На правах рукописи

Колбина Анастасия Юрьевна

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ТОВАРОВЕДНАЯ ОЦЕНКА МОЛОЧНО-ПРОБИОТИЧЕСКОЙ КАРАМЕЛИ

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

05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания (технические науки)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Кемерово 2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия» (ФГБОУ ВО Кузбасская ГСХА)

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент
Курбанова Марина Геннадьевна

Официальные оппоненты: **Тихонов Сергей Леонидович**
доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный экономический университет», заведующий кафедрой пищевой инженерии

Коновалов Сергей Александрович
кандидат технических наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», заведующий кафедрой продуктов питания и пищевой биотехнологии

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет»

Защита диссертации состоится «16» апреля 2021 г в 14:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.088.10 при ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» по адресу: г. Кемерово, б-р Строителей, 47, 2-ая лекц. ауд., тел.: 8(3842)39-05-37.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» (https://kemsu.ru/science/dissertation-councils/diss-212-088-10/protects/6343/).

Отзывы на автореферат отправлять по адресу: 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6.

Автореферат разослан «___» _____ 20__ года.

Ученый секретарь
диссертационного совета Милентьева Ирина Сергеевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Быстрый темп жизни, неблагоприятная экологическая обстановка, стресс, неправильное питание - неотъемлемые компоненты современного мира, которые отрицательно сказываются на внутреннем резерве организма. В этой связи все чаще возникают заболевания носящий неинфекционный характер, к таким относится сахарный диабет II типа (СД 2), которого можно избежать, придерживаясь здорового и правильного питания. Распространенность сахарного диабета в мире по данным ВОЗ составляет от 2 до 5%. В России наблюдается неблагоприятная ситуация по перспективам омоложения распространенности этого заболевания. Неотъемлемой составляющей профилактики СД 2 является диетотерапия, включающая в себя продукты с повышенным количеством витаминов, БАВ, макро-и микронутриентов.

В настоящее время рынок диабетического направления заметно расширился, но еще недостаточен для широкого спектра населения. С регулярностью появляются новые продукты, в которых сахароза заменяется на другие углеводные компоненты. В основном в своем составе они имеют сахарозаменители зарубежных компаний.

В России существует несколько предприятий, которые выпускают продукты для диабетиков, однако, их ассортимент ограничен и отсутствуют кондитерские изделия, содержащие пробиотики, в связи с этим проблема профилактики сахарного диабета и популяризации здорового питания сохраняет свою актуальность. Контроль баланса микрофлоры необходим для протекания различных физиологических процессов, протекающих в организме человека. Дисбаланс может приводить к дисбактериозу, а так же к развитию многих инфекционных и соматических заболеваний.

Проблема полной переработки молочных ресурсов существует во всех странах. Вторичное молочное сырье - важный ресурс при производстве продуктов питания. При производстве кондитерских изделий в виду своей высокой пищевой ценности, удобной транспортабельности и технологического использования в качестве сырья, а так же увеличенного срока хранения в качестве сырья широким спросом пользуются сухие молочные консервы.

В условиях экономических санкций и недостатка на рынке продуктов для диабетического питания с пробиотическим эффектом возникает необходимость разработки новых кондитерских изделий, с полной заменой сахарозы, обогащенных пробиотиками и биологическиактивными добавками (БАД) в виде инулина для организации здорового питания.

Отдельные этапы работы выполнены в рамках гранта Президента РФ при государственной поддержке ведущих научных школ (НШ-2694.2020.4).

Степень разработанности темы. О целесообразности разработки кондитерских изделий для диабетического питания на молочной основе пробиотической направленности свидетельствуют научные работы отечественных и зарубежных ученых.

Вклад в исследование молочных продуктов пробиотической направленности внесли отечественные и зарубежные ученые: Буянова И.В., Гаврилова Н.Б., Гаврилов Г.Б., Евдокимов И.А., Липатов Н.Н., Майоров А.А., Остроумов Л.А., Просеков А.Ю., Свириденко Ю.А., Храмцов А.Г., Andrews G. R., Bastian E. и др. Особенности диабетического питания изучены учеными Австриевских А.Н., Бабич О.О., Гончар В. В., Дождалева М. И., Калашнова Т. В., Пищиков Г.Б., Позняковский В.М., Тутельян В.А., Швецова А.В., F.M. Aramounp, L.G. Beck и другими отечественными и зарубежными учеными.

Цель и задачи исследований. Целью работы является разработка технологии молочно-пробиотической карамели с полной заменой углеводов в форме сахарозы для организации профилактики сахарного диабета у людей и популяризации здорового питания.

Для выполнения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- проанализировать проблему сахарного диабета II типа и рынок кондитерских изделий путем поиска научной, патентной и технической литературы;

- определить потребительские мотивации населения г. Кемерово в отношении функциональных продуктов питания;
- исследовать характеристики и функциональную направленность вносимых компонентов в молочно-пробиотическую карамель;
- сформировать «образ» молочно-пробиотической карамели (соотношение компонентов, обеспечивающих получение карамели с заданными органолептическими и структурными характеристиками);
- разработать рецептуру и технологию молочно-пробиотической карамели;
- определить качественные характеристики, пищевую ценность и безопасность молочно – пробиотической карамели;
- рассчитать экономическую эффективность от внедрения разработанных технологических решений. Провести опытно-промышленную апробацию результатов исследований, разработать и утвердить проектно-нормативную документацию молочно-пробиотической карамели «М-БИО».

Научная новизна работы. Научно обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность и эффективность использования молочного белково-углеводного сырья в производстве карамели, с полной заменой сахарозы обогащенной пробиотиками и БАД в виде инулина для профилактики сахарного диабета и людей, следящих за своим здоровьем.

Диссертационная работа содержит элементы научной новизны в рамках пунктов 1, 2, 7 паспорта специальности ВАК 05.18.04 «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств».

Диссертационная работа содержит элементы научной новизны в рамках пунктов 5, 6, 11 паспорта специальности ВАК 05.18.15 «Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания».

Научная новизна работы заключается в следующем:

Выявлены потребительские мотивации населения г. Кемерово (в зависимости от пола, образования и районов города) в отношении кондитерских изделий функционального назначения на основании которых показана актуальность разработки рецептуры нового вида карамели.

Получены научные данные, позволившие осуществить выбор основных сырьевых ингредиентов в рецептуре молочно-пробиотической карамели. Установлено соотношение компонентов, обеспечивающее получение карамели с заданными органолептическими и структурно-механическими характеристиками.

Установлена целесообразность и возможность применения пробиотических культур в виде штаммов *Lactobacillus acidophilus и Lactobacterium bulgaricum* для ферментирования молочной основы с различным содержанием сухих веществ в рецептуре молочно-пробиотической карамели.

Впервые выявлено и оценено влияние бактериальных культур *Lactobacillus acidophilus и Lactobacterium bulgaricum* на структурно-механические свойства молочно-пробиотической карамельной массы, что позволило рекомендовать их использование в технологическом процессе.

Впервые на основании полученных научных данных и экспериментальных исследований, определены оптимальные технологические параметры производства молочно-пробиотической карамели.

Теоретическая и практическая значимость работы. На базе полученных результатов изложены главные параметры формирования технологических и структурно-механических характеристик карамельной массы на основе ферментированной молочной основы и изомальта в присутствии инулиновой биологическиактивной добавки на основе лопуха большого (Arctium Lappa L).

Разработана рецептура молочно-пробиотической карамели «М-БИО», обладающая высокими потребительскими свойствами и биологической ценностью для здорового и рационального питания, в том числе для людей, с диагнозом сахарный диабет II типа. На

основе анализа и обобщения теоретических и экспериментальных исследований разработана рецептура и технологические параметры производства молочно-пробиотической карамели без содержания сахарозы.

Разработан комплект технической документации на молочно - пробиотическую карамель (ТУ и ТИ 10.86.10.910-01-16362254-2020).

Проведена промышленная апробация технологии молочно-пробиотической карамели на ООО НПО «Здоровое питание».

Методология и методы исследования. Экспериментальные исследования проводили с учетом современных методов исследования сложных явлений с помощью общепринятых, стандартных и оригинальных методов биохимического анализа с использованием последних достижений науки и техники.

Положения, выносимые на защиту:

- потребительские мотивации населения г. Кемерово Кемеровской области в отношении кондитерских изделий функционального назначения;
- результаты жизнедеятельности и роста лактобактерий в ферментированной молочной основе в зависимости от концентрации сухих веществ;
- рецептурный состав молочно-пробиотической карамели для формирования заданных структурно-механических характеристик готового продукта;
- показатели качества и безопасности молочно-пробиотической карамели, положенные в основу обоснования сроков годности.
- технология производства нового вида карамели с пробиотическими штаммами бактерий для профилактики сахарного диабета у людей, следящих за своим здоровьем.

Степень достоверности и апробации работы. Достоверность данных обусловлена многократной повторностью проведенных экспериментов и использованию общепринятых методик. Качество и безопасность разработанной карамели на соответствие требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» определены в ИЦ ФБГУ «Кемеровская МВЛ».

Положения и результаты исследований диссертационной работы были представлены на конференциях различного уровня: на этапе Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Минсельхоза России (г. Красноярск, 2018); XVII Международной научно – практической конференции «Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике» (Кемерово, 2018, 2019г.), «Инновационный конвент: Кузбасс: образование, наука, инновации» (г. Кемерово (2018, 2019), VIII Международной научно-практической конференция на иностранных языках «Современные технологии в сфере сельскохозяйственного производства и образования» (г. Кемерово, 2017, 2019), VII Международной научной конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Пищевые инновации и биотехнологии» (г. Кемерово, 2019), II национальная научно-практической конференции «Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы» (г. Кемерово, 2019), XVII Внутривузовской научно - практической конференции «Агропромышленному комплексу -новые идеи и решения» (Кемерово, 2019г).

Работа удостоена дипломом второй степени конкурса IX Инновационного конвента «Образование, наука, инновации. Молодежный вклад в развитие научно-образовательного центра «Кузбасс» (г. Кемерово, 2019 г).

Публикации: Содержание диссертационной работы опубликовано в 26 научных работах, в том числе в 1 статье индексируемых в международных базах цитирования Scopus, 2 в конференциях уровня Web of Science, 4 статьи рекомендованных в журналах ВАК, в 18 материалах конференций, 1 патенте на изобретение.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из следующих основных разделов: введение, анализ и систематизация научной литературы, объекты и методы исследования, экспериментальная часть, выводы, список использованных источников и приложения. Основное содержание работы изложено на 141 страницах

машинописного текста, содержит 25 таблиц, 39 рисунков, 8 приложений. Список литературы включает 122 источника.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Экспериментальные исследования проводились в научно - исследовательских лабораториях ФГБОУ ВО Кузбасской ГСХА. Определение содержания лактобактерий и показателей безопасности в готовых продуктах в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Кемеровская межобластная ветеринарная лаборатория».

Схема проведения исследований представлена на рисунке1.

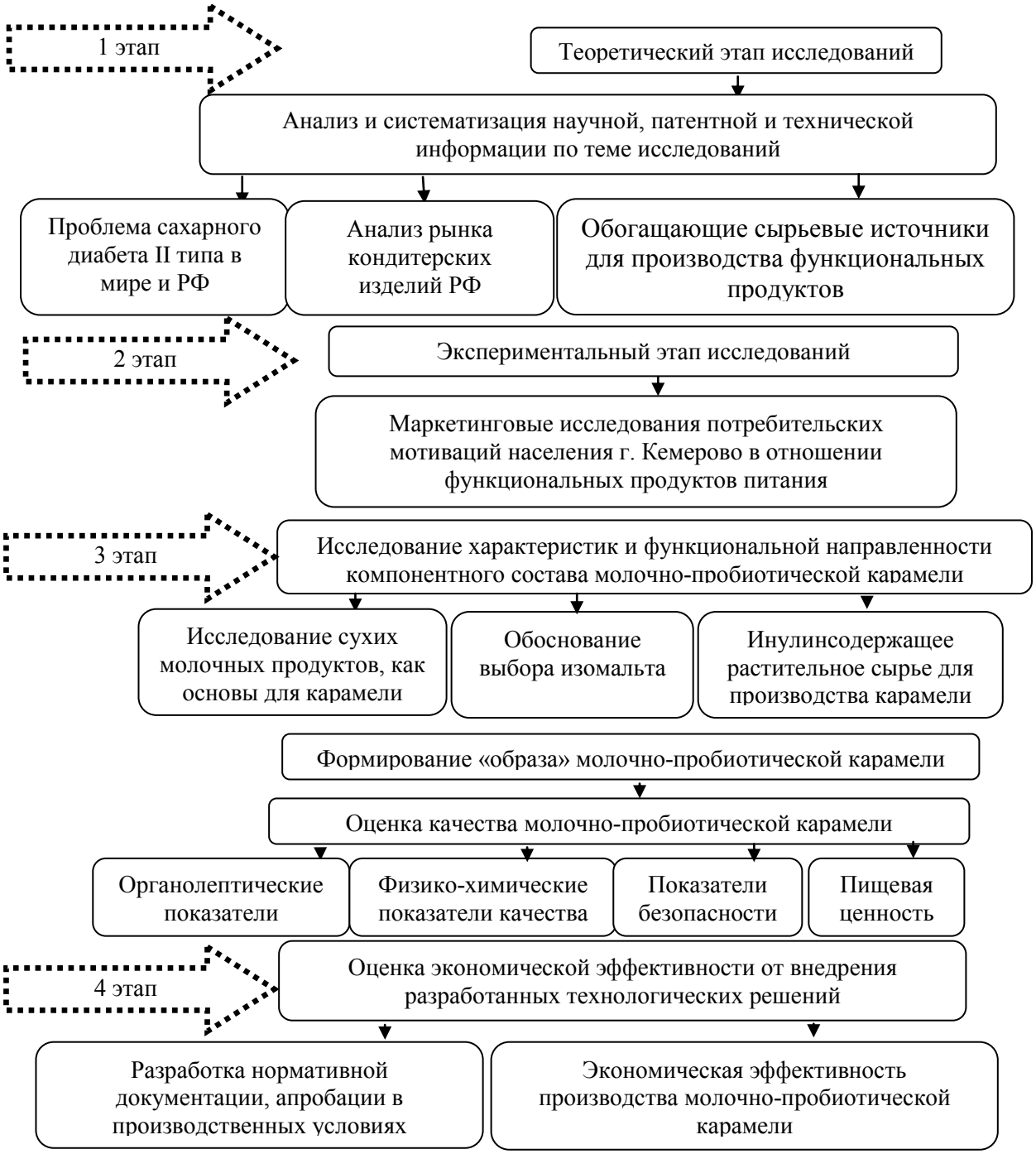


Рисунок 1- Схема проведения исследований

На первом этапе главной задачей работы явилось обобщение отечественных и зарубежных литературных сведений по направлению исследований, формулировка цели и

задач. Определена масштабность проблемы сахарного диабета II типа в Российской Федерации и в мире, проведен анализ рынка кондитерских изделий и обозначены перспективные сырьевые источники для производства функциональных продуктов питания.

Второй этап работы посвящен анализу потребительских мотиваций населения г. Кемерово в отношении карамели функциональной направленности и определена перспективность расширения ассортимента.

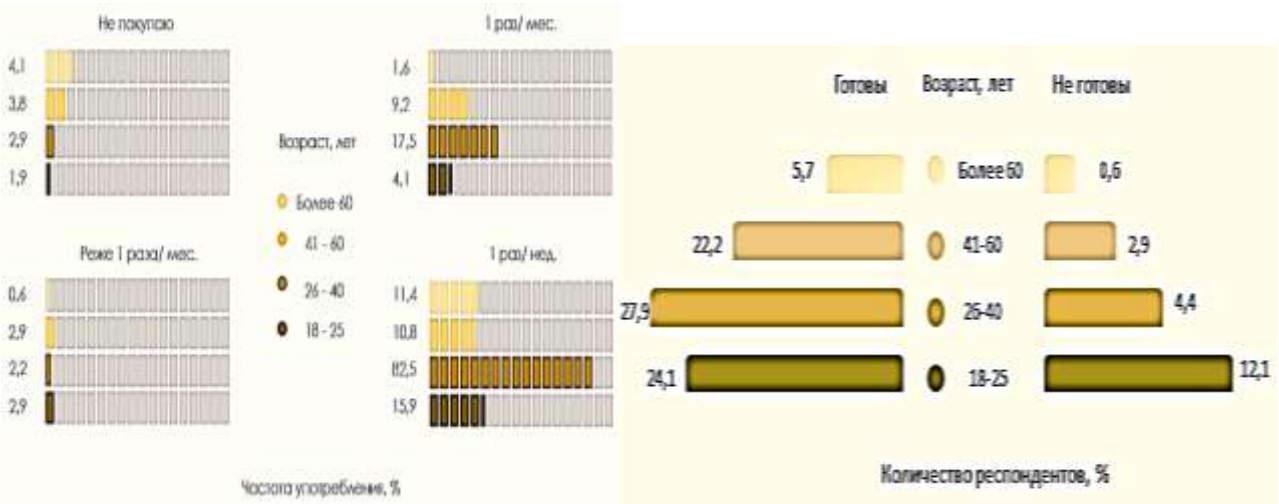
На третьем этапе для создания образа молочно-пробиотической карамели определяли зависимости скорости развития лактобактерий в молочной основе с различным содержанием сухих веществ. Определены соотношения изомальта, ферментированного молочного сырья и инулина. В готовых изделиях в начале и конце срока хранения определены органолептические и физико-химические показатели качества. Определяли содержание лактобактерий и их сохранность в процессе хранения готового продукта, рассчитана пищевая и энергетическая ценность новой карамели. Исследованы показатели безопасности в процессе хранения готовых изделий.

На четвертом этапе проведения исследований разработана технологическая схема производства молочно-пробиотической карамели и предложена рецептура готовых изделий. Разработана нормативная документация, рассчитана себестоимость производства молочно-пробиотической карамели, проведена промышленная апробация разработанной технологии в производственных условиях.

Достоверность научных результатов обусловлена работой на современных приборах, а так же апробацией технологических процессов в производственных условиях. Полученные данные были обработаны методами математической статистики на ЭВМ с использованием пакета программ Microsoft Office Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для выявления предпочтений потребительских мотиваций к группе функциональных кондитерских изделий и выбора объекта для обогащения проведён социологический опрос населения г. Кемерово Кемеровской области. Респонденты были выбраны по следующим критериям: пол, возраст, образование и район проживания (рис.2).



а) б)

Рисунок 2 - Маркетинговые исследования потребительских мотиваций: а - регулярность потребления функциональных продуктов, б- готовность покупать функциональные продукты за большую стоимость

По результатам исследований, большая часть людей (82,5%) в возрасте 26-40 лет употребляют функциональные продукты питания еженедельно, при этом в распределении

преобладают женщины с высшим образованием. В выборке 1/3 часть респондентов предпочитают леденцовую карамель. 58,3% опрошенных положительно относятся к функциональным кондитерским изделиям и готовы платить больше за их свойства (80% респондентов).

Следующий этап посвящен исследованию характеристик и функциональной направленности компонентого состава молочно-пробиотической карамели. Молочная промышленность является основным поставщиком молочных консервов для кондитерских изделий. Для проведения исследований в качестве молочного сырья были выбраны молоко сухое цельное 25% жирности, молоко сухое обезжиренное и сыворотка сухая (подсырная и деминерализованная). Физико-химические показатели качества молочных консервов представлены в таблице 1.

Таблица 1- Физико-химические показатели качества исследуемых сухих молочных консервов

Показатели	Сухое молоко		Сухая сыворотка	
массовая доля:	цельное	обезжиренное	подсырная	деминерализованная
белка, %	23,48±0,3	36,09±0,55	12,7±0,75	10,9±0,25
жира, %	25,3±0,45	1,49±0,15	1,2±0,10	1,0±3,5
лактозы, %	4,8±0,15	49,3±1,0	71,0±1,5	68,5±2,5
золы, %	3,7±0,34	4,2±0,2	2,7±0,5	3,2±0,55
растворимость, мл сырого осадка	0,2±0,1	0,15±0,05	0,2±0,05	0,45±0,01
размер частиц, мкм	21,0±0,5	23±0,8	23,0±1,0	19±1,5

Сухие молочные вторичные продукты содержат все основные компоненты цельного молока, за исключением казеина, продукт богат витаминами, минеральными солями, нутриентами, протеинами, высокой растворимостью и энергетической ценностью. Размеры частиц и растворимость сырого осадка во всех образцах находилась в пределах равных значений – 0,15-0,45. Одним из критериев для оценки качества продуктов питания, является биологическая ценность. На данном этапе определяли качественное и количественное содержание аминокислот в сухих молочных продуктах. Содержание аминокислотного состава на основе хроматографического исследования представлены на рис. 3 и в таблице 2.

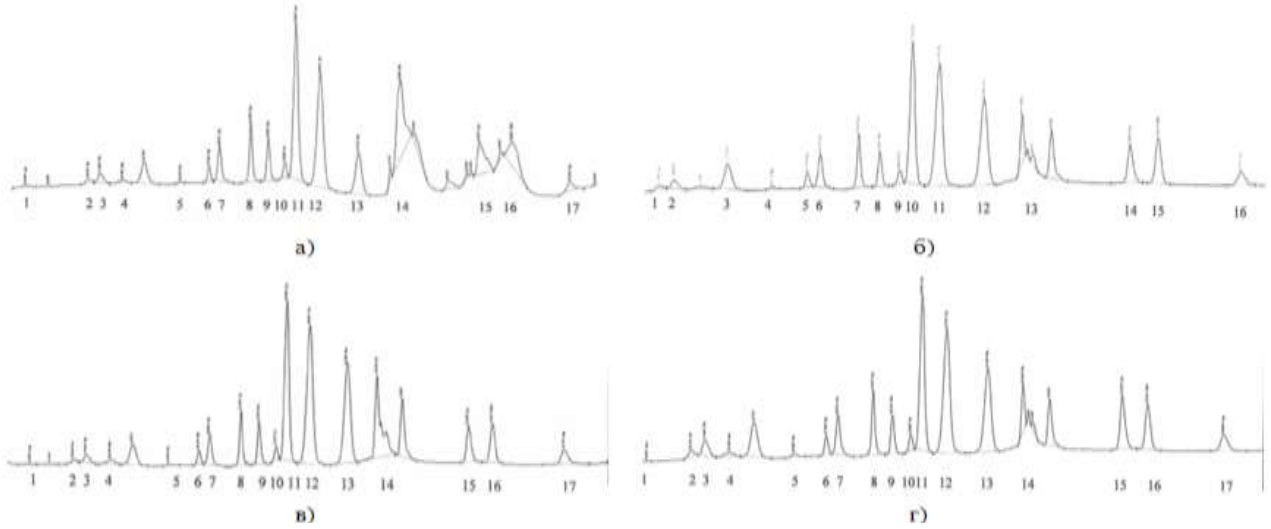


Рисунок 3- Хроматографический профиль свободных аминокислот молочных консервов а – сухое цельное молоко; б – сухая подсырная сыворотка; в- обезжиренное сухое молоко; г – сухая деминерализованная сыворотка

В содержании сухого цельного молока особую роль занимает изолейцин (1,590 мг/кг) и валин (1,762 мг/кг), которые в 100 г продукта находятся в переделах 79 % и 71% соответственно от суточной дозы. Содержится метионин, который удовлетворяет суточную потребность взрослого человека на 89%, а фенилаланина на 75%.

Таблица 2- Количественный аминокислотный состав сухих молочных консервов, мг/кг

Наименование аминокислоты	Сухое молоко		Сухая сыворотка		Суточная норма, мг
	цельное	обезжиренное	подсырная	деминерализованная	
Незаменимые					
Валин	1762±22,6	2235±19,4	1810±14,5	5505±32,7	1600±20,4
Изолейцин	1592±15,6	1990±15,6	650±8,7	2330±27,3	1400±18,6
Фенилаланин	1271±15,4	457±10,4	433±6,5	181,6±14,8	2200±22,7
Триптофан	371±8,4	450±10,2	205±4,3	393±16,7	500±6,3
Гистидин	714±7,9	1095±14,7	237±4,9	977±10,6	500±6,5
Аргинин	953±10,1	1180±16,7	375±3,1	645,7±5,7	1000±2,4
Лейцин	2578±24,6	3224±25,8	1705±18,5	780±6,8	2200±10,6
Лизин	2087±22,3	2588±21,4	300±8,7	2968±11,7	1600±8,7
Метионин	660±8,7	845±11,4	241±4,6	2000±19,5	2200±11,1
Треонин	1188±19,8	1507±18,9	817±10,1	3390±24,8	2000±10,8
Заменимые					
Аспаргин	1997±10,8	3116±23,5	1269±17,3	2673±20,6	4000±24,3
Глуматиновая кислота	5512±15,6	7965±36,7	2248±21,7	5898±25,4	6200±26,4
Глицин	557±4,9	777±4,7	286±3,6	589±4,7	1800±21,6
Пролин	2549±19,8	4338±25,8	768±4,8	3730±20,4	5000±27,9
Аланин	830±8,5	1802±24,3	510±7,1	4981±26,8	600±7,6
Серин	1590±21,2	2319±29,4	540±7,2	5315±28,9	3000±26,8
Тирозин	1430±18,6	2077±27,3	300±6,8	112±2,5	500±7,5
Цистеин	220±7,5	314±8,1	210±6,5	7,5±7,5	2000±22,4

В состав сухого обезжиренного молока входят такие же элементы, что и в цельном. Анализ аминокислотного состава сухой подсырной сыворотки позволил установить, что массовая доля аспаргиновой и глутаминовой кислоты, превышает содержание других аминокислот. Обнаружены незаменимые аминокислоты во всех исследуемых молочных образцах– валин (1762-5505, мг/кг), изолейцин (650-2330 мг/кг), лейцин (780-3224 мг/кг) и фенилаланин (181-1271 мг/кг). Исходя из данных, по химическому составу сухих молочных консервов, видна перспективность применения сухого обезжиренного молока и деминерализованной сыворотки при производстве молочно-пробиотической карамели.

Исследовали химический состав растительного сырья, как объекта замены сахарозы в рецептурах (рис.4). Установили, что экстракт корня лопуха содержит наибольшее количество инулина -43 г/100г, таким образом его целесообрано рекомендовать в качестве источника полисахарида.

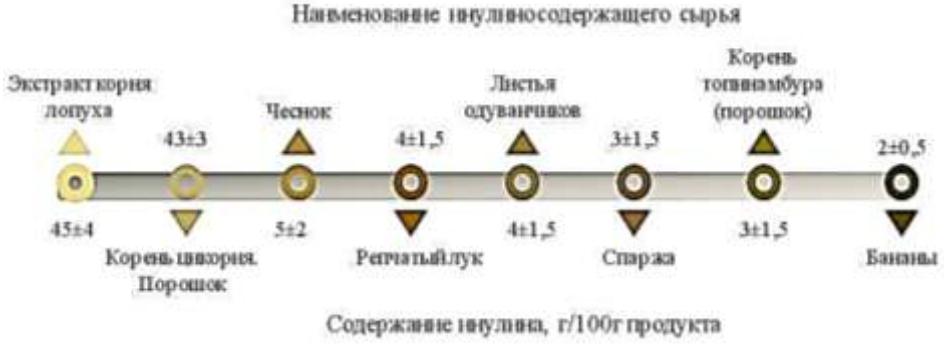
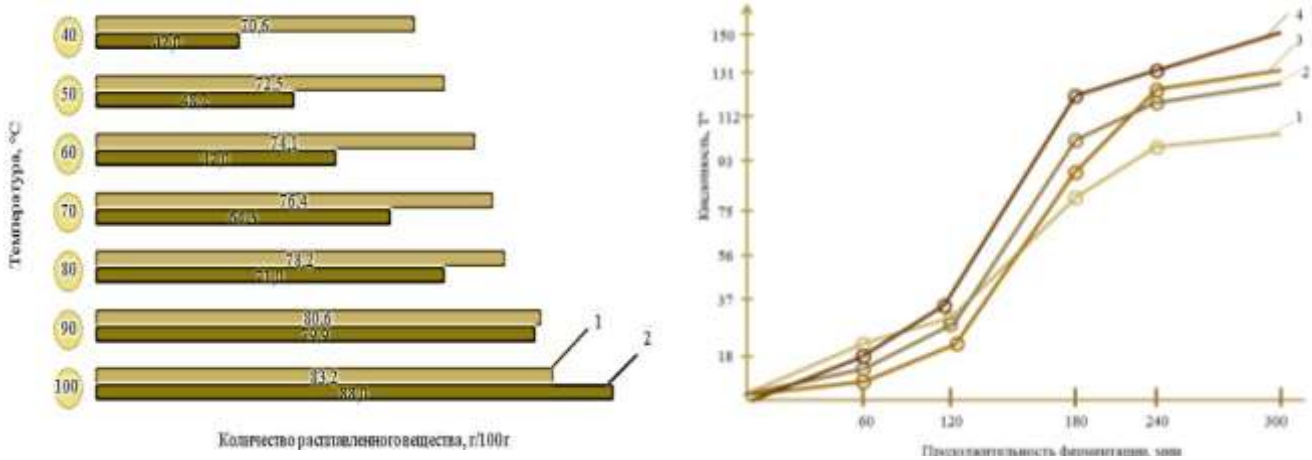


Рисунок 4 - Содержание инулина в растительных системах

Следующий этап исследований был посвящен изучению технологических свойств изомальта в качестве заменителя сахарозы в рецептурах молочно-пробиотической карамели. С этой целью проводили расплавление изомальта и сахарозы при различных температурных режимах (рис.5).

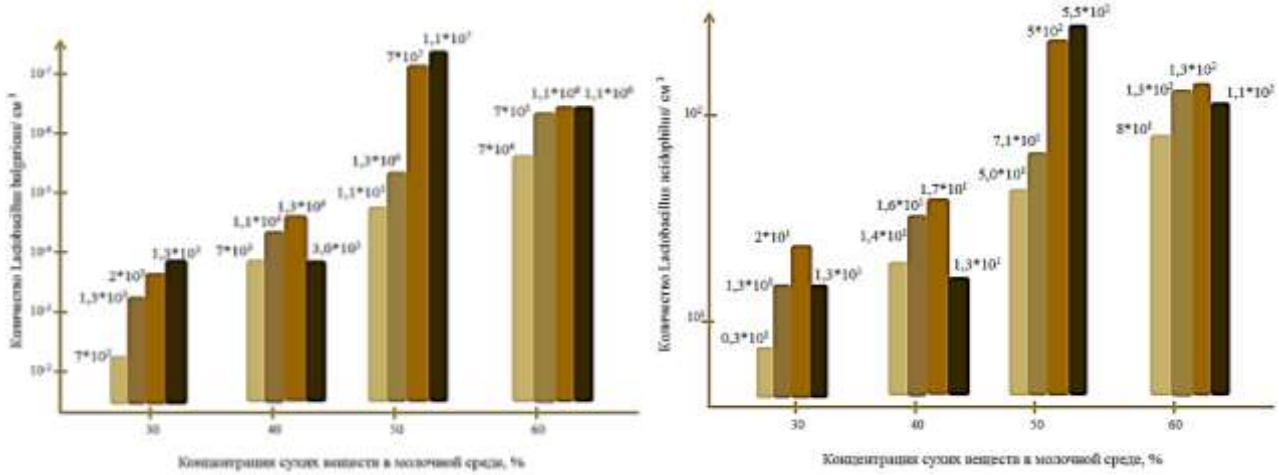


а) б)

Рисунок 5- а) Количество расплавленного вещества при различных температурах: 1- изомальт, 2- сахароза; б) Динамика изменения кислотности молочной среды различной концентрации сухих веществ при ферментации молочно-кислыми бактериями: 1-30%, 2-40%, 3-50%, 4-60%

Сравнительный анализ традиционного рецептурного компонента сахарозы и нового вещества изомальта показал идентичные характеристики расплавления при температурах свыше 90°С.

Прототип нового продукта определялся содержанием рецептурных компонентов, в частности сухого обезжиренного молока, в связи с этим проводили исследования роста и жизнедеятельности пробиотических микроорганизмов в молочной среде с концентрацией сухих веществ от 30 до 50% с интервалом в 10%. Активность микроорганизмов в подготовленной среде определяли по нарастанию кислотности (рис.6). Анализ результатов исследований показал, что оптимальным вариантом по кислотообразующей способности молочнокислыми бактериями является молочная среда с содержанием 50% сухих веществ. Такая концентрация является хорошей питательной средой для микроорганизмов, которые наиболее активно развиваются за счет накопления питательных веществ в бактериальной клетке (рис.6).

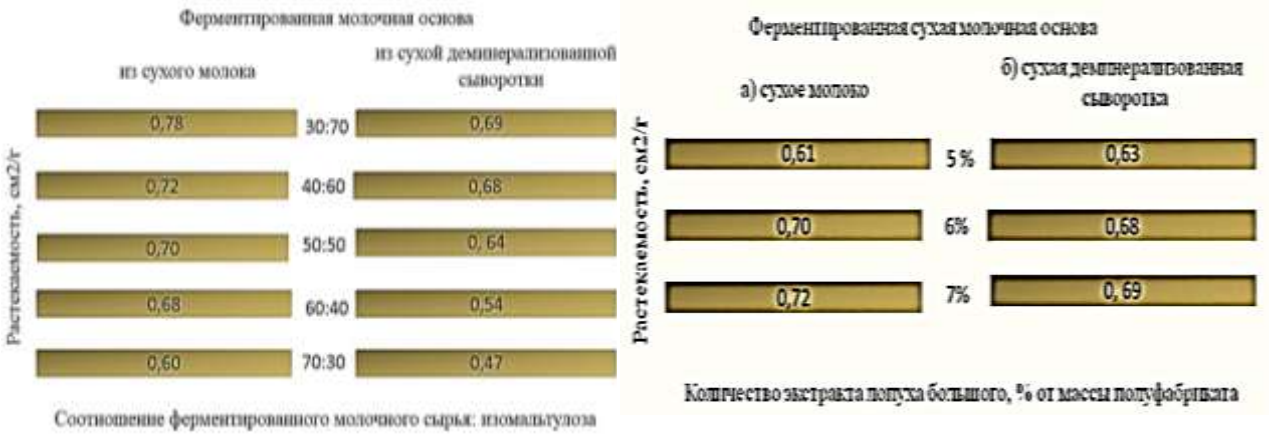


а) б)

Рисунок 6 - Накопление биомассы живой микрофлоры в молочной среде с различным содержанием сухих веществ :1-30 %, 2- 40 %, 3- 50 %, 4- 60 % по видам культур: а - *Lactobacillus Bulgaricus*, б - *Lactobacillus acidophilus*

Молочная среда с содержанием сухих веществ 50% рекомендуется, как оптимальная для развития лактобактерий и их общее количество равно *Lactobacillus acidophilus* – $5,5*10^2$ КОЕ/см^3, *Lactobacillus Bulgaricus* - $7*10^7$ КОЕ/см^3.

На следующем этапе работы проводили исследования по влиянию рецептурных компонентов, таких как изомальт, ферментированная молочная основа и экстракт лопуха на реологические свойства карамельной массы. Изучали соотношение молочного сырья и экстракта лопуха большого к изомальту, для этого были созданы различные варианты соотношения компонентов в среде, определяемый показатель - растекаемость карамельной массы (рис.7).



а) б)

Рисунок 7 – Коэффициент растекания карамельной массы от концентрации: а- молочной ферментированной основы, б- экстракта лопуха большого

Установлено, что оптимальным соотношением ферментированной молочной основы и изомальта является 1:1 при введении экстракта лопуха большого 7% от карамельной массы.

Результаты исследований были положены в основу разработки технологической схемы (рис.9) и рецептуры нового продукта, представленного в таблице 3.

Данный продукт характеризуется высоким содержанием молочного белка и незаменимых аминокислот. Для диабетического питания в новый продукт входит экстракт лопуха большого и пробиотические закваски для повышения иммунитета и иммунного статуса человека.

Таблица 3- Рецептура молочно-пробиотической карамели

Компонент	Массовая доля СВ, %	Расход сырья, кг			
		По сумме п/ф для 1 т полуфабриката		На одну т готовой продукции	
		В натуре	СВ	В натуре	СВ
Сухое обезжиренного молоко	96,0	650,0	624,0	650,0	624,0
Изомальт	90,8	650,5	590,2	654,5	594,3
Lactobacillus acidophilus (DVS)	96,9	0,02	1,938	0,02	1,938
Lactobacillus bulgaricus (DVS)	96,9	0,02	1,938	0,02	1,938
Экстракт лопуха большого	60,0	91,0	54,6	96,0	54,6
Итого	-	1391,54	1272,7	1400,54	1272,7
Выход	97,91	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

Проводили исследования по изменению физико-химических показателей карамели в процессе хранения при t =18˚С и $W_{отн}$ = 70 %.

Органолептические и физико-химические показатели качества представлены в таблице 4.

На основании полученных результатов установили, что во время хранения в течение 6 месяцев происходят незначительные изменения физико-химических показателей качества. Срок годности более 6 месяцев приводит к потери вкусовых характеристик продукта.

Технологический процесс получения молочно-пробиотической карамели заключается в подготовке рецептурных компонентов, плавлении изомальта 15-18 минут при температуре 130˚С, охлаждение до 35˚С с дальнейшим добавлением ферментированной лактобактериями молочной основы, внесение экстракта лопуха большого в количестве 7% от массы полуфабриката. Дальнейшее формование, отливка в формы, охлаждение, упаковка и отправка на хранение при Т=18˚С $W_{отн}$=не более 75%.

Таблица 4 – Органолептические и физико-химические показатели качества разработанной карамели

Наименование показателя	Значение показателя					
	Свежеприготовленные			После 6 месяцев хранения		
	«М-БИО»	контроль 1	контроль 2	«М-БИО»	контроль 1	контроль 2
Вкус и запах	сладкий молочный вкус	сладкий вкус		сладкий молочный вкус	сладкий вкус	
Цвет	кремовый	прозрачный	кремовый		прозрачный	кремовый
Поверхность	сухая, без трещин, гладкая					
Форма	круглая, без деформаций					
Влажность, %	2,8±0,3	1,8±0,2	1,5±0,1	3,4±0,2	2,0±0,3	2,0
Титруемая кислотность, град	2,0±0,7	1,4±0,1	1,0±0,2	1,8±0,6	1,2±0,2	0,8±0,1

Определена пищевая и энергетическая ценность новой молочно-пробиотической карамели для диабетиков в сравнении с контрольными образцами, выработанные по классической рецептуре. Данные представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Химический состав и пищевая ценность молочно-пробиотической карамели в сравнении с контрольными образцами

Наименование функциональных ингредиентов	Содержание ингредиента в 100 г карамели				Рекомендуемая норма потребления
	контроль		опытные образцы		
Содержание, %	на изомальте	на сахарозе	на обезжиренном молоке	на деминерализованной сыворотке	
1	2	3	4	5	6
влаги	1,8	1,5	2,8	2,6	-
золы	0,42	0,40	4,2	4,3	-
жира	7,7	-	7,71	1,2	-
белка	-	-	36,09	10,9	-
углеводов, в т.ч.	90,8	98,1	44,4	47,4	-
лактозы	-	-	4,8	28,0	-
пищевых волокон			39,4	36,5	30
Lactobacillus acidophilus, КОЕ/г			$6*10^2$	$6*10^2$	$1,0*10^6$-$1,0*10^7$
Lactobacillus Bulgaricus КОЕ/г			$3*10^5$	$3*10^5$	$1,0*10^6$-$1,0*10^7$
Витамины, мг/100г					
B_1			0,15	0,15	1,5
B_2			0,9	9,1	1,8

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
Холин			55	15,6	500
B_5			1,66	-	5
B_6			0,15	0,05	2
B_{12}			2250	2342	3000
C			2	7,6	90
H			7,65	-	50
PP			3,75	3,25	20
Cl			460	-	2300
I			27500	-	150000
Co			1500	-	10000
Mo			18000	-	70000
Cr			8500	-	50000
Zn			1,7	-	12
Содержание макроэлементов, мг/100 г					
натрий			227	325	1300
кальций			618,5	546	1000
калий			827,6	663	2500
фосфор			460	195	800
магний			118	65	400
Содержание микроэлементов, мкг/кг					
железо			800	305,5	15000
Энергетическая ценность, ккал	378	236	299	325	-

Анализ химического состава новой карамели показывает содержание таких нутриентов, как макро- и микроэлементы: магний, фосфор и кальций в физиологических значимых количествах- 400, 800 и 1000 мг/100 г соответственно. Так, к примеру, магния содержится 30% от суточной нормы потребления, фосфора- 58%, кальция- 62%.

Исследовали показатели безопасности нового продукта, которые соответствовали ТР/ТС 021-2011.

Изучали возможность сохранности живой биомассы лактобактерий в процессе хранения продукта. Исследования проводили сразу после выработки, через 1 неделю хранения, 1 месяц, 3 месяца и 6 месяцев (табл. 6).

Таблица 6 - Сохранность лактобактерий в процессе хранения

Наименование лактобактерий	Количество лактобактерий в хранении, КОЕ/г				
	сразу после выработки	1 неделя	1 месяц	3 месяца	6 месяцев
Lactobacillus acidophilus	$6*10^2$	$6,0*10^2$	$4,8*10^2$	$4,2*10^2$	$4*10^2$
Lactobacillus Bulgaricus	$3*10^5$	$3*10^5$	$3*10^5$	$2,6*10^5$	$2,2*10^5$

Результаты показали при хранении молочно-пробиотической карамели на протяжении 6 месяцев количество лактобактерий значительно не изменилось. Так *Lactobacillus acidophilus* уменьшилось на 2,0 КОЕ/г (с $6*10^2$ до $4*10^2$), *Lactobacillus Bulgaricus* на 0,8 КОЕ\г (с $3*10^5$ до $2,2*10^5$). Такие данные дают возможность сделать вывод о высокой сохранности лактобактерий на протяжении всего срока хранения.

Таким образом, разработанную молочно-пробиотическую карамель можно рекомендовать как продукт для людей, следящих за своим здоровьем, в том числе кому противопоказана сахароза, например с диагнозами неинфекционных заболеваний, таких как сахарный диабет II типа.

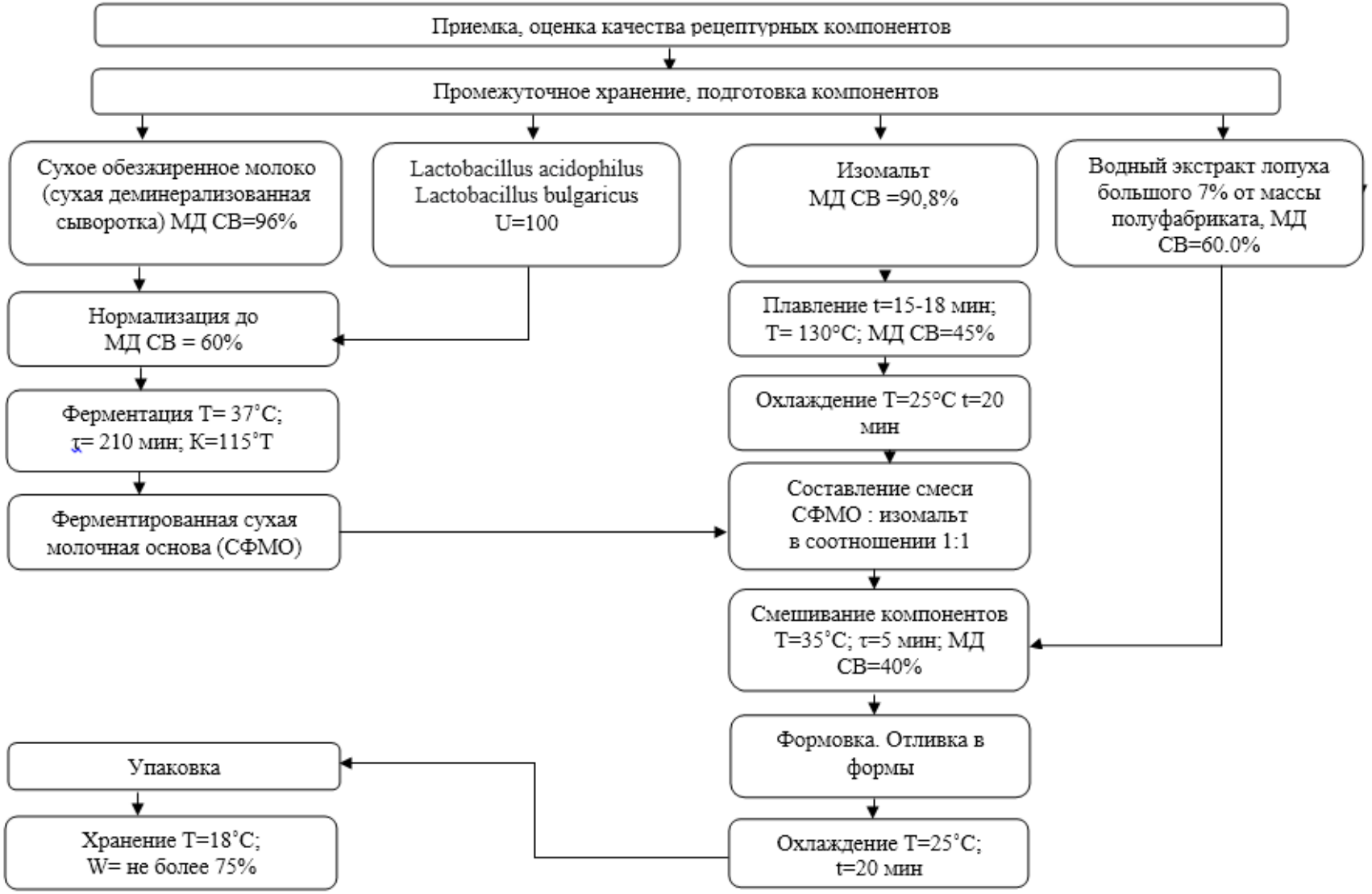


Рисунок 8 - Технологическая схема производства молочно-пробиотической карамели

ВЫВОДЫ

1. Установили, что распространенность заболевания сахарным диабетом в мире (371 млн) и в России (9 млн) имеет большой рост и омоложение по возрасту. В связи с этим необходимо расширить рынок диабетических изделий, в т.ч. кондитерских, путем внедрения новых разработок.
2. Большая часть населения города Кемерово (82, 5%) в возрасте 26-40 лет употребляют функциональные продукты питания еженедельно и предпочитают леденцовую карамель. 58,3 % опрошенных положительно относятся к функциональным кондитерским изделиям и готовы оплачивать больше за их свойства (80 % респондентов).
3. В исследуемых молочных консервах из незаменимых аминокислот преобладают валин (1762-5505, мг/кг), изолейцин (650-2330 мг/кг), лейцин (780-3224 мг/кг) и фенилаланин (181-1271 мг/кг), которые удовлетворяют суточную потребность организма человека на 70 %. В экстракте корня лопуха содержится 45 % инулина. При выборе сахарозаменителя обосновали изомальт, который по технологическим свойствам близок к сахарозе. При нагревании изомальта до температуры 80 °С растворимость составила 78,2 г /100 г.
4. При формировании образа молочно-пробиотической карамели остановились на следующих соотношениях рецептурных компонентов: ферментированная молочная основа к изомальту 1:1, экстракт лопуха большого 7% от карамельной массы.
5. Разработана технология (приемка и подготовка рецептурных компонентов, плавление изомальта при Т= 130 ˚С, t= 15-18 мин; охлаждение до температуры Т=35˚С; добавление ферментированной молочной основы; формовка; охлаждение;упаковка; хранение при Т=18˚С. Экспериментально обоснована рецептура молочно-пробиотической карамели с заданными потребительскими свойствами.
6. При употреблении 20 г молочно-пробиотической карамели удовлетворение суточной потребности в таких макроэлементах как магний, фосфор, кальций и пищевых волокнах составляет 7, 15, 16 и 32 % соответственно. Срок годности молочно - пробиотической карамели составил 6 месяцев при температуре 18±2°С и относительной влажности 75 %. По безопасности образцы соответствуют Технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».
7. Разработана и утверждена техническая документация на молочно-пробиотическую карамель «М-БИО» (ТУ и ТИ 10.86-10.910-01-16362254-2020). Проведена апробация технологии молочно-пробиотической карамели в условиях производства, подтверждающая соответствие разработанных изделий требованиям нормативных документов. Рассчитана экономическая эффективность производства 1 кг молочно-пробиотической карамели, отмечено, что розничная стоимость равна 1529 р.

Основные публикации по материалам диссертации

Статьи, индексируемые в международных журнала базах цитирования Web of science

1. Kurbanova M. G. Aspects of Composite Recipes for Candy Glasses Production / M. G. Kurbanova, **A.Y. Kolbina**, R.A. Voroshilin, L.R. Ashurova // IV International Scientific and Practical Conference "Modern S&T equipments and problems in Agriculture", June 25, 2020, pp. 140-147. doi: 10.32743/kuz.mepa.2020.

2. **Kolbina A.Y.** Prospects for the Use of Arctium Lappa L Extract in the Production of Candy Caramel for Diabetic Nutrition / A.Y. Kolbina, M. G. Kurbanova, R.A.Voroshilin // IV International Scientific and Practical Conference "Modern S&T equipments and problems in Agriculture", June 25, 2020, pp. 108-115. doi: 10.32743/kuz.mepa.2020.108-115.

Статьи, индексируемые в международных журнала базах цитирования Scopus

3. **Kolbina A.Y.** Analysis of consumer motivations of the Kemerovo cityresidents in relation to functional food products / **A.Y. Kolbina,** E.V. Ulrikh, R.A. Voroshilin // EurAsian Journal of BioSciences. - 2020. - №14. - С. 6365-6369.

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК

4. **Колбина А.Ю**. Аспекты использования сухих молочных консервов / А.Ю. Колбина // Вестник КрасГАУ. - 2020. - №11. С.- 254-258. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-11-254-258.

5. **Колбина А.Ю**. Анализ потребительских предпочтений жителей г. Кемерово в отношении обогащенной карамели **/ А.Ю. Колбина** // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. - 2020. - №6. С.117-121. DOI: 10.33979/2219-8466-2020-65-6-117-121.

6. Курбанова М.Г. Разработка композиционной смеси нового вида диабетической карамели / М.Г. Курбанова, Н.Н. Бережнов, **А.Ю. Колбина**, // Технологи и товароведение инновационных пищевых продуктов. - 2021. - № 1. С.36-40.

Материалы конференций, сборников научных работ и тезисов докладов

7. Ашурова Л.Р. Перспективы возделывания лопуха большого, как альтернативного сырья для инулина / Л.Р. Ашурова, **А.Ю. Колбина,** М.Г. Курбанова // Современное состояние, перспективы развития АПК и производства специализированных продуктов питания. - Омск: Омский аграрный университет имени П.А. Сталыпина, 2020. - С. 255-259.

8. Будакова Б. Л. Разработка рецептуры и технологии производства мальтозного сиропа из голозерного овса / Б.Л. Будакова, **А.Ю. Колбина**, М.Г. Курбанова // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы: материалы IV национальной научно-практической конференции. - Кемерово: ФГБОУ ВО Кузбасская ГСХА, 2020. - С. 41-48.

9. Ашурова Л.Р. Содержание биологически активных веществ в Arctium Lappa L / Л.Р. Ашурова, **А.Ю. Колбина**, М.Г. Курбанова // Современные тенденции в сфере сельскохозяйственного производства и образования. - Кемерово: ФГБОУ ВО Кузбасская ГСХА, 2019. - С. 10-13.

10. **Колбина А.Ю.** Производство густого экстракта Arctium Lappa L / А.Ю. Колбина // Современные тенденции Сельскохозяйственного производства в мировой экономике. Материалы XVIII международной научно-практической конференции. - Кемерово: ФГБОУ ВО Кузбасская ГСХА, 2019. - С. 290-295.

11. Ашурова Л.Р. Перспективы использования лопуха большого (ARCTIUM LAPPA L.) в производстве функциональных продуктов питания / Л.Р. Ашурова, **А.Ю. Колбина**, М.Г. Курбанова // Инновации в пищевой промышленности: образование, наука, производство материалы 4-й всероссийской научно-практической конференции. - Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет (Благовещенск), 2020. - С. 9-12.

12. **Колбина А.Ю.** Производство густого экстракта Arctium Lappa L / А.Ю. Колбина // Инновационный конвент «Образование, наука, инновации. Молодежный вклад в развитие научно-образовательного центра «Кузбасс»». Кемерово. - Кемерово: Департамент молодежной политики и спорта Кемеровской области, 2019. - С. 180-183.

13. **Колбина А.Ю.** Анализ распространенности сахарного диабета у детей и подростков / А.Ю. Колбина, М.Г. Курбанова // Агропромышленному комплексу - новые идеи и решения. - Кемерово: Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. - С. 168-170.

14. **Колбина А.Ю.** Использование продуктов переработки технологии кондитерских изделий / А.Ю. Колбина // Материалы международной научно-практической

конференции «Актуальные проблемы пищевой промышленности и общественного питания». – 2017. – С. 92-94

15. **Колбина А.Ю.** Получение инулина из корней лопуха методом экстракции / А.Ю. Колбина, М.Г. Курбанова // Материалы XVII международной научно- практической конференции «Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике». -2018. –С. 322-324

16. **Колбина А.Ю.** Получение инулина путем экстракции на аппарате Сокслета / А.Ю. Колбина // Инновационный конвент "Кузбасс: образование, наука, инновации-2018". - Кемерово: Департамент молодежной политики и спорта Кемеровской области, 2019. - С. 457-459.

17. **Колбина А.Ю.** Получение сиропа водорастворимых веществ из корней лопуха методом экстракции / А.Ю. Колбина, М.Г. Курбанова // Агропромышленному комплексу - новые идеи и решения. - Кемеровский ГСХИ. - 2019.- С. 178-180.

18. **Колбина А.Ю.** Получение сиропа с инулином из корней лопуха методом экстракции / А.Ю. Колбина, М.Г. Курбанова // Сборник тезисов VII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Пищевые инновации и биотехнологии". - Кемерово: 2019. - С. 44-46.

19. **Колбина А.Ю.** Получение сиропа с инулином из Arctium Lappa L. методом экстракции / А.Ю. Колбина, М.Г. Курбанова // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы. - Кемерово: ФГБОУ ВО Кузбасская ГСХА, 2019. - С. 91-95.

20. **Колбина А.Ю.** Перспективы и возможности использования CO_2 экстракции при выделении инулина из растительного сырья / А.Ю. Колбина, М.Г. Курбанова // XVII Внутривузовская научно-практическая конференция «Агропромышленному комплексу-новые идеи и решения. – 2018.

21. **Колбина А.Ю.** Перспективы использования сверхкритической экстракции растительного сырья / А.Ю. Колбина // Труды международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество». – 2018. – С. 287-290

22. **Колбина А.Ю.** Перспективы функциональных продуктов питания / А.Ю. Колбина // Труды международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество». – 2018. – С. 290-292

23. **Колбина А.Ю.** Развитие молочной отрасли Пакистана / А.Ю. Колбина, Е.В. Мирошин // Международная конференция. - Киров: Вятская ГСХА

24. Клименко А.Д. Современные тренды развития сыроделия / А.Д. Клименко, **А.Ю. Колбина** // Современные достижения биотехнологии. Техника, технологии и упаковка для реализации инновационных проектов на предприятиях пищевой и биотехнологической промышленности. Материалы VII международной научно-практической конференции, 2020. – С. 159-162.

Патенты РФ

25. Пат. 2224467 Российской Федерации МПК C08B 37/18, C08B 37/18 Способ Выделения водорастворимых веществ из лопуха большого / **Колбина А.Ю.,** Курбанова М.Г. // заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт». – №: 2019139197; заявл. 03.12.2019 г.; опубл. 23.06.2020 г. – Бюл. № 18.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ГОСТ – государственный стандарт
БАВ – биологическиактивные вещества
СД II типа- сахарный диабет II типа
ФМО- ферментированная молочная основа

\

Подписано в печать _____. Формат 60x84 1/16.
Бумага для лазерной печати. Печать лазерная.
Усл. печ. л. 1,16. Тираж 100 экз. Заказ № 1.
ФГБОУ ВО Кузбасская ГСХА
ул. Марковцева, 5 тел. тел. 73-51-14