

ФРОЛОВА АЛЕКСАНДРА ЕВГЕНЬЕВНА

**РАЗРАБОТКА И ТОВАРОВЕДНАЯ ОЦЕНКА ОБОГАЩЕННОЙ
КОНДИТЕРСКОЙ ПАСТЫ**

Специальность 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

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Научный руководитель: Щетинин Михаил Павлович

доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Магомедов Газибег Омарович

доктор технических наук, профессор

заведующий кафедрой технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Иунихина Вера Сергеевна

доктор технических наук, профессор

первый проректор, заведующий кафедрой пищевых производств некоммерческого образовательного частного учреждения дополнительного профессионального образования «Международная промышленная академия»

Ведущая организация: Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем имени В.М. Горбатова» РАН

Защита состоится «__» _____ 2022 года в XX⁰⁰ на заседании совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.148.11 при ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» по адресу: 125080, Москва, А-80, Волоколамское шоссе, д. 11, корп. А, ауд. 302.

Отзывы (в двух экземплярах) на автореферат, заверенные гербовой печатью учреждения, просим направлять в адрес диссертационного совета.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств». Полный текст диссертации размещен в сети Интернет на официальном сайте ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» <http://www.mgupp.ru>.

Автореферат размещен в сети Интернет на официальных сайтах ВАК при Минобрнауки России (<https://vak.minobrnauki.gov.ru>) и ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» (<http://www.mgupp.ru>).

Автореферат разослан «__» _____ 2021 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

кандидат технических наук, доцент

Кусова Ирина Урузмаговна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Приоритетами развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации являются создание условий для производства пищевой продукции нового поколения с заданными характеристиками качества, в том числе обогащенных продуктов питания, а также развитие научных исследований в области разработки современных технологий производства, направленных на повышение качества пищевой продукции и продвижение принципов здорового питания, которые изложены в Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ 29 июня 2016 года № 1364-р, Прогнозе долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года, Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 и в ряде ведомственных целевых программ по проблемам развития агропромышленного комплекса страны, разработанных с учетом рекомендуемых рациональных норм потребления пищевых продуктов.

Кондитерские изделия являются важной составляющей пищевого рациона населения всех возрастных групп благодаря эмоциональной привязанности к данной группе продукции, поэтому расширение ассортимента кондитерских изделий за счет комбинирования различных видов сырья и обогащения их белком является актуальным и перспективным направлением, так как кондитерские изделия имеют высокую калорийность и практически не содержат биологически активных веществ.

Степень разработанности темы. Значительный вклад в разработку технологий производства кондитерских изделий, в том числе функциональных и обогащенных, переработки масличных культур и проектирование рецептур поликомпонентных продуктов внесли И. А. Рогов, В. А. Тутельян, А. Б. Лисицын, Н. Н. Липатов мл., А. П. Нечаев, В. Г. Щербаков, Г. А. Маршалкин, Г. О. Магомедов, В. М. Позняковский, Е. П. Викторова (Корнена), Л. Е. Скокан, И. Ю. Резниченко, Т. В. Рензяева, Е. Ю. Егорова, Л. А. Иванова, О. Н. Мусина и ряд других учёных. Однако свойства муки подсолнечной как сырья для получения кондитерских паст и свойства кондитерских масс при ее использовании практически не изучены.

Цель и задачи работы. Целью настоящей работы являлась разработка и товароведная оценка обогащенной кондитерской пасты с мукой подсолнечной.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1) изучить состояние российского рынка кондитерских изделий, провести маркетинговые исследования по изучению потребительских предпочтений в отношении кондитерских изделий на примере г. Барнаула;

2) изучить физико-химические, микробиологические, органолептические и функционально-технологические показатели качества муки подсолнечной и их изменение в процессе хранения;

3) исследовать влияние режимов термической обработки на изменение показателей окислительной порчи муки подсолнечной и ее функционально-

технологических свойств и установить рациональные параметры термической обработки муки подсолнечной;

4) разработать рецептуру и технологию производства обогащенной кондитерской пасты;

5) провести комплексную товароведную оценку разработанной кондитерской пасты. Исследовать регламентируемые показатели качества и сроки хранения готового продукта;

6) провести расчет экономической эффективности от внедрения обогащенной кондитерской пасты;

7) разработать и утвердить техническую документацию, провести опытно-промышленную апробацию обогащенной кондитерской пасты.

Научная новизна работы.

Выявлено влияние режимов термической обработки на улучшение органолептических и изменение физико-химических показателей в муке подсолнечной, повышение хранимоспособности и замедление процессов ее окислительной порчи.

Разработаны математические модели с удовлетворительными уровнями аппроксимации, описывающие влияние температуры и продолжительности термической обработки на изменение кислотного и перекисного чисел и функционально-технологические свойства подсолнечной муки.

Определены закономерности изменения реологических показателей кондитерских паст в зависимости от содержания в рецептуре основных компонентов и технологических параметров.

На примере кондитерской пасты обоснована возможность применения метода «ускоренного старения» для прогнозирования сроков годности пищевых продуктов.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Путем проведения маркетинговых исследований выявлены потребительские предпочтения в отношении кондитерских изделий в г. Барнауле, в том числе, определены степень информированности населения в отношении продуктов функционального назначения и отношение населения к обогащенным кондитерским пастам.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований обоснована возможность использования подсолнечной муки в производстве обогащенных кондитерских изделий, разработаны рецептура и технология изготовления кондитерской пасты с использованием подсолнечной муки.

Определены функционально-технологические свойства подсолнечной муки как основного компонента рецептуры кондитерской пасты.

Определены структурно-реологические свойства кондитерской пасты и регламентируемые показатели качества для проведения комплексной товароведной оценки разработанной кондитерской пасты.

На основе исследований изменения комплекса потребительских характеристик кондитерской пасты в процессе хранения с использованием метода «ускоренного старения» определен срок годности кондитерской пасты.

Разработана техническая документация (ТУ 10.41.42 – 001- 02067824-2021, ТУ 10.82.22 – 001- 02067824-2021, ТИ 10.41.42– 001- 02067824-2021, ТИ 10.82.22 – 001- 02067824-2021 и РЦ 10.82.22 – 001- 02067824-2021) на подсолнечную муку и кондитерские пасты.

Разработанные рецептуры и технологии апробированы на ООО «Трамони» и АО «Новоалтайский хлебокомбинат».

Материалы диссертационной работы внедрены и используются в учебном процессе АлтГТУ при курсовом и дипломном проектировании.

Методология и методы исследования.

В основе организации и проведении исследований лежат труды российских и зарубежных ученых, направленные на изучение продуктов переработки подсолнечника, а также по модификации подсолнечной муки для улучшения ее потребительских свойств. В работе использовались физико-химические методы для определения свойств и состава изучаемых объектов, включающие метод изучения реологических свойств с применением ротационного вискозиметра Haake VT 550, метод тонкослойной хроматографии для определения витаминов в кондитерской пасте, метод Кьельдаля для определения массовой доли белка, метод капиллярного электрофореза для определения аминокислотного состава, а также методы микробиологической и органолептической оценки качества разрабатываемой продукции.

Положения, выносимые на защиту:

- 1) Результаты маркетинговых исследований по изучению потребительских предпочтений в отношении кондитерских изделий на примере г. Барнаула;
- 2) Результаты исследования изменений функционально-технологических свойств подсолнечной муки в зависимости от продолжительности и температуры ее обработки;
- 3) Технология производства кондитерской пасты с мукой подсолнечной;
- 4) Определение срока годности кондитерской пасты с использованием метода «ускоренного старения»;
- 5) Результаты товароведной оценки кондитерской пасты с мукой подсолнечной.

Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности. Диссертационное исследование соответствует пп. 4-7 паспорта научной специальности 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания (технические науки).

Степень достоверности и апробации результатов обеспечивалась применением современных методов испытаний, апробацией экспериментальных данных в условиях производства, обработкой результатов исследований методами математической статистики, публикацией материалов в рецензируемых журналах.

Основные результаты исследований опубликованы в научных журналах, докладывались на конференциях различного уровня: 7-ая-11-ая Всероссийские научно-практические конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь» (г. Барнаул, 2010-2014 гг.); III Молодежная форсайт-игра

«Food for life» в рамках Международной молодежной научной школы «Пищевые технологии и биотехнологии» (г. Томск, 2012г.); XVI Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы здорового питания. Инновации и традиции» (г. Барнаул, 2014 г.); XVI Городская научно-практическая конференция молодых ученых «Молодежь-Барнаулу» (г. Барнаул, 2014 г.); XI, XV и XX Международные научно-практические конференции «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств» (г. Барнаул, 2012, 2013 и 2019 гг.); III Межрегиональная научно-практическая конференция (с международным участием) «От биопродуктов к биоэкономике» (г. Барнаул, 2019 г.); IV Межрегиональная научно-практическая конференция (с международным участием) «От биопродуктов к биоэкономике» (г. Барнаул, 2021 г.); III Международный биотехнологический симпозиум «Bio-Asia 2021» (г. Барнаул, 2021 г.).

Получен диплом победителя программы «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» (У.М.Н.И.К.) за проект по теме диссертационного исследования (г. Барнаул, 2014 г.).

Личное участие автора.

Диссертационная работа является обобщением научных исследований, проведенных в 2011 – 2021 гг. лично автором и при его непосредственном участии в качестве исполнителя госзадания Минобрнауки РФ (государственное задание № 075-00316-20-01 от 21.02.2020; мнемокод 0611-2020-013; номер темы FZMM-2020-0013).

Публикации.

По теме диссертации опубликовано 20 научных работ, из них в журналах, индексируемых в международных базах данных, входящих в Scopus - 1, в рецензируемых журналах ВАК – 5; получены патенты на изобретение № 2015120991 и № 2015120991.

Структура и объем диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и 8 приложений. Основной текст изложен на 128 страницах. Диссертация содержит 18 таблиц и 30 рисунков. Список использованных источников включает 183 наименования.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, определены основные направления реализации цели, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов.

В первой главе рассмотрен российский рынок кондитерских изделий. Представлена информация о функциональных пищевых ингредиентах, используемых при разработке и производстве кондитерских изделий. Приведены технологические особенности производства кондитерских паст и представлена характеристика подсолнечной муки и ее применение при производстве продуктов питания. Рассмотрены современные методы определения сроков годности и хранения пищевых продуктов

Во второй главе приведена схема проведения исследований (рисунок 1), дана характеристика объектов и методов исследований.

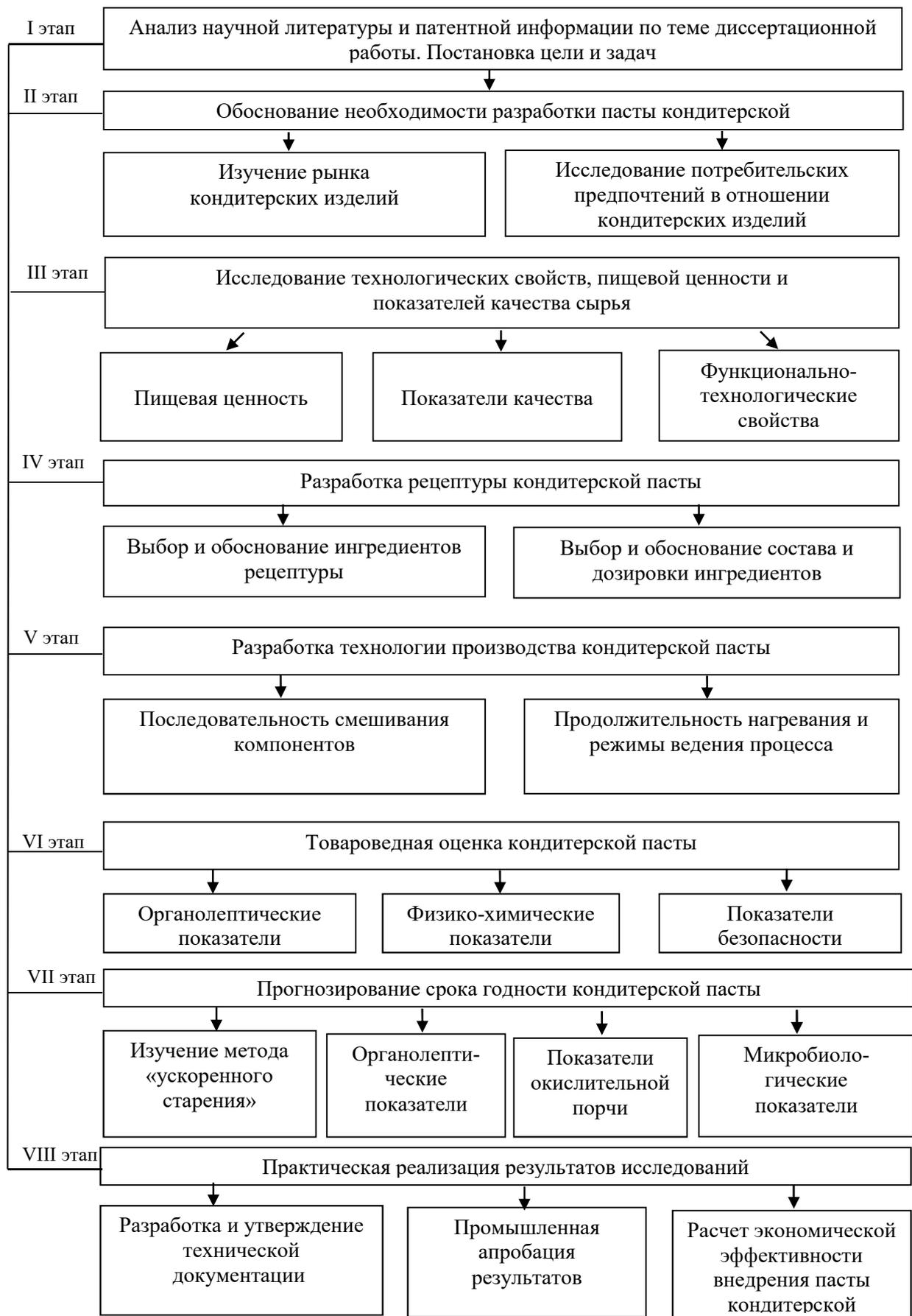


Рисунок 1 – Схема проведения исследований

Основные этапы работы выполнены на кафедре «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», в аккредитованной лаборатории «Испытательный Центр пищевых продуктов и сырья» и в лаборатории «Центр комплексных исследований и экспертной оценки пищевой продукции «АлтайБиоЛакт» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», в научно-исследовательском центре «Факторы производственной и окружающей среды», в лаборатории ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук и в аккредитованной испытательной лаборатории ФГБУ Центр агрохимической службы «Алтайский».

В качестве объектов на различных этапах исследования использовались:

1. При проведении маркетинговых исследований: - ассортимент сахаристых кондитерских изделий, представленный на потребительском рынке г. Барнаула; - потребительские предпочтения жителей г. Барнаула и Алтайского края в отношении кондитерских изделий;

2. При выполнении экспериментальной части: - мука, полученная из жмыха подсолнечного по ГОСТ 80-96 «Жмых подсолнечный. Технические условия» после извлечения масла методом холодного прессования без предварительной влаготепловой обработки, путем измельчения до частиц размером 25-35 мкм со степенью дисперсности 92 % из семян подсолнечника урожая 2012-2019 годов в Алтайском крае; - разработанные образцы кондитерской пасты.

В ходе проведения исследований применяли общепринятые стандартные методы исследования – органолептические, физико-химические, инструментальные и статистические. Для анализа теоретических данных использовали методы регистрации, систематизации, обобщения материалов научных и методических изданий, нормативных документов и периодической печати.

В третьей главе представлены результаты исследований и их анализ.

В ходе статистических исследований был проведен опрос жителей г. Барнаула и Алтайского края с помощью анкет, состоящих из трех блоков: демографическая характеристика респондентов; отношение респондентов к кондитерским изделиям; степень удовлетворенности респондентов собственным здоровьем и отношение к вводу в продукты обогатительных добавок. В результате анализа полученных данных было установлено, что большинство потребителей не удовлетворены ассортиментом имеющихся кондитерских паст и проявляют высокий интерес к обогащенным изделиям, содержащим в своем составе незаменимые нутриенты, с уникальными потребительскими характеристиками, и продуктам, позиционируемым как натуральные, то есть стараются «избегать вредных ингредиентов».

Проведены исследования характеристик подсолнечной муки. Для получения подсолнечной муки измельчали жмых подсолнечный по ГОСТ 80-96 после извлечения масла методом холодного прессования без предварительной влаготепловой обработки до размера частиц 250-350 мкм со степенью дисперсности 92 % в дезинтеграторе, развивающем относительную скорость движения пальцев на

внешнем радиусе до 129 м/с, и просеивали муку через систему сит механического ситового анализатора РЛ-1.

Исследование влияния термической обработки на органолептические и физико-химические показатели подсолнечной муки. Для улучшения органолептических показателей, снижения влажности и обсемененности микроорганизмами подсолнечную муку подвергали термической обработке конвективно-кондуктивным методом при температуре от 30 до 120 °С с продолжительностью от 30 мин до 2 ч. В полученных образцах определяли органолептические показатели и массовую долю влаги, результаты приведены на рисунках 2 и 3 соответственно.

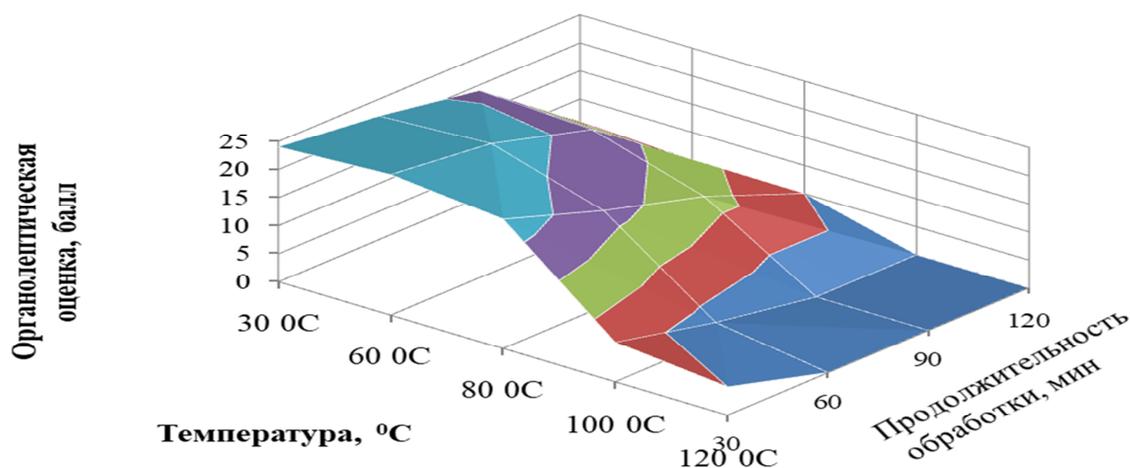


Рисунок 2 - Влияние режимов термической обработки муки подсолнечной на ее органолептическую оценку

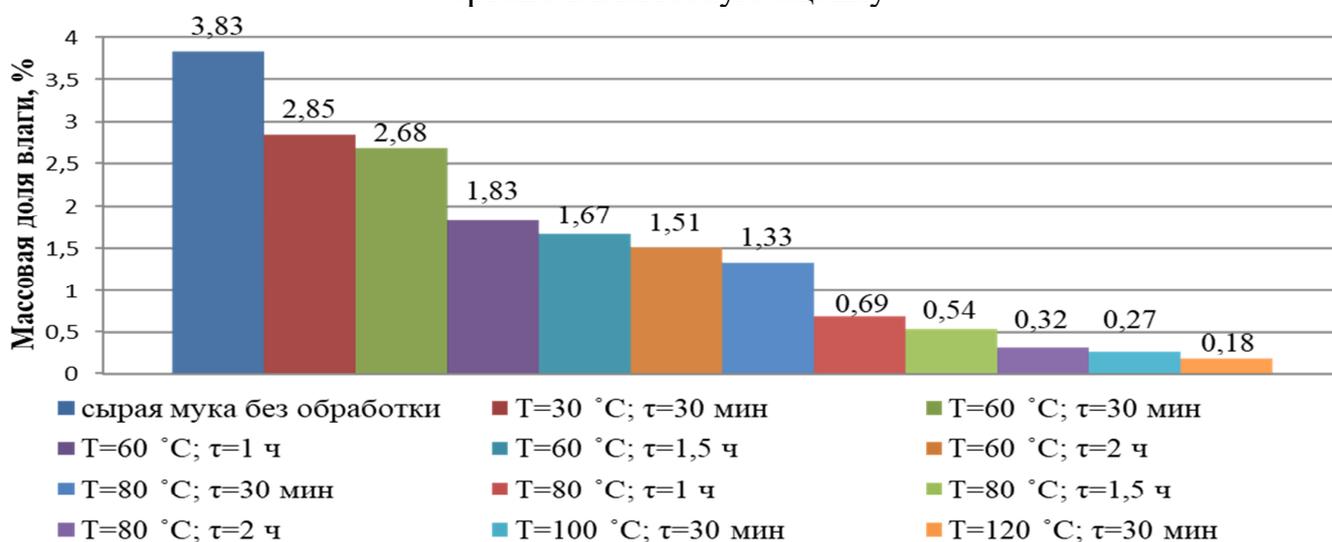


Рисунок 3 - Изменение массовой доли влаги муки подсолнечной в результате термической обработки

Анализ влияния режимов термообработки подсолнечной муки на их органолептическую оценку и изменение влажности показал, что рациональным режимом термообработки является: 60 °С с выдержкой 30 мин, при этом образец подсолнечной муки обладает удовлетворительными внешним видом, цветом, запахом и вкусом, с увеличением температуры влажность образцов уменьшается, как следствие улучшается их хранимоспособность.

Поиск рациональных режимов обработки проводили на основе двухфакторного эксперимента, при этом изучали влияние факторов температуры (x_1) и продолжительности воздействия (x_2) на изменение кислотного и перекисного чисел муки подсолнечной. В результате экспериментальных исследований были получены математические модели, поверхности отклика которых приведены на рисунке 4.

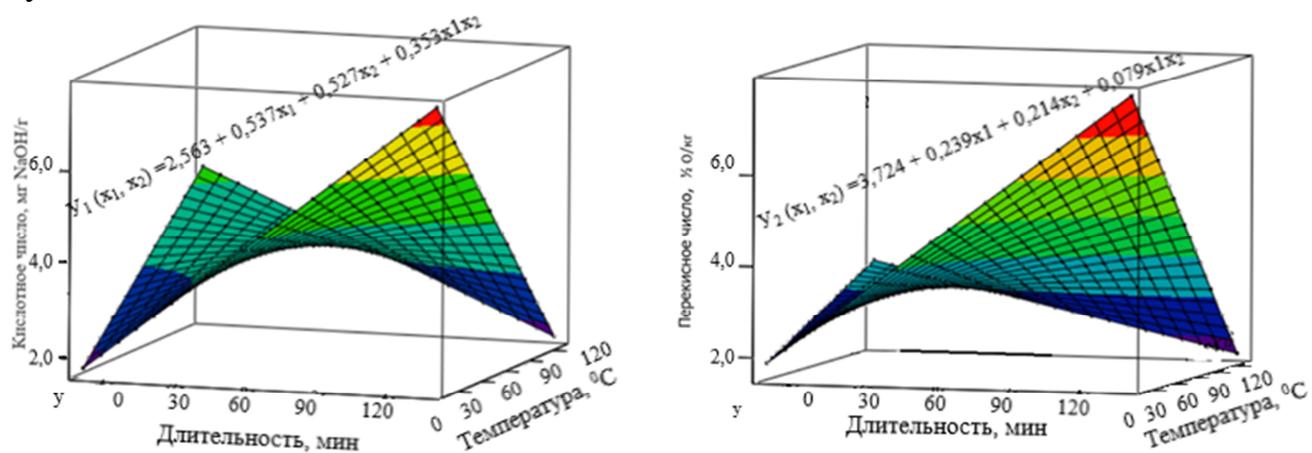


Рисунок 4 – Влияние основных параметров термической обработки муки подсолнечной на кислотное и перекисное числа

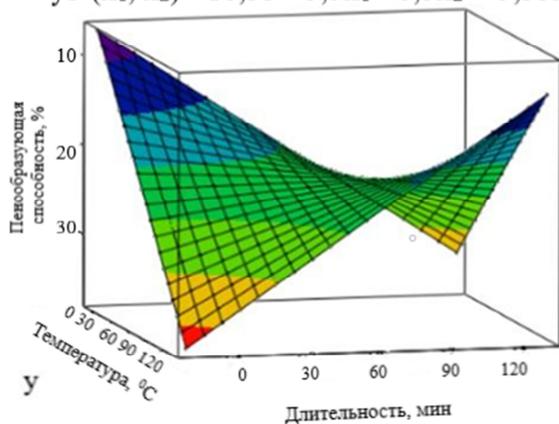
Приведенные результаты свидетельствуют о том, что с увеличением температуры и продолжительности высушивания муки в результате гидролиза жиров наблюдается рост кислотного числа, что, вероятнее всего, снизит устойчивость продукта при хранении, поэтому для производства пасты кондитерской целесообразно использовать муку, обработанную при температуре 60 °С не более 30 минут, имеющую кислотное число 1,85 мг КОН/г. В результате образования перекисей и гидроперекисей наблюдается рост перекисного числа, особенно высокий при температуре обработки 100 °С и выше, наиболее рациональна обработка муки при температуре 60 °С.

Исследование влияния термической обработки на функционально-технологические свойства муки подсолнечной. Белки подсолнечной муки при введении последней в состав пищевых продуктов определяют не только их пищевую ценность, но и функционально-технологические свойства, обеспечивая необходимую консистенцию и пластичность получаемого продукта. На данном этапе исследовали влияние основных параметров технологической обработки на жироудерживающую (ЖУС), водоудерживающую (ВУС) и пенообразующую способности (ПОС), стойкость пены (СП) подсолнечной муки. На основе результатов экспериментальных исследований были получены математические модели, по данным которых построены поверхности отклика, изображенные на рисунке 5 и 6 соответственно.

Анализ математических моделей, представленных на рисунке 5, показывает, что пенообразующая способность в центре плана эксперимента составляет 18,33 %, а стойкость пены – 76,55 %, температура обработки (x_1) сильнее влияет на ПС и СП подсолнечной муки, чем длительность обработки (x_2), о чем свидетельствуют

значения коэффициентов при факторах, межфакторное взаимодействие также оказывает значительное влияние.

$$y_3(x_1, x_2) = 18,33 - 3,5x_1 - 0,5x_2 + 5,33x_1x_2$$



$$y_4(x_1, x_2) = 76,55 - 4,8x_1 + 1,95x_2 + 6,3x_1x_2$$

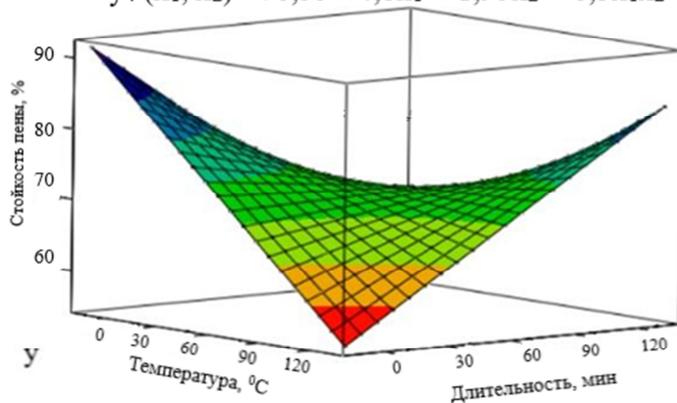
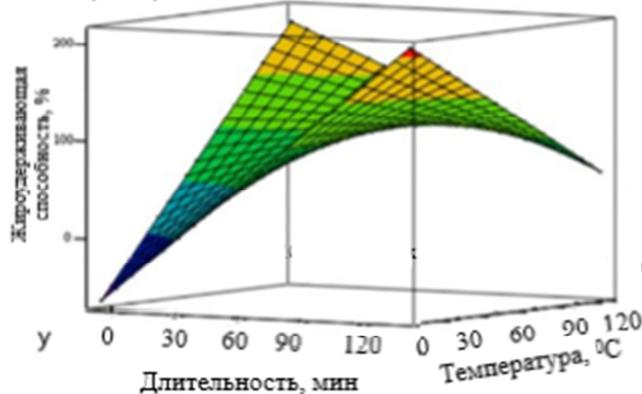


Рисунок 5 - Влияние основных параметров термической обработки на пенообразующую способность и стойкость пены подсолнечной муки

$$Y_1(x_1, x_2) = 101,565 - 5,695x_1 + 6,755x_2 + 4,135x_1x_2$$



$$Y_2(x_1, x_2) = 195,327 - 15,827x_1 - 2,238x_2 + 2,258x_1x_2$$

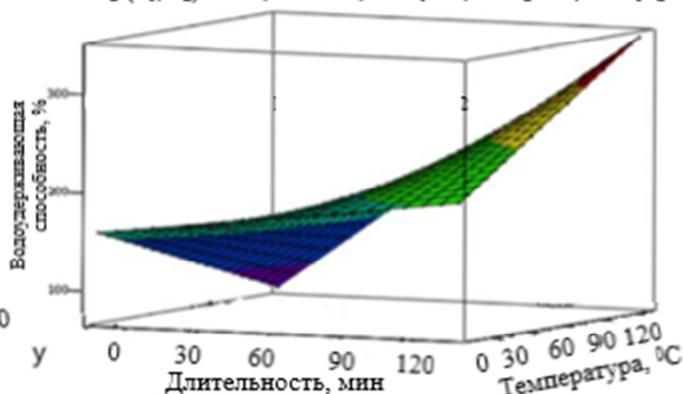


Рисунок 6 - Влияние основных параметров термической обработки на жирудерживающую и вододерживающую способности подсолнечной муки

Из рисунка 6 видно, что длительность обработки (x_2) несколько сильнее влияет на ЖУС и ВУС подсолнечной муки, чем температура обработки (x_1), о чем свидетельствуют значения коэффициентов при факторах, межфакторное взаимодействие имеет наименьшее влияние. Коэффициент при смешанном произведении факторов является значимым, что свидетельствует о математической зависимости одного фактора от уровня другого фактора.

В результате комплексного анализа влияния термической обработки на органолептические, физико-химические и функционально-технологические свойства подсолнечной муки установлено, что рациональными условиями термической обработки муки подсолнечной являются: температура обработки 60 °С и время воздействия 30 мин.

Исследование состава и качественных показателей термически обработанной муки подсолнечной. Для подтверждения возможности применения термообработанной подсолнечной муки при производстве кондитерских паст исследовали ее органолептические свойства, физико-химические показатели, содержание незаменимых аминокислот, макро-, микронутриентов и витаминов и

токсичных элементов. Исследуемый образец подсолнечной муки представляет собой сыпучую массу однородных по размеру частиц, что обуславливает относительную легкость введения муки в рецептуру пищевых продуктов. В ходе исследования химического состава подсолнечной муки получены следующие данные: содержание белка – от 39,0 до 45,0 %, клетчатки – от 10,0 до 15,0 %, жиров – от 7,0 до 12,0 %, массовая доля влаги составляет от 2,0 до 6,0 %. Анализ показателей качества показывает, что мука характеризуется значительным остаточным содержанием масла и достаточно высоким содержанием сырого белка, показатели окислительной порчи муки, рассчитанные с учетом содержания масла, и показатели безопасности находятся в пределах нормы. Результаты испытаний позволяют отнести термически обработанную подсолнечную муку к категории стандартного пищевого сырья.

Разработка рецептур кондитерской пасты. Подбор компонентного состава кондитерской пасты осуществляли исходя из конечных структурно-механических свойств пасты. Рациональное соотношение компонентов определялось опытным путем на основе заданных конечных функциональных свойств и органолептических характеристик готового продукта. В качестве основных компонентов разрабатываемой кондитерской пасты были выбраны мука подсолнечная, рафинированное дезодорированное подсолнечное масло «высший сорт», сахарная пудра, молочная сыворотка, какао-порошок, лецитин (Е 322). С целью расширения ассортимента кондитерских паст с пониженным гликемическим индексом сахар белый кристаллический заменяли на фруктозу, используя известные соотношения.

Осуществляли подготовку сырья. Муку подсолнечную просеивали через сита с размером ячеек 0,25-0,35 мм для отделения случайных примесей, отделяли металломагнитные примеси на магнитоуловителях и взвешивали на весах. Сахар белый кристаллический или фруктозу, какао-порошок, лецитин и сухую подсырную молочную сыворотку просеивали через сито с размером ячеек 2,5 мм. Сахар белый кристаллический измельчали в сахарную пудру, которую просеивали через сито с размером ячеек 1,0 мм. Масло подсолнечное рафинированное дезодорированное «Высший сорт» процеживали сквозь сито с размером ячеек 1,0-1,5 мм. Дозирование подготовленных компонентов осуществляли весовым способом.

С использованием методов математического планирования экспериментов в ходе исследований, варьируя соотношение компонентов, определили их влияние на органолептические, физико-химические и структурно-механические показатели готового продукта. Для определения рационального соотношения компонентов кондитерской пасты и процентного содержания муки подсолнечной были приготовлены композиции кондитерских паст с содержанием муки от 10 до 30 % с шагом 5%. Полученные образцы кондитерской пасты тестировались по основным органолептическим показателям: цвет, вкус, запах, консистенция. С учетом определенных значений по дозированию компонентов изучили реологические свойства пасты кондитерской и получили зависимости эффективной вязкости пасты от градиента сдвига. Для изучения влияния температуры на реологические свойства пасты вязкость измеряли при температуре 21 °С (предполагаемая температура фасовки и потребления кондитерской пасты), и 55 °С (предельная температура, при

которой осуществляется процесс смешивания рецептурных компонентов пасты). В качестве сравнения исследованы структурно-механические свойства контрольного образца кондитерской пасты, находящейся в розничной реализации. На основе проведенных экспериментальных исследований были построены реограммы зависимости вязкости от напряжения сдвига и от скорости сдвига при различных температурах, позволяющие оценить реологические свойства исследуемых образцов, которые представлены на рисунках 7-8.

Как видно из рисунков 7-8, характер петель гистерезиса свидетельствует, что все образцы являются неньютоновскими жидкостями. Установлено, что реологические характеристики пасты с мукой подсолнечной, так же, как и контрольного образца, характеризуются общеизвестной зависимостью: вязкость падает с возрастанием скорости сдвига. Такая зависимость свидетельствует о структурируемости изучаемой системы, то есть соотношение компонентов в рецептуре кондитерской пасты подобрано верно. Исследуемые образцы имеют близкие показатели вязкости и представляют собой тиксотропную систему, достаточно пластичную, способную хорошо намазываться и сохранять форму, а также обеспечивать необходимую стабильность в процессе технологических операций.

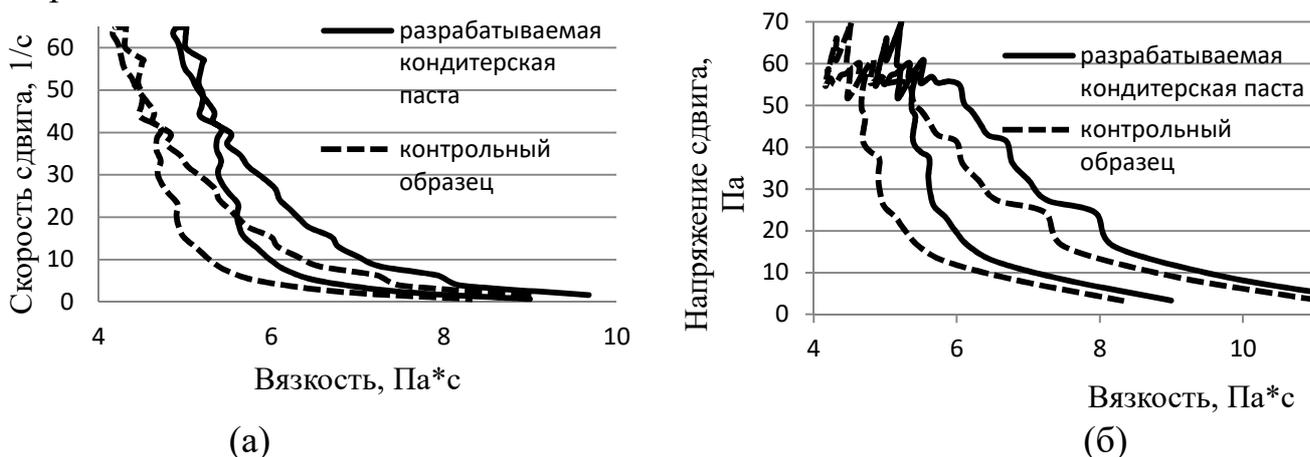


Рисунок 7 – Зависимость вязкости кондитерских паст от скорости сдвига (а) и от напряжения сдвига (б) при температуре 21 °С

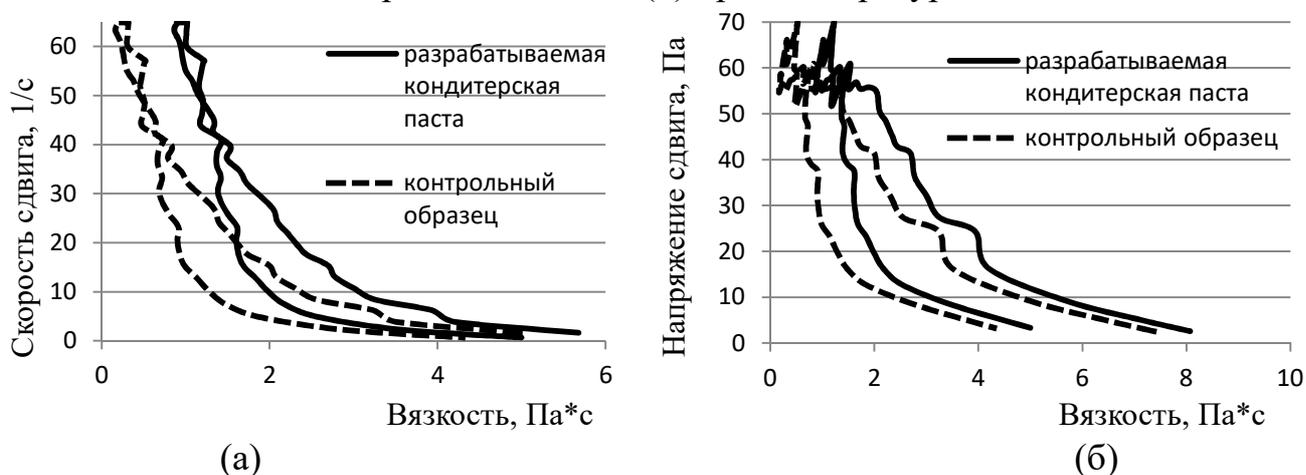


Рисунок 8 – Зависимость вязкости кондитерских паст от скорости сдвига (а) и от напряжения сдвига (б) при температуре 55 °С

В итоге проведенных исследований была разработана рецептура кондитерской пасты с добавлением муки подсолнечной, которая приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептура пасты кондитерской с мукой подсолнечной

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 100 г готовой продукции, г *	
		в натуре	в сухих веществах
Мука подсолнечная термообработанная	96,17	26,25 (29,40)	25,24 (28,27)
Сухая подсырная молочная сыворотка	96,83	12,60 (14,70)	12,20 (14,23)
Сахарная пудра (Фруктоза)	99,85 (99,85)	25,25 (14,70)	25,21 (14,68)
Масло подсолнечное рафинированное дезодорированное «Высший сорт»	99,99	27,30 (29,40)	27,30 (29,40)
Лецитин (Е322)	92,50	4,20 (5,25)	3,88 (4,86)
Какао-порошок	95,00	9,45 (11,55)	8,98 (10,97)
Итого	-	105,05 (105,00)	102,81 (102,41)
Выход	97,91 (93,03)	100,0 (100,0)	97,91 (93,03)

Примечание - *в скобках указан расход сырья при использовании фруктозы взамен сахарной пудры

Исследованы показатели качества кондитерской пасты. По органолептическим и физико-химическим показателям разработанная кондитерская паста соответствует характеристикам, приведенным в таблице 2.

Таблица 2 – Органолептические и физико-химические показатели кондитерской пасты с мукой подсолнечной

Наименование показателя	Характеристика
1	2
Внешний вид	паста от светло – до темно-коричневого цвета, пластичной консистенции с кремовыми вкраплениями
Запах	шоколадный, с ароматом подсолнечника, без постороннего запаха
Вкус	шоколадный, с привкусом подсолнечника, без

Продолжение таблицы 2

1	2
	постороннего привкуса
Массовая доля влаги, %	3,1±0,5
Массовая доля общего сахара (по сахарозе), % (Массовая доля фруктозы, %)*	27,1±1,0 (19,0±1,0)
Массовая доля жира, %	31,9±0,5
Массовая доля белка в пересчете на сухое вещество, %	16,8±0,29
Массовая доля золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты, с массовой долей 10%, %	0,043±0,007
Примечание - * в скобках указаны характеристики при использовании фруктозы вместо сахарной пудры	

Сравнительный анализ пищевой ценности разработанной кондитерской пасты и контрольного образца представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Пищевая ценность кондитерской пасты

Основные пищевые вещества	Содержание в 1 порции (15 г)	
	контрольный образец кондитерской пасты	кондитерская паста с подсолнечной мукой
1	2	3
Белки, г	0,5±0,06	2,5±0,09
Жиры, г	5,4±0,5	4,2±0,5
Углеводы, г	9,51±0,5	6,8±0,5
Минеральные вещества, мг:		
Фосфор, мг	29,2±0,2	56,7±0,2
Железо, мг	0,22±0,05	0,80±0,05
Магний, мг	7,5±0,09	21,6±0,09
Аминокислоты, мг / 100 г белка:		
незаменимые, сумма	458	657
- лизин	81	99
- лейцин + изолейцин	164	222

Продолжение таблицы 3

1	2	3
- метионин	24	26
- фенилаланин	51	98
- треонин	49	86
- триптофан	16	27
- валин	73	99
заменяемые, сумма	635	1474
- цистин	13	45
- тирозин	47	63
- аспарагин	83	321
- серин	50	92
- глутамин	211	473
- глицин	30	125
- аланин	37	98
- аргинин	41	123
- гистидин	32	42
- пролин	91	92
Энергетическая ценность, ккал/кДж	89/373	75/314

Данные, приведенные в таблице 3, показывают, что использование муки подсолнечной в рецептуре кондитерской пасты позволяет увеличить содержание белка в пять раз по сравнению с контрольной рецептурой, которое составляет 13,3 % от энергетической ценности продукта, удовлетворяя при этом 3,3 % суточной потребности человека в белке согласно ТР ТС 022/2011, способствует увеличению суммы незаменимых аминокислот более, чем на 40 % и заменимых - более, чем в два раза от контрольного образца, повысить количество минеральных элементов, поступающих в кондитерскую пасту с сырьем, что способствует компенсации их дефицита в рационе питания, и уменьшить калорийность кондитерской пасты на 15,7 % за счет уменьшения содержания жира на 22,2 % и углеводов – на 28,5 %.

Полученные данные позволили установить регламентируемые характеристики качества при разработке технических условий на готовую продукцию.

Оценка показателей качества кондитерской пасты в процессе хранения.

На основании анализа основных компонентов, входящих в состав кондитерской пасты, был определен предполагаемый срок годности, который составил 10 месяцев. С учетом коэффициента резерва необходимо было проведение хранения исследуемой кондитерской пасты в течение 11,5 мес (350 дней). С целью сокращения продолжительности проведения исследований использовали метод «ускоренного старения» при повышенной температуре. Эмпирически установлено, что природа изменений состава микрофлоры кондитерских изделий аналогична при стандартных условиях хранения и «ускоренном старении». На основании данных,

полученных с использованием правила Вант-Гоффа и уравнения Аррениуса, которые устанавливают зависимость константы скорости химической реакции от температуры, исследуемые кондитерские пасты хранили при температуре $(37\pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 70 % без доступа прямых солнечных лучей, в непроницаемой полимерной таре в течение 108 дней. Результаты ускоренных испытаний и расчеты ожидаемого срока годности кондитерской пасты подтверждены данными испытаний пасты в стандартных температурных условиях при контрольной температуре $(20\pm 3)^\circ\text{C}$.

Результаты сравнения показателей окислительной порчи кондитерской пасты в процессе хранения методом «ускоренного старения» и стандартным методом представлены на рисунке 9. Из рисунка видно, что данные окислительной порчи продукта к концу срока хранения не имеют значительных отличий в зависимости от используемого метода хранения.

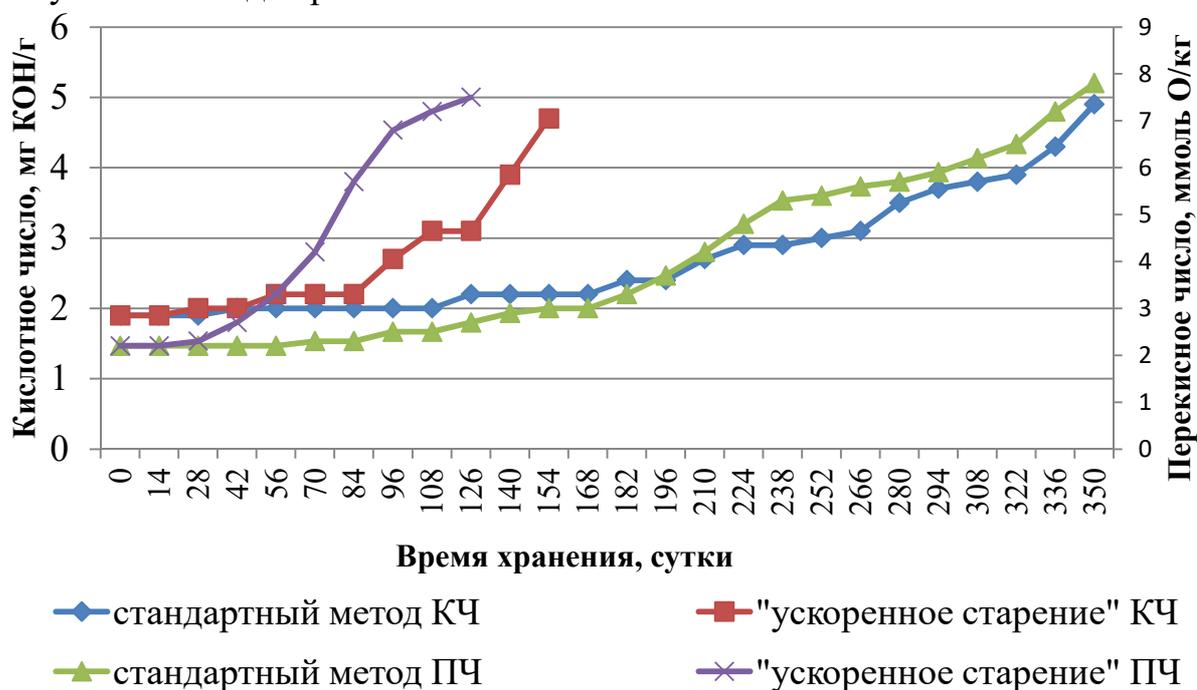


Рисунок 9 - Показатели окислительной порчи кондитерской пасты в процессе хранения методом «ускоренного старения» и стандартным методом

Результаты исследования по микробиологическим показателям кондитерской пасты с мукой подсолнечной приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Микробиологические показатели кондитерской пасты с мукой подсолнечной

Показатели	Значения в начале хранения	Значения в конце предполагаемого срока годности	Допустимые уровни, не более
1	2	3	4
КМАФАнМ, КОЕ/г	$0,20 \times 10^3$	$0,65 \times 10^3$	5×10^3
БГКП (колиформы), в 0,01 г	не обн.	не обн.	отсутствие

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
Плесени, КОЕ/г	<10	<10	50
Дрожжи, КОЕ/г	<10	<10	50
Патогенные (в том числе сальмонеллы), в 25 г	не обн.	не обн.	отсутствие

При оценке микробиологических показателей в процессе хранения пасты обнаружилось, что сразу после приготовления не было обнаружено колоний микроорганизмов. В течение всего срока экспериментального хранения бактерии группы кишечной палочки, патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, отсутствовали, обнаружено незначительное количество плесеней и дрожжей. При посеве на питательную среду с целью количественного учета мезофильных анаэробных микроорганизмов было установлено, что их количество увеличивается от $0,20 \cdot 10^3$ КОЕ/г в начале срока хранения до $0,35 \cdot 10^3$ КОЕ/г – в конце, что не превышает допустимые нормы. С целью подтверждения срока годности готового продукта были проведены исследования кондитерской пасты по показателям безопасности, в ходе которых определили содержание токсичных элементов, микотоксинов и пестицидов в конце экспериментального срока хранения, полученные значения отвечали установленным нормативам.

Исследование изменения регламентируемых санитарно-микробиологических показателей в процессе хранения и показателей безопасности кондитерской пасты позволило сделать вывод, что в конце срока хранения паста полностью соответствует требованиям Технического регламента Таможенного Союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», что гарантирует их безопасность для потребителей. Исследования по приведенной программе лабораторных испытаний позволили установить сроки годности кондитерской пасты при температуре $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 70 % не более 10 месяцев.

В четвертой главе разработана принципиальная схема производства кондитерской пасты и проведена оценка экономической эффективности производства кондитерской пасты.

Процесс производства кондитерской пасты включает в себя следующие стадии: - входной контроль сырья; - получение подсолнечной муки; - подготовка какао-порошка, сыворотки молочной и лецитина; - подготовка масла растительного; - подготовка сахарной пудры; - смешивание подготовленных компонентов; - гомогенизация смеси; - контроль качества нерасфасованного продукта; - фасовка, упаковка; - охлаждение; - контроль качества готового продукта.

Принципиальная схема производства кондитерской пасты приведена на рисунке 10.

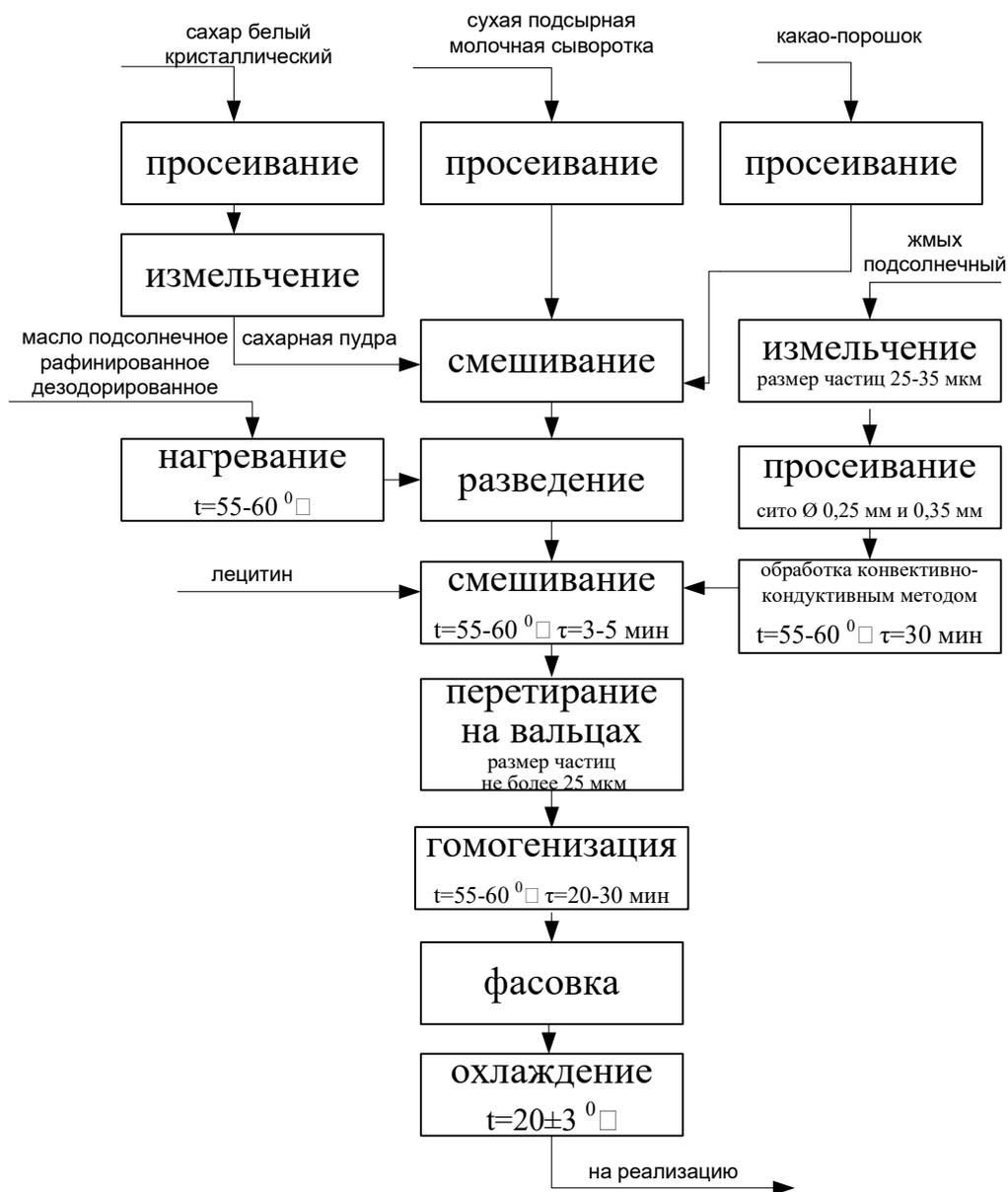


Рисунок 10 - Принципиальная схема производства кондитерской пасты с мукой подсолнечной

В результате проведенных исследований и расчётов установлено, что использование подсолнечной муки в производстве кондитерских паст позволяет вывести на рынок новые виды кондитерских изделий. Экономический расчет показал, что при производстве 375 т кондитерской пасты с мукой подсолнечной в год рентабельность продукции составит 15 %, чистая прибыль при этом составит 2,8 млн рублей.

На основе полученных данных была разработана технологическая инструкция, регламентирующая процесс производства кондитерских паст с мукой подсолнечной.

ВЫВОДЫ

1. Проведен анализ российского рынка кондитерских изделий, установлено, что среднегодовой рост производства кондитерских изделий составляет 2,17 % в течение последних пяти лет, снижение объемов производства в 2020 году обусловлено последствиями пандемии коронавирусной инфекции. В ходе проведения маркетинговых исследований изучены потребительские предпочтения жителей г. Барнаула, выявлено, что потребителями кондитерской пасты являются 77,0 % опрошенных в возрасте от 15 до 60 лет. Большинство опрошенных считают целесообразным обогащение кондитерских паст натуральными макро- и микронутриентами;

2. Изучены физико-химические, микробиологические и органолептические показатели качества подсолнечной муки, исследованы ее функционально-технологические свойства, установлено, что мука характеризуется содержанием: белка – от 39,0 до 42,0 %, жира - от 7,0 до 12,0 %, клетчатки – от 10,0 до 15,0 %, массовая доля влаги составляет от 2,0 до 6,0 %, обладает оптимальными функционально-технологическими свойствами, такими как ЖУС – 102 %, ВУС – 195 %, соответствует допустимым уровням окислительной порчи, микробиологические показатели и показатели безопасности подсолнечной муки в конце срока хранения находятся в пределах норм, установленных в ТР ТС 021/2011;

3. Исследовано влияние термической обработки муки подсолнечной на изменение показателей ее окислительной порчи и функционально-технологические свойства, установлено, что рациональными условиями термической обработки муки подсолнечной, при которых происходит замедление процессов окислительной порчи, являются температура обработки 60 °С и время воздействия 30 мин. Дальнейшее ее использование при производстве кондитерских паст позволяет сформировать однородную мелкодисперсную систему со стойкой консистенцией;

4. Разработана рецептура и технология производства обогащенной кондитерской пасты с использованием муки подсолнечной; установлено, что рациональная доза муки подсолнечной составляет 20-25 % от выхода готового продукта, температура смешивания компонентов 55-60 °С, продолжительность 3-5 мин.;

5. Проведена комплексная товароведная оценка разработанной кондитерской пасты, определены регламентируемые показатели качества: органолептические, физико-химические, микробиологические характеристики и гигиенические требования безопасности. На основании исследований качественных показателей кондитерской пасты в процессе хранения, таких как органолептические показатели, обсемененность микроорганизмами, кислотное и перекисное числа, с использованием методики «ускоренного старения» научно обоснован и рекомендован рациональный срок годности паст с мукой подсолнечной – не более 10 месяцев при температуре (20 ± 2) °С при относительной влажности воздуха не более 70 %;

6. Проведен расчет экономической эффективности от внедрения обогащенной кондитерской пасты, установлено, что рентабельность продукции составит 15 %, чистая прибыль - 2,8 млн рублей при производстве 375 т продукции;

7. Разработаны технические условия ТУ 10.82.22 – 001- 02067824-2021 «Паста кондитерская», на технологический процесс изготовления пасты с мукой подсолнечной разработана технологическая инструкция ТИ 10.82.22–001-02067824-2021. Проведена опытно-промышленная апробация кондитерской пасты в производственных условиях, выработана пробная партия пасты кондитерской с мукой подсолнечной в количестве 100 кг. Новизна рецептурного состава паст подтверждена патентами РФ № 2015120991 и № 2015120991.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, индексируемые в базах цитирования Web of Science или Scopus:

1. Щетинин, М. П. Исследование показателей качества кондитерской пасты с мукой подсолнечной / М.П. Щетинин, А.Е. Фролова // Вопросы питания. — 2021. — Т.90. — № 3. - С. 116-124. DOI: <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-3-00-00>.

Статьи в изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных журналов ВАК при Минобрнауки России:

2. Фролова, А. Е. Функционально-технологические свойства подсолнечной муки / А. Е. Фролова, М. П. Щетинин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2020. - № 4. – С. 104-113 DOI: <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.349>.

3. Щетинин, М. П. Использование вторичных продуктов растительного и животного происхождения в производстве сахаристых кондитерских изделий / М. П. Щетинин, Е. В. Писарева, А. Е. Фролова // Ползуновский вестник. – 2011.-№ 3/2.- С. 105-108.

4. Щетинин, М. П. Изучение функционально-технологических свойств сырья растительного и животного происхождения при разработке рецептур кондитерских изделий / М. П. Щетинин, А. Е. Фролова // Ползуновский вестник. – № 4/4 2013. - С. 156-160.

5. Щетинин, М. П. Исследование потребительских предпочтений в отношении кондитерских изделий / М. П. Щетинин, А. Е. Фролова, Л. Е. Мелёшкина // Вестник алтайской науки. 2015. № 1 (23). - С. 502-505.

6. Фролова, А. Е. Исследование микробиологических показателей и показателей безопасности кондитерских изделий в процессе хранения/ А. Е. Фролова // Ползуновский вестник. - 2016. - № 1.- С. 40-42.

Статьи в сборниках научных трудов, материалов конференций:

7. Щетинин, М. П. Использование вторичных продуктов животного происхождения в производстве кондитерских изделий / М. П. Щетинин, Е. В. Писарева, А. Е. Фролова // Актуальные проблемы техники и технологии переработки молока: сборник научных трудов с международным участием, выпуск 8.- Барнаул: АЗБУКА, 2011.- С. 121-123.

8. Щетинин, М. П. Рынок кондитерских изделий / М. П. Щетинин, **А. Е. Фролова** // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: сборник статей и докладов пятой Всероссийской научно-практической конференции «Исследования и достижения в области теоретической и прикладной химии. Экология. Продукты питания» (15 декабря 2011 г.) Часть 2./ под ред. М. П. Щетинина; Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. – Барнаул, 2011. – С. 219-224.

9. Щетинин, М. П. Кондитерские изделия в структуре питания населения / М. П. Щетинин, **А. Е. Фролова** // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: сборник статей и докладов пятой Всероссийской научно-практической конференции «Исследования и достижения в области теоретической и прикладной химии. Экология. Продукты питания» (15 декабря 2011 г.) Часть 2./ под ред. М. П. Щетинина; Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. – Барнаул, 2011. – С. 224 – 228.

10. **Фролова, А. Е.** Комплексное использование продуктов растительного и животного происхождения в производстве кондитерских изделий / А.Е. Фролова // Пищевые технологии и биотехнологии. Материалы международной научной школы. Томск, 18–22 июня 2012 г. – Томск: Томский госуниверситет, 2012. – С. 81-84.

11. Щетинин, М. П. Перспективы использования продуктов масложировой промышленности в кондитерских изделиях / М. П. Щетинин, **А. Е. Фролова** // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XIV международной научно-практической конференции (29 ноября 2012 г.) / под ред. В. П. Коцюбы и Е. С. Дикаловой; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013. – С. 51-53.

12. Щетинин, М. П. Актуальность разработки технологии кондитерских изделий с использованием высокобелкового растительного сырья / М. П. Щетинин, **А. Е. Фролова** // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XIV международной научно-практической конференции (29 ноября 2012 г.) / под ред. В. П. Коцюбы и Е. С. Дикаловой; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013. – С. 54-56.

13. **Фролова, А. Е.** Разработка рецептуры кондитерской пасты с использованием компонентов растительного и животного происхождения / А. Е. Фролова // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XV международной научно-практической конференции (29 ноября 2013 г.) / сост. В. П. Тарасов, А. А. Глебов, Д. С. Коркин; Алт. Гос. Техн. Ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. – С. 260-263.

14. Лантухова, Ю. А. Исследование применения подсолнечной муки в производстве кондитерских паст / Ю. А. Лантухова, Л. Е. Мелёшкина, **А. Е. Фролова** // 11-ая Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь - 2014» [Электронный ресурс]: Горизонты образования Научно-образовательный журнал АлтГТУ.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2014. — Режим доступа: http://edu.secna.ru/media/f/tpp_tez_2014.pdf.

15. Щетинин, М. П. Разработка рецептур обогащенных кондитерских паст / М. П. Щетинин, А. Е. Фролова, Л. Е. Мелёшкина // Современные проблемы здорового питания. Инновации и традиции: Сборник статей и докладов международной научно-практической конференции (11-12 ноября 2014 года) / Под ред. Л. А. Козубаевой, А. С. Захаровой; С. И. Коневой, С. С. Кузьминой, Е. А. Кладова; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова - Барнаул, 2014.- С. 104-107.

16. Щетинин, М. П. Влияние режимов термической обработки на физико-химические показатели муки подсолнечной / М. П. Щетинин, А. Е. Фролова, Л. Е. Мелёшкина // GRAND ALTAI RESEARCH & EDUCATION. - Изд. Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, - Барнаул. 2014. №1- с. 129-132. – Режим доступа: http://edu.secna.ru/media/f/01_1_.pdf.

17. Фролова, А. Е. Особенности реологических свойств кондитерской пасты с мукой подсолнечной / А. Е. Фролова // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XVIII международной научно-практической конференции (16-17 февраля 2017 г.) / под. ред. А. А. Глебова, Е. Ю. Егоровой, Е. В. Писаревой; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2017. – С. 251-253.

18. Фролова, А. Е. Использование сырья растительного происхождения в технологии кондитерских изделий / А. Е. Фролова, М. П. Щетинин // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств [Электронный ресурс]: материалы XX Международной научно-практической конференции (14-15 марта 2019 г.) / АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2019. – с. 362-363. - Режим доступа: http://elib.altstu.ru/disser/conferenc/2019/2019_sptpp.pdf.

19. Щетинин, М. П. Исследование пищевой ценности обогащенных кондитерских паст / М. П. Щетинин, А. Е. Фролова // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 кн. / XIV Международная научно-практическая конференция (7-8 февраля 2019 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2019. – Кн. 2. – с. 88-90.

20. Фролова, А. Е. Тенденции современного рынка кондитерских изделий / А. Е. Фролова, М. П. Щетинин // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств [Электронный ресурс]: материалы XXI Международной научно-практической конференции (23-24 апреля 2020 г.) / Отв. редактор Е. В. Писарева; АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – Барнаул : АлтГТУ, 2020. — с. 160-165. – Режим доступа: https://journal.altstu.ru/konf_2020/2020_1/69/.

Патенты:

21. Патент № 2602284 Российская Федерация, МПК А23G 3/36 (2006.01). Композиция для получения пасты кондитерской на фруктозе: № 2015120995 заявл. 02.06.2015 : опубл. 20.11.2016 / Щетинин М. П., Фролова А. Е., Мелёшкина Л. Е. – 11 с.

22. Патент № 2602286 Российская Федерация, МПК А23G 3/36 (2006.01). Композиция для получения пасты кондитерской: № 2015120991 заявл. 02.06.2015 : опубл. 20.11.2016 / Щетинин М. П., Фролова А. Е., Мелёшкина Л. Е. – 10 с.

Summary

The aim of the work was to study the quality indicators of sunflower flour and confectionery paste based on it. The main objects of the study were flour obtained from sunflower oil cake after extracting oil by cold pressing, and confectionery paste based on it. Measurement of mass fractions of moisture, sugar, fat, protein and fiber, determination of amino acid composition and viscosity, organoleptic and safety indicators: the content of toxic elements, mycotoxins and pesticides, sanitary and microbiological indicators. A study of the viscosity of the confectionery paste and rheological parameters has been carried out. The shelf life of the finished product was determined using the “accelerated aging” technique, which was confirmed by test data under standard conditions. The complex of the studies carried out has shown that the use of sunflower flour in the production of confectionery paste makes it possible to obtain a product with high consumer characteristics and increased nutritional value, which will expand the range of fortified confectionery products.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АлтГТУ – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

БГКП – Бактерии группы кишечной палочки

ВАК РФ – Высшая аттестационная комиссия

ВУС – Водоудерживающая способность

ЖУС – Жироудерживающая способность

КМАФАнМ – Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов

КЧ – кислотное число

ОАО – Открытое акционерное общество

ООО – Общество с ограниченной ответственностью

ПОС – Пенообразующая способность

ПЧ – перекисное число

РЦ - Рецепт

СП – Стойкость пены

ТИ – Технологическая инструкция

ТР ТС – Технический регламент Таможенного Союза

ТУ – Технические условия

Автор выражает признательность и глубокую благодарность за консультации, помощь и поддержку при выполнении работы коллективу кафедры «Технологии продуктов питания» АлтГТУ и лично к.т.н., доценту Мелёшкиной Ларисе Егоровне.