для объективной оценки степени утилизации разрабатываемого продукта, то есть уровня его усвояемости организмом, определяли его аминокислотный скор.

Метод позволяет определить полноценность и сбалансированность белковой части продукта. В основе метода расчета лежат данные о балансе аминокислот в белке с максимальным усвоением. Такой белок называется «идеальным», его аминокислотный состав рассчитан и является справочными данными. При условии содержания некоторых аминокислот в определенных соотношениях (рис. 3) – достигается полная, 100%-ная усваиваемость аминокислот организмом человека [60,62,75].

Для определения аминокислотного скора, содержание определенных аминокислот принимают за 100%, а аминокислоты в анализируемом продукте высчитывают как процентную долю от аминокислоты «идеального» белка.

Энергетическую ценность определяли расчетным путем по формуле (3):

$$Эц = Б\times4 + Ж\times9+У\times4, \text{ где} \qquad (3)$$

Эц – энергетическая ценность, Ккал;

Б – массовая доля белка, %;

Ж – массовая доля жира, %;

У – массовая доля углеводов, %.

Жирнокислотный состав образцов определяли с использованием ГОСТ 32915-2014 и ГОСТ 31665-2012 с использованием газового хроматографа SHIMADZU GC-2014 с пламенно-ионизационным детектором. На момент проведения испытаний температура окружающей среды составила 21,7°С при норме (20±5) °С; относительная влажность воздуха составила 32,5% при норме (55±25)%; атмосферное давление – 99,7 кПа при норме (96±10) кПа.

Содержание глютена определяли методом ПЦР с использованием ГОСТ 31719-2012. Глютен определяется косвенно по наличию ДНК пшеницы мягких и твердых сортов. В качестве маркеров используется ДНК, содержащаяся

в митохондриях и хлоропластах. При определении ориентировались на Экспресс-метод определения сырьевого состава (молекулярный) по ГОСТ 31719-2012.

Органолептическую оценку образцов осуществляли согласно методологиям, описанным в ГОСТ ISO.

Постановка целей органолептического исследования, общий принципиальный подход к проведению органолептического анализа экспериментальных образцов продуктов и подготовка испытателей осуществлялась согласно методологии, описанной в ГОСТ ISO 6658-16, «Органолептический анализ. Методология. Общее руководство». Согласно этому ГОСТу, из нескольких предложенных подходов к постановке исследования выбраны варианты различительных тестов, применимых шкал и категорий. А также проведена интерпретация полученных результатов с применением таких подходов как: ранжирование, распределение, классифицирование, рейтинг и скоринг.

Углубленный анализ проводили с применением метода треугольника, описанном в ГОСТ Р 53159-08«Органолептический анализ. Методология. Метод треугольника», что позволило получить наиболее статистически достоверные результаты.

Для оценки консистенции полученных вариантов продукта применяли методологию, изложенную в ГОСТ ISO 11036-2017«Органолептический анализ. Методология. Характеристики структуры». С использованием приведенных в ГОСТе классификаторов структурных признаков сформулированы характерные основные показатели текстуры и введено несколько терминов, принятых для настоящей работы.

Для обобщения полученных результатов и построения наглядных сравнительных диаграмм вариаций разработанных продуктов были построены шкалы органолептической оценки с применением руководящих указаний согласно ГОСТ ISO 4121-16 «Органолептический анализ. Руководящие указания по применению шкал количественных характеристик».

Для удобства представления полученных результатов использовали руководства по построению профильных диаграмм согласно ГОСТ ISO 13299-2015«Органолептический анализ. Методология. Общее руководство по составлению органолептического профиля». При определении ключевых дескрипторов применяли подходы, также изложенные в этом ГОСТе.

В работе применяли способ построения диаграмм, выражающих показатели в балльном эквиваленте. Для визуализации флейвора и послевкусия были построены «произвольные органолептические профили» в виде полукруглых диаграмм с включением профилей интенсивности во времени в виде векторов послевкусия.

Срок годности определяли в соответствии с Методическими указаниями МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов».

Определение рисков осуществляли по ГОСТ Р 51705.1-2001 Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования. Использована, также, методика оценки рисков безопасности молочной продукции, описанная Шепелевой Е.В. с учениками. [130]

Для оценивания рисков использовался метод Дельфи, основанный на процедуре получения единого мнения группы экспертов.

Обработка результатов измерений выполнена с использованием методов математической статистики. Повторность проведения опытов не менее чем трех-пятикратная. Статистическая обработка и обобщение экспериментальных данных осуществлялась с использованием пакета программного обеспечения «Microsoft Excel», «Statistica».

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1Определение факторов, влияющих на показатели безопасности разрабатываемого продукта с учетом оценки рисков

Методы анализа рисков и критических контрольных точек носит превентивный характер и применяется в отрасли производства пищевых продуктов достаточно широко. По моему мнению, в данной работе представляет интерес использование некоторых принципов ХАССП в процессе проектирования кисломолочного продукта сложного сырьевого состава в рамках настоящего исследования. На рис.2 в виде блок-схемы представлены риски, в соответствии с системой ХАССП.

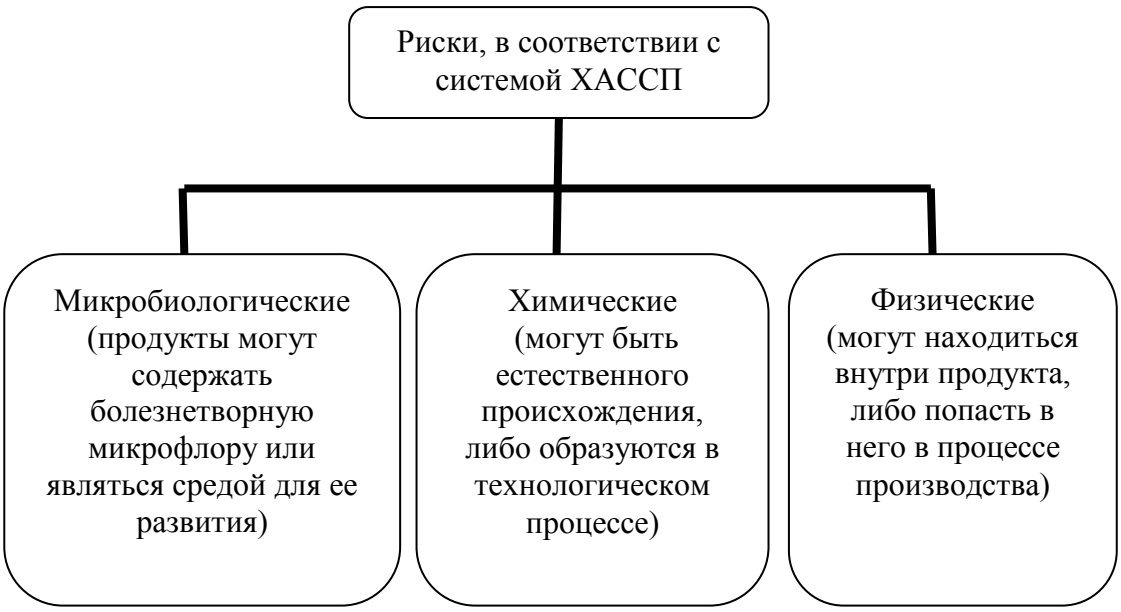


Рис.2 Основные группы рисков

Тяжесть последствий от реализации опасного фактора оценивалась экспертным путем по четырем категориям: легкие (1), средней тяжести (2), тяжелые (3) и критические (4). Если проанализировать потенциальные риски, то очевидно, что в технологии получения кисломолочных продуктов наибольшую весомость и значимость имеют микробиологические риски. Использование в составе многокомпонентного продукта смеси муки трех злаковых культур привносят риски микробиологической природы. В табл.9 представлены реальные

опасности микробиологической природы и потенциальный источник их возникновения.

Таблица 9 Анализ рисков микробиологической природы при использовании в составе разрабатываемого продукта молока и смеси муки злаковых культур

Источник риска	Фактор риска	Категория тяжести последствий
Молоко	БГКП (колиформы)	Тяжелые Употребление продукции, содержащей повышенное содержание, вызывает отравления средней тяжести, может привести к кратковременной потребе трудоспособности. Систематическое потребление продукции с превышенным показателем может спровоцировать более тяжелые последствия, сопровождающиеся длительной потерей трудоспособности
	Staphylococcus aureus	Тяжелые Употребление продукта с превышенным содержанием *St. aureus* приводит к кратковременной потере трудоспособности. В редких случаях возможны осложнения от употребления вплоть до длительной потери трудоспособности
	Дрожжи	Средние Употребление продукта может вызывать несварение, недомогание, но не ведет к отравлению и не приводит к последствиям для организма. Возможна

		кратковременная потеря трудоспособности в результате употребления продукции, содержащей дрожжи.
	Salmonella	Критические Вызывает заболевание сальмонеллез. Употребление продукта, содержащего бактерии рода Salmonella, вызывает тяжелые отравления, в результате которых происходит длительная потеря трудоспособности. В отдельных случаях возможны осложнения и летальный исход
	Listeria monocytogenes	Критические Вызывает заболевание листериоз. Употребление продукта, содержащего бактерии Listeria monocytogenes, вызывает тяжелые отравления, в результате которых происходит длительная потеря трудоспособности, осложнениям; среди заболевших статистически отмечается наиболее высокая смертность.
Рисовая мука Гречневая мука Кукурузная мука И их комбинации	БГКП (колиформы)	Тяжелые Употребление продукции, содержащей повышенное содержание, вызывает отравления средней тяжести, может привести к кратковременной потребе трудоспособности. Систематическое

		потребление продукции с превышенным показателем может спровоцировать более тяжелые последствия, сопровождающиеся длительной потерей трудоспособности
	Staphylococcus aureus	Тяжелые Употребление продукта с превышенным содержанием *St. aureus* приводит к кратковременной потере трудоспособности. В редких случаях возможны осложнения от употребления вплоть до длительной потери трудоспособности
	Дрожжи	Средние Употребление продукта может вызывать несварение, недомогание, но не ведет к отравлению и не приводит к последствиям для организма. Возможна кратковременная потеря трудоспособности в результате употребления продукции, содержащей дрожжи.
	Плесени	Средние Употребление продукта в отдельных случаях вызывает небольшое недомогание и кратковременную потерю трудоспособности. Вызывает порчу продукта, невозможность его использования в пищу. Летальность от

		употребления в пищу продукции, зараженной плесенями не отмечается.
	Salmonella	Критические Вызывает заболевание сальмонеллез. Употребление продукта, содержащего бактерии рода Salmonella, вызывает тяжелые отравления, в результате которых происходит длительная потеря трудоспособности. В отдельных случаях возможны осложнения и летальный исход
	Listeria monocytogenes	Критические Вызывает заболевание листериоз. Употребление продукта, содержащего бактерии Listeria monocytogenes, вызывает тяжелые отравления, в результате которых происходит длительная потеря трудоспособности, осложениям; среди заболевших статистически отмечается наиболее высокая смертность.
	Bacillus cereus	Тяжелые *B. cereus* продуцируют многочисленные токсины, в том числе рвотный и диарейный. При употреблении в пищу продукции, зараженной *B. cereus* происходят отравления различной степени тяжести, в результате которых происходит временная потеря

		трудоспособности. Летальность от употребления в пищу продукции, содержащей B. cereus, относительно невысокая.

По результатам проведенной экспертной оценки построены матрицы (диаграммы) анализа значимости микробиологических рисков, представленные на рис 3 и 4, с определением границы допустимого риска, дифференцировано для молока и для используемой муки в составе проектируемого продукта. Матрицы (диаграммы) отражают уровень тяжести последствий соотносимо с вероятностью возникновения риска для каждого микробиологического фактора риска.

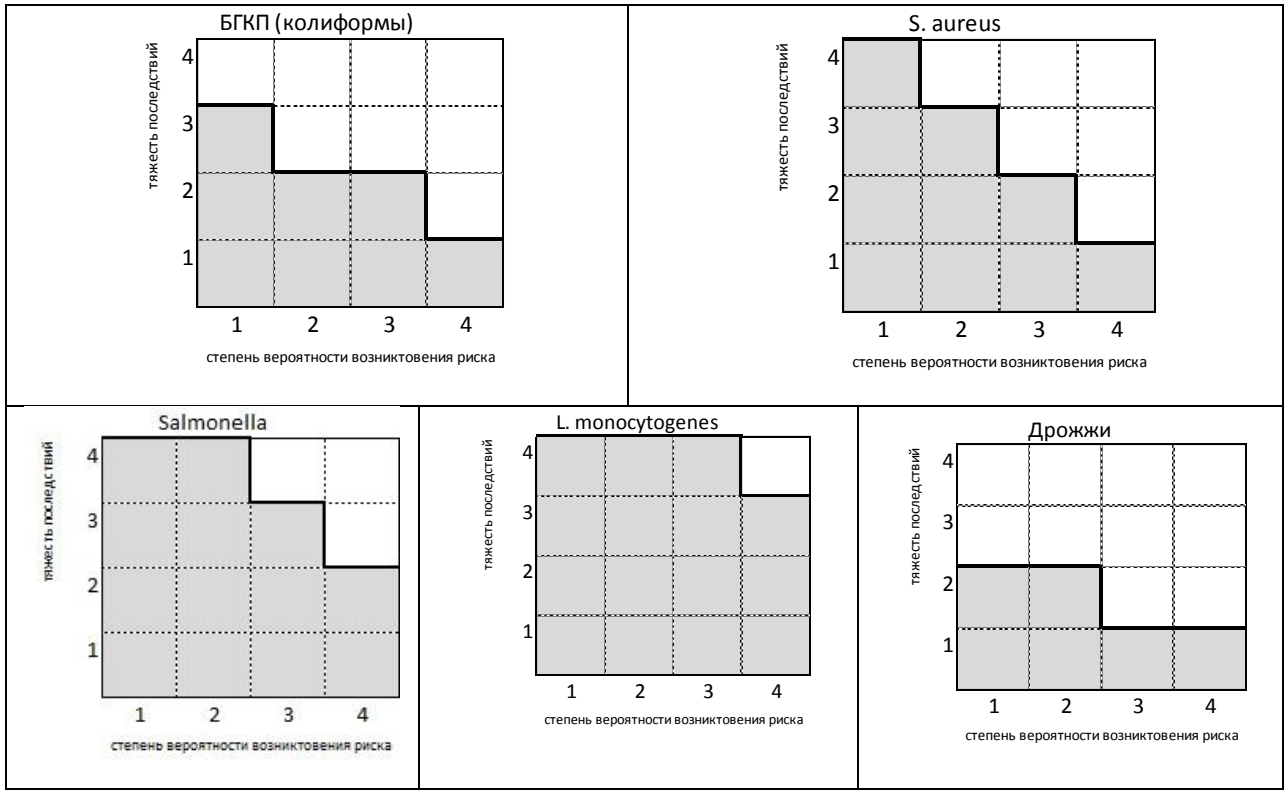


Рис.3 Матрицы (диаграммы) анализа рисков использования молока в составе поликомпонентного продукта с границами допустимого риска

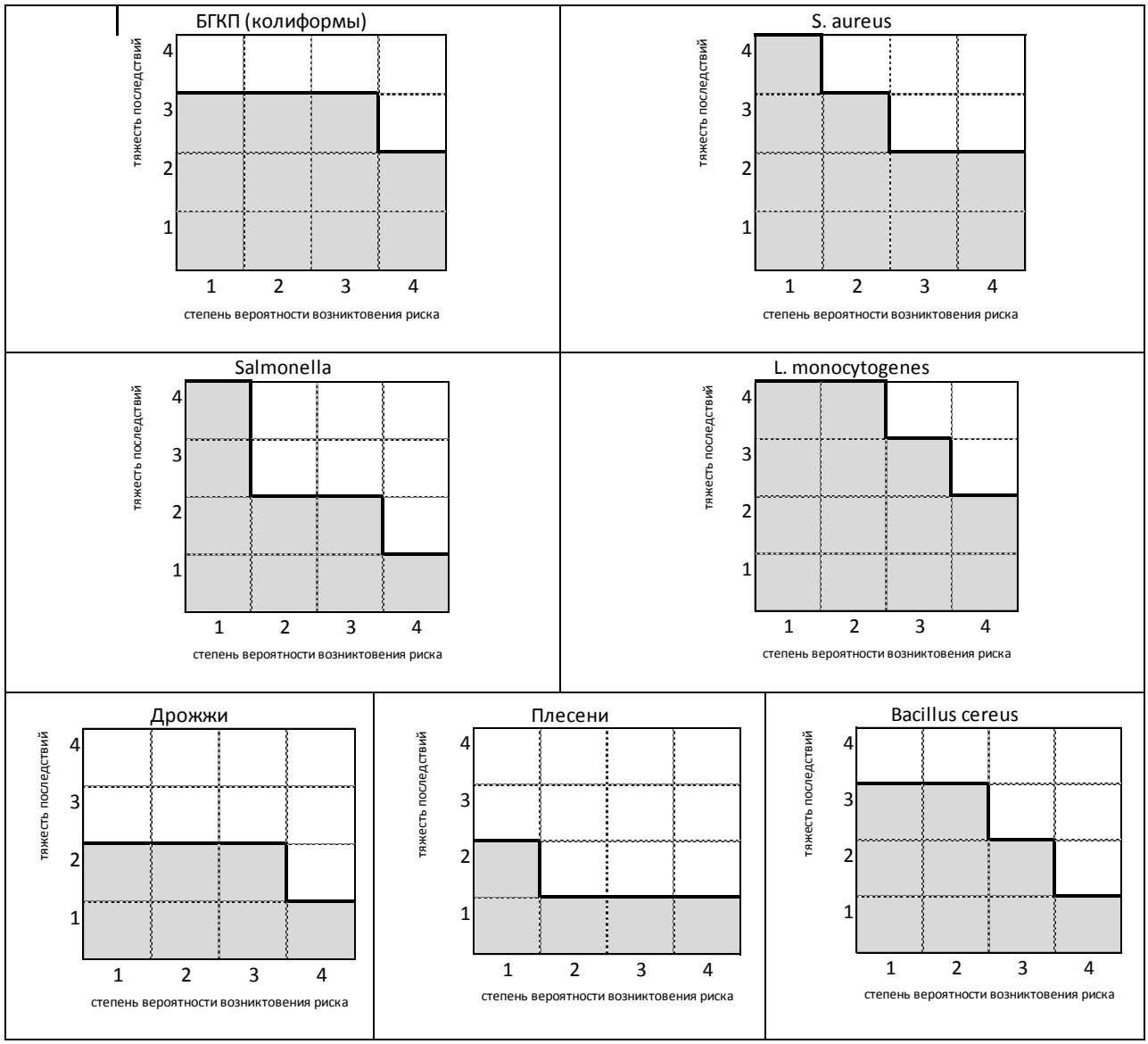


Рис.4 Матрицы (диаграммы) анализа рисков использования муки в составе поликомпонентного продукта с границами допустимого риска

Представляло интерес рассмотреть и проанализировать эту группу микробиологических рисков на этапе проектирования продукта и технологии с позиций возможности их возникновения в продукте, либо в технологическом процессе. Результаты представлены в табл.10.

Таблица 10 Анализ микробиологических рисков при производстве кисломолочных продуктов с мукой

Микробиологические риски	Рассмотрение в процессе проектирования,+/-		
	продукта	технологии	другое
микробиологические показатели сырого молока	+	-	-
микробиологические показатели используемой муки	+	+	-
температуры термической обработки (промежуточное хранение охлажденного молока и пастеризация)	-	+	-
микробиологические показатели молочно-мучной смеси перед заквашиванием	+	-	-
чистота заквасочных культур	+	-	-
активность заквасочной микрофлоры	-	+	-
продолжительность сквашивания	-	+	-
своевременный розлив	-	+	-
санитарное состояние упаковки	-	-	+
санитарно-гигиеническое состояние производства	-	-	+

Приведенная таблица позволяет визуализировать, что превентивный анализ рисков микробиологической природы позволяет учесть их еще на стадии проектирования и выборе технологии.

Что касается химических рисков, то разрабатываемый продукт не должен содержать глютена, что определено его целевой функциональностью. Это требование можно реализовать за счет использования сырьевых компонентов, не содержащих этот белок.

Используемые для получения кисломолочного мультизлакового продукта компоненты не должны содержать токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов, ингибирующих веществ и антибиотиков, чтобы исключить возможные риски химической природы.

Планируемая технология производства кисломолочного мультизлакового продукта базируется на процессах, изученных ранее. В частности, процессах производства национальных и традиционных кисломолочных продуктов. Анализ всех групп рисков в этих процессах позволил нам исключить из проектирования продукта потенциальные опасные физические факторы.

Таким образом, выбор ингредиентов проектируемого продукта должен базироваться на химических и микробиологических аспектах безопасности продукции, а технологические решения для реализации продукта - на микробиологической безопасности.

3.2 Проектирование безглютенового кисломолочного мультизлакового продукта

Создание нового продукта базировалось на использовании при проектировании известного принципа целостности биосистем. Применительно к моделированию продуктов питания этот принцип использовали Мусина О.Н. и Лисин П.А.[79], пояснив, что, например, молочную смесь, подвергающуюся сквашиванию, можно рассматривать как вариацию биоценоза, поскольку и молочное сырье и закваска вносят свой вклад в свойства получаемого сгустка. Причем это свойство проявляется только при совокупном воздействии.

Данный методологический подход использован и нашел свое развитие при проектировании нового многокомпонентного кисломолочного мультизлакового продукта целевой функциональности, разрабатываемого в рамках настоящего исследования.

Если проанализировать принятые термины и определения, то очевидно, что для рассмотрения любого объекта как системы важно соблюдение его целостности. Этот признак, также, называется интегрированностью. Причем, целостность, как сумма элементов не равна свойствам системы.

Что касается биосистемы, то к основным свойствам относятся единство ее биохимического и физиологического функционала и целостность.

Применяя рассмотренные выше положения к проектируемому продукту, как к системе, каждый ингредиент разрабатываемого кисломолочного многокомпонентного продукта должен вносить определенный вклад в его качественные свойства. При этом с одной стороны, дефицит каких либо питательных веществ в одном из компонентов, компенсируется наличием этих веществ в другом компоненте, а с другой стороны, арифметически, эффекты этой компенсации по ряду качественных показателей, не суммируются.

При использовании данного подхода, стратегически, реализуется возможность совмещения трудносовместимых компонентов животного (молоко) и растительного (мука зерновых культур) происхождения в целостную пищевую биосистему с целевой функциональностью.

Разработанный дизайн проектируемого продукта приведен на рис.6

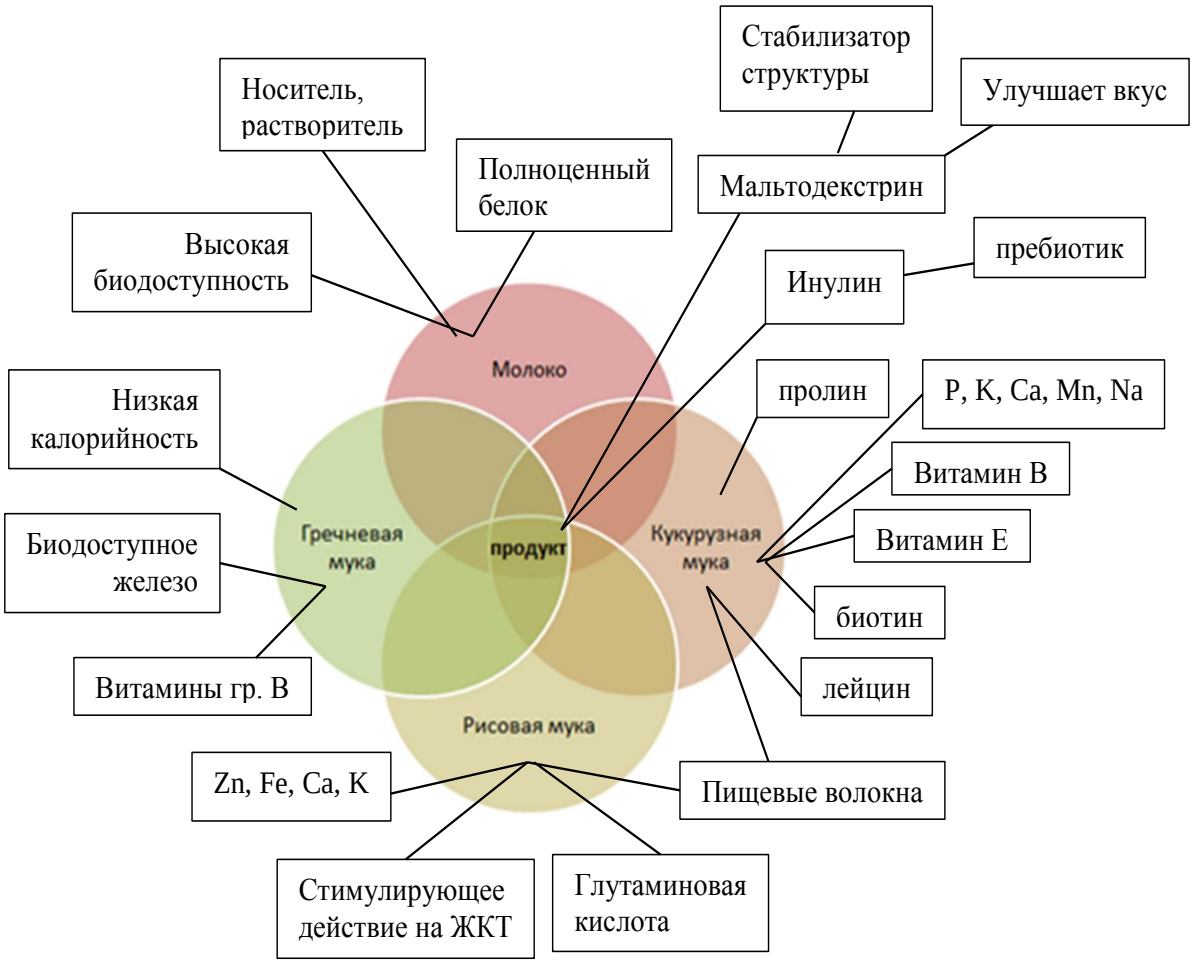


Рисунок 6 Разработанный дизайн проектируемого продукта

Процесс проектирования нового продукта, особенно, потенциально позиционируемого как продукт функциональной и профилактической направленности, состоит из ряда последовательных операций, которые четко позиционированы в стандартах ISO 9001 и ISO 22000.

На рис.7,8 приведены этапы разработки нового продукта в соответствии с требованиями этих стандартов.

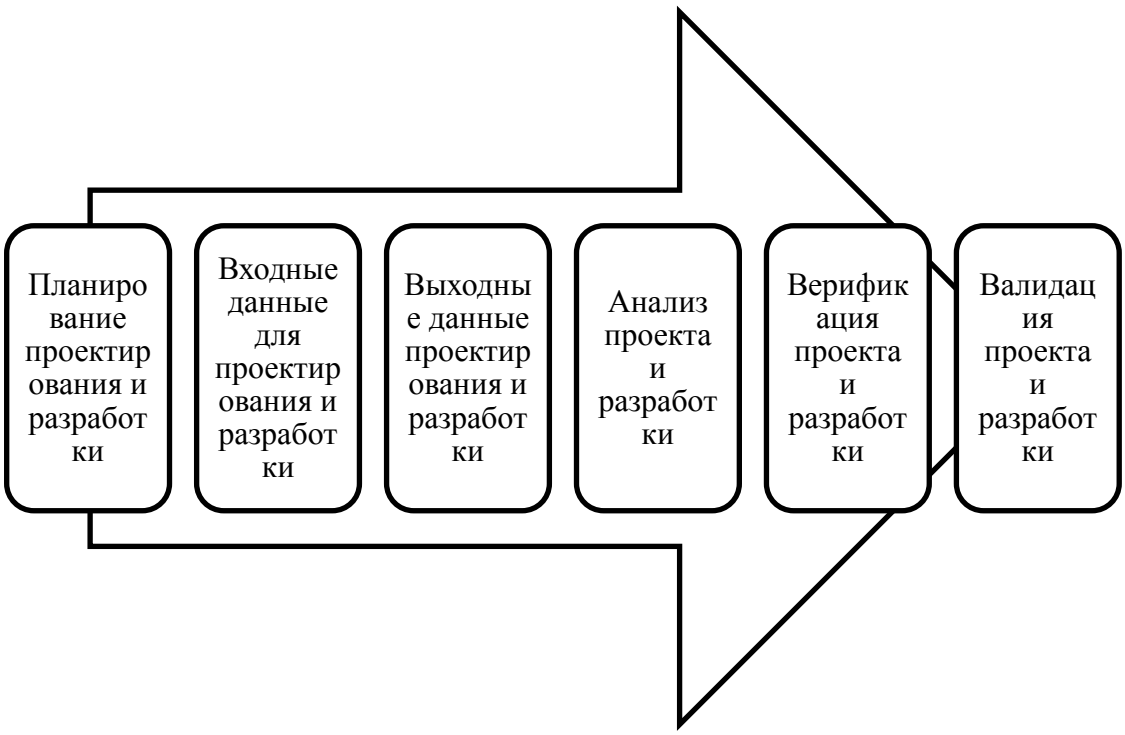


Рисунок 7 Планирование и разработка кисломолочного мультизлакового продукта в соответствии с ISO 9001

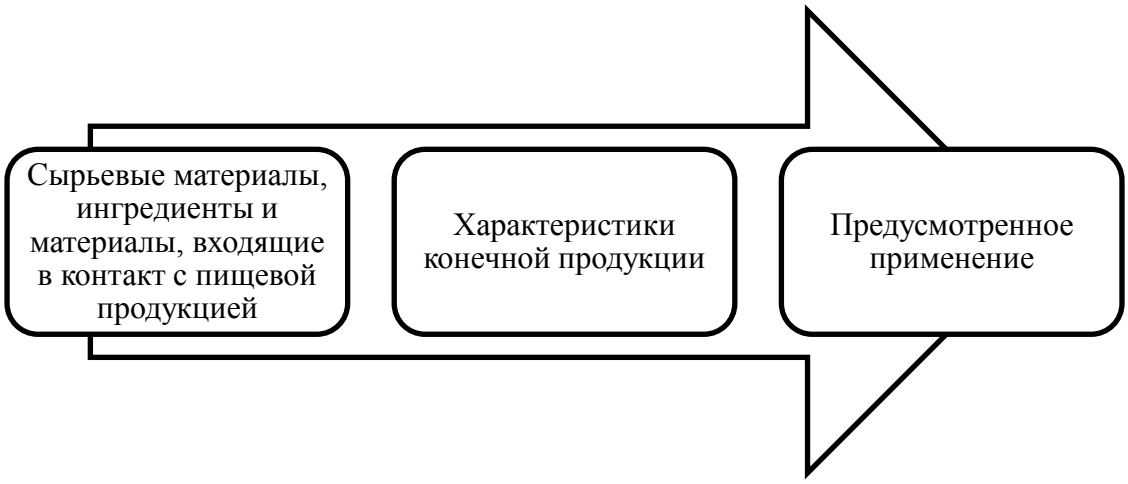


Рисунок 8 Характеристики разрабатываемой продукции в соответствии с ISO 22000

При разработке новых продуктов определяющими являются три аспекта:

-технологические аспекты;

-аспекты контроля качества;

-аспекты пищевой безопасности.

Эти аспекты тесно взаимосвязаны и, невозможно обсуждать, например, раздельно пищевую безопасность и технологические особенности производства.

Что касается технологических аспектов, то при разработке новых кисломолочных мультизлаковых продуктов определяющим является выбор и совершенствование таких технологических процессов и приемов, которые обеспечивают: получение продукта с высокими потребительскими свойствами и рациональную длительность протекания процесса.

То есть необходимо выработать кисломолочный продукт при изменении состава его основы от молочной до сложной молочно-мультизлаковой и, при этом, он должен обладать гомогенной консистенцией, приятным вкусом и запахом; мука должна равномерно распределяться в молоке, не комковаться, не подвариваться при повышении температуры процесса и проч. Используемые заквасочные культуры должны одновременно, в требуемом направлении и в рациональные сроки сквашивать смесь молока со смесью муки различных культур.

Для обеспечения получения нового продукта с требуемым комплексом показателей качества, аспекты его контроля надо вводить на каждом этапе технологического процесса, определять весомость того или иного показателя и периодичность контроля.

Что касается аспектов пищевой безопасности, то при проектировании технологии продукта и составлении его рецептуры особое внимание следует уделять превентивной оценке рисков по каждому ингредиенту (физические, химические + аллергены, микробиологические). Поскольку для кисломолочных продуктов ключевое значение в обеспечении продовольственной безопасности имеют микробиологические риски, в нашем случае, использование смеси муки различных культур увеличивает количество возможных, как микробиологических рисков, так и добавляет возможные риски химической природы.

Учитывая сегодняшние требования к безопасности упаковки, одновременно необходимо рассматривать и этот фактор потенциального риска.

Для проектирования свойств продукта, построено дерево принятия решений, определяющее комплекс требований к новому безглютеновому кисломолочному мультизлаковому продукту (рис. 9)

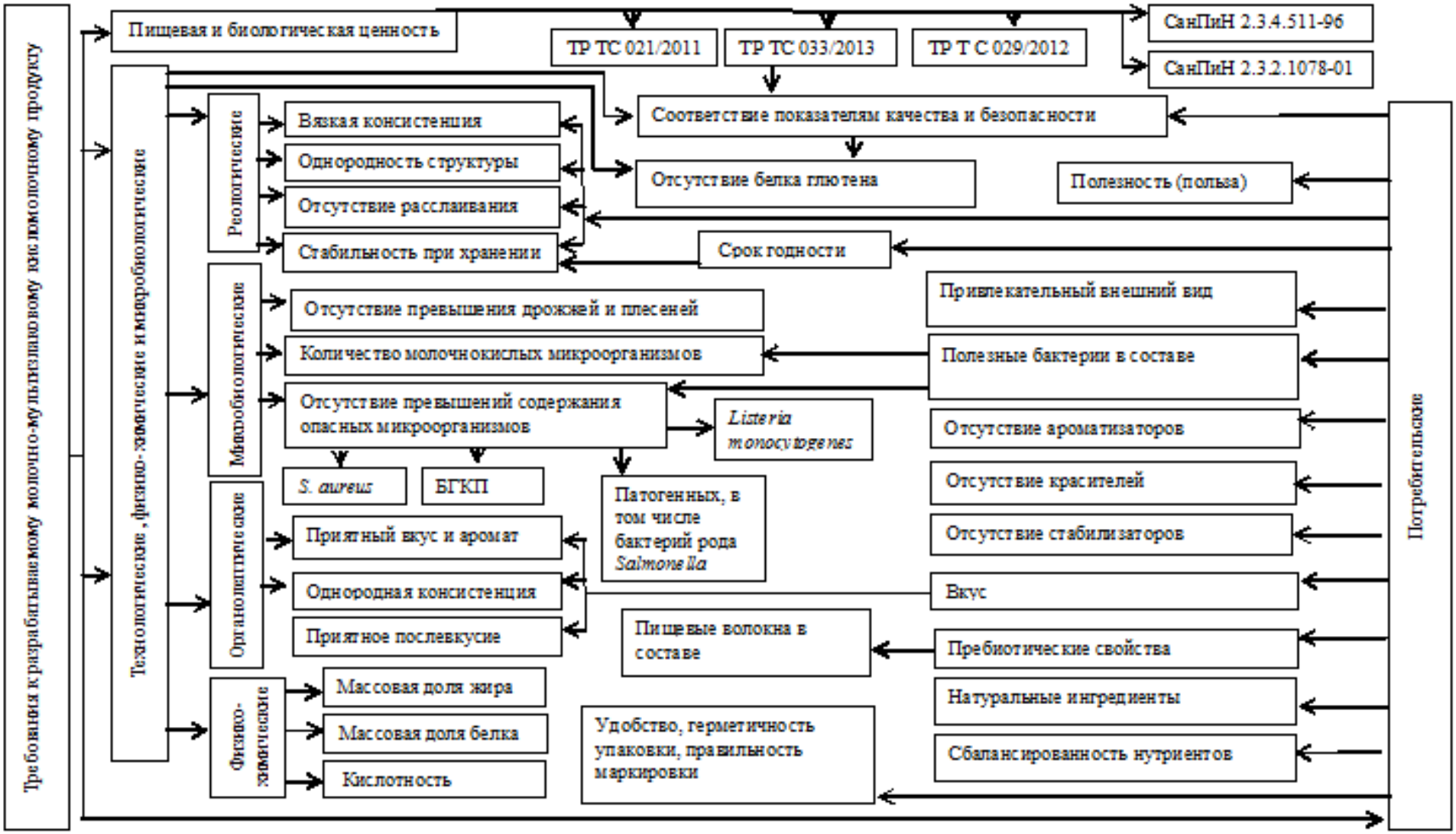


Рис9. Комплекс требований к разрабатываемому продукту (Дерево принятия решений)

В разработанном совокупном комплексе требований предусмотрено соответствие проектируемого продукта требованиям трех регламентов таможенного Союза: ТР ТС 021/2011 – «О безопасности пищевой продукции»; ТР ТС 033/2013 – «О безопасности молока и молочной продукции»; ТР ТС 029/2012 –«Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

Кроме того, учтены требования в части физико-химических, органолептических, микробиологических, реологических свойств и потребительских предпочтений.

3.3 Разработка технологии безглютенового кисломолочного мультизлакового продукта

Принципиально, последовательность технологических операций была следующая: составляли молочно-мучную смесь, для чего в молоко вносили навески муки или смесь из нескольких видов муки, затем добивались однородной консистенции, после чего подвергали сквашиванию.

Поскольку молочно-мультизлаковая смесь обладает специфическими характеристиками, существенно отличающимися от молока, требовалось проведение комплексных исследований. Первостепенной задачей исследования являлось проведение типологического подбора заквасочной микрофлоры, позволяющего принципиально определить тип микрофлоры, применение которого позволит добиться наиболее приемлемых органолептических характеристик получаемого продукта.

После определения типа используемой заквасочной микрофлоры требовалось исследовать комплекс характеристик сквашенных молочно-мультизлаковых смесей. Для получения молочно-мучной смеси варьировали соотношения различных видов муки и массовую долю муки. В результате блока исследований по выбору рациональной дозировки муки в молоко отмечено, что гомогенной структуры удается добиться при широком диапазоне концентраций

муки в составе поликомпонентной смеси. Для проведения комплексных исследований были созданы варианты молочно-мультизлаковых смесей (образцы №1-№8, табл. 8), которые подвергали сквашиванию и всестороннему изучению.

3.3.1. Типологический подбор заквасочных культур для сквашивания молочно-мультизлаковых композиций

Для сквашивания молочно-мучной композиции необходимо было подобрать наиболее неприхотливую быстродействующую микрофлору для сквашивания, с использованием которой достигаются наилучшие органолептические характеристики. Основной задачей этапа являлся принципиальный подбор типа заквашивающей микрофлоры для сужения спектра возможных заквасок для сквашивания исследуемых молочно-мучных композиций.

Для исследования на данном этапе были выбраны закваски с наиболее часто используемым в промышленности микробным составом. В состав большинства кисломолочных продуктов входит термофильный стрептококк. Его различные штаммы способны образовывать как колющийся, так и вязкий сгусток. В связи с этим для типологического подбора были выбраны оба вида термофильного стрептококка. Также выбрана традиционная закваска для йогурта, состоящая из смеси двух видов молочнокислых бактерий – термофильного стрептококка и болгарской палочки. В России большой популярностью пользуются кисломолочные продукты с ярковыраженным сливочным вкусом и ароматом, для получения который применяют закваски мезфильных молочнокислых кокков, в состав которых, как правило, входит сливочный стрептококк. Таким образом, для типологического подбора заквасок были выбраны четыре закваски, состав, технологические характеристики и условные обозначения которых представлены в Табл.11.

Таблица 11. Характеристики заквасок, используемых для типологического подбора

Микрофлора закваски	Принятые в работе обозначения	Оптимальные температуры сквашивания, °С	Примечания
Streptococcus thermophilus	A	40±2	вязкий штамм
Streptococcus thermophilus	B	40±2	колющийся штамм
Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus	C	43±2	традиционная комплексная закваска для йогурта
Lactococcus lactis subsp. cremoris, Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis	D	28±2	закваска мезофильных кокков для сметаны

Для типологического подбора заквасочной микрофлоры были созданы пробные молочно-мучные смеси, в состав которых входило молоко и смесь из трех видов безглютеновой муки – рисовой, гречневой и кукурузной в равных количествах. Суммарное количество мучной смеси составило 3%. Молочно-мучную смесь подвергали пастеризации при температуре (70±2)°С с выдержкой 1 мин, после чего охлаждали для последующего внесения заквасок. Закваски вносили при температуре не выше 45°С во избежание термической инактивации микроорганизмов. Полученные заквашенные молочно-мучные смеси тщательно перемешивали, после чего проводили сквашивание при рекомендованных температурах (в соответствии с табл. 11).

Сквашивание проводили в течение 12 часов, в течение этого времени осуществляли визуальный осмотр и измеряли активную и титруемую кислотность. Первое (фоновое) измерение проводили сразу после внесения закваски, затем ежечасно.

На Рис.10 представлен характер изменения титруемой кислотности в течение сквашивания.

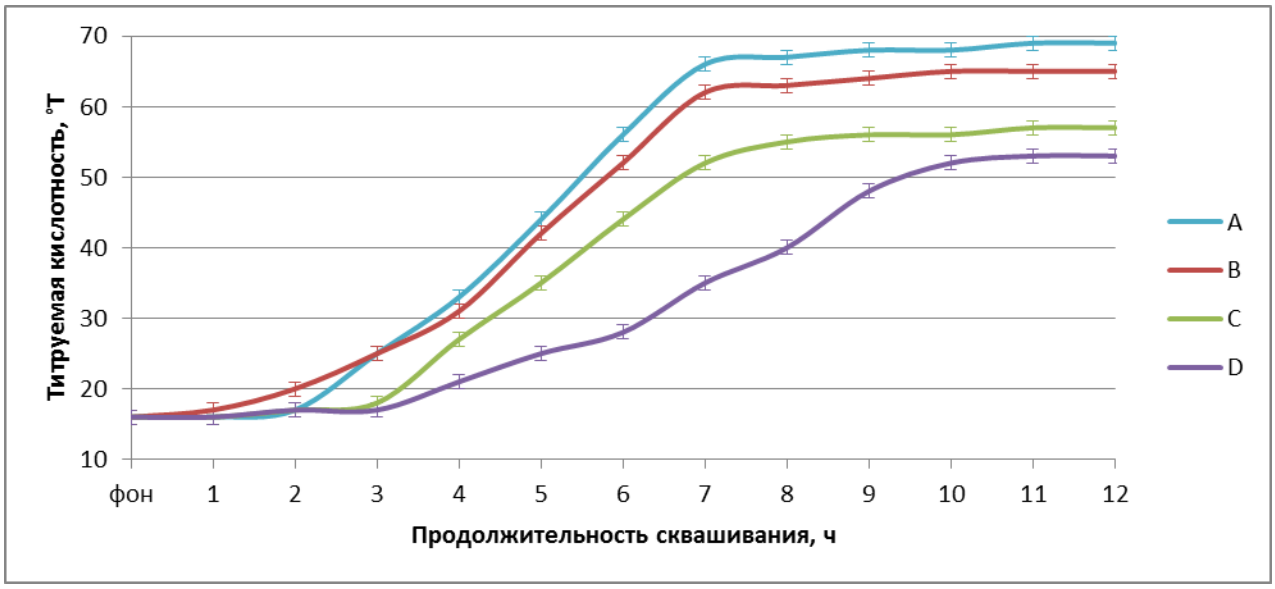


Рисунок 10. Характер изменения титруемой кислотности в процессе сквашивания

Как видно из представленных на рисунке данных, при использовании заквасок А и В нарастание кислотности происходило наиболее интенсивно, и после 7 часов нарастание кислотности останавливалось, наступала стационарная фаза развития, что свидетельствует об окончании протекания молочнокислого процесса, и, по сути, об окончании сквашивания. При этом титруемая кислотность на конец процесса составила для закваски А (69±2)°Т; для закваски В (65±2)°Т. Через 8 часов было отмечено небольшое выделение сыворотки на поверхности образцов, полученных с использованием закваски А. Образцы, полученные с использованием закваски В, выглядели более однородным, что, вероятнее всего, обусловлено свойством закваски образовывать вязкий сгусток. При использовании закваски С, нарастание титруемой кислотности проходило более плавно, стационарная фаза наступила через 8 часов эксперимента, и конечная тируемая кислотность была ниже, чем при использовании заквасок А и В, и составила (57±2)°Т. Образцы выглядели однородными в течение всего эксперимента. При использовании мезофильной закваски D нарастание титруемой кислотности происходило наиболее медленно и плавно, стационарная фаза наступила через 10 часов эксперимента. Значение конечной титруемой кислотности составило (53±2)°Т.

Параллельно с тируемой в течение эксперимента проводили измерения активной кислотности. Зависимость изменения активной кислотности от вида микрофлоры и продолжительности сквашивания представлена на рис.11.

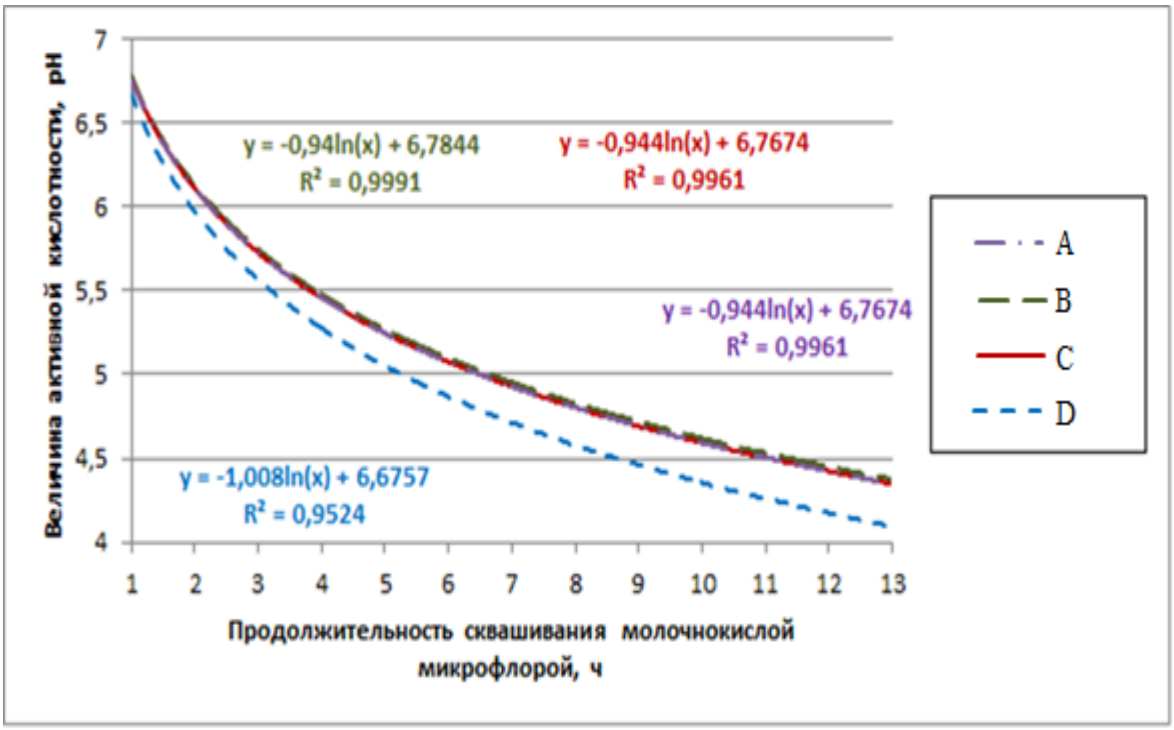


Рисунок 11. Зависимость изменения активной кислотности от продолжительности сквашивания и вида закваски

Как видно из представленных на графике данных, характер изменения активной кислотности в образцах, полученных с использованием заквасок A, B и C не зависит от типа заквасочной культуры. Характер изменения кислотности значительно отличался в образцах, сквашенных закваской D, что соотносится с данными исследования титруемой кислотности. Зависимость изменения активной кислотности всех образцов описывается логарифмическими уравнениями, коэффициент аппроксимации которых составляет от 0,95 до 0,99, что свидетельствует о достоверности полученных результатов.

По результатам проведенных исследований установлена длительность сквашивания молочно-мучной смеси: для заквасок A и B целесообразно сквашивание в течение 7 часов, для закваски C – 8 часов, для закваски D – 10 часов.

В полученных образцах определяли вязкостные характеристики. Поскольку кисломолочные продукты на основе молока являются неньютоновскими жидкостями, измерение условной вязкости проводили методом капиллярной вискозиметрии. Результаты исследования изменения условной вязкости образцов после сквашивания различными молочнокислыми микроорганизмами представлены на рис.12 . Исходная вязкость образцов составляла 25 с.

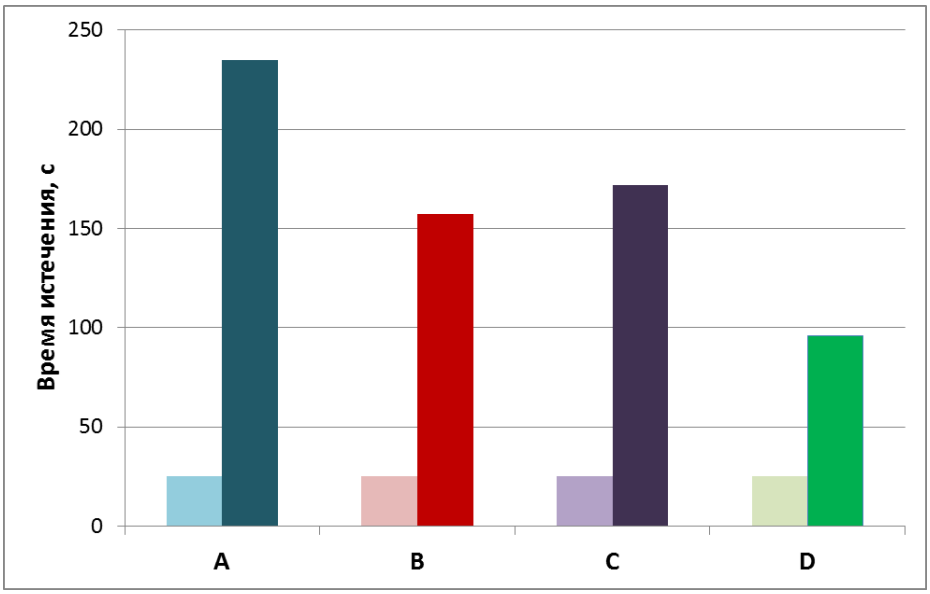


Рисунок 12 Изменение условной вязкости образцов после сквашивания выбранными заквасочными культурами.

Анализ полученных данных показал, что условная вязкость в образцах возросла в 3,5-10 раз в зависимости от вида заквасочной микрофлоры. Так, наивысшая условная вязкость отмечена в образцах, сквашенных закваской A, а наименьшая в образцах, полученных с использованием закваски D. Предположительно более плотная консистенция обусловлена структурообразующими свойствами термофильного стрептококка, входящего в состав заквасок A, B и C.

При органолептической оценке сквашенных образцов отмечено, что все они обладали приятными органолептическими показателями, в частности – кисломолочным вкусом, характерным приятным ароматом, привлекательным внешним видом. Нарушения консистенции в виде трещин поверхности сгустка и небольшого расслоения были отмечены в образце B и D. В образце D отмечен

посторонний, но положительный тон, присущий сметане – сливочный привкус. Предположительно он вызван ароматобразующей способностью лактококков, входящих в состав закваски.

В результате проведенного комплекса исследований и анализа полученных результатов проведен типологический подбор заквасочных культур для сквашивания молочно-мучной смеси. Выбор обусловлен комплексной оценкой по выбранным исследованным показателям. При использовании закваски С происходило быстрое нарастание титруемой кислотности, причем конечное значение было не столь высоко, как при использовании заквасок А и В, что положительно отразилось на вкусе и условной вязкости. В совокупности эти характеристики были оценены как наиболее подходящие для реализации поставленной задачи.

Таким образом, в результате выполнения этапа выбран тип закваски - С на основе термофильного стрептококка и болгарской палочки.

Впоследствии сквашивание всех экспериментальных образцов осуществляли именно этой закваской.

Были созданы экспериментальные образцы (состав которых представлен в таблице 8 правый столбец), которые подвергли дальнейшим исследованиям.

3.3.2 Комплексные исследования влияния компонентного состава продукта на показатели безопасности и качества

Исследование микробиологических показателей

Поскольку при проектировании продукта было определено, что наибольшей вероятностью обладают риски микробиологической природы, которые обусловлены как используемым молоком, так и смесью муки различных злаковых культур, особое внимание было уделено контролю микробиологических показателей. При этом, очевидно, что в разрабатываемом продукте должна присутствовать молочнокислая микрофлора в требуемых количествах и отсутствовать нежелательная.

Результаты исследования молочнокислой микрофлоры в образцах представлены на рис.13.

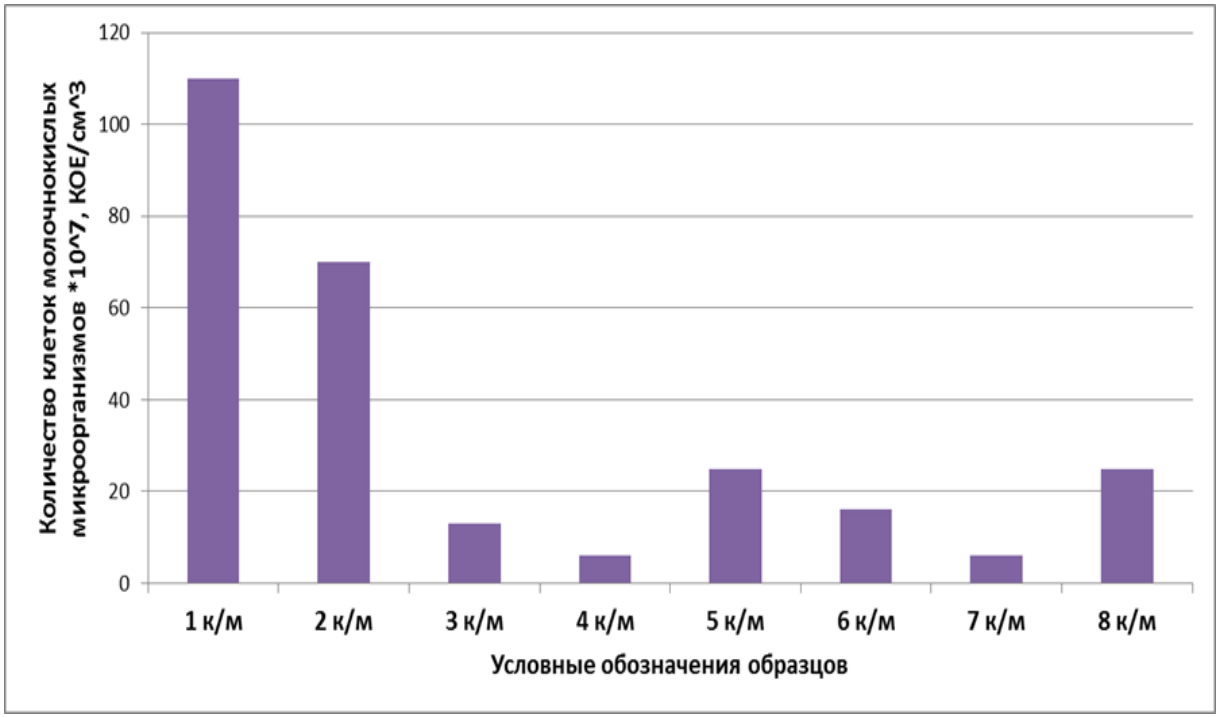


Рис.13 Количество клеток молочнокислых микроорганизмов в образцах

Как видно из представленных данных, титр молочнокислой микрофлоры во всех образцах превышал минимально требуемый для кисломолочных продуктов и составил не менее 6 $\times 10^7$ КОЕ/см3. Причем наибольший титр был отмечен в образцах с использованием гречневой муки и комбинаций гречневой и рисовой муки, и комбинации рисовой, гречневой и кукурузной муки.

Полученные варианты сквашенных мультизлаковых продуктов исследовали в соответствии с ТР ТС 033. Принимая во внимание, что полученные варианты продукта наиболее близки по составу к йогурту с наполнителями, при проведении микробиологических исследований ориентировались на показатели кисломолочных продуктов с наполнителями со сроком годности более 72 часов. Результаты исследования представлены в табл.12 .

Таблица 12 . Результаты исследования микробиологических показателей образцов кисломолочного мультизлакового продукта

Показатель	Норматив	Результат исследования
Количество м/к микроорганизмов	Не менее $1 \cdot 10^7$ КОЕ/см^3	$1 \cdot 10^7$ – $2{,}5 \cdot 10^8$ КОЕ/см^3
БГКП	Не допускается в 0,1 см^3	Не обнаружено в 0,01 см^3
Salmonella	Не допускается в 25 см^3	Не обнаружено в 25 см^3
Staphylococcus aureus	Не допускается в 1 см^3	Не обнаружено в 1 см^3
Дрожжи	Не более 50 в 1 см^3	Менее $1 \cdot 10^1$ КОЕ/см^3
Плесневые грибы	Не более 50 в 1 см^3	Менее $1 \cdot 10^1$ КОЕ/см^3
Listeria monocytogenes	Не нормируется	Не обнаружено в 25 см^3

Таким образом, данные приведенные на рис.13 и в табл.12 свидетельствуют о том, что исследованные образцы отвечают требованиям безопасности действующего законодательства.

Органолептические исследования

Как правило, при определении органолептических показателей новых молочных продуктов, проводят сравнение с существующими прототипами по ряду характеристик, выявляя их отличия и преимущества. Однако разработанные образцы кисломолочного продукта, который включает в себя молоко и три вида муки, не имеет прототипа и обладает уникальными сенсорными характеристиками, в связи с чем, общепринятый метод сравнительной оценки не отражает особенности органолептических показателей в полной мере. В связи с этим, была предпринята попытка использования стандартов ISO для разработки комплексной системы органолептического анализа объектов разработки.

Для составления полновесной характеристики органолептических показателей, варианты созданных сквашенных молочно-мучных продуктов были предложены дегустаторам. Причем в две ступени: «слепая» дегустация и «открытая» дегустация. При проведении «слепой» дегустации комиссия не обладала информацией о составе продукта, дегустаторам предоставлялась информация лишь о том, что это образцы сквашенного молочно-мультизлакового продукта. На этой ступени дегустаторам представлялся пустой бланк для

описания всех органолептических характеристик на своё усмотрение, а также впечатлений от продукта.

На второй ступени дегустаторам предлагалось провести органолептический анализ с применением метода треугольника, при этом им предоставлялась информация о виде использованной муки и её дозировке. На второй ступени предлагалось уточнить впечатления от продукта и распределить их по категориям: консистенция, цвет, запах, аромат (флейвор), вкус, и отдельно - общее впечатление. Была разработана анкета (А). В разделе анкеты «общее впечатление» необходимо было указать, какие органолептические показатели кажутся наиболее приятными, а какие – отталкивающими, каких оттенков не хватает, по мнению дегустаторов, для получения гармоничного вкуса, а какие избыточны.

Собранные дегустационные листы были проанализированы, и на их основе определены дескрипторы (табл.13), с применением которых возможно описать полную органолептическую гамму полученных вариантов продукта.

Таблица13 Ключевые дескрипторы

Консистенция	Цвет	Запах	Вкус
Плотный Рыхлый Вязкий Тянущийся Текучий Жидкий Однородный Неоднородный Мучнистый С осадком Комковатый	Белый Бело-кремовый Кремовый Светло-коричневый Желтоватый Бело-серый Желто-серый	Кисломолочный Сливочный Сметанный Кислый Гречневый Рисовый Кукурузный Хлебный	Кислый Кисломолочный Йогуртный Привкус каши Привкус сметаны

В результате совместного анализа результатов органолептической оценки по показателям дескрипторы и части анкеты «общее впечатление» и был создан рейтинг, определены негативные и положительные характеристики каждого варианта продукта и разработаны балльные шкалы в каждой категории органолептических свойств: вкус, цвет, запах, консистенция (табл.14 -17)

Таблица 14 - Шкала запах

Градация	Балл	Качество	Характеристика
5	5	Отличное	Чистый кисломолочный, сливочный
4	4	Хорошее	Чистый кисломолочный с оттенками гречневого, и/или рисового, и/или кукурузного
3	3	Удовлетворительное	Чистый гречневый и/или рисовый, и/или кукурузный с оттенками кисломолочного
2	2	Плохое (едва приемлемое)	Хлебный
1	1	Очень плохое (неприемлемое)	Кислый Затхлый Плесневый

Таблица 15 - Шкала вкус

Градация	Балл	Качество	Характеристика
5	5	Отличное	Кисломолочный, Сливочный, сладковатый
4	4	Хорошее	Йогуртный, сладковатый
3	3	Удовлетворительное	Привкус сметаны, привкус каши
2	2	Плохое (едва приемлемое)	Кисловатый

1	1	Очень плохое (неприемлемое)	Кислый, горький, плесневый

Таблица16 . - Шкала аромат

Градация	Балл	Качество	Характеристика
5	5	Отличное	Приятный, свойственный кисломолочному продукту, привлекательный, вызывающий желание попробовать
4	4	Хорошее	Приятный, привлекательный. Возможны нотки аромата муки, входящей в рецептуру
3	3	Удовлетворительное	Не вызывающий неприятных ощущений
2	2	Плохое (едва приемлемое)	Не вызывающий неприятных ощущений, но и не вызывающий желания попробовать
1	1	Очень плохое (неприемлемое)	Неприятный отталкивающий

Таблица 17. - Шкала консистенция

Градация	Балл	Качество	Характеристика
5	5	Отличное	Вязкая, однородная
4	4	Хорошее	Плотная, однородная
3	3	Удовлетворительное	Тянущаяся, однородная
2	2	Плохое (едва приемлемое)	Мучнистая, однородная
1	1	Очень плохое (неприемлемое)	Жидкая, неоднородная, комковатая, с осадком

С применением разработанных шкал, проведена комплексная органолептическая оценка вариантов молочно-мультизлаковых продуктов и построена профильная балльная диаграмма (рис. 14)

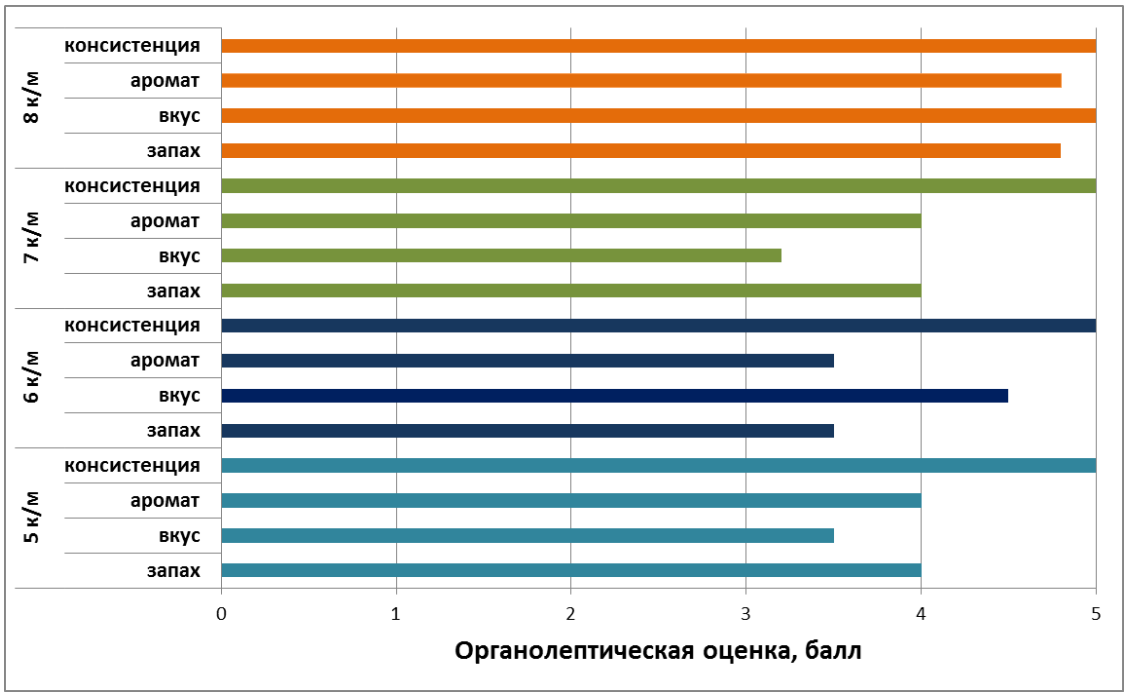


Рисунок 14 Профильная балльная диаграмма органолептической оценки образцов

Как видно из представленных в диаграмме данных, все разработанные варианты продукта обладали вязкой и однородной консистенцией, без проявлений синерезиса. Образец с гречневой и рисовой мукой обладал чистым кисломолочным запахом с превалированием гречневого тона, при помещении в рот и разминании языком ощущался привкус, присущий молочно-мультизлаковым продуктам, названный в работе как «привкус каши». Во время анализа ощущался аромат гречки. Образец с гречневой и кукурузной мукой имел чистый кисломолочный запах, который перебивался гречневым и слабым кукурузным, однако в послевкусии и аромате ощущался чрезмерный гречневый аромат. Образец обладал кисломолочным вкусом с ощутимым гречневым привкусом. Молочно-мультизлаковый вариант продукта с рисовой и кукурузной мукой имел кисломолочный сладковатый вкус с оттенком кукурузного и «привкусом каши», кисломолочный запах с ароматом кукурузы. Образец молочно -мультизлакового продукта с гречневой, рисовой и кукурузной мукой отличался наиболее сбалансированным вкусом и запахом со слабым кукурузно-гречневым

ароматом, но превалирующе – кисломолочным. Ощущался слабый гречневый запах.

При растирании языком образцов по нёбу и проглатывании отмечается сенсорный шлейф послевкусий. В связи с этой особенностью, был проведен этап, описывающий интенсивность заданных характеристик после однократного применения стимула для оценки изменения характеристик в течение периода времени. Полученные результаты визуализированы в виде полукруглых диаграмм, демонстрирующих согласованные профили разработанных вариантов продукта, на которых стрелками показаны рейтинги интенсивности показателей послевкусия (Рис.15-18).

Рисунок 15 Согласованный профиль образца продукта (5 к/м), содержащего гречневую и рисовую муку с рейтингами интенсивности послевкусия

Рисунок 16 Согласованный профиль образца продукта (6 к/м), содержащего гречневую и кукурузную муку с рейтингами интенсивности послевкусия

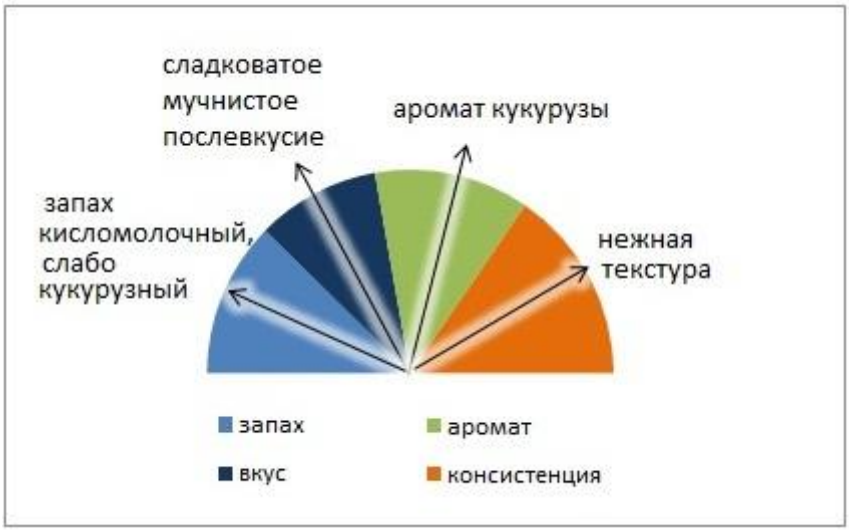


Рисунок 17 Согласованный профиль образца продукта (7 к/м), содержащего рисовую и кукурузную муку с рейтингами интенсивности послевкусия

Рисунок 18 Согласованный профиль образца продукта (8 к/м), содержащего гречневую, рисовую и кукурузную муку с рейтингами интенсивности послевкусия

При органолептическом исследовании образцов продукта были отмечены следующие особенности, не присущие сквашенному молоку.

Образцам с гречневой и рисовой мукой был присущ кисломолочный запах с превалированием гречневых нот. При помещении пробы в рот ощущался сильный мучнистый привкус, охарактеризованный как «привкус каши», который быстро пропадал. Консистенция этого варианта была однородной, обволакивающей, вязкой. Цвет варьировался от светло-бежевого до бежевого. Такая колеровка обусловлена цветом использованной гречневой муки. Отмечено, что рисовая мука в составе данного варианта не предопределяла вкус и послевкусие, вероятно

вследствие менее выраженного комплекса органолептических свойств, по сравнению с гречневой мукой.

Образцы с гречневой и кукурузной мукой имели слабый желтовато-буроватый оттенок, обусловленный цветом использованных видов муки. Запах этого варианта продукта был кисломолочный с гречневым тоном. Аналогично варианту с гречневой и рисовой мукой, превалирующие органолептические характеристики присущи гречневой муке. Вкус данного варианта кисломолочный с гречневым ароматом. Консистенция однородная, мягкая, вязкая.

Образцы с рисовой и кукурузной мукой имели желтоватый цвет в связи с использованием окрашенной в желтый цвет муки. Запах кисломолочный с ароматом кукурузы. Как и в варианте с гречневой и рисовой мукой, в данном образце отмечено проявление «привкуса каши», которое так же быстро пропадало. Консистенция однородная, вязкая.

Образцы с использованием гречневой, рисовой и кукурузной муки обладали наиболее гармоничным вкусом и ароматом. Цвет проб был слабо бежевым. Вкус кисломолочный, сладковатый. В аромате угадываются ноты кукурузной и гречневой муки с превалирующим ароматом кисломолочного продукта. Консистенция обволакивающая, вязкая, однородная.

В разработанных вариантах продукта не были обнаружены такие негативные органолептические характеристики, как кислый запах или вкус, плесневый аромат, затхлый вкус, хлебный запах горький вкус и проч. Консистенция всех разработанных вариантов была однородной, плотной, вязкой.

При разработке вариантов сквашенных молочно-мучных продуктов было уделено большое внимание достижению их гармоничной вкусоароматической гаммы.

В связи с этим при составлении органолептических профилей все показатели в совокупности принимали за 100% и, по распределению ключевых показателей в полукруглой диаграмме, делали вывод о гармоничности вкуса. В табл.18 представлен «органолептический вклад» каждого из видов используемой муки в составе образцов продукта.

Таблица18 Ориентировочный вклад каждого из видов используемой муки в общий органолептический профиль образцов продукта

Ключевые органолептические показатели	Варианты кисломолочного мультизлакового продукта			
	5 к/м	6 к/м	7 к/м	8 к/м
	Доля показателя в общей вкусоароматической гамме, %			
запах	24	21	25	24
вкус	21	27	20	26
аромат	24	21	25	24
консистенция	30	30	31	26

Как видно из представленных данных, в образце с гречневой и рисовой мукой недостаточно выражен вкус, в гречнево-кукурузном варианте превалирует сенсорные впечатления консистенции а аромат выражен слабо.

Наиболее сбалансированным является кисломолочный гречнево-рисово-кукурузный вариант, так как в нем равномерно распределены все органолептические характеристики.

Таким образом, в результате проведенного этапа исследований разработан системный подход осуществления комплексной органолептической оценки продуктов сложного сырьевого состава, гармонизированный с международными стандартами ISO. Проведена органолептическая оценка разработанных образцов кисломолочного мультизлакового продукта различного состава.

Исследование вязкости образцов и степени синерезиса

Поскольку, как было отмечено в главе 3.3.1, вязкость полученных образцов значительно выше, чем у сквашенного молока, представляло интерес определить условную и динамическую вязкость полученных образцов с различными видами используемой муки.

После окончания сквашивания молочно-мучной смеси, происходит её уплотнение. Тем не менее, проведенные исследования образцов показали, что условная вязкость не зависит от вида используемой муки при условии равной

массовой доли муки в составе продукта, но зависит от температуры образца, времени и интенсивности перемешивания. Так, при температуре смеси (23±2)°С и массовой доли муки 5% условная вязкость всех образцов составляла от 230 до 245 с. (рис.19)

При определении степени синерезиса отмечено, что влагосвязывающая способность муки способствует формированию гомогенной однородной консистенции полученных сквашенных комбинаций продукта. Тем не менее, во времени, отмечено незначительное расслаивание с отделением жидкой фазы при хранении в нерегулируемых условиях через 7 сут, а при хранении в рекомендованных условиях при (4±2)°С - через 18 сут. При этом, степень синерезиса составила, соответственно 12% и 8 %. Причем, этот показатель зависел от качества диспергирования молочно-мучной смеси до ее сквашивания.

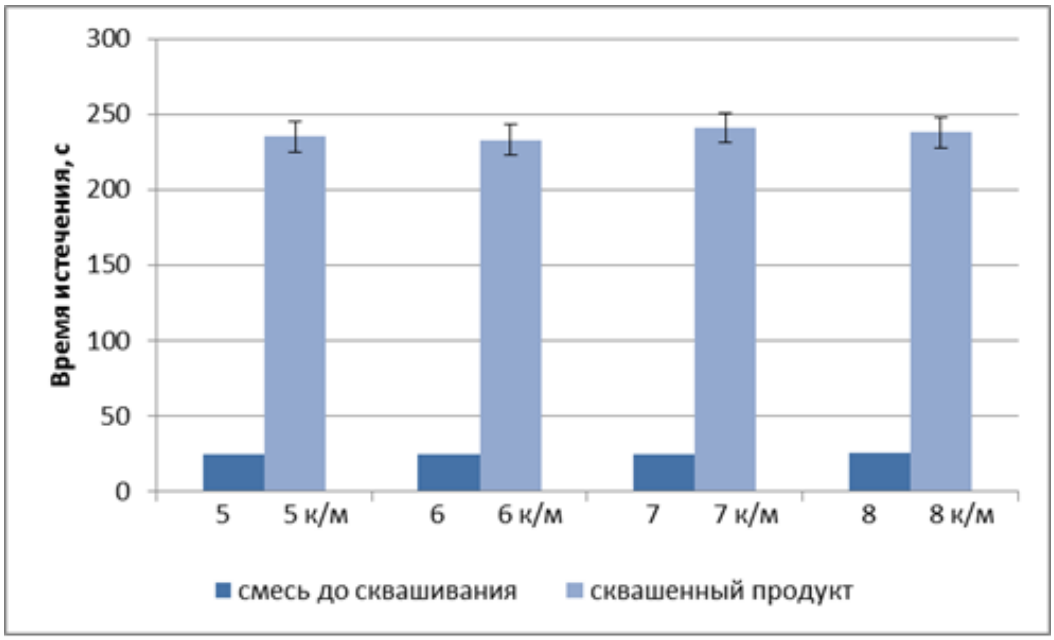


Рисунок 19 –Условная вязкость образцов

Исследование зависимости динамической вязкости от градиента напряжения показало (рис.20-23), что она описывается степенными уравнениями (Градиент напряжения на срез составил для варианта с гречневой и рисовой мукой – приблизительно 2,5 $с^{-1}$; для варианта с гречневой и кукурузной мукой 2,2 $с^{-1}$; для варианта с рисовой и кукурузной мукой – 1,5 $с^{-1}$). В образце, содержащем в составе рисовую, гречневую и кукурузную муку градиент напряжения на срез составил около 2,3 $с^{-1}$.

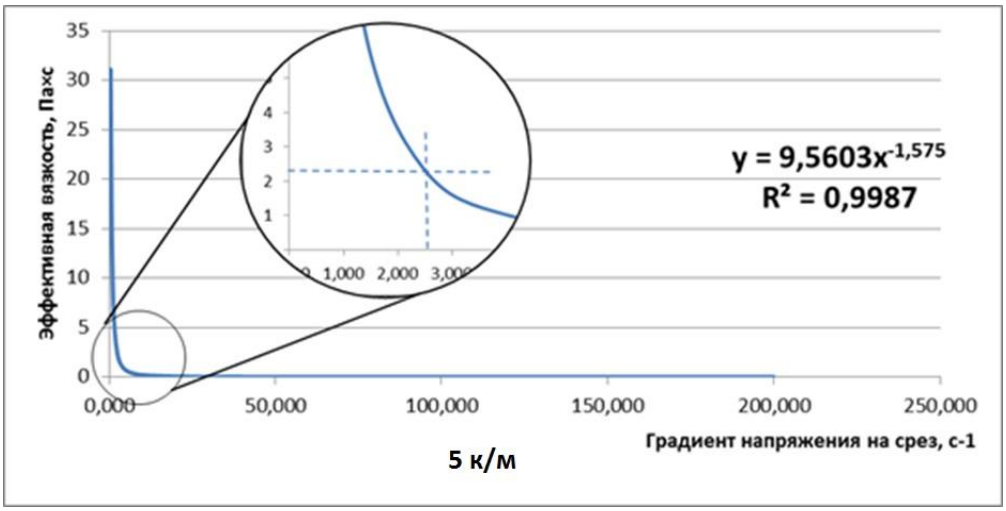


Рисунок 20 Зависимость динамической вязкости от напряжения образца 5 к/м

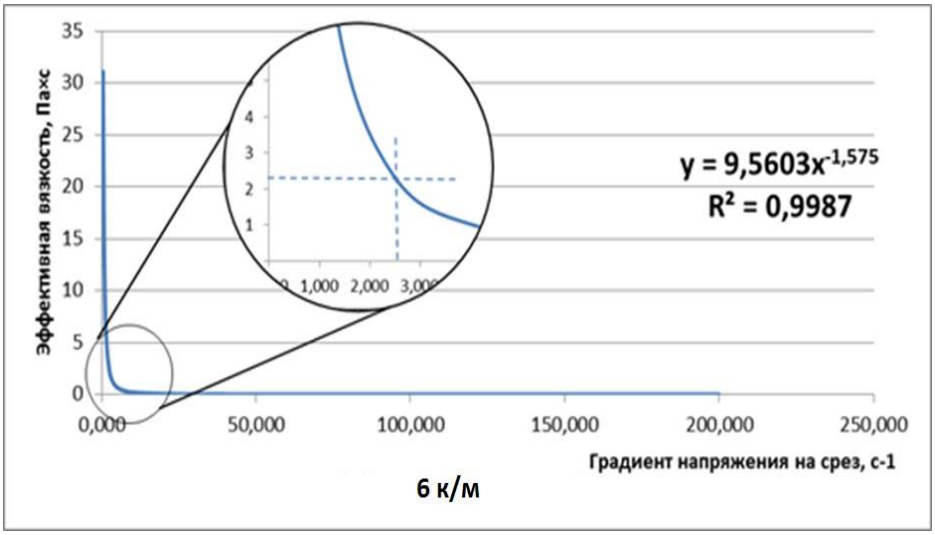


Рисунок 21 Зависимость динамической вязкости от напряжения образца 6 к/м

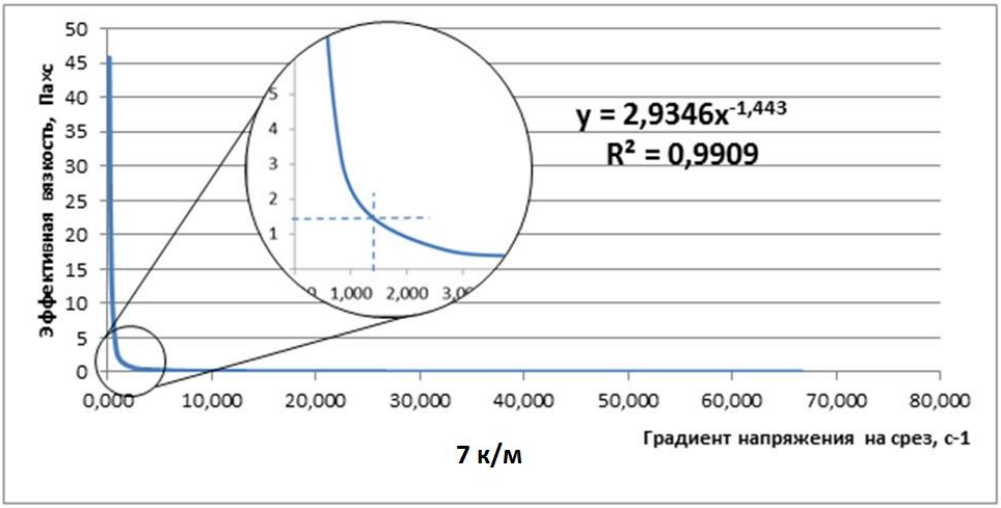


Рисунок 22 Зависимость динамической вязкости от напряжения образца 7 к/м

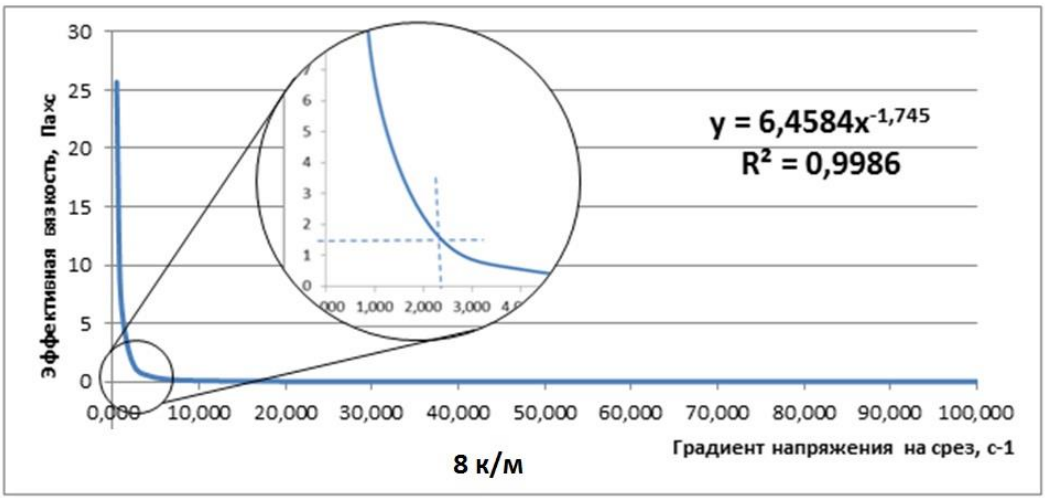


Рисунок 23 Зависимость динамической вязкости от напряжения образца 8 к/м

Определение пищевой, биологической и энергетической ценности разработанного кисломолочного мультизлакового продукта и его соответствие проектируемым показателям

Для подтверждения целевой функциональности разработанного продукта, проведено исследование его ценности и функциональности, в соответствии с деревом принятия решений (рис.9).

Исследование содержания глютена доказало его отсутствие во всех опытных образцах, что свидетельствует о достижении поставленной цели.

Исследование аминокислотного состава образцов продукта показало, что они богаты незаменимыми аминокислотами, содержание которых варьируется в зависимости от сочетаний видов муки.

Определено, что, лимитирующей аминокислотой всех экспериментальных образцов является изолейцин (рис.24).

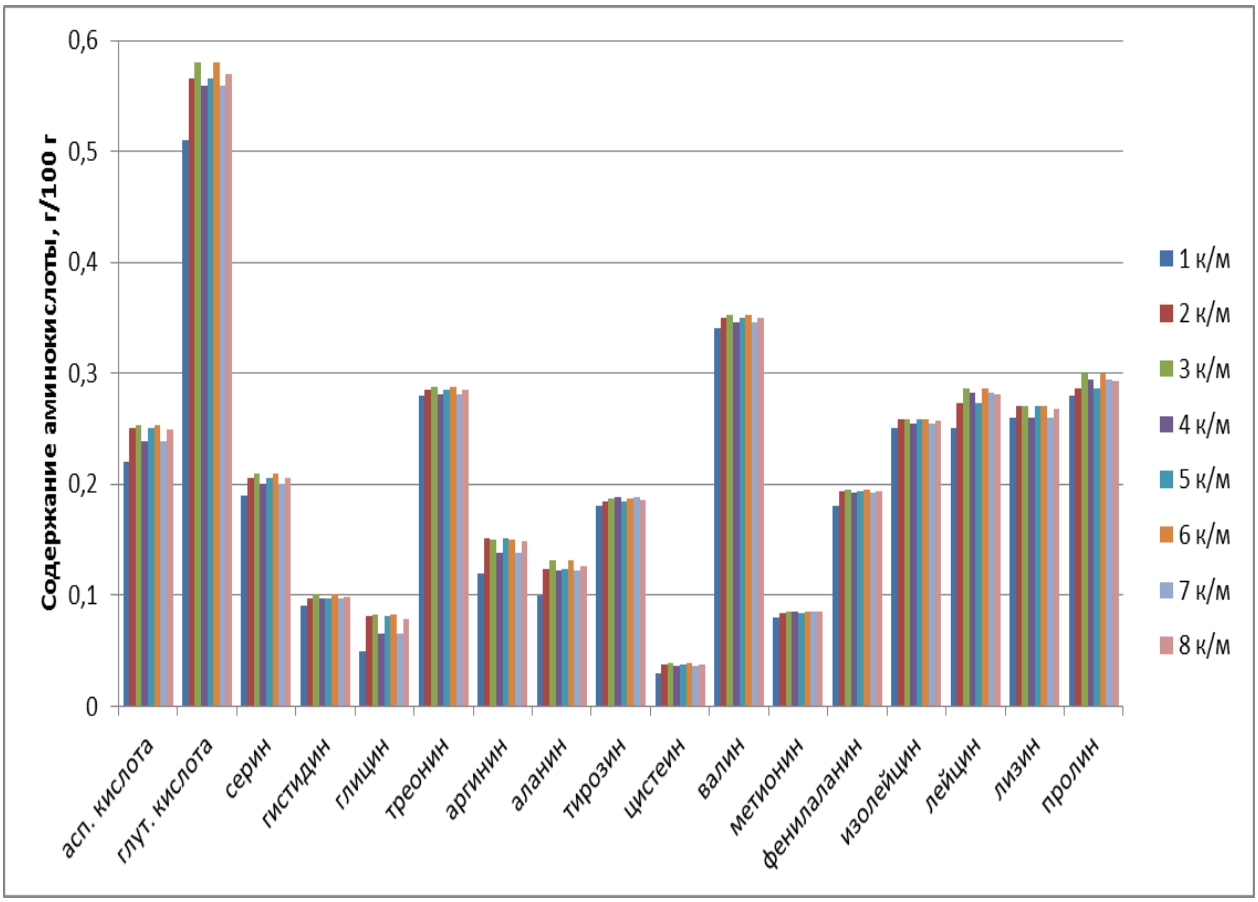


Рисунок 24. Содержание аминокислот в экспериментальных образцах

Концепция создания безглютенового кисломолочного мультизлакового продукта предполагает внесение композиции муки в молоко до введения ферментирующей микрофлоры. Согласно рабочей гипотезе, при использовании такой последовательности микрофлора не только сквашивает молоко, но и частично ферментирует муку, в результате чего, гипотетически, может повыситься усвояемость получаемого продукта.

Рассчитанный коэффициент утилитарности (рис.25) (общее количество усвояемых незаменимых аминокислот) в экспериментальных образцах повышен по сравнению со сквашенным молоком (контроль), что свидетельствует о повышенной биологической ценности разработанного продукта.

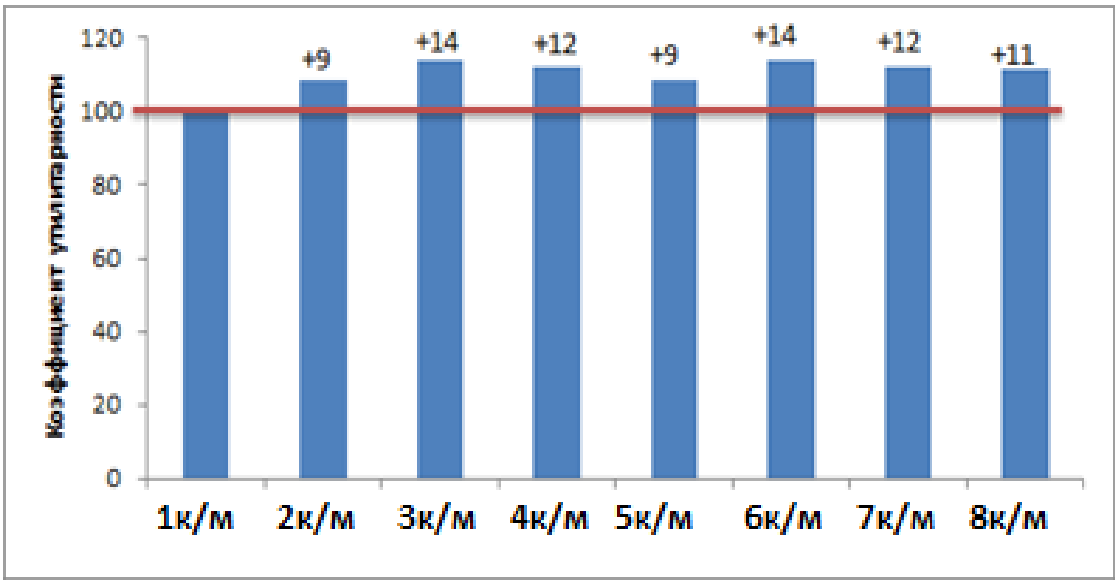


Рисунок 25 Коэффициент утилитарности образцов продукта

Технология получения продукта предусматривает использование молока с различной массовой долей жира. В зависимости от этого, биологическая и энергетическая ценность образцов продукта может колебаться (табл.18).

Однако, конечный вариант продукта решено вырабатывать на основе молока с массовой долей жира 3,2%, т.к. при этом, реализуется более полное удовлетворение потребительских предпочтений.

Таблица 18 Биологическая и энергетическая ценность образцов продукта

	С молоком м.д.ж. 3,2%				С молоком м.д.ж. 0,05%			
	Белок	Жир	Углеводы	Энерг. ценность Ккал	Белок	Жир	Углеводы	Энерг. ценность Ккал
	г/100 г				**г/100 г**			
1 к/м	3,2	3,2	4,8	61,0	3,3	0,05	5,0	33,9
2 к/м	3,7	3,1	8,2	75,6	3,8	0,1	8,4	49,8
3 к/м	3,4	3,1	8,6	75,7	3,5	0,1	8,8	50,0
4 к/м	3,4	3,1	8,2	74,4	3,5	0,1	8,4	48,7
5 к/м	3,6	3,1	8,4	75,6	3,7	0,1	8,6	49,9
6 к/м	3,6	3,1	8,2	75,0	3,7	0,1	8,4	49,2
7 к/м	3,4	3,1	8,4	75,1	3,5	0,1	8,6	49,3
8 к/м	3,6	3,1	8,3	75,3	3,7	0,1	8,5	49,6

Поскольку в конечный вариант продукта может вводиться мальтодекстрин и инулин для усиления его функциональности, представляло интерес определить

влияние введения этих ингредиентов на пищевую и биологическую ценность получаемого продукта. Результаты исследования тех же образцов, в состав которых введено 1,2г/кг мальтодекстрина и 1,2 г/кг инулина приведены в табл 19.

Таблица 19 Биологическая и энергетическая ценность образцов продукта с мальтодекстрином и инулином.

	С молоком м.д.ж. 3,2%				С молоком м.д.ж. 0,05%			
	Белок	Жир	Углеводы	Энерг. ценность Ккал	Белок	Жир	Углеводы	Энерг. ценность Ккал
	г/100 г				**г/100 г**			
1* к/м	3,2	3,2	5,9	65,4	3,3	0,05	6,1	38,7
2* к/м	3,7	3,1	9,3	80,0	3,8	0,1	9,4	54,7
3* к/м	3,4	3,1	9,7	80,1	3,5	0,1	9,9	54,8
4* к/м	3,4	3,1	9,3	78,9	3,5	0,1	9,4	53,6
5* к/м	3,6	3,1	9,5	80,0	3,7	0,1	9,6	54,7
6* к/м	3,6	3,1	9,3	79,4	3,7	0,1	9,4	54,1
7* к/м	3,4	3,1	9,5	79,5	3,5	0,1	9,6	54,2
8* к/м	3,6	3,1	9,4	79,7	3,7	0,1	9,5	54,4
*вместе с закваской вносили инулин и мальтодекстрин								

Анализ таблиц 18 и 19 показывает, что введение мальтодекстрина и инулина в означенных выше количествах, не влияет на содержание белка и жира в образцах, однако, в среднем, на 1 г/100 г увеличивает количество углеводов и, соответственно, несколько увеличивает энергетическую ценность образцов.

Однако, очевидно, что при меньшей дозировке этот эффект совсем незначителен и, практически, отсутствует.

Проведено исследование жирно-кислотного состава сквашенного образца, содержащего смесь муки трех культур, (№8 к/м) т. е. мультизлакового. (табл. 21). Для сравнения, исследован жирнокислотный состав сквашенного образца, не содержащего муку, т.е. сквашенного молока (№ 2 к/м), представленный в табл. 20.

Следует отметить определенные сложности в части пробоподготовки при проведении исследований, т.к. используемые образцы продукта имели массовую долю жира всего 3%, что обусловлено массовой долей жира используемого молока.

Анализ полученных данных показал, что в образце с мукой появились в незначительном количестве пентадекановая кислота, цис-10-пентадекановая кислот и маргариновая кислота; увеличено содержание лауриновой, пальмитиновой, арахидоновой кислот, относительно сквашенного молока.

Таблица 20 Жирнокислотный состав образца № 1 к/м

Наименование показателя	Единица измерения	Результат испытаний	Расчетная погрешность
Масляная кислота $C_{4:0}$	%	2,44	±0,11
Капроновая кислота $C_{6:0}$	%	1,54	±0,10
Каприловая кислота $C_{8:0}$	%	0,95	±0,05
Каприновая кислота $C_{10:0}$	%	2,22	±0,12
Деценовая кислота $C_{10:1}$	%	0,25	±0,02
Лауриновая кислота $C_{12:0}$	%	2,71	±0,10
Миристиновая кислота $C_{14:0}$	%	10,15	±0,29
Миристолеиновая кислота $C_{14:1}$	%	0,87	±0,04
Пальмитиновая кислота $C_{16:0}$	%	30,44	±0,37
Пальмитолеиновая кислота $C_{16:1}$*	%	1,69	±0,09
Стеариновая кислота $C_{18:0}$	%	12,19	±0,28
Олеиновая кислота $C_{18:1}$*	%	27,42	±0,31
Линолевая кислота $C_{18:2}$*	%	2,85	±0,12
Линоленовая кислота $C_{18:3}$*	%	0,42	±0,05
Арахиновая кислота $C_{20:0}$	%	0,22	±0,02
Бегеновая кислота $C_{22:0}$	%	0,03	±0,01

Таблица 21 Жирнокислотный состав образца № 8 к/м

Наименование показателя	Единица измерения	Результат испытаний	Расчетная погрешность
Масляная кислота $C_{4:0}$	%	1,55	±0,03
Капроновая кислота $C_{6:0}$	%	0,77	±0,01
Каприловая кислота $C_{8:0}$	%	0,06	±0,01
Каприновая кислота $C_{10:0}$	%	1,70	±0,02
Лауриновая кислота $C_{12:0}$	%	3,66	±0,00
Миристиновая кислота $C_{14:0}$	%	10,82	±0,6
Миристолеиновая кислота $C_{14:1}$	%	0,31	±0,01
Пентадекановая кислота $C_{15:0}$	%	1,14	±0,02
Цис-10-пентадекановая кислота $C_{15:1}$	%	2,32	±0,03
Пальмитиновая кислота $C_{16:0}$	%	35,10	±0,09
Пальмитолеиновая кислота $C_{16:1}$	%	1,76	±0,03
Маргариновая кислота $C_{16:1}$	%	0,51	±0,01
Стеариновая кислота $C_{18:0}$	%	11,56	±0,06
Олеиновая кислота $C_{18:1}$	%	24,55	±0,11
Линолевая кислота $C_{18:2}$	%	3,00	±0,5
Арахиновая кислота $C_{20:0}$	%	0,04	±0,01
Арахидоновая кислота $C_{20:4}$	%	1,20	±0,03

Определение жирнокислотного состава свидетельствует, что продукт содержит 17 жирных кислот.

Готовый кисломолочный мультизлаковый продукт в небольших количествах содержит арахидоновую (1,2%) и линолевую (3,0%), которые относятся к Омега-6 полиненасыщенным жирным кислотам.

3.3.3 Технология кисломолочного мультизлакового продукта и определение его сроков годности

В соответствии с предлагаемой технологией после этапов приемки сухого молока и муки, который предусматривает обязательный контроль их показателей безопасности и качества. Параллельно должны осуществляться операции восстановления молока и его пастеризации, а также, составление смеси муки. Следующим этапом является составление молочно-мучной смеси. Для этого в восстановленное пастеризованное молоко при постоянном перемешивании вводят гречневую или рисовую или кукурузную муку или их смесь, добиваясь гладкой гомогенной консистенции.

Что касается рецептурного состава, то проведенными исследованиями, результаты которых обсуждены в предыдущих разделах, определено, что базовым компонентом продукта является молоко, массовая доля которого в составе продукта составляет 90-95 %, а смесь муки составляет не более 5%. Это обусловлено сложностью реализации технологии в части получения гомогенной молочно-мучной смеси Введение других ингредиентов (мальтодекстрина, инулина, пищевых добавок) при таком принципиальном соотношении, составляет небольшую долю – 1,5 -6,5 %, пропорционально уменьшающую содержание базовых компонентов в молочно-мучной основе.

Концепция создания безглютенового кисломолочного продукта предполагает внесение композиции муки в молоко до введения ферментирующей микрофлоры.

Согласно рабочей гипотезе, при использовании такой последовательности микрофлора ферментирует не только компоненты молока, но и частично ферментирует муку, в результате чего, гипотетически, может повыситься усвояемость получаемого продукта.

Связывая влагу, мука при внесении в молоко, приобретает тестообразную консистенцию. По этой причине на этапе обоснования дозировки муки определен максимальный порог её внесения для получения молочно-мучной смеси в целях

производства питьевого варианта продукта. Для составления молочно-мучной смеси в пастеризованное и охлажденное молоко в условиях диспергирования при температуре (60-68)°С вносили подготовленную заранее муку или смесь муки, общим количеством, не превышающим 5%. Такой технологический подход позволяет получить гомогенную молочно-мучную смесь. При повышении дозировки наблюдается существенное загустевание молочно-мучной смеси, что приводит к усложнению внесения закваски и её неравномерному распределению.

Принимая во внимание, что дальнейшее сквашивание молочно-мучной смеси осуществлялось при температурах, близких к оптимуму развития большинства патогенных, условно-патогенных и санитарно-показательных микроорганизмов, обязательным требованием к молочно-мучной смеси являлась её микробиальная чистота.

Поскольку используемая мука не стерильна, режимы сквашивания смеси могут спровоцировать рост незаквасочных микроорганизмов, в настоящей работе были приняты ужесточенные критерии микробиологической безопасности (табл.22). Это корреспондируется с реализацией стратегии обеспечения высокого уровня микробиологической безопасности, рассмотренной в разделе 3.1 и при проектировании продукта - раздел 3.2.

Таблица22 –Критерии микробиологической безопасности молочно-мучной смеси

Показатель	КМАФАнМ	БГКП	плесневые грибы	дрожжи	S. aureus
Норматив, принятый в работе	Не более $1 \cdot 10^3$ КОЕ/см^3	Не допускается в 1 см^3	Не более 10 КОЕ/см^3	Не более 10 КОЕ/см^3	Не допускается в 1 см^3

В результате проведенных исследований молочно-мучной смеси до диспергирования были отмечены превышения по количеству дрожжей и плесневых грибов, и существенное превышение КМАФАнМ. Количество бактерий группы кишечных палочек (БГКП) и S. aureus не превышали принятые нормативы.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости проведения второй температурной обработки молочно-мучной смеси перед ее заквашиванием.

Предложено проведения процесса диспергирования (гомогенизации) молочно-мучной смеси при повышенных температурах –(60 – 68)°С в течение 5-10 минут. Это позволяет, с одной стороны, обеспечить требуемую микробиологическую чистоту, и, с другой, исключить заваривание муки.

После диспергирования все образцы молочно-мучных смесей удовлетворяли требованиям микробиологической безопасности, принятых в работе, то есть выбранные режимы диспергирования обеспечивают микробиологическую безопасность получаемых молочно-мучных смесей.

После диспергирования молочно-мучные смеси остужали до температуры (37±2)°С и вводили ферментирующую микрофлору, после чего тщательно перемешивали для равномерного распределения микроорганизмов по объему молочно-мучной смеси.

Для определения типа ферментирующих микроорганизмов, был осуществлён принципиальный подбор базовой заквасочной микрофлоры, описанный в главе 3.3.1, в результате которого выбраны купажированные закваски для молочных продуктов производства Hr. Hansen, в состав которых входит термофильный стрептококк и болгарская палочка.

Сквашивание проводили при температуре (37±2)°С. В течение процесса производили отбор проб для микробиологического анализа оценки степени зрелости сгустка. О конце процесса судили по замедлению нарастания кислотности. Принимая во внимание, что основным компонентом смеси является молоко, на этом этапе исследования использовали методику определения титруемой кислотности. Результаты исследования представлены на рис.26 .

В связи с тем, что при использовании всех рассматриваемых видов муки, а также их комбинаций наблюдалась схожая динамика титруемой кислотности, на диаграмме представлена обобщенная кривая изменения активной кислотности молочно-мучных смесей в сравнении с контрольным образцом (молоко).

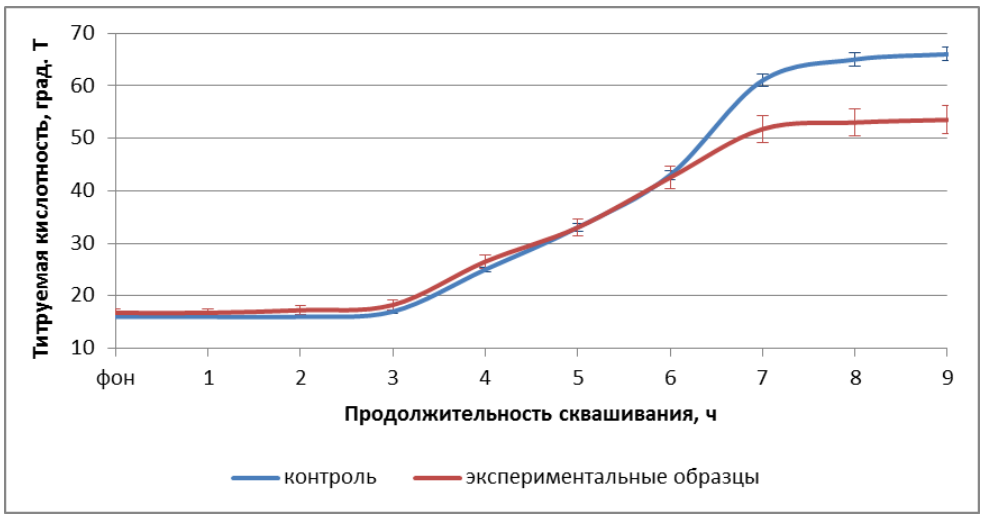


Рисунок 26. Динамика изменения титруемой кислотности в процессе сквашивания молочно-мучных смесей выбранными молочнокислыми микроорганизмами

Представленные на рисунке диаграммы отражают однотипность характера изменения титруемой кислотности. Но, после 6 часов сквашивания, нарастание титруемой кислотности молочно-мучных вариантов замедлилось, в то время как кислотность контрольных образцов продолжала увеличиваться. В результате проведенного этапа исследования определено время сквашивания молочно-мучных вариантов – 6,5-7,5 часов. При этом титруемая кислотность образцов составляет (53-55) °Т.

Кроме молока, муки и заквасочной микрофлоры, было предложено ввести в состав разрабатываемого продукта мальтодекстрин и инулин, которые расширяют диапазон его функциональности (глава 2.2).

Исследовано влияние внесения мальтодекстрина на процесс сквашивания, поскольку появилось предположение, что мальтодекстрин, являясь углеводом, может явиться питательной средой для развития микрофлоры и повлиять на процесс. Исследовано влияние динамики сквашивания образцов с различной мукой с внесением мальтодекстрина и без. При этом исследовали образцы с индивидуальными видами муки, т.е. смеси из данного исследования были исключены для чистоты эксперимента.

Результаты представлены на рис.27-30.

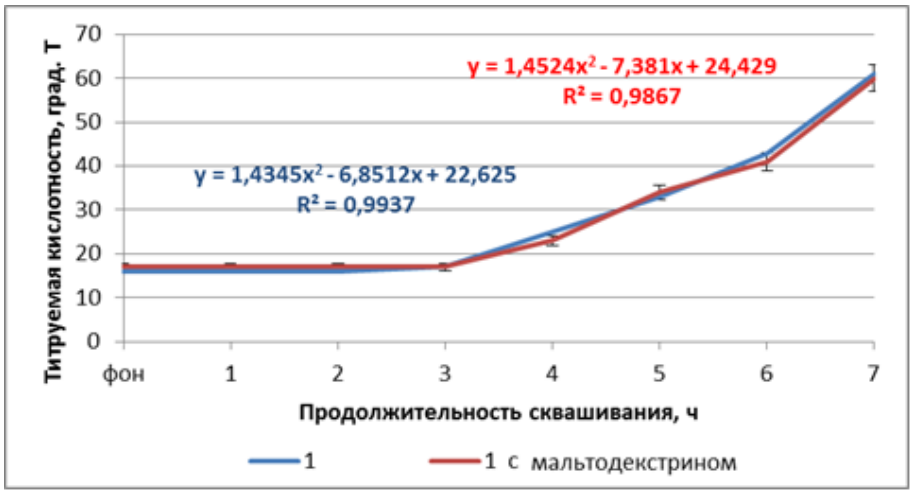


Рисунок 27. Динамика изменения титруемой кислотности в процессе сквашивания образца №1 (контроль) с мальтодекстрином

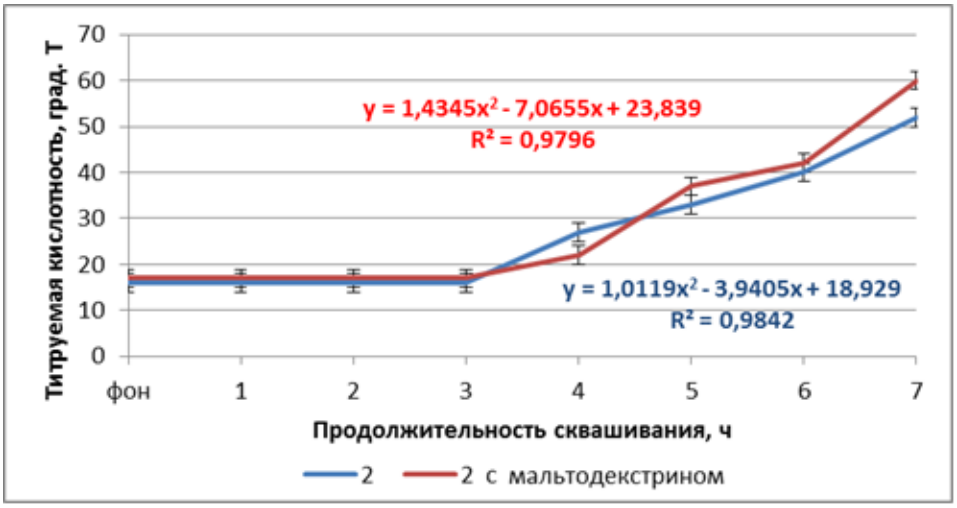


Рисунок 28. Динамика изменения титруемой кислотности в процессе сквашивания образца №2 с мальтодекстрином

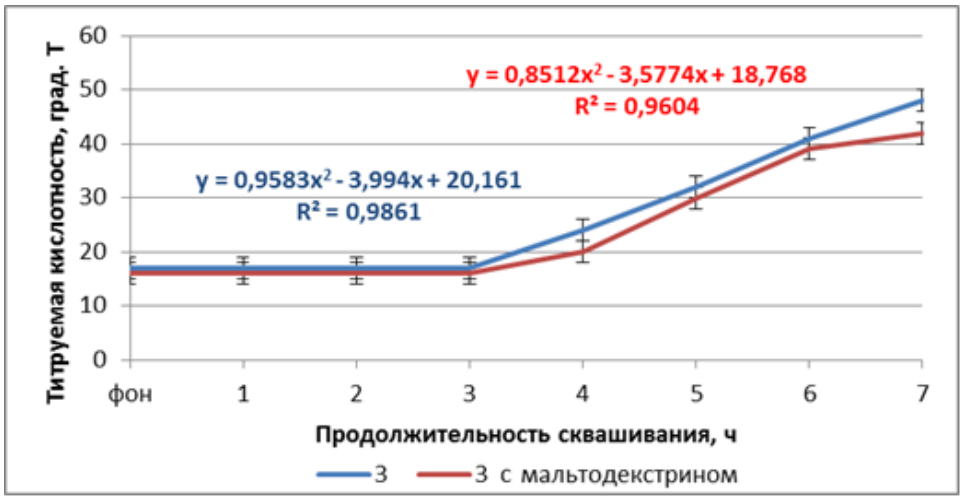


Рисунок 29. Динамика изменения титруемой кислотности в процессе сквашивания образца №3 с мальтодекстрином

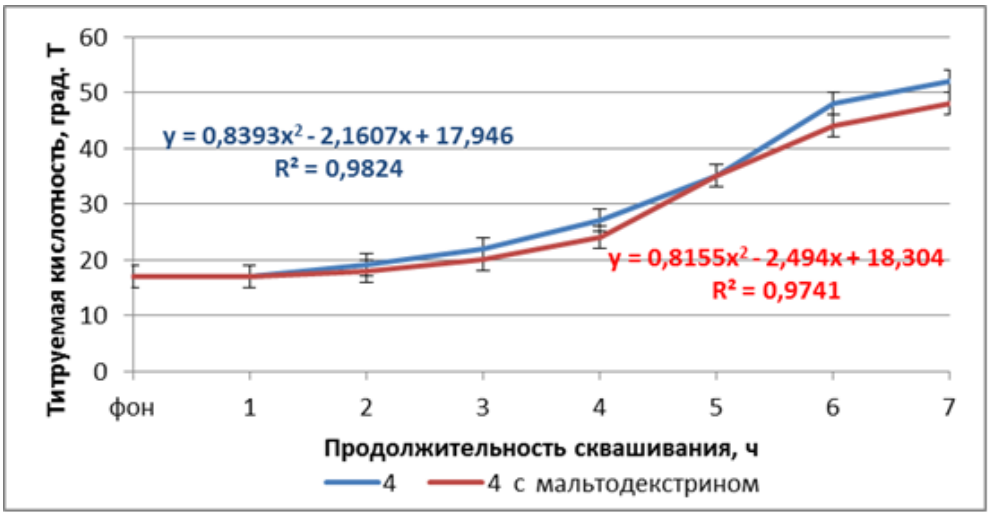


Рисунок 30. Динамика изменения титруемой кислотности в процессе сквашивания образца №4 с мальтодекстрином

Рассмотрение полученных зависимостей, доказывает, что внесение мальтодекстрина не влияет на процесс сквашивания молочно-мучных образцов всех использованных в настоящем исследовании видов муки.

Рекомендовано использование в рецептуре продукта до 1,5 масс% мальтодекстрина и до 1,5 масс% инулина.

По окончании процесса сквашивания, предусмотрено охлаждение полученного продукта до (18-20)°С и его фасование в полистирольные или полипропиленовые стаканчики с герметичным укупориванием крышкой-высечкой из фольги с термоадгезионным покрытием.

Готовый расфасованный продукт должен доохлаждаться и хранится при (4±2) °С.

Таким образом, отработана технология и предложена принципиальная технологическая схема получения кисломолочного мультизлакового продукта, представленная на рис. 31 и принципиальная аппаратурная схема, представленная на рис.32.

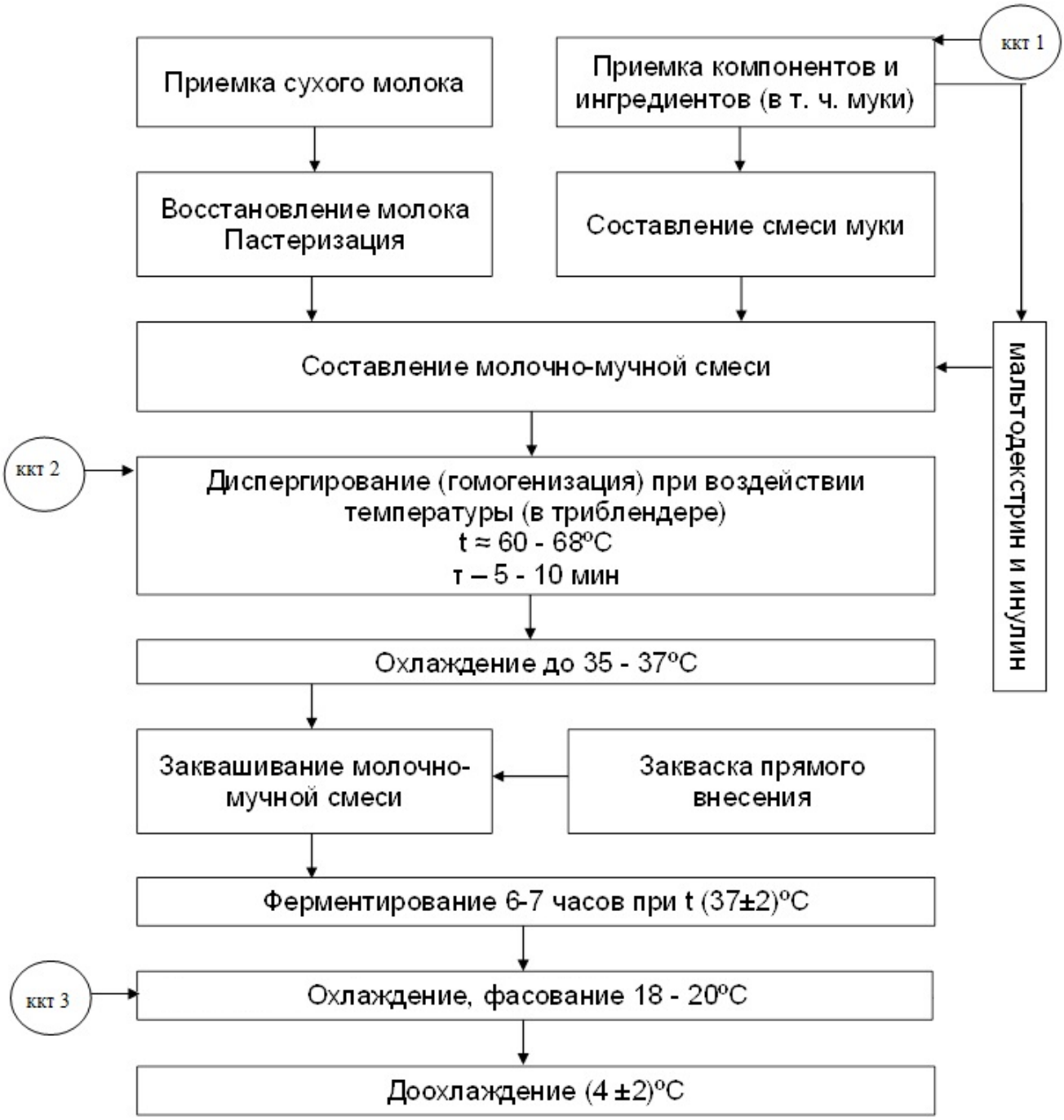
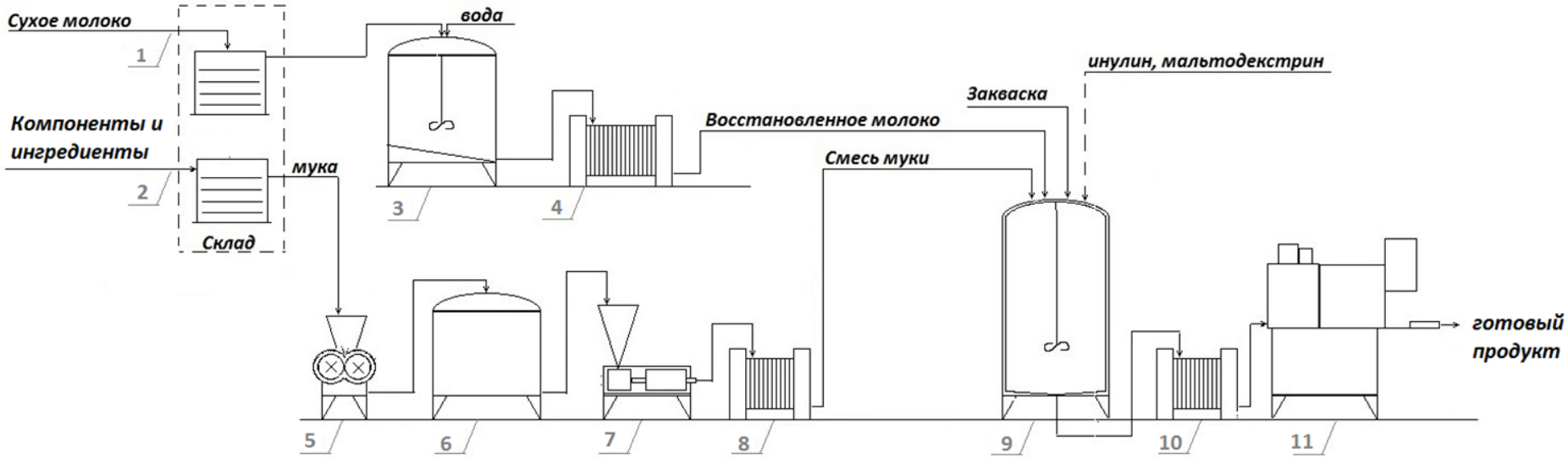


Рисунок 31. Принципиальная технологическая схема производства кисломолочного мультизлакового продукта с определением ККТ процесса



1 – Приемка сухого молока	*7 – Диспергирование (гомогенизация)*
2 – Приемка компонентов и ингредиентов, в том числе муки	*8 – Охлаждение до темп-ры заквашивания*
3 – Восстановление сухого молока	*9 – Внесение инулина и мальтодекстрина, заквашивание, сквашивание*
4 – Пастеризация восстановленного молока	*10 – Охлаждение кисломолочного молочно-мультизлакового продукта*
5 – Составление смеси муки	*11 - Фасование*
6 – Промежуточное хранение смеси муки	

Рисунок 32. Принципиальная аппаратурная схема получения кисломолочного мультизлакового продукта

Определение сроков годности разработанного кисломолочного мультизлакового продукта.

Для определения сроков годности продукта разработан график с программой контроля показателей безопасности и качества (табл.23)

Таблица 23 График оценки для определения сроков годности

Контролируемые показатели	Периодичность контроля, сутки						
	0 (фон)	5	7	10	13	15	20
Органолептические показатели							
Массовая доля жира							
Массовая доля белка							
Кислотность титруемая							
Кислотность активная							
Степень синерезиса							
Количество м/к микроорганизмов в 1 $см^3$							
БГКП (колиформы) в 0,01 $см^3$							
БГКП (колиформы) в 0,1 $см^3$							
Salmonella в 25 $см^3$							
Listeria monocytogenes в 25 $см^3$							
Staphylococcus aureus в 1 $см^3$							
Дрожжи в 1 $см^3$							
Плесени в 1 $см^3$							

Кисломолочный мультизлаковый продукт закладывали на хранение при (4±2)°С, отбирали пробы и исследовали в соответствии с разработанным графиком (табл.23). Результаты исследования показателей продукта в хранении представлены в табл.24

Таблица 24 Результаты оценки показателей продукта при хранении

Контролируемые показатели	Периодичность контроля, сутки						
	0 (фон)	5	7	10	13	15	20
Органолептические показатели							
Массовая доля жира, %							
Массовая доля белка, %							
Кислотность титруемая, °Т	52	52	53	54	54	55	55
Кислотность активная, pH	4,2		4,2		4,2		4,2
Степень синерезиса, %	0	2	4	5	7	9	9
Количество м/к микроорганизмов в 1 $см^3$	более 1×10^7 КОЕ		более 1×10^7 КОЕ		более 1×10^7 КОЕ		более 1×10^7 КОЕ
БГКП (колиформы) в 0,01 $см^3$	н/о					н/о	н/о
БГКП (колиформы) в 0,1 $см^3$	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Salmonella в 25 $см^3$	н/о			н/о		н/о	н/о
Listeria monocytogenes в 25 $см^3$	н/о			н/о		н/о	н/о
Staphylococcus aureus в 1 $см^3$	н/о					н/о	н/о
Дрожжи в 1 $см^3$	менее 1			менее 1			менее 1
Плесени в 1 $см^3$	менее 1			менее 1			менее 1

Органолептическую оценку продукта осуществляли при всех отборах проб. Показано, что на 20 сутки хранения вкус, запах и аромат продукта был чистым, без посторонних оттенков. Незначительно, но не критично увеличилась вязкость.

Массовая доля жира и массовая доля белка на конец срока хранения не менялась, по сравнению с контролем и составляла, соответственно 3% и 3,6%.

Титруемая кислотность увеличилась на 3°Т относительно нулевого значения, причем, незначительные изменения начались через 7 суток хранения; активная кислотность не изменилась.

В процессе хранения, осуществляли оценку степени синерезиса. Отмечена хорошая гомогенность образцов. Степень синерезиса через 20 суток хранения составила 9%.

Количество молочнокислых микроорганизмов в течение всего срока соответствовало предъявляемым требованиям и составляло более 1×10^7 КОЕ.

Посторонняя микрофлора и патогенные микроорганизмы не обнаружены.

Таким образом, определен срок годности разработанного кисломолочного мультизлакового продукта, который составил 14 суток.

3.4. Разработка плана ХАССП производства кисломолочного мультизлакового продукта

В процессе проектирования безглютенового кисломолочного мультизлакового продукта при оценке рисков (глава 3.1) были построены диаграммы анализа рисков с учетом вероятности их реализации. Определены точки, располагающиеся выше границы толерантности и на границе.

Разработка технологии и конкретизация технологических операций в совокупности с оценкой вероятности опасного фактора и тяжести последствий, позволила определить ККТ процесса, которые нанесены на принципиальную технологическую схему рис.31.

К ККТ отнесены:

$ККТ_1$ – приемка сухого молока;

$ККТ_2$ – приемка компонентов и ингредиентов, к которым относится гречневая, рисовая и кукурузная мука;

$ККТ_3$ – диспергирование молочно-мучной смеси (гомогенизация);

$ККТ_4$ – фасование кисломолочного мультизлакового продукта.

Разработан план ХАССП производства кисломолочного мультизлакового продукта, включающий Производственную программу обязательных мероприятий по предотвращению рисков и рабочие листы ХАССП. (табл.25-29)

При анализе рисков и разработке Плана подтвердилось, что основными факторами риска при производстве разработанного продукта являются микробиологические.

Таблица 25. Производственная программа обязательных мероприятий по предотвращению рисков

№ этапа согласно схеме	Наименование этапа	Узел проведения этапа	Группа (тип) опасного фактора	Риск	Меры предупреждения опасного фактора	№ ККТ
1	Приемка сухого молока	Склад	Микробиологический	+	Входной контроль микробиологических показателей	ККТ 1
			Химический	+	Входной контроль химических показателей	
			Физический	+	Соблюдение правил техники безопасности	
2	Приемка компонентов и ингредиентов, в том числе муки	Склад	Микробиологический	+	Входной контроль микробиологических показателей	ККТ 2
			Химический	+	Входной контроль химических показателей	
					Контроль глютена	
			Физический	+	Соблюдение правил техники безопасности	
3	Восстановление сухого молока	Резервуар восстановления сухого молока	Микробиологический	-	-	-
			Химический	-	-	
			Физический	+	Соблюдение правил техники безопасности	
4	Пастеризация	Пастеризационно-	Микробиологический	-	-	-

	восстановленного молока	охладительная установка	Химический	-	-	
			Физический	+	Соблюдение правил техники безопасности	
5	Составление смеси муки	Вальцы	Микробиологический	+	Соблюдение графика микробиологического контроля	-
			Химический	+	Соблюдение рецептуры	
			Физический	-	-	
6	Промежуточное хранение смеси муки	Танк промежуточного хранения муки	Микробиологический	+	Соблюдение графика микробиологического контроля	-
			Химический	-	-	
			Физический	+	Соблюдение правил техники безопасности	
7	Диспергирование (гомогенизация)	TRI-blender (диспергатор)	Микробиологический	+	Соблюдение режимов работы оборудования	ККТ 3
			Химический	+	Соблюдение режимов работы оборудования	
			Физический	+	Соблюдение правил техники безопасности	
8	Охлаждение до температуры заквашивания	Охладительная установка	Микробиологический	-	-	-
			Химический	-	-	
			Физический	-	-	
9	Внесение инулина и мальтодекстрина, заквашивание, сквашивание	Резервуар с рубашкой	Микробиологический	+	Соблюдение графика микробиологического контроля	-
			Химический	+	Соблюдение рецептуры	
			Физический	-	-	

10	Охлаждение кисломолочного молочно-мультизлакового продукта	Охладительная установка	Микробиологический	-	-	-
			Химический	-	-	
			Физический	+	Соблюдение правил техники безопасности Соблюдение инструкции по работе с оборудованием	
11	Фасование	Фасовочное оборудование	Микробиологический	+	Соблюдение графика микробиологического контроля	ККТ 4
			Химический	+	Соблюдение инструкции по работе с оборудованием	
			Физический	+	Соблюдение правил техники безопасности	

Таблица 26. Рабочий лист ХАССП №1

ККТ №1	Наименование операции	№ этапа согласно схеме
	Приемка сухого молока	**1**

Объект контроля	**Группа опасных факторов**	**Параметр контроля**	**Предельные значения**	**Периодичность контроля**	**Процедура**	**Корректирующие действия**
Сухое молоко	Химические	Группа чистоты м.д.ж., массовая доля белка, массовая доля влаги, титруемая кислотность	Нормативы по показателям в соответствии с ГОСТ Р 52791-2007	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
		Антибиотики: Хлорамфеникол Тетрациклиновая группа Пенициллин Стрептомицин	Нормативы по показателям в соответствии с ТР ТС 033/2013	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
		Микотоксины, в т.ч. Афлатоксин М1	Нормативы в соответствии с ТР ТС 033/2013	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
		Токсичные элементы	Нормативы в соответствии с ТР ТС 021/2011	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
		Пестициды	Нормативы в соответствии с ТР ТС 021/2011	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
	Микробиологические	БГКП (колиформы), КМАФАнМ, *S. aureus, Salmonella*	Нормативы по показателям в соответствии с ТР ТС 033/2013	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке

Таблица 27. Рабочий лист ХАССП №2

ККТ №2	Наименование операции	№ этапа согласно схеме
	Приемка компонентов и ингредиентов	**2**

Объект контроля	**Группа опасных факторов**	**Параметр контроля**	**Предельные значения**	**Периодичность контроля**	**Процедура**	**Корректирующие действия**
Мука	Физические	Металлические примеси	В соответствии с ТР ТС 021/2011	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
		Заражение вредителями	В соответствии с ТР ТС 021/2011	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
	Химические	Антибиотики	В соответствии с ТР ТС 021/2011	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
		Микотоксины	В соответствии с ТР ТС 021/2011	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
		Токсичные элементы	В соответствии с ТР ТС 021/2011	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
		Пестициды	В соответствии с ТР ТС 021/2011	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
		Глютен	Не допускается	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
	Микробиологические	БГКП (колиформы), КМАФАнМ, *S. aureus, Salmonella,* дрожжи, плесени, *B.cereus*	В соответствии с ТР ТС 021/2011	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
Закваска	Химические	Кислотообразующая	В соответствии с	В соответствии с	Производстве	Решение о

		активность	ГОСТ 34372-2017	программой производственного контроля	нный контроль	применении и ротации
	Микробиологические	Качественный и количественный состав	В соответствии с сопроводительной документацией	В соответствии с программой производственного контроля	Производственный контроль	Решение о применении и ротации
		БГКП (колиформы)	В соответствии с сопроводительной документацией	В соответствии с программой производственного контроля	Производственный контроль	Решение о применении и ротации
Инулин	Микробиологические	БГКП (колиформы), КМАФАнМ, дрожжи, плесени	В соответствии с сопроводительной документацией	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
Мальтодекстрин	Микробиологические	БГКП (колиформы), КМАФАнМ, дрожжи, плесени	В соответствии с ТР ТС 021/2011	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
Упаковка	Химические	Мономеры, стирол, формальдегид	В соответствии с ТР ТС 005/2011	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке
	Микробиологические	КМАФАнМ, дрожжи, плесени	В соответствии с сопроводительной документацией	Каждая партия	Входной контроль	Решение о приемке

Таблица 28. Рабочий лист ХАССП №3

ККТ №3	Наименование операции	№ этапа согласно схеме
	Диспергирование (гомогенизация) молочно-мучной смеси	**7**

Объект контроля	**Группа опасных факторов**	**Параметр контроля**	**Предельные значения**	**Периодичность контроля**	**Процедура**	**Корректирующие действия**
Молочно-мультизлаковая смесь	Химические	Активная кислотность	6,0 ед. pH	Не реже 1 раза в 60 мин	Производственный технохимический контроль	Остановка процесса Корректировка показателя
		Титруемая кислотность	17°Т	Не реже 1 раза в 60 мин	Производственный технохимический контроль	Остановка процесса Корректировка показателя
	Микробиологические	КМАФАнМ	$1 \cdot 10^3$	В соответствии с программой производственного контроля	Производственный микробиологический контроль	Блокирование выпущенной партии продукции
		БГКП (колиформы)	Не допускается в 1 $см^3$	В соответствии с программой производственного контроля	Производственный микробиологический контроль	Блокирование выпущенной партии продукции
		плесени	10 КОЕ/$см^3$	В соответствии с программой производственного контроля	Производственный микробиологический контроль	Блокирование выпущенной партии продукции
		дрожжи	10 КОЕ/$см^3$	В соответствии с программой производственного контроля	Производственный микробиологический контроль	Блокирование выпущенной партии продукции
		S. aureus	Не допускается в 1 $см^3$	В соответствии с программой производственного контроля	Производственный микробиологический контроль	Блокирование выпущенной партии продукции

Таблица 29. Рабочий лист ХАССП №4

ККТ №4	Наименование операции	№ этапа согласно схеме
	Фасование кисломолочного мультизлакового продукта	**11**

Объект контроля	**Группа опасных факторов**	**Параметр контроля**	**Предельные значения**	**Периодичность контроля**	**Процедура**	**Корректирующие действия**
Кисломолочный мультизлаковый продукт	Химические	Титруемая кислотность	60°Т	В соответствии с программой производственного контроля	Производственный технохимический контроль	Остановка процесса, блокирование выпущенной партии
		Активная кислотность	4,3 ед. pH	В соответствии с программой производственного контроля	Производственный технохимический контроль	Остановка процесса, блокирование выпущенной партии
		Степень синерезиса	12%	В соответствии с программой производственного контроля	Производственный микробиологический контроль	Блокирование выпущенной партии продукции
	Микробиологические	БГКП (колиформы)	Не допускается в 0,1 $см^3$	В соответствии с программой производственного контроля	Производственный микробиологический контроль	Блокирование выпущенной партии продукции
		Salmonella	Не допускается в 25 $см^3$	В соответствии с программой производственного контроля	Производственный микробиологический контроль	Блокирование выпущенной партии продукции
		Staphylococcus	Не	В соответствии с	Производственный	Блокирование

		aureus	допускается в 1 $см^3$	программой производственного контроля	микробиологический контроль	выпущенной партии продукции
		Дрожжи	50 КОЕ/$см^3$	В соответствии с программой производственного контроля	Производственный микробиологический контроль	Блокирование выпущенной партии продукции
		Плесени	50 КОЕ/$см^3$	В соответствии с программой производственного контроля	Производственный микробиологический контроль	Блокирование выпущенной партии продукции
		Listeria monocytogenes	Не допускается в 25 $см^3$	В соответствии с программой производственного контроля	Производственный микробиологический контроль	Блокирование выпущенной партии продукции

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ

1. Определены факторы, влияющие на показатели безопасности разрабатываемого продукта, с учетом оценки рисков и вероятности возникновения микробиологических рисков; осуществлено проектирование безглютенового кисломолочного мультизлакового продукта на базе принципа целостности биосистем.

2. Определена пороговая величина внесения муки или смеси нескольких видов муки – 5%. Получены зависимости изменения активной кислотности образцов от вида используемой молочнокислой заквасочной микрофлоры. Доказано, что для сквашивания молочно-мультизлаковых композиций и получения продукта с плотной консистенцией, требуемыми органолептическими и физико-химическими свойствами, наиболее рационально использование закваски на основе термофильного стрептококка Streptococcus thermophilus и болгарской палочки Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus.

3. Исследована условная вязкость образцов. Для всех образцов при пороговой массовой доле муки или смеси различных видов муки 5% - условная вязкость составила 230-245 с при температуре проведения эксперимента (23±2)°С. Проведенные реологические исследования описывают зависимости эффективной вязкости от градиента напряжения на сдвиг логарифмическими уравнениями и доказывают, что критическим градиентом напряжения на срез является величины, лежащие в пределах 1,5-2,5 с-1.

4. Определены органолептические дескрипторы, на основании которых создан рейтинг и разработаны балльные шкалы органолептической оценки. Проведена визуализированная комплексная оценка органолептических показателей и также шлейфа послевкусий. Доказано, что наиболее гармоничной вкусоароматической гаммой обладает сквашенный гречнево-рисово-кукурузный продукт, а шлейфы его послевкусий распределены наиболее равномерно и составляют 110-120%.

5. Доказано повышение массовой доли белка и обогащение аминокислотами, в том числе незаменимыми. В продукте идентифицировано 17 аминокислот, 8 из которых незаменимые, и 2 – незаменимые для детей. Показана высокая

усваиваемость разработанного продукта. Коэффициент утилитарности составил 0,73, что соответствует 73%-ному усвоению белка из продукта. Исследован жирнокислотный состав продукта. Обнаружено 17 жирных кислот. В продукте содержатся арахидоновая (1,2%) и линолевая (3,0%) жирные кислоты, которые относятся к Омега-6 полиненасыщенным.

6. На основании проведенных физико-химических, микробиологических и органолептических исследований разработана технология кисломолочного мультизлакового продукта с целевой функциональностью, не содержащего глютен. Обоснован и рекомендован его срок годности 14 сут при температуре (4±2)° С. Разработаны технические условия « Продукт кисломолочный с мукой «мультизлаковый» ТУ 10.51.52-036-00419785–2017. Разработан план ХАССП производства кисломолочного мультизлакового продукта. Подана заявка на патент «Способ производства ферментированного молочного продукта с мукой».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абатурова, Н. А. Основные принципы разработки комбинированных продуктов направленного действия / Н. А. Абатурова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1998. – № 8. – С. 39–40.
2. Аникина, Е. Н. Проектирование рецептуры и разработка технологии биопродукта с овсяным толокном / Е. Н. Аникина, О. В. Пасько, С. А. Коновалов // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 5. – С. 26–29.
3. Аникина, Е. Н. Ферментация молочно-растительной основы биопродукта / Е. Н. Аникина, О. В. Пасько // Молочная промышленность. – 2013. – № 9. – С. 78–79.
4. Антипова, Л. В. Кисломолочный продукт на основе белка чечевицы / Л. В. Антипова, Е. Е. Курчаева, В. М. Перелыгин // Известия вузов. Пищевая технология. – 2001. – № 2–3. –С. 21–22.
5. Бельмер, С. В. Непереносимость глютена и показания к безглютеновой диете/ С.В. Бельмер, А.И. Хавкин//Врач.-№5.-2011.-С.17-21

6. Бельмер, С.В. Современные принципы диетотерапии целиакии.//Российский вестник перинатологии и педиатрии. - №6. – Том 57. – 2012. – С. 97-100
7. Борисенко, А. А. Проектирование сбалансированных поликомпонентных пищевых продуктов на основе их нутриентного состава / А. А. Борисенко, Г. И. Касьянов, А. А. Борисенко (мл.), А. А. Запорожский // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2005. – № 2–3. – С. 106–107.
8. Борисенко, А.А. Алгоритмы и комплекс программ для разработки рецептур и оценки качества нутриентносбалансированных поликомпонентных пищевых продуктов: дисс. канд. техн. наук: 05.13.18/Александр Алексеевич Борисенко. – Ставрополь, 2006 – 22 с.
9. Бражников, А. М. Возможные подходы к аналитическому проектированию комбинированных продуктов питания / А. М. Бражников, И. А. Рогов, Н. А. Михайлов, М. Н. Сильченко // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1985. – № 3. – С. 22.
10. Витченко, А.С. Аргументированный скрининг закваски для обогащения пробиотической микрофлорой молочных каш/А. С. Витченко, Н.Б.Гаврилова, Е. А. Молибога//Аграрный вестник Урала.-2013.-№1 (107).-С.35-36
11. Витченко, А.С. Исследование и разработка технологии молочных каш, готовых к употреблению, для геродиетического питания: автореферат … канд.техн.наук: 05.18.04/Андрей Сергеевич Витченко. – Кемерово, 2013. – 23 с.
12. Вишняк, М. Н. Разработка и оценка потребительских свойств безглютеновых мучных кондитерских изделий : дис. … канд. техн. наук / М. В. Вишняк. – Барнаул, 2011. – 181 с.
13. Волгарев, М.Н. О нормах физиологических потребностей человека в пищевых веществах и энергии: ретроспективный анализ и перспективы развития // Вопросы питания. 2002. №4. С. 3–7.

14. Воробьева, И.С. Функциональные инстантные напитки сбалансированного аминокислотного состава/И.С.Воробьева,А.А.Кочеткова, В.М.Воробьева, Е.А.Смирнова, В.К.Мазо//Пищевая промышленность.-2012.-№9.-С.14-17
15. Гаврилова, Н. Б. Биотехнология комбинированных молочных продуктов : монография / Н. Б. Гаврилова.–Омск : Вариант-Сибирь, 2004. – 224 с.
16. Гаврилова, Н. Б. Исследование влияния зерновой добавки на биотехнологические параметры производства кисломолочного продукта / Н. Б. Гаврилова, Н. М. Шилова // Молочная промышленность Сибири : сб. материалов конгресса (26–27 октября 2004 г.). – Барнаул, 2004. – С. 8–10.
17. Гаврилова, Н. Б. Кисломолочный продукт для геродиетического питания / Н. Б. Гаврилова, Н. В. Данилова // Молочная промышленность. – 2011. – № 12. – С. 77.
18. Ганина, В.И. Пробиотики. Назначения, свойства и основы биотехнологии. – М.: МГУПБ. – 2001. – 169 с.
19. Ганина, В.И. Продукт здорового питания для населения Вьетнама/В.И.Ганина, Фам Тхи Хоан, Е.И.Санаксырова//Техника и технология пищевых производств.-2012.-№ 2 (25).-С.24-27
20. Ганина, В.И. Техническая микробиология продуктов животного происхождения. Учебное пособие. /В.И. Ганина, Н.С. Королева, С.А. Фильчакова // М.: ДеЛи принт, 2008. – 352 с
21. Гапаров, М.Г. Функциональные продукты питания / М.Г. Гапаров // Пищевая промышленность, 2003. - №3. – С. 20-22.
22. Гроздова, Т. Ю. Оптимизация пищевого рациона / Т.Ю. Гроздова // Практическая диетология .– 2011 .– № 1 .– С. 26-37.
23. Донская, Г.А. Биотехнологическая оптимизация нутриентного состава ферментированного молочного напитка/Г.А.Донская// Вопросы питания.-2014.-№6.-С.74-80
24. Донская, Г.А. Молочные продукты с пищевыми волокнами / Г.А. Донская, М.В. Ишмаметьева, Е.А. Денисова // Молочная промышленность. – 2003. – №10.

25. Донская, Г.А. Технология обогащения молочных продуктов натуральными ингредиентами / Г.А. Донская, М.В. Кулик // Переработка молока. – 2007. - № 5. – С. 42 – 45.

26. Донских Н.В. Разработка автоматизированной информационной системы для расчета и оптимизации рецептур/ Н.В.Донских и др// Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 2.-3 (320-321) – С. 122–123.

27. Доронин, А.Ф. Функциональное питание / А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров. – М.: ГРАНТЪ. – 2002 – 296 с.

28. Доценко, В.А. Организация лечебно-профилактического питания/ В.А. Доценко, Г.Н. Бондарев, А.Н. Мартинчик.- Л.: Медицина, 1997.- 216 с

29. Дунченко Н.И. Техническое регулирование в пищевом производстве. Учебное пособие./Н.И. Дунченко, И.А. Макеева, З.Ю. Белякова, Н.С. Пряничникова, М.А. Гинзбург, К.В. Михайлова. – М.: Издательство Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 89 с.

30. Дунченко, Н.И. Применение методологии квалиметрического прогнозирования при проектировании новых видов пищевых продуктов/ Н.И.Дунченко//18-ая Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. -9-10декабря 2015. - Том 1.- С. 162-165.

31. Дунченко. Н.И. Применение квалиметрического прогнозирования в АПК./ Н.И.Дунченко, В.С. Янковская// Известия ТСХА, выпуск 5.–2012.–С.9–17.

32. Жебелева, И.А. Оптимизация рецептуры пельменей с учётом сбалансированного аминокислотного состава/ И.А. Жебелева,Д.В. Криштафович, Г.П. Горошко // Мясная индустрия. – 2008. – № 2. –С. 60 – 63.

33. Запорожский, А.А. Реализация принципов пищевой комбинаторики и обоснование новых биотехнологических решений в технологии продуктов геродиетического назначения: диссертация ... доктора технических наук:

05.18.07, 05.18.04 / Запорожский Алексей Александрович.- Краснодар, 2009.- 410 с.

34. Захарова, Л. М. Кисломолочные белковые продукты с овсяными хлопьями / Л. М. Захарова, И. А. Мазеева, И. Н. Пушмина // Пищевая промышленность. – 2008. – № 3. – С. 36–37.

35. Захарова, Л. М. Оценка биологической ценности кисломолочных белковых продуктов с зерновыми добавками / Л. М. Захарова, И. А. Мазеева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 1. – С. 23–24.

36. Зеленина, Л.С. разработка поликомпонентных пищевых систем методами компьютерного моделирования/ Л.С.Зеленина, О.В.Зюзина//Вестник ТГТУ.- 2011. -Том 17. -№ 4.-С.992-1001

37. Зобкова, З. С. Новые виды молочных и молокосодержащих продуктов (разработки ВНИМИ в 2002–2004 гг.) / З. С. Зобкова // Молочная промышленность. – 2004. – № 4. – С. 24–25.

38. Зобкова, З.С. Разработка технологий молочных продуктов здорового питания: современные методологии/ З.С.Зобкова, Д.В. Зенина, Т.П. Фурсова, А.Д. Гаврилина, И.Р. Шелагинова//Молочная промышленность. - 2015. -№ 8.- С. 38-39.

39. Зобкова, З.С. Теоретические и практические аспекты производства цельномолочных продуктов нового поколения / З.С.Зобкова // МОЛОКО. Переработка и хранение: коллективная монография. / Коллектив авторов. – Москва, 2015. – Глава 4. – С. 95-222.

40. Зобкова, З.С. Функциональные молочные продукты для обеспечения продовольственной безопасности и адекватного питания. Журнал «Товаровед продовольственных товаров. 2012. №2. С.41-43.

41. Зобкова, З.С. Функциональные цельномолочные продукты/ З.С.Зобкова//Молочная промышленность. -2011. -№ 3. -С. 2

42. Зорин, С.Н. Оптимизация аминокислотного состава белково-пептидных продуктов, используемых при приготовлении функциональных

напитков/С.Н.Зорин, Ю.С. Сидорова, Е.А. Смирнова, А.А. Кочеткова, И.С. Воробьева, В.К. Мазо//Вопросы питания.-2012.-Т.81.-№3.-С30-34

43. Ивашкин, Ю. А. Информационные технологии проектирования пищевых продуктов / Ю. А. Ивашкин, С. Б. Юдина, М. А. Никитина, Н. Г. Азарова // Мясная индустрия. – 2000. – № 5. – С. 40–44.
44. Инновационные технологии обогащения молочной продукции (теория и практика): монография. Под общ. ред. д.т.н. О.Б. Федотовой. / Коллектив авторов. – Москва.-Издательство «Франтера» .-2016. – 374 С.
45. Кантере, В.М. Система безопасности продуктов питания на основе принципов ХАССП: Монография./В.М. Кантере, В.М. Матисон, Ю.С. Сазонов. – М.: Типография РАСХН, 2004. – 482 с.
46. Карпухин, Д.В. Разработка технологии и рецептур спредов функционального назначения: дисс.канд.техн.наук: 05.18.06 /Денис Викторович Карпухин. – Москва, 2004. – 157 с.
47. Киселев, В.М. Эволюционная методология проектирования функциональных продуктов питания/В.М. Киселев, Е.Г. Першина//Пищевая промышленность, 2009.№11.- С 57-59
48. Козлов, С. Г. Проектирование структурированных продуктов сложного сырьевого состава / С. Г. Козлов // Пищевая промышленность. – 2004. – № 8. – С. 74–75.
49. Козубаева, Л. А. Безглютеновое печенье из смеси рисовой и гречневой муки / Л. А. Козубаева, С. С. Кузьмина, М. Н. Вишняк // Вестн. Алтайск. аграр. ун-та. − 2010. − Т. 69, № 7. − С. 62−65.
50. Кочеткова, А.А Мониторинг международных, межгосударственных и национальных документов в сфере технического регулирования качества и безопасности специализированных пищевых продуктов. Часть 2.Европейский Союз/ Кочеткова А.А.,Воробьева В.М., Воробьева И.С., Глазкова И.В., Саркисян В.А., Зорина Е.Е.//Пищевая промышленность, 2018.-№2.-С.24-27

51. Кочеткова, А.А Функциональное питание/Кочеткова А.А., Тужилкин В.И., Нестерова И.Н., Колеснов А.Ю., Войткевич Н.Д./Вопросы питания//.-2000.-№4.-С.15-20

52. Кочеткова, А.А. Функциональные продукты в концепции здорового питания/ А.А.Кочеткова//Пищевая промышленности.- 1999.-№3.- С.4-5

53. Красуля, О.Н. Моделирование рецептур мясных продуктов в условиях информационной неопределенности / О. Н. Красуля, А. Е. Краснов, С. В. Николаева, И. М. Головин // Мясная индустрия. – 2005. – № 1. – С. 12–15.

54. Крумс, Л.М. Целиакия у пожилых лиц.//Клиническая гастроэнтерология. – Том . 12. - № 1. – 2006. – С. 74-77

55. Крючкова, В. В. Создание технологий кисломолочных продуктов, обогащенных пребиотическими веществами: монография / В. В. Крючкова И. А. Евдокимов, Т. Ю. Кокина, П. В.Скрипин. – пос. Персиановский : ДонГАУ, 2010. – 192 с.

56. Кузлякина Ю.А. Повышение эффективности идентификации и контроля опасных факторов производства свинины от поля до прилавка: автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.18.04, 05.02.23 / Юлия Алексеевна Кузлякина. – Москва, 2014. – 26 с

57. Кузнецова, О.А. Теоретические и практические аспекты анализа и прогнозирования рисков в технологии мяса и мясной продукции:автореф. дисс. докт. техн. наук: 05:18:04,05:02:23 / Оксана Александровна Кузнецова. – Москва, 2017. – 47 с.

58. Лазарева, Т.С. Целиакия у детей и подростков.//Вопросы современной педиатрии. – Том. 7. - №4. – 2008. – С. 80-84

59. Липатов, Н. Н. (мл.) Методология проектирования продуктов питания с требуемым комплексом показателей пищевой ценности / Н. Н. Липатов, И. А. Рогов // Известия вузов. Пищевая технология. – 1987. – № 2. – С. 8–10.

60. Липатов, Н. Н. (мл.) Предпосылки компьютерного проектирования продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью / Н. Н. Липатов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1995. – № 3. – С. 12–14.

61. Липатов, Н. Н. Совершенствование методики проектирования биологической ценности пищевых продуктов / Н. Н. Липатов, А. Б. Лисицин, С. Б. Юдина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1996. – № 2. – С. 24–28.
62. Липатов, Н.Н. Компьютерное проектирование продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью / Материалы научно-практической конференции. Углич, 2002. С. 24–29.
63. Лисин, П. А. Компьютерные технологии в рецептурных расчетах молочных продуктов / П. А. Лисин. – М. : ДеЛи принт, 2007. – 130 с.
64. Лисин, П. А. Конструирование рецептур молочных продуктов / П. А. Лисин, О. Н. Мусина // Переработка молока. – 2009. – № 11. – С. 50–52.
65. Максимюк, В.А. Разработка технологии кисломолочных продуктов поликомпонентного состава / В.А. Максимюк, Н.В. Бабий // В мире научных открытий.- 2010. – № 4. – Ч. 10. – С. 36 - 37.
66. Малиновская Е.В. История, основные принципы и выгоды внедрения системы ХАССП./Е.В. Малиновская, О.К. Мотовилов//Труды XIII международной научно-практической конференции. «Пища. Экология. Качество.», Красноярск, 18-19 марта 2016. –Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет. – 2016. – С. 237-243
67. Масалова, В.В. Перспективы использования безглютенового растительного сырья в производстве пищевых продуктов для диетического и профилактического питания./В.В. Масалова, Н.П. Оботурова//Пищевая промышленность. - №3. – 2016.– С. 16-20
68. Матисон, В.А. Пищевая безопасность: учебник./В.А. Матисон. – М.: Издательство «Известия». – 2015. – 428 с.
69. Мейес, Т. Эффективное вредрение ХАССП: Учимся на опыте других./Т.Мейес, С. Мортимор. Пер. с англ. В. Широкова. – СПб; Профессия, 2005. – 288 с.

70. Микрюкова, Н. В. Основные аспекты получения функциональных продуктов питания / Н. В. Микрюкова // Молодой ученый. — 2012. — №12. — С. 90-92.

71. Митасева Е.В. Разработка системы управления безопасностью и качеством продукции молокоперерабатывающего предприятия малой мощности.: автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.02.23 / Екатерина Владимировна Митасева. – Москва, 2009. – 27 с.

72. МОЛОКО. Переработка и хранение: коллективная монография. / Коллектив авторов.–Москва,:Издательский дом «Типография» РАН.- 2015.-480 с.

73. Мотовилов, О. К. Моделирование поликомпонентных дисперсных систем / В. Б. Мазалевский, К. Н. Нициевская, О. К. Мотовилов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2014. – № 5. – С. 144–148.

74. Мун, А.Л. Управление технологическими рисками при производстве пастеризованных творожных паст: автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.02.23 / Анна Леонидовна Мун. – Москва, 2010. – 23 с.

75. Муратова, Е.И. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания / Е.И. Муратова,С.Г. Толстых, С.И. Дворецкий, О.В. Зюзина, Д.В. Леонов// учебное пособие. – Тамбов- Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ».- 2011. – 80 с.

76. Мусина, О. Н. Оптимизация режима получения творожно-мучного продукта / О. Н. Мусина // Молочная промышленность. – 2007. – № 12. – С. 68–69.

77. Мусина, О. Н. Поликомпонентные продукты на основе комбинирования молочного и зернового сырья : монография / О. Н. Мусина, М. П. Щетинин. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2010. – 244 с.

78. Мусина, О. Н. Проектирование поликомпонентных продуктов путем системной формализации / О. Н. Мусина // Сыроделие и маслоделие. – 2014. – № 2. – С. 36–38.

79. Мусина, О. Н. Системное моделирование многокомпонентных продуктов питания / О. Н. Мусина, П. А. Лисин // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – Т. 4, № 27. – С. 32–37.

80. Мусина, О. Н. Современное состояние биотехнологии комбинированных молочных продуктов (обзор). 1: Предпосылки и принципы создания комбинированных молочных продуктов / О. Н. Мусина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 3. – С. 59–63.

81. Мусина, О. Н. Современное состояние биотехнологии комбинированных молочных продуктов (обзор). 2: Тенденции совершенствования основных видов комбинированных молочных продуктов / О. Н. Мусина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 4. – С. 62–65.

82. Мусина, О. Н. Состояние и тенденции развития биотехнологии комбинированных молочных продуктов : монография / О. Н. Мусина, М. П. Щетинин, М. Н. Сахрынин. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2006. – 335 с.

83. Мусина, О. Н. Творожные продукты с зерновыми или зернобобовыми компонентами / О. Н. Мусина // Молочная промышленность –2007.–№ 10.– С. 33.

84. Мусина, О. Н. Технологические особенности совместного сквашивания молочного и зернового сырья / О. Н. Мусина // Вестник алтайской науки. – 2013. – № 3. – С. 257–262.

85. Мусина,О. Н. Молочно-белковые продукты с нетрадиционным зерновым сырьем / О. Н. Мусина // Молочная промышленность. – 2006. – № 11. – С. 62–63.

86. Непомнящая, И.С. Кисломолочные продукты с пищевыми волокнами / И.С. Непомнящая, Л.А. Силантьева / Переработка молока,2007. - №6. – С. 44-45.

87. Нечаев, А.П Пищевые волокна в продуктах питания/А.П.Нечаев, Л.Г. Ипатов // Пищевая промышленность.-2007, №5.-С. 8-10.

88. Остроумов, Л. А. Влияние технологических факторов на качество комбинированного сырного продукта / Л. А. Остроумов, И. В. Гралевская, В. А. Давыденко, В. И. Брагинский // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 2. – С. 38–44.

89. Остроумов, Л. А. Исследование и разработка методологии создания многокомпонентных пищевых продуктов на молочной основе с

использованием компьютерного моделирования / Л. А. Остроумов, Л. М. Захарова, И. А. Смирно-ва, Л. И. Вождаева // Технология и техника пищевых производств : сб. науч. работ – Кемерово, 2004. – С. 81–83.

90. Остроумов, Л. А. Исследование процесса ферментации творожно-растительного продукта / Л. А. Остроумов, С. Л. Галкина // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 4. – С. 43–46.

91. Остроумов, Л. А. Комбинированные молочно белковые продукты с использованием растительного сырья/Л.А.Остроумов, В.В. Бобылин, Т.Л.Остроумова, В.И.Брагинский, Л.И.Вождаева//Хранение и переработка сельхозсырья.-1998.-№8.-С.28-31

92. Остроумов, Л. А. Творожно-крупяной биопродукт для питания детей школьного возраста / Л. А. Остроумов, С. Л. Галкина // Пищевая промышленность. – 2012. – № 9. – С. 36–38.

93. Остроумов, Л. А. Функциональные свойства улучшителей качества комбинированных молочных продуктов / Л. А. Остроумов, С. Р. Царегородцева, А. Ю. Просеков // Известия вузов. Пищевая технология. – 2001. – № 2–3. – С. 21–24.

94. Оттавей, П. Б.Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки. Технология, безопасность и нормативная база / П. Б. Оттавей.-Пер. с англ.-СПб:Профессия.-2010.-312 с.

95. Пасько, О. В. Научное и практическое обоснование технологии ферментированных молочных и молокосодержащих продуктов на основе биотехнологических систем / О. В. Пасько, Н. Б. Гаврилова. – Омск : Изд-во ОмЭИ ; Изд-во ОмГАУ, 2009. – 255 с.

96. Патент 2189153 Российская Федерация, A23L 1/10, A23L 1/30, A21D 8/04. Способ приготовления биологически активного пищевого продукта / Щинов А.И.; заявка № 2000100858/13, 11.01.2000; опубл. 20.09.2002, Бюл. №26

97. Патент 2368144 Российская Федерация, А 23С 23/00. Способ производства десертного продукта / Гаврилова Н.Б., Пасько О.В., Назаренко Т.А., Кащеева Н.Л.; заявка № 2007138543, 16.10.07; опубл. 27.09.09, Бюл. № 27.

98. Патент 2506 802 Российская Федерация, A23C 9/152, A23L 1/10. Способ производства молочной каши для геродиетического питания/Витченко А.С., Гаврилова Н.Б., Молибога Е.А.; заявка № 2012130223/10, 16.07.2012; опубл. 20.02.2014, Бюл. №5.

99. Покровский, А.А. Книга о вкусной и здоровой пище / А.А. Покровский.– М.: Агропромиздат, 1988.– 100 с.

100. Полянская, И.С. Как работают молочнокислые микроорганизмы./И.С. Полянская, О.И. Топал, В.Ф. Семенихина//Молочная промышленность. - №12, 2014. – С. 52-53

101. Полянский, К. К. Пищевые волокна в молочных продуктах / К. К. Полянский, Л. Э. Глаголева, Ю. В. Ряховский // Молочная промышленность. – 2001. – № 6. – С. 20–23.

102. Просеков, А. Ю. Использование критериев комбинаторики для оценки качества структурированных продуктов / А. Ю. Просеков, Т. Л. Остроумова, С. Ю. Юрьева // Стратегия научного обеспечения развития конкурентоспособного производства отечественных продуктов питания высокого качества.– Волгоград : Волгогр. науч.-исслед. технол. ин-т мясомолоч. скотоводства и перераб. продукции животноводства РАСХН, 2006. – Ч. 1. – С. 28–31.

103. Просеков, А.Ю. Основы детского, диетического и лечебно-профилактического питания. Учебное пособие. Часть 1.//А.Ю. Просеков. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет). – 2001. – 109 с.

104. Радченко, В.Г. Пищевые волокна (Мукофальк) в клинической практике/В.Г.Радченко, И.Г.Сафроненкова, П.В.Селиверстов, С.И.Ситкин, Л.А.Тетерина// Гастроэнтрология Санкт-Петербурга.-2010.-№1.-С.7-13

105. Ревнова, М.О. Целиакия как аутоиммунное заболевание./М.О. Ревнова, Н.С. Шаповалова//Вопросы детской диетологии. –Том 13. - №3 –2015.–С. 33-39

106. Ревякина, В.А. Фенотипы пищевой аллергии у детей./В.А. Ревякина, И.А. Ларькова, Е.Д. Кувшинова, М.И. Шавкина, В.А. Мухортых//Вопросы питания. - Том. –5. - №1. – 2016. – С. 75-80
107. Резниченко, И.Ю. Методология проектирования кондитерских изделий функционального назначения/ И.Ю.Резниченко, Ю.А.Алешина, А.И.Галиева,Е.Ю.Егорова//Пищевая промышленность.-2012.-№9-С.28-30
108. Рожкова, Т.В. Российский рынок заквасочных культур. / Молочная промышленность, 2006. - №3. – С. 23-24
109. Рославцева, Е.А. Современные представления о формах непереносимости глютена./Е.А, Рославцева, Е.А. Сабельникова//Российский педиатрический журнал. - №1. – 2013. – С. 50-55
110. Санина, Т.В. Проектирование хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности/Т.В.Санина, Е.И.Пономарева, О.Н.Воропаева/Хранение и переработка сельхозсырья//2008.-№4.-С.65-67
111. Сахрыхин, М. Н. Направления разработки продуктов питания нового поколения / М. Н. Сахрыхин, О. Н. Мусина // Переработка молока. – 2011. – № 11. – С. 6-9.
112. Смирнова, Е.А. Рынок функциональных молочных продуктов /Е.А.Смирнова,А.А.Кочеткова//Молочная промышленность//2011.-№2.-С.63-67
113. Соколова О.В. Кисломолочный продукт с льняной мукой. / О.В. Соколова, О.Б. Федотова // Современные достижения биотехнологии. Актуальные проблемы молочного дела: материалы V Международной научно-практической конференции (21-23 октября 2015 г.). Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2015. С 354-356
114. Соколова, О.В. Креативный подход к нативной витаминизации молочных продуктов./О.В. Соколова// «Научное обеспечение молочной промышленности (микробиология, биотехнология, технология, контроль качества и безопасности)». Сборник научных трудов. М.: Изд-во «Франтера», 2015. – 310 с

115. Соколова, О.В. Новый подход к повышению объективной полезности кисломолочных продуктов сложного сырьевого состава// О.В. Соколова, И.В. Рожкова, О.Б. Федотова// II Международная научно-техническая конференция «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство, посвященная 85-летию ФГБОУ ВО ВГУИТ»: Сборник материалов, 4 декабря 2015г. - Воронеж. гос. ун-т инж. технол., ВГУИТ, 2015.-738 с.(С.438-440)

116. Соколова, О.В. Подбор заквасочных культур для разработки продукта овсяного сквашенного с молоком // Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции: В 2 ч. Ч. 2. Переработка сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов: материалы международной научно-практической конференции. Волгоград, 17-18 июня 2010 г. / под ред. В.Н. Храмовой. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2010. – 234 с.

117. Соколова, О.В., Семенихина В.Ф., Рожкова И.В. «Способ производства сквашенного молокосодержащего овсяного пищевого продукта» Патент РФ №2453133 – 2012

118. Твердохлеб, Г. В. Технология молока и молочных продуктов / Г. В. Твердохлеб, З. Х. Диланян, Л. В. Чекулаева, Г. Б. Шиллер. –М. : Агропромиздат, 1991. – 463 с.

119. Текутьева, Л.А., Божко С.Д., Ершова Т.А., Сон О.М., Мухортов С.А., Алексеев Н.Н Разработка многокомпонентных рецептур сухих фитнес-каш // Пищевая промышленность.- 2013.- № 1.- С. 52

120. Теплов, В.И. Функциональные продукты питания. Учебное пособие/ В.И. Теплов, В.Е. Боряев, Н.М. Белецкая и др., Москва: А-Приор. – 2008. – 240 с.

121. Тихомиров, А.А. Повышение качества пищевой продукции путем использования методологии клиентно -ориентированного проектирования/А.А.Тихомиров//Пищевая промышленность.-2016.-№4.-С.44-47

122. Трофимов, Н. В. Крем молочный на злаковой основе / Н. В. Трофимов, Ю. В. Хмельницкий // Молочная промышленность. – 2003. – № 11. – С. 22–25.

123. Тутельян, В.А. Коррекция микронутриентного дефицита – важнейший аспект здорового питания населения России / В.А. Тутельян, В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк // Вопросы питания. – 1999. - № 2. – С. 3 – 11.

124. Тутельян, В.А. Научные основы здорового питания/Тутельян В.А.., Вялков А.И., Разумов А.Н., Михайлов В.И., Москаленко К.А., Одинец А.Г., Сбежнева В.Г., Сергеев В.Н.//ОАО «Московская типография».-М.-2010.-761

125. Тутельян, В.А., Княжев В.А. // Реализация концепции Государственной Политики в области здорового питания населения России // Вопросы питания. 2000. № 3. С. 4–7.

126. Федотова, О.Б. Разработки ВНИМИ в области создания нового поколения функциональных продуктов/ О.Б. Федотова, Г.А. Донская, И.В. Рожкова, В.А. Асафов, Е.И. Добриян, И.В. Чумакова// Сборник материалов Международной научно-практической конференции, «Актуальные проблемы молочной отрасли», Международная молочная неделя.- Углич, ВНИИМС 21-23 июня 2016 г.- С. 15-18.

127. Харитонов, В.Д. Продукты лечебного и профилактического назначения: основные направления научного обеспечения / В. Д. Харитонов, О. Б. Федотова // Молочная промышленность. – 2003. – № 12. – С. 71–72.

128. Храмцов, А. Г. Экспертная система при проектировании многокомпонентных пищевых продуктов / А. Г. Храмцов, В. В. Садовой, И. А Трубина // Пищевая промышленность. – 2008. – № 4. – С. 48–49.

129. Цыганова, Т. Формирование рецептур для производства безбелковых и безглютеновых продуктов / Т. Цыганова, Д. Шнейдер, Е. Костылева [и др.] // Хлебопродукты. – 2011. − № 12. – С. 44−46.

130. Шепелева Е.В. Методика оценки рисков безопасности молочной продукции/Е.В.Шепелева, Е.В.Митасева, А. С. Ремизова//Молочная промышленность.-2011.-№12.-С.14-17

131. Шепелева, Е.В. Процессы менеджмента организации./Е.В. Шепелева, Е.В. Митасева//Молочная промышленность. - №4. – 2008. – С. 25-26
132. Щетинин, М. П. Производство молочных продуктов со злаковыми наполнителями / М. П. Щетинин, М. С. Уманский, О. Н. Мусина, И. С. Ливинцева // Молочная промышленность. – 2002. – № 8. – С. 40–43.
133. Щетинин, М. П. Ржаные отруби-добавка для молочных продуктов/ М. П. Щетинин, Д. С. Стретович// Молочная промышленность.–2003. –№ 11. –С. 54.
134. Щетинин, М. П. Современные тенденции использования зерновых добавок в производстве молочных продуктов : монография / М. П. Щетинин, О. Н. Мусина, М. Н. Сахрынин. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2004. – 340 с.
135. Юдина, С. Б. Совершенствование методики проектирования пищевой ценности функциональных продуктов / С. Б. Юдина // Мясная индустрия. – 2015. – № 3. – С. 36–37.
136. Юрчак, З.А. Системность обеспечения стабильного качества мясной продукции через управляющие воздействия по технологической цепи на примере вареных колбасных изделий: автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.18.04, 05.02.23 / Зоя Андреевна Юрчак. – Москва, 2013. – 24 с.
137. Aluko Rotimi E. Functional Foods and Nutraceuticals.// New York, NY etc.: Springer. – 2012. – 146 p.
138. Anderson J.W Dietary fiber, lipids and atherosclerosis//Am.J/Cardiol.-1987.-Vol.60.-P.
139. Anderson J.W., Ward K. Dietary fiber in nutrition management of diabetes// Dietary Fiber (Basic and Clinical Aspects/Ed.by Vahouny G.V.,Krithevsky D.-New York:Plenum Press.-1986.-P.434-45
140. Caroli, A. Invited review: Dairy intake and bone health: A viewpoint from the state of the art / A. Caroli, A. Poli, D. Ricotta, G. Banfi, D. Cocchi // Journal of Dairy Science. – 2011. – Vol. 94, iss. 11. – P. 5249–52

141. Chung-Yi Wang Antioxidant properties of certain cereals as affected by food-grade bacteria fermentation./Chung-Yi Wang, Sz-Jie Wu, Yuan-Tay Shyu// Journal of Bioscience and Bioengineering. –Vol. 117, Issue 4/ - P. 449-45
142. Coda Rossana Yogurt in Health and Disease Prevention. Chapter 10 – Yogurt-Like Beverages Made With Cereals./ Rossana Coda, Marco Montemurro, Carlo G. Rizzello, 2017. – P. 183-201
143. Cofrades, S. Design of healthier foods and beverages containing whole algae / S. Cofrades, M. Serdaroğlu and F. Jiménez-Colmenero / Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition // ed. by Herminia Domínguez. – Woodhead Publishing. 2013.– P. 609–633.
144. Corlett, D.A. Risk assessment within the HACCP system./D.A. Corlett, R.F. Stier//Food control. – vol.2. – P. 71-72
145. Fabiansson, S. U. Safety of Food and Beverages: Safety Consideration in Developing Functional Foods / S. U. Fabiansson / Encyclopedia of Food Safety /ed. by Yasmine Motarjemi. – Waltham :Academic Press, 2014. – P. 422–426.
146. Herr, B. Additives In Dairy Foods: Types and Functions of Additives in Dairy Products / B. Herr // Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition) / ed. by John W. Fuquay. – San Diego : Academic Press, 2011, – P. 34–40.
147. Jiménez-Colmenero, F. Potential applications of multiple emulsions in the development of healthy and functional foods / F. Jiménez-Colmenero // Food Research International. – 2013. – Vol. 52, iss. 1.– P. 64–74.
148. Kafetzopoulosa, D.P. Measuring the effectiveness of the HACCP Food Safety Management System./ Dimitrios P. Kafetzopoulosa, Evangelos L. Psomasa, Panagiotis D. Kafetzopoulos// Food control. – Vol. 33. - №2. – 2013. – P. 505-513
149. Kelly, A. L. New product development: the case of gluten-free food products / A. L. Kelly, M. M. Moore, E. K. Arendt // Gluten-free cereal products and beverages / ed. by E. K. Arendt, F. Dal Bello. − Burlington ; San Diego : Academic Press is an imprint of Elsevier, 2008. – P. 413−432.

150. Kohajdová Z. Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. Chapter 4 – Fermented Cereal Products. - Food and Beverages Industry. – 2017. – P. 91-117

151. Lorenzo C. Peyer Lactic acid bacteria as sensory biomodulators for fermented cereal-based beverages./Lorenzo C. Peyer, Emanuele Zannini, Elke K. Arendt// Trends in Food Science & Technology. –Vol. 54. – 2016. – P. 17-25

152. Markus J.Brandt Starter cultures for cereal based foods.// Food Microbiology. – Vol. 37. – 2014. – P. 41-43

153. Oliviero, T. A research approach for quality based design of healthy foods / T. Oliviero, R. Verkerk, M. Dekker // Trends in Food Science & Technology. – 2013. – Vol. 30, iss. 2.– P. 178–184.

154. Poutanen Kaisa Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective./ Kaisa Poutanen, Laura Flander, Kati Katina// Food Microbiology. – Vol. 26. - Issue 7. – 2009. – P. 693-69

155. Soman, R. HACCP system – hazard analysis and assessment, based on ISO 22000:2005 methodology./Rahul Soman, Meera Raman// Food control. – Vol. 69. – 2016. – P. 191-195

156. Zeimer, C.J. An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: perspectives and future strategies / C.J. Zeimer, G.R.Gibson // International Dairy Journal,1998.-Vol.8.-№5/6. - P.437-479

157. Report of the thirty-sixth session of the codex committee on food labelling [интернет-источник]. Geneva, 2008. Адрес доступа: http://www.fao.org/tempref/codex/Reports/Alinorm08/al31_22e.pdf

158. Гречневая мука. [Интернет-источник] Адрес доступа: http://prodgid.ru/poleznye-svoystva/muka/grechnevaya-muka/

159. Калорийность. Кукурузная мука. Химический состав и пищевая ценность. [Интернет-источник] Адрес доступа: https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/164.php

160. Характеристики различных видов муки [интернет-источник] Адрес доступа: http://www.dietprom.ru/

Список сокращений и условных обозначений:

Б-содержание белка

Ж-содержание жира

У-содержание углеводов

Ккал-энергетическая ценность

БГКП –бактерии группы кишечных палочек

КМАФАнМ –количество мезофильных аэробных и факультативно- анаэробных микроорганизмов

м/к- молочнокислые

к/м-кисломолочные

м.д.ж.-массовая доля жира

Гр-гречневая мука,

Рис-рисовая мука,

Кук-кукурузная мука

ТУ- технические условия

ХАССП - анализ рисков и критические контрольные точки

ППРМ – производственная программа предварительных мероприятий

ККТ-критические контрольные точки

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Анкеты органолептической оценки

Анкета «слепой дегустации» - первой ступени органолептической оценки кисломолочного молочно-мучного продукта

Условный номер образца		
Опишите, какие органолептические характеристики вы ощущаете от продукта при проведении дегустации		

Анкета «открытой дегустации» - второй ступени органолептической оценки кисломолочного молочно-мучного продукта

Условный номер образца				
Состав использованной муки				
Дозировка муки в образце				
1.Охарактеризуйте впечатление от продукта. Распределите характеристики в порядке их ощущаемой интенсивности				
консистенция	цвет	запах	аромат (флейвор)	вкус
2.Опишите «общее впечатление» о продукте, ответив на следующие вопросы:				
2.1.Опишите органолептические характеристики, которые Вам кажутся наиболее приятными				
2.2.Опишите органолептические характеристики, которые Вам кажутся отталкивающими				
2.3.Опишите, каких органолептических оттенков не хватает в продукте для достижения гармоничного вкуса				
2.4.Опишите, какие органолептические оттенки являются избыточными				

Пример заполнения анкеты второй ступени

Условный номер образца	*6 к/м*	
Состав использованной муки	*Гречневая* *Рисовая*	
Дозировка муки в образце	*7%*	

1.Охарактеризуйте впечатление от продукта. Распределите характеристики в порядке их ощущаемой интенсивности, где 1 – превалирующая, далее по убыванию приоритетности ощущаемости, то есть 5 - незначительная

консистенция	цвет	запах	аромат (флейвор)	вкус
1	*5*	*4*	*3*	*2*

2.Опишите «общее впечатление» о продукте, ответив на следующие вопросы:

2.1.Опишите органолептические характеристики, которые Вам кажутся наиболее приятными	*Гречневый аромат, запах*
2.2.Опишите органолептические характеристики, которые Вам кажутся отталкивающими	*Цвет, привкус каши*
2.3.Опишите, каких органолептических оттенков не хватает в продукте для достижения гармоничного вкуса	*Рыхлая неоднородная консистенция*
2.4.Опишите, какие органолептические оттенки являются избыточными	*Кисломолочный запах*

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Утверждаю:
Генеральный директор
ОАО «Брянский гормолзавод»
Д.В.Цуркан

АКТ №
выпуска опытной партии кисломолочного продукта с мукой

03 апреля 2018 г. г. Брянск

От ОАО «Брянский гормолзавод»:

Главный технолог - Гудкова Виктория Николаевна

Директор по качеству - Кротикова Ирина Владимировна

От ФГБНУ «ВНИМИ»

Соискатель -Макаркин Дмитрий Васильевич

Мы, нижеподписавшиеся, составили настоящий акт о том, что на ОАО «Брянский гормолзавод» 03 апреля 2018 г. осуществлен выпуск образцов кисломолочного продукта с мукой. Выработка осуществлялась согласно технологии, разработанной ФГБНУ «ВНИМИ»

Для выработки продукта в качестве сырья использовались:

Молоко сухое цельное по ГОСТ 33629-2015

Вода питьевая

Смесь муки следующего состава: мука гречневая по ГОСТ 31645-2012, мука рисовая по ГОСТ 31645-2012, мука кукурузная по ГОСТ 14176-69 с Изм.№3

Мальтодекстрин по ТУ 9189-010-27291178-2010 «Мальтодекстрин. Общие технические условия»

Инулин по - ТУ 10.62.11-140-00334735-2017 «Инулин порошкообразный пищевой».

Закваска прямого внесения для кисломолочных продуктов- Streptococcus salivarius subsp. thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus (комплексная закваска для йогурта) фирма Хр.Хансен (Дания).

Выработка кисломолочного молочно-мучного продукта осуществлялась по следующим основным стадиям:

— восстановление сухого молока,

— пастеризация восстановленного молока при (86 ±1)°С с выдержкой 3 минуты, охлаждение до 60°С;

— составление смеси муки трех видов при соотношении 2:1:1 (гречневая: рисовая: кукурузная) – этап осуществлялся на предприятии АО «Прогресс» г.Липецк;

— внесение в восстановленное пастеризованное молоко смеси муки, мальтодекстрина и инулина;

— диспергирование в смесителе TRI-BLENDER F 2116 MD в течение 10 мин при 65°С;

— охлаждение до 37 °С;

— внесение закваски, заквашивание молочно-мучной смеси и ферментирование 7 час при 37±2°С;

— охлаждение до 20 °С;

— фасование на автомате Tetra Pak® A3/CompactFlex в упаковки Tetra Brik® Aseptic Slim массой нетто 200 г;

— доохлаждение до (4±2)°С.

По органолептическим и физико-химическим показателям опытно-промышленные образцы продукта соответствовали требованиям **ТУ 10.51.52-036-00419785–2017 Продукт кисломолочный с мукой «Мультизлаковый» .**

Расфасованный продукт направлен на дальнейшие испытания.

_____ Гудкова В. Н.

_____ Кротикова И. В.

_____ Макаркин Д. В.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ФАНО РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
(ФГБНУ «ВНИМИ»)

ОКПД2 10.51.52.190

Группа Н17
(ОКС 67.100.10)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФГБНУ «ВНИМИ»
_____ Д.В. Харитонов
«26» _____ 2017 г.

ПРОДУКТ КИСЛОМОЛОЧНЫЙ С МУКОЙ «МУЛЬТИЗЛАКОВЫЙ»

Технические условия
ТУ 10.51.52-036-00419785–2017

Дата введения в действие – 01.01.2018г.

РАЗРАБОТАНО:
Зам.директора по научной работе
д.т.н. Федотова О.Б. _____
Зав. лаб. стандартизации, метрологии и патентно-лицензионных работ
д.т.н. Макеева И.А. _____
Соискатель
Макаркин Д.В. _____
«20» 12 2017 г.

Москва
2017

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

УТВЕРЖДАЮ

Зам. Директора ФГАНУ «ВНИМИ» по научной работе, к.т.н.

_____ В. Г. Будрик

«_11_» _____ 2018 г.

ПЛАН ХАССП

процесса производства продукта кисломолочного с мукой «Мультизлаковый»

РАЗРАБОТАНО:

Зав. лабораторией молочных консервов, д.т.н. _____ О.Б.Федотова

Соискатель _____ Д.В.Макаркин

«_11_» _апреля_ 2018 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Сертификат

Настоящий сертификат подтверждает, что

Дмитрий Васильевич Макаркин

участвовал в работе
XIII международной научно-практической конференции
“Пища. Экология. Качество”, г. Красноярск 18-19 мая 2016 г.

Дата выдачи: 19.05.2016 г.
г. Красноярск

Председатель конференции
Мотовилов О.К.

СПбГПМУ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДИАТРИЧЕСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

КОМИТЕТ ПО ЗДРАВООХРАНЕНИЮ ПРАВИТЕЛЬСТВА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

КОМИТЕТ ПО ЗДРАВООХРАНЕНИЮ ПРАВИТЕЛЬСТВА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

XI РОССИЙСКИЙ ФОРУМ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

«ЗДОРОВОЕ ПИТАНИЕ С РОЖДЕНИЯ: МЕДИЦИНА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ – 2016»

ПОСВЯЩАЕТСЯ ДНЮ МАТЕРИ

11-12 ноября 2016 г.

СЕРТИФИКАТ

Удостоверяет участие в Форуме

Дмитрия Васильевича Макаркина,

выступившего с докладом на тему

«ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКТОВ ПРИКОРМА: ГАРАНТИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА»

Президент Санкт-Петербургского отделения «Союза педиатров России», з.д.н., д.м.н., проф Н.П. Шабалов

Вице-президент Санкт-Петербургского отделения «Союза педиатров России», д.м.н., проф Е.М. Булатова