

На правах рукописи



Минниханова Екатерина Юрьевна

**РАЗРАБОТКА НИЗКОКАЛОРИЙНЫХ СЛАДКИХ БЛЮД
ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ
ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

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

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Екатеринбург – 2021

Работа выполнена на кафедре технологии питания
ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент
Заворохина Наталия Валерьевна (Россия),
профессор кафедры технологии питания
ФГБОУ ВО «Уральский государственный
экономический университет»

Официальные оппоненты: **Куракин Михаил Сергеевич** (Россия),
доктор технических наук, доцент, профессор
кафедры технологии и организации общественного
питания ФГБОУ ВО «Кемеровский
государственный университет»

Якубова Олеся Сергеевна (Россия),
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры технологии товаров
и товароведения ФГБОУ ВО «Астраханский
государственный технический университет»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский государственный технический
университет»

Защита диссертации состоится 4 декабря 2021 г. в 10:00 на заседании диссертационного совета Д 212.287.05, созданном на базе ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», по адресу: 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», зал диссертационных советов (ауд. 150).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет». Автореферат размещен на официальном сайте ВАК Минобрнауки России: <https://vak.minobrnauki.gov.ru> и на сайте ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»: <http://science.usue.ru>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент

О. В. Феофилактова

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. Зафиксированное в последние годы увеличение потребления углеводов, жиров и продуктов быстрого приготовления в комплексе со значительным ограничением физических нагрузок приводит к высоким темпам прироста распространенности ожирения во всех странах. В мире на решение проблемы сахарного диабета затрачивается порядка 12 % общего бюджета здравоохранения, при этом в Российской Федерации эти затраты составляют около 569 млрд р. в год, что соответствует 1 % валового внутреннего продукта.

К появлению избыточного веса, как правило, приводит потребление продуктов с высоким гликемическим индексом. Популярность таких категорий пищевых продуктов, как мучные кулинарные и кондитерские изделия, сладкие блюда, остается достаточно высокой.

Проблемы снижения калорийности рационов питания, вопросы создания инновационных технологий для производства специализированных и функциональных продуктов являются предметом обсуждения ученых всего мира. Зачастую включение в рецептуры сладких блюд низкокалорийных компонентов ведет к ухудшению органолептических характеристик, снижает степень удовольствия, которую потребитель получает от их употребления. Использование инструментария органолептического анализа для оптимизации флейвора разрабатываемых низкокалорийных блюд позволяет решить данную проблему и получить продукт с высокими потребительскими характеристиками.

Степень разработанности темы. Проблемой снижения калорийности рациона питания и оптимизации флейвора продуктов занимались такие ученые, как И. П. Павлов, А. А. Покровский, В. А. Тутельян, Е. Н. Артемова, М. Н. Шатерников, О. Н. Клюкина, М. М. Ковалев, А. К. Батурин, Ю. П. Абрамова, А. О. Камбаров, Н. Н. Корнен, Е. В. Климова, Э. Н. Крылова, А. А. Бекешева, Л. А. Маюрникова, М. И. Балаболкин, М. С. Куракин, В. В. Бессонов, Г. Н. Ловачева, М. Н. Волгарев, Е. С. Кричман, Б. П. Суханов, О. С. Якубова, Е. И. Волкова, Д. Б. Никитюк, В. М. Позняковский, Е. А. Прокушева, А. В. Погожева, В. Д. Малкина, Н. В. Неповинных, В. М. Коденцова, В. А. Houssay, H. Selye, H. M. Eggersdorfer, J. Markowski и др.

Несмотря на обширность исследований по снижению калорийности блюд, использование методов органолептического анализа для улучшения органолептических показателей низкокалорийных сладких блюд рассмотрено недостаточно. В связи с вышесказанным разработка низкокалорийных сладких блюд для общественного питания с использованием инструментария органолептического анализа представляется актуальной.

Цели и задачи исследования. *Цель работы* – разработка низкокалорийных сладких блюд улучшенного флейвора для предприятий общественного питания с применением инструментария органолептического анализа.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

– исследовать ассортимент низкокалорийных сладких блюд, представленных на предприятиях общественного питания г. Екатеринбурга, и потребительские предпочтения в отношении сладких блюд;

– разработать рецептуру и технологию изготовления смеси подсластителей с учетом их синергизма, максимально соответствующей сенсорному профилю сахарозы; установить регламентируемые показатели качества, разработать нормативно-техническую документацию;

– исследовать сенсорную совместимость и функционально-технологические свойства полисахаридов различной природы в сочетании с пищевыми кислотами; предложить рецептуру комплексной базовой смеси с заданными свойствами для изготовления низкокалорийных сладких блюд на предприятиях общественного питания; установить регламентируемые показатели качества, разработать нормативно-техническую документацию;

– подобрать ингредиентный состав сладких блюд с заданными органолептическими характеристиками и пищевой ценностью с применением разработанной программы ЭВМ;

– обосновать целесообразность использования растительного сырья, произрастающего в Свердловской области, для производства низкокалорийных сладких блюд;

– с использованием дескрипторно-профильного метода органолептического анализа составить панели дескрипторов, вкусоароматические профили эталонных низкокалорийных сладких блюд, соответствующих предпочтениям потребителей, в том числе лиц с диабетом второго типа;

– смоделировать рецептуры, установить регламентируемые показатели качества, разработать нормативно-техническую документацию, апробировать предложенные технологии производства низкокалорийных сладких блюд с заданными потребительскими свойствами в условиях предприятия общественного питания, рассчитать себестоимость разработанных низкокалорийных сладких блюд.

Научная новизна работы:

– доказано, что максимальный синергетический эффект для усиления сладкого вкуса имеют триады подсластителей аспартам – сахаринат – сукралоза (11,3 % при соотношении частей 3:2:1) и аспартам – сукралоза – стевиозид (12,4 % при соотношении частей 3:1:2), при этом методом «дуо-трио» выявлено, что степень различия с эталонным образцом сахарозы эквивалентной сладости с вероятностью 99,0 % составляет 12,1 % (*п. 2 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15*);

– уточнены закономерности влияния лимонной, молочной, яблочной, янтарной кислот на скорость студнеобразования и длительность послевкусия различных загустителей полисахаридной природы; смоделирован оптимальный состав комплексной базовой смеси «Комплетта» для изготовления низкокалорийных сладких блюд для предприятий общественного пита-

ния, в составе которой: триада подсластителей аспартам – сахаринат – сукралоза; низкоэтерифицированный яблочный пектин; цитрат кальция; цитрат натрия (*п. 13 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15*);

– по результатам исследований доказана целесообразность применения растительного сырья, произрастающего в Уральском регионе, для увеличения содержания биологически активных веществ в разработанных низкокалорийных сладких блюдах для предприятий общественного питания (*п. 4 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15*);

– впервые с использованием дескрипторно-профильного метода органолептического анализа смоделированы рецептуры низкокалорийных сладких блюд улучшенного флейвора с заданной пищевой ценностью для предприятий общественного питания, при этом зафиксировано снижение калорийности и содержания углеводов по сравнению с традиционными рецептурами: для низкокалорийных желе – в 1,6–5,6 и 4,3–7,1 раза; кремов – в 1,3–1,9 и 3,2–5,2 раза; муссов – в 2,0–3,8 и 5,4–9,4 раза соответственно. Разработанная технология и состав кремов обеспечивают сокращение времени студнеобразования в среднем на 31 % (*п. 9 и 13 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15*).

Теоретическая и практическая значимость работы. *Теоретическая значимость работы* заключается в апробации спектра органолептических методов анализа для моделирования низкокалорийных сладких блюд для общественного питания с заданными свойствами.

Практическая значимость работы заключается в:

– получении данных об ассортименте низкокалорийных сладких блюд на предприятиях общественного питания г. Екатеринбурга, потребительских предпочтениях целевой аудитории в отношении низкокалорийных сладких блюд;

– разработке рецептур, технологии, нормативно-технической документации на смеси подсластителей (ТУ 10.89.19.150-015-02069214-2019 «Смесь подсластителей „Дольчетта-Люкс“», ТУ 10.89.19.150-016-02069214-2019 «Смесь подсластителей „Дольчетта“»);

– разработке рецептуры, технологии, нормативно-технической документации на комплексную смесь для низкокалорийных сладких блюд (ТУ 10.89.19.150-02-02069214-2020 «Комплексная смесь для низкокалорийных сладких блюд „Комплетта“»);

– разработке рецептур, технологий, технико-технологических карт на низкокалорийные кремы, муссы, желе для общественного питания (11 наименований);

– разработке программы для ЭВМ «Программа для моделирования рецептур низкокалорийных пищевых продуктов (НК-2020)» (свидетельство о государственной регистрации № 2021611683).

Разработанные панели дескрипторов и вкусоароматические профили используются ООО Центр «Дегустатор» (г. Екатеринбург). Разработанные рецептуры низкокалорийных сладких блюд внедрены на предпри-

ятиях общественного питания ООО «ПРО-питание» (г. Екатеринбург), ООО «Олимп» (г. Первоуральск).

Результаты диссертации внедрены в учебный процесс при обучении бакалавров по направлению подготовки 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания».

Методология и методы исследования. Методологической основой диссертационного исследования явились поиск, анализ и обобщение зарубежных и отечественных литературных данных в области снижения калорийности рациона. При решении поставленных задач применяли общепринятые, стандартные методы исследований: органолептические, физико-химические, микробиологические, социологические и статистические. Исследования проводились в 3–5-кратной повторности.

Положения, выносимые на защиту:

- результаты исследований ассортимента сладких блюд на предприятиях общественного питания и потребительских предпочтений в отношении низкокалорийных сладких блюд;
- результаты исследований органолептических характеристик и синергизма подсластителей; рецептуры смесей «Дольчетта» и «Дольчетта-Люкс»;
- результаты исследований сенсорной сопоставимости и функционально-технологических характеристик полисахаридов различной природы с пищевыми кислотами;
- разработанные рецептуры, технологии комплексной базовой смеси для низкокалорийных сладких блюд «Комплетта», низкокалорийных кремов, муссов, желе.

Степень достоверности результатов обеспечивается большим объемом экспериментальных данных, их обработкой методами расчета статистической достоверности измерений с использованием компьютерных программ Microsoft Excel и Statistica 7.0. Согласованность результатов с известными научными фактами подтверждается актами испытаний, опубликованием основных результатов исследований по теме диссертации в рецензируемых печатных изданиях.

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационной работы представлены на конференциях международного и всероссийского уровня: международная научно-практическая конференция «Продовольственный рынок: состояние, перспективы, угрозы» (Екатеринбург, 2015); III Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в сфере питания, сервиса и торговли» (Екатеринбург, 2015); международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы пищевой промышленности и общественного питания» (Екатеринбург, 2017); всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании» (Екатеринбург, 2017); XX Всероссийский экономический форум моло-

дых ученых и студентов «Конкурентоспособность территорий» (Екатеринбург, 2017); V Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в сфере питания, сервиса и торговли» (Екатеринбург, 2018); VI Международная конференция «Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности» (Казань, 2020); VII Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в сфере питания, сервиса и торговли» (Екатеринбург, 2020); международная научно-практическая конференция «Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы» (Тюмень, 2020); международная научно-практическая конференция «Модели инновационных решений повышения конкурентоспособности отечественной науки» (Челябинск, 2020); LXXVIII Международные научные чтения (памяти В. А. Котельникова) (Москва, 2020).

Публикации. Основные положения диссертации отражены в 20 публикациях, в том числе одной статье в издании, индексируемом в международной базе цитирования Scopus; пяти статьях в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ; зарегистрирована программа ЭВМ «Программа для моделирования рецептур низкокалорийных пищевых продуктов (НК-2020)».

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, в том числе аналитического обзора научно-технической и патентно-информационной литературы, результатов собственных исследований и их анализа, выводов, списка литературы, включающего 279 литературных источников отечественных и зарубежных авторов, и 11 приложений. Основное содержание изложено на 170 страницах и включает 45 таблиц и 23 рисунка.

Основное содержание работы

Во **введении** обоснована актуальность темы работы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость.

Глава 1 «Теоретические и практические подходы к разработке низкокалорийных блюд для общественного питания» посвящена обзору литературы по теме исследования. Обоснована актуальность разработки низкокалорийных сладких блюд (НСБ) для предприятий общественного питания (ПОП); проведен анализ заболеваемости населения Свердловской области болезнями, связанными с нарушением обмена веществ; рассмотрены классификация и ассортимент сладких блюд; систематизированы основные требования к НСБ с учетом современной теории адекватного питания; изучены научные данные о сырье, используемом для НСБ, методах органолептического анализа для разработки и оценки качества НСБ.

В главе 2 «Организация работы, объекты и методы исследования» изложены организация работы, объекты и методы исследования. Об-

щая схема работы представлена на рисунке 1 и состоит из четырех взаимосвязанных этапов.

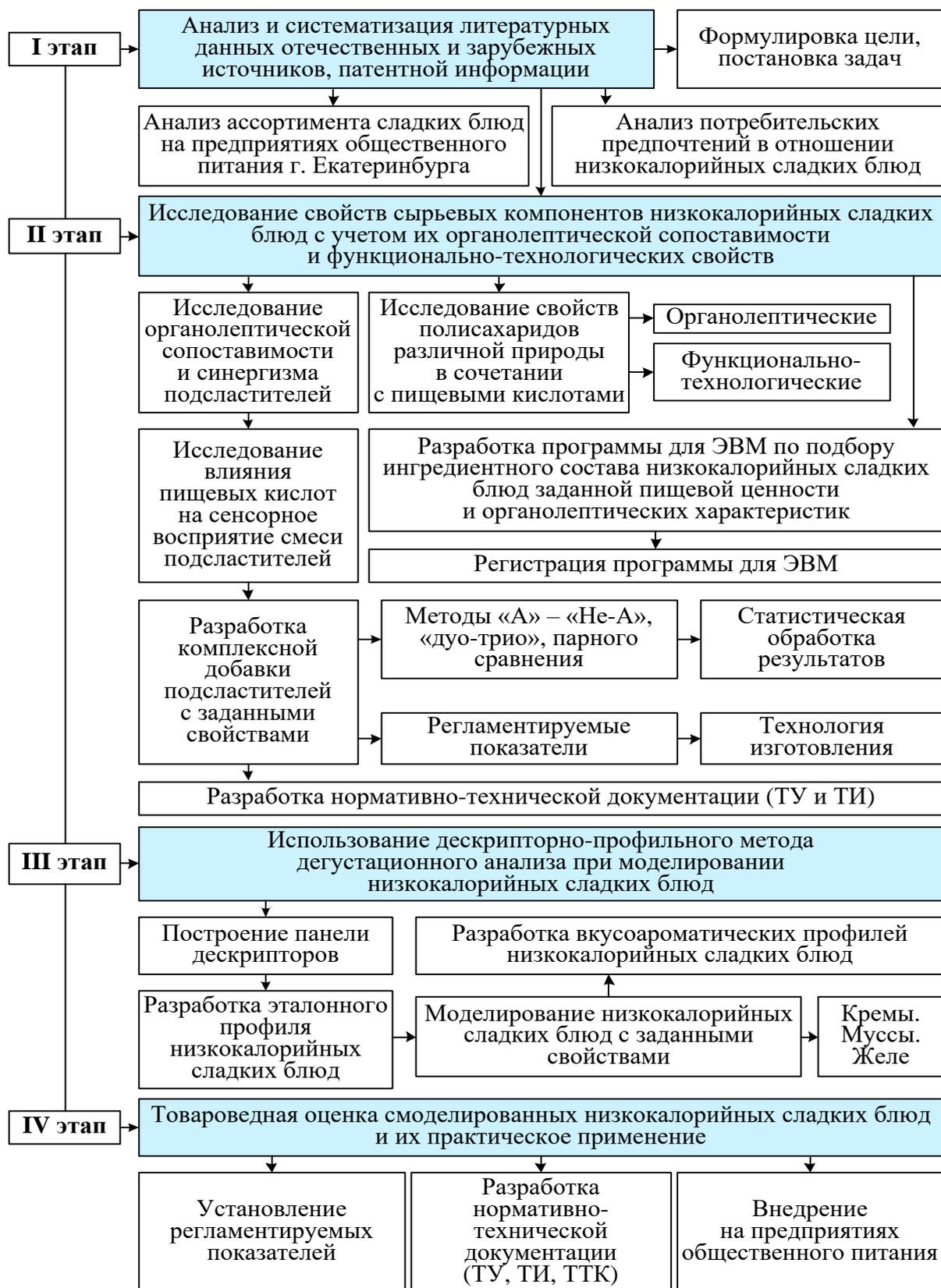


Рисунок 1 – Общая схема исследований

Глава 3 «Маркетинговые исследования и выбор сырьевых компонентов по заданным критериям для моделирования низкокалорийных сладких блюд». В соответствии с целью и задачами исследования проанализирован ассортимент НСБ на ПОП г. Екатеринбурга (рисунки 2 и 3), а также изучены потребительские предпочтения целевой аудитории (в том числе лиц с ожирением и диабетом второго типа) в отношении НСБ для формирования их органолептического профиля, который послужил эталоном при моделировании НСБ с заданными свойствами.

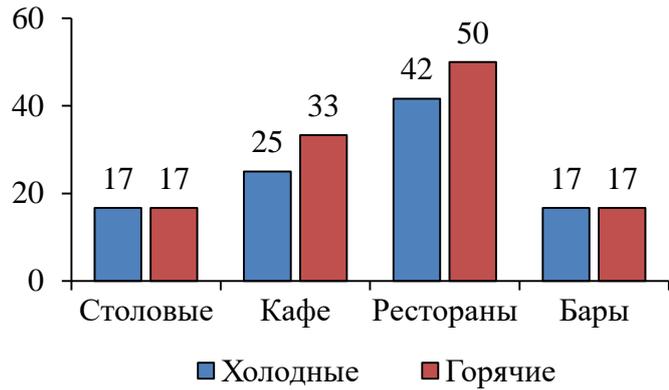


Рисунок 2 – Соотношение холодных и горячих сладких блюд в меню разных типов ПОП г. Екатеринбурга, %

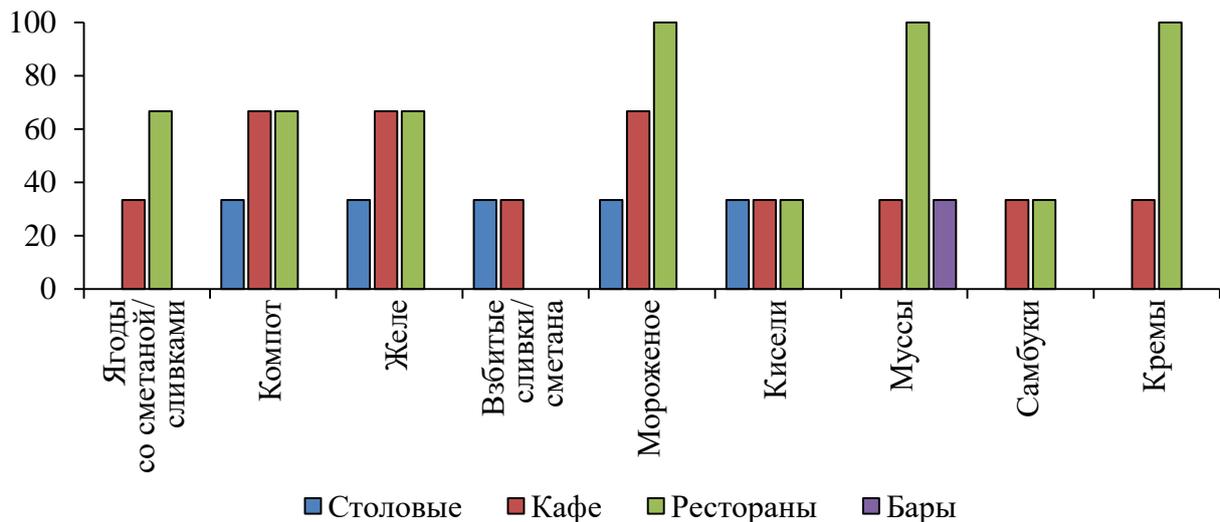


Рисунок 3 – Структура ассортимента холодных сладких блюд по наименованиям на ПОП г. Екатеринбурга, %

Установлено, что наибольший ассортимент сладких блюд представлен в ресторанах (компоты, желе, муссы, мороженое, кремы), тогда как в столовых и кафе чаще представлены компоты, кисели, кремы; из горячих сладких блюд в меню чаще присутствуют блюда из яблок и гренки.

Определено, что НСБ на ПОП г. Екатеринбурга отсутствуют; наиболее дорогой продукцией во всех типах предприятий являются кремы, муссы и мороженое.

Изучение предпочтений потребителей в отношении сладких блюд проводили методом анкетирования и личного опроса. Выборка составила 434 чел. в возрасте 20–60 лет, из них 21 чел. (4,8 %) имеют сахарный диабет второго или первого типа.

Мнения мужчин и женщин относительно необходимости следить за калорийностью своего рациона кардинально различались (рисунок 4).

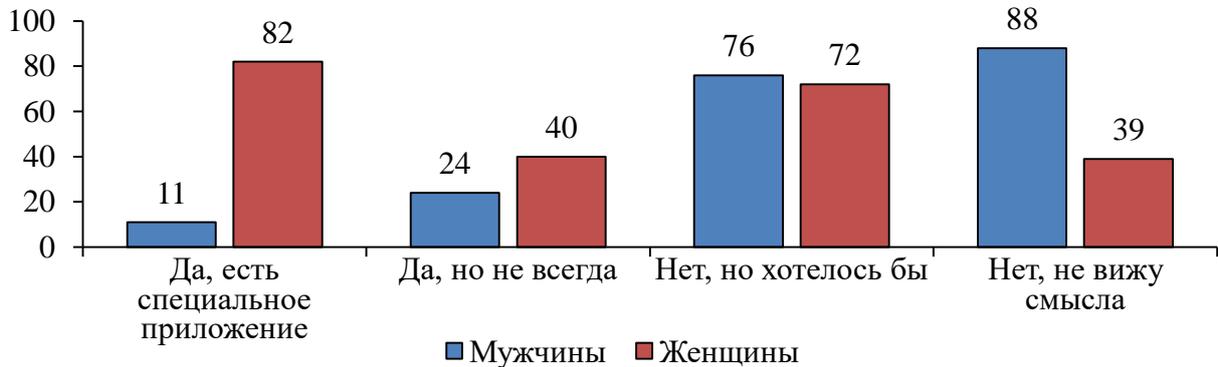


Рисунок 4 – Распределение ответов респондентов на вопрос «Следите ли вы за калорийностью своего рациона?», %

Опрос лиц с сахарным диабетом показал, что 84 % респондентов придерживаются низкоуглеводной диеты и не употребляют сладкие блюда, из них 92 % воздерживаются от покупки сладкого напитка и десерта при посещении ПОП.

При выборе сладкого блюда (рисунок 5) большинство респондентов руководствуются внешним видом и описанием флейвора десерта в меню (35 %), ценой (23 %) и калорийностью (18 %).

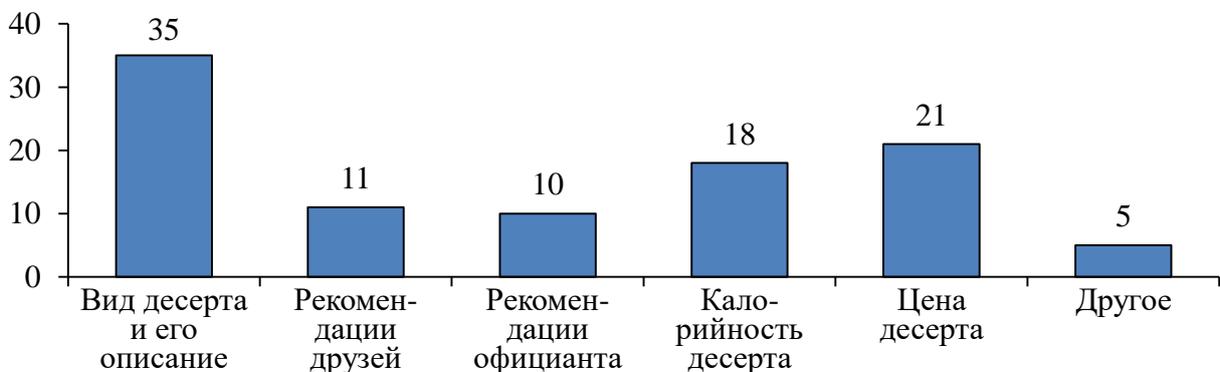


Рисунок 5 – Анализ мотиваций потребителей при выборе десерта, %

Большая доля предпочтений потребителей отдается желе, кремам, муссам – 45 %, а также мучным кондитерским изделиям (пирожные, торты, кексы и т. д.) – 33 %.

Использование дескрипторно-профильного метода для построения эталонных органолептических профилей низкокалорийных сладких блюд с заданными свойствами. В соответствии с результатами исследования потребительских предпочтений было принято решение о моделировании НСБ в ассортименте: кремы (тыквенный, яблочный, кофейный, панакотта); муссы (клюквенный, клубничный, облепиховый, морковный); желе (ягодное, апельсиновое, молочно-миндальное).

Для моделирования НСБ разработали их эталонные сенсорные профили, которые использовали при моделировании флейвора. Панели дескрипторов и сенсорные профили были разработаны для 11 наименований НСБ (таблица 1).

Таблица 1 – Панель дескрипторов и эталонный сенсорный профиль НСБ крем «Тыквенный»

| Панель дескрипторов | Интенсивность, балл | Эталонный сенсорный профиль |
|-----------------------|---------------------|-----------------------------|
| Плотность | 3 | |
| Нежность | 5 | |
| Интенсивность аромата | 3,1 | |
| Тон тыквы | 2,8 | |
| Сливочный тон | 3 | |
| Тон ванили | 0,5 | |
| Гармоничность аромата | 5 | |
| Сладкий вкус | 3 | |
| Кислый вкус | 1,4 | |
| Гармоничность вкуса | 5 | |
| Долгота послевкусия | 3 | |
| Посторонний привкус | 0 | |

Исследование органолептической сопоставимости и функционально-технологических свойств сырьевых компонентов низкокалорийных сладких блюд. При подборе состава смеси подсластителей задавали критерии различной значимости (таблица 2).

Таблица 2 – Критерии подбора подсластителей с учетом коэффициента значимости

| Критерий | Коэффициент значимости |
|--|------------------------|
| Максимальное соответствие сенсорному профилю сахарозы | 0,30 |
| ПДК подсластителя в соответствии с ТР ТС 029/2012 | 0,20 |
| Хорошая растворимость | 0,20 |
| Универсальность использования для широкого ассортимента сладких блюд | 0,10 |
| Отсутствие неприятного послевкусия любой природы | 0,10 |
| Доступность на рынке, невысокая себестоимость | 0,10 |
| <i>Итого</i> | <i>1,00</i> |

Оценку критериев для каждого подсластителя осуществляли экспертным методом, каждый критерий оценивали по 5-балльной шкале. Объекты сравнения: три раствора сахарозы разной концентрации – 5 %; 7,5 % и 10 %; два раствора горького вкуса с концентрацией кофеина моногидрата 0,07 и 0,11 г/дм³ и два раствора сульфата железа (II) пептагидрата с концентрацией 0,0008 и 0,0014 г/ дм³ соответственно. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Эквивалентность концентрации подсластителей сахарозе различных концентраций

| Подсластитель | Концентрация сахарозы, % мас. | | |
|------------------|-------------------------------|--------|--------|
| | 5 | 7,5 | 10 |
| Аспартам | 0,0350 | 0,0480 | 0,0640 |
| Ацесульфам калия | 0,0120 | 0,0150 | 0,0200 |
| Сахаринат натрия | 0,0390 | 0,0470 | 0,0627 |
| Сукралоза | 0,0156 | 0,0180 | 0,0240 |
| Стевиозид | 0,0260 | 0,0313 | 0,0418 |

Определено, что наибольшую сладость имеет сукралоза – 679 ед. сладости, ацесульфам – 256 ед. сладости, стевиозид – 375 ед. сладости, сахаринат натрия – 532 ед. сладости при температуре раствора 50 °С. Наименее эффективными оказались аспартам – 185 ед. сладости при той же температуре.

Далее исследовали синергизм подсластителей в тройных смесях (растворах, имеющих расчетную сладость, равную 7,5 %-му раствору сахарозы). Изучена степень соответствия воспринимаемой сладости к 7,5 %-му раствору сахарозы растворов тройных смесей с эквивалентной концентрацией всех возможных комбинаций отобранных подсластителей с использованием шкалы интервалов. Проведена математическая обработка, в том числе отклонение между расчетной и воспринимаемой сладостью тройных смесей (1:1:1), рассчитан критерий Пирсона (R), позволяющий оценить статистическую значимость различий. Определено, что максимальный синергетический эффект наблюдался у смесей аспартам – сахаринат – сукралоза (11,3 %) и аспартам – сукралоза – стевиозид (12,4 %).

Расчетный коэффициент сладости полученных оптимальных смесей аспартам – сукралоза – стевиозид в соотношении 3:1:2 (далее – «Дольчетта Люкс») и аспартам – сахаринат – сукралоза в соотношении 3:2:1 (далее – «Дольчетта») составляет 300 и 350 соответственно. Полученные смеси подсластителей обладают эффектом синергизма, т. е. наблюдается взаимное усиление сладости на 11,3 % и 12,4 %, что позволяет снизить себестоимость разрабатываемого сладкого блюда. Себестоимость смеси «Дольчетта Люкс» составляет 2 746 р./кг, смеси «Дольчетта» – 2 240 р./кг.

Исследование сенсорной сопоставимости и функционально-технологических свойств смесей полисахаридов различной природы и пищевых кислот. Изучено влияние лимонной, молочной, янтарной кислот на скорость студнеобразования, реологические, органолептические, физико-механические свойства при использовании в комбинациях с полисахаридами различной природы.

В качестве загустителей полисахаридной природы использовали пектин высокоэтерифицированный цитрусовый и низкоэтерифицированный яблочный, альгинат магния и альгинат натрия, ксантановую и гуаровую камеди. Дозировку загустителей подбирали согласно рекомендациям производителей. В качестве контрольного образца использовали желатин.

Каждый исследуемый образец состоял из полисахарида, пищевой кислоты и комплексной добавки подсластителей «Дольчетта» или «Дольчетта-Люкс» массой 0,57 и 0,66 г на 1 кг блюда. Для формирования структуры студня использовался цитрат кальция; цитрат натрия использовали как компонент, способный влиять на понижение температуры студнеобразования, и в качестве буфера для замедления гидролиза пектина при добавлении лимонной кислоты, а также для получения менее агрессивно кислого вкуса. На основе полученных данных разработана рецептура смеси для НСБ «Комплетта» (таблица 4), которая может служить базовой для разработки НСБ на ПОП и имеет вариативность использования пищевых кислот в зависимости от флейвора используемого сырья и его корректирующей способности.

Таблица 4 – Рецептура базовой смеси для НСБ «Комплетта»

| Компонент смеси | Содержание, % мас. |
|--|--------------------|
| Пектин яблочный низкоэтерифицированный | 89,00 |
| Смесь подсластителей «Дольчетта»* | 2,14 |
| Цитрат кальция | 5,30 |
| Цитрат натрия | 3,56 |
| <i>Итого</i> | <i>100,00</i> |
| Примечание – * Допускается замена на эквивалентное количество смеси подсластителей «Дольчетта-Люкс». | |

В процессе хранения в соответствии с МУК 4.2.1847-04 (коэффициент резерва 1,15) установлен срок годности комплексной смеси для НСБ «Комплетта» – 12 мес. при температуре не выше плюс 25 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %.

Данная добавка вносится в количестве 2–3 г на 100 г готового сладкого блюда и содержит всего от 4,1 до 5,7 ккал, что позволяет значительно снизить энергетическую ценность разрабатываемых рецептур.

Глава 4 «Разработка технологии и моделирование рецептур низкокалорийных сладких блюд с использованием дескрипторно-про-

фильного метода органолептического анализа». На основе программы для ЭВМ «Программа для моделирования рецептур низкокалорийных пищевых продуктов (НК-2020)» смоделированы рецептуры с полной заменой сахара НСБ (кремов, желе, муссов) для ПОП с заданными характеристиками в соответствии с эталонным профилем и разработана технологическая документация.

Для формирования флейвора использовали плодое и овощное сырье, произрастающее в Уральском регионе. Химический состав используемого сырья исследовали в летний период 2018–2020 гг. Определено, что оптимальными характеристиками по содержанию сахара (min), аскорбиновой кислоты, пищевых волокон, флавоноидов обладают следующие сорта: моркови – «Витаминная б», облепихи – «Пантелеевская», клубники – «Амулет», смородины черной – «Глобус», тыквы – «Жемчужина», малины – «Высокая», яблок – «Краса Свердловска», клюквы – «Сазоновская». Данное сырье использовалось в дальнейшем для разработки модельных образцов НСБ.

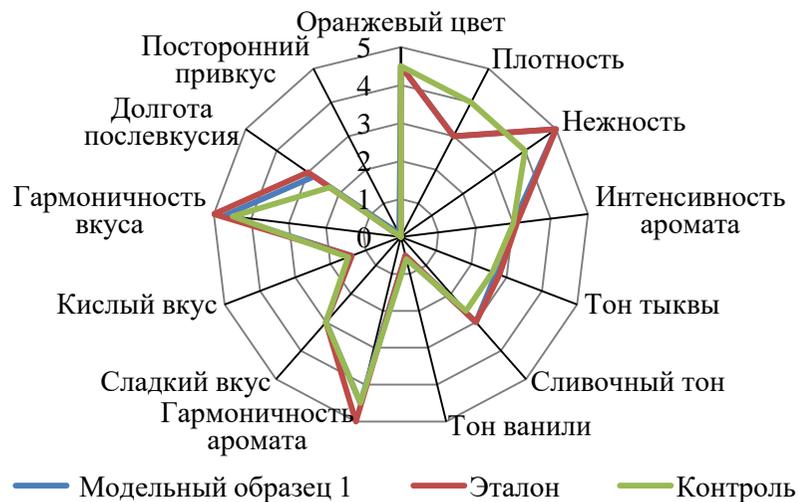
Моделирование рецептур и технологии низкокалорийных кремов. Для каждого наименования крема было разработано три модельных варианта с варьированием количества основных вкусоароматических компонентов и базовой смеси для НСБ «Комплетта». Результаты органолептической оценки приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты органолептической оценки лучших образцов смоделированных кремов ($n = 9$)

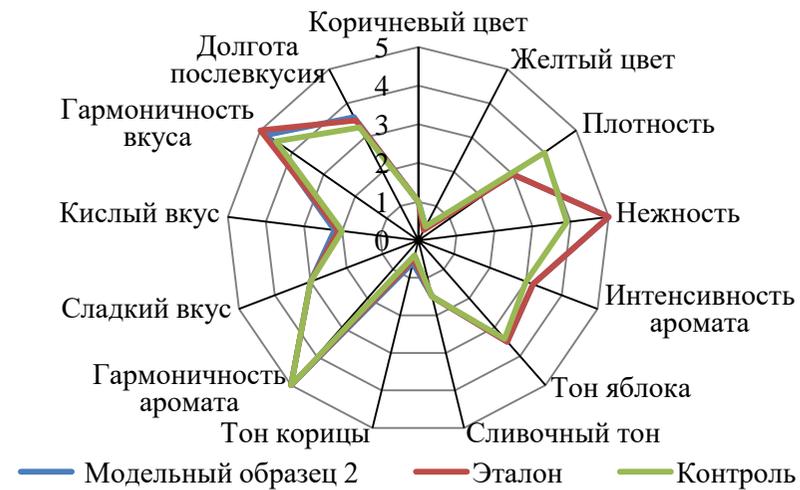
| Показатель | Коэффициент весомости | Дегустационная оценка, балл | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | | Крем тыквенный | Крем яблочный | Крем кофейный | Панакотта |
| | | Образец 1 | Образец 2 | Образец 2 | Образец 2 |
| Внешний вид | 0,10 | 0,49 ± 0,01 | 0,40 ± 0,01 | 0,4 ± 0,1 | 0,5 ± 0,05 |
| Цвет | 0,10 | 0,49 ± 0,01 | 0,40 ± 0,01 | 0,4 ± 0,1 | 0,5 ± 0,03 |
| Консистенция | 0,30 | 1,5 ± 0,1 | 1,49 ± 0,2 | 1,45 ± 0,2 | 1,55 ± 0,2 |
| Аромат | 0,25 | 1,21 ± 0,2 | 1,23 ± 0,1 | 1,25 ± 0,1 | 1,22 ± 0,1 |
| Вкус и послевкусие | 0,25 | 1,15 ± 0,1 | 1,20 ± 0,1 | 1,25 ± 0,1 | 1,23 ± 0,1 |
| <i>Средний балл</i> | | <i>4,84 ± 0,13</i> | <i>4,72 ± 0,1</i> | <i>4,75 ± 0,1</i> | <i>5,0 ± 0,1</i> |

Оценивали степень различия/подобия отобранного лучшего образца крема каждого наименования с контрольным образцом по показателю «длительность послевкусия» методом Scoring. Среднеквадратическое отклонение составило от 0,002 (крем тыквенный) до 0,18 (крем кофейный), что говорит о низкой дисперсности оценок и высокой степени подобия модельного эталонному образцу.

Результаты сравнения сенсорного профиля лучших модельных образцов в сравнении с эталонным и контрольным (с сахаром и желатином) представлены на рисунке 6.



а – крем тыквенный



б – крем яблочный

Рисунок 6 – Сравнительные сенсорные профили модельного, эталонного и контрольного образцов

Таблица 6 – Физико-механические показатели смоделированных НСБ в сравнении с контролем

| Показатель | Крем тыквенный | | Крем яблочный | | Крем кофейный | | Панакотта | |
|--------------------------------|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------|
| | Контроль | Образец 1 | Контроль | Образец 2 | Контроль | Образец 2 | Контроль | Образец 2 |
| Время студнеобразования, мин | 32,0 ± 2,1 | 20,0 ± 2,0 | 28,0 ± 2,2 | 22,0 ± 2,1 | 45,0 ± 2,1 | 35,0 ± 2,6 | 50,0 ± 3,1 | 38,0 ± 3,1 |
| $\Delta H_{пл}$, ед. прибора | 0,770 ± 0,05 | 13,90 ± 0,05 | 0,7 ± 0,0480 | 14,8 ± 0,05 | 0,640 ± 0,05 | 12,95 ± 0,05 | 0,610 ± 0,04 | 13,2 ± 0,05 |
| $\Delta H_{общ}$, ед. прибора | 0,524 ± 0,05 | 13,47 ± 0,05 | 0,470 ± 0,05 | 14,35 ± 0,05 | 0,450 ± 0,03 | 12,7 ± 0,05 | 0,450 ± 0,03 | 13,0 ± 0,05 |
| $\Delta H_{упр}$, ед. прибора | 0,246 ± 0,05 | 0,430 ± 0,05 | 0,310 ± 0,03 | 0,450 ± 0,05 | 0,190 ± 0,05 | 0,250 ± 0,05 | 0,160 ± 0,05 | 0,2 ± 0,05 |

В таблице 6 приведены физико-механические показатели смоделированных НСБ в сравнении с контролем.

Разработанная технология и состав кремов обеспечивают сокращение времени студнеобразования сладкого блюда по сравнению с контрольными образцами на 22–38 % при сохранении органолептических характеристик.

Разработка рецептур низкокалорийных муссов. В модельных образцах варьировали содержание растительного сырья и количество смеси «Комплетта» и (или) соевого лецитина с применением технологии эспумизации. Для исследования кинематической вязкости изучали приготовленные образцы НСБ до процесса взбивания (таблица 7).

Таблица 7 – Кинематическая вязкость рецептурных смесей в зависимости от загустителя ($n = 3$)

| Мусс | Кинематическая вязкость образцов исследования с загустителем, мм ² /с | | |
|-------------|--|---------------------------------------|---|
| | Желатин (контроль с сахаром) | Комплексная смесь для НСБ «Комплетта» | Комплексная смесь для НСБ «Комплетта» + лецитин |
| Клюквенный | 175 ± 5 | 260 ± 10 | 230 ± 10 |
| Морковный | 170 ± 5 | 240 ± 10 | 210 ± 10 |
| Облепиховый | 185 ± 5 | 290 ± 10 | 240 ± 10 |
| Клубничный | 190 ± 5 | 295 ± 10 | 260 ± 10 |

Для подбора количества загустителей использовали многокритериальную оптимизацию рецептурного состава смеси по вязкости и суммарной оценке органолептических показателей. Для этого проводили свертку критериев по мультипликативной модели несимметричных функций желательности, для чего был использован математический инструментальный программы MathCAD v15. Определено, что для муссов клюквенного, морковного, облепихового, клубничного оптимальное содержание желатина равно 2,6 %; 2,4 %; 2,3 %; 2,0 % соответственно, пектина – 2,5 %; 2,3 %; 2,1 %; 2,1 %, смеси пектина и лецитина – в соотношении 2,6 % и 0,8 %. Результаты оптимизации показали, что при таком количественном содержании загустителей все образцы будут приближены к эталонному по показателю «консистенция» с вероятностью 95 %. В таблице 8 приведены структурно-механические показатели модельных образцов муссов.

Таблица 8 – Структурно-механические показатели модельных образцов муссов ($n = 3$)

| Мусс | Плотность, г/дм ³ | Устойчивость пены, с | Степень аэрации (взбитости), % |
|-------------|------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| Клюквенный | 0,890 ± 0,1 | 180 ± 9 | 150,0 ± 7 |
| Морковный | 0,870 ± 0,1 | 140 ± 7 | 110,0 ± 5 |
| Облепиховый | 0,895 ± 0,1 | 180 ± 9 | 160,0 ± 7 |
| Клубничный | 0,876 ± 0,1 | 200 ± 9 | 180,0 ± 7 |

Разработка рецептур и технологии низкокалорийных желе. При разработке рецептур была проведена полная замена сахара. Для каждого наименования желе было разработано три модельных варианта с варьированием количества основных вкусоароматических компонентов (всего девять модельных образцов). В модельных образцах варьировали количество комплексной смеси для НСБ «Комплетта» и плодового сырья для получения оптимальных органолептических и реологических характеристик образцов желе.

Установлено, что внесение комплексной добавки «Комплетта» в рецептуру желе сокращает время студнеобразования модельных образцов по сравнению с контролем в среднем на 22 % при 20 °С и на 27 % при 4 °С (таблица 9).

Таблица 9 – Исследование времени студнеобразования разработанных желе в сравнении с контролем при температурах 20 °С и 4 °С ($n = 3$)

| Температура студнеобразования, °С | Время студнеобразования, мин | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| | Желе ягодное | | Желе апельсиновое | | Желе молочно-миндальное | |
| | Контроль | Образец 2 | Контроль | Образец 2 | Контроль | Образец 1 |
| 20 | 45 ± 2 | 35 ± 2 | 44 ± 2 | 35 ± 2 | 48 ± 2 | 40 ± 2 |
| 4 | 25 ± 1 | 15 ± 1 | 25 ± 1 | 15 ± 1 | 28 ± 1 | 18 ± 1 |

В таблице 10 приведены физико-химические показатели разработанных желе.

Таблица 10 – Физико-химические показатели разработанных желе

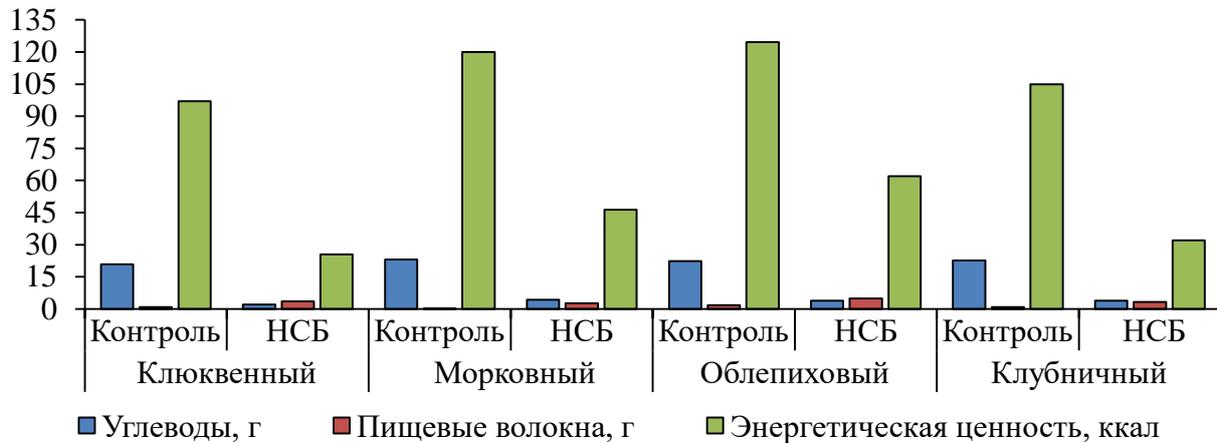
| Показатель | Желе ягодное | Желе апельсиновое | Желе молочно-миндальное |
|---|--------------|-------------------|-------------------------|
| Массовая доля растворимых сухих веществ, %, не менее | 16,2 | 15,4 | 15,0 |
| Массовая доля фруктовой части, %, не менее | 50 | 50 | – |
| рН, не выше | 4,2 | 4,2 | 4,2 |
| Массовая доля титруемых кислот (в пересчете на яблочную), % | 1,6 ± 0,3 | 1,7 ± 0,3 | 0,7 ± 0,3 |

Все разработанные низкокалорийные сладкие блюда в части безопасности соответствуют ТР ТС 021/2011, что подтверждено лабораторными испытаниями Центра гигиены и эпидемиологии в Свердловской области.

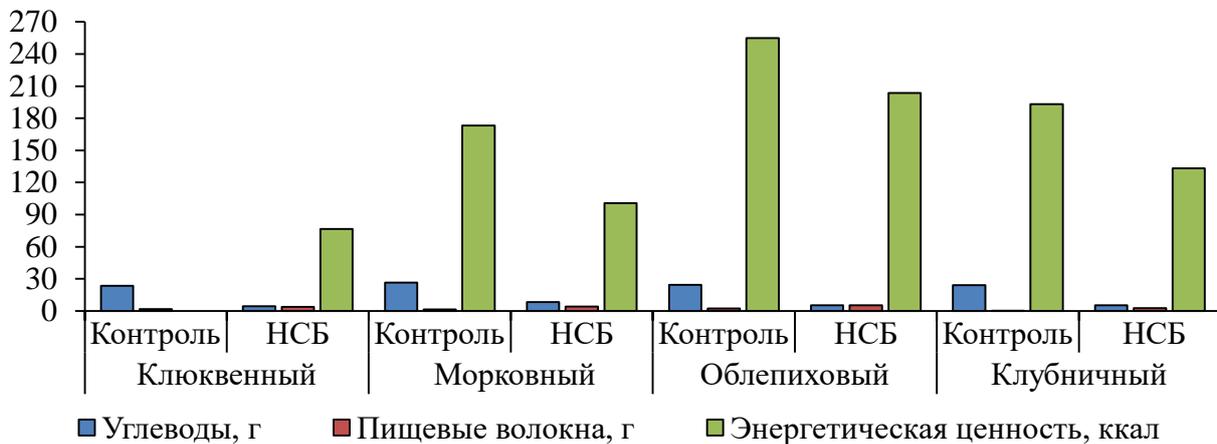
Содержание углеводов, пищевых волокон и энергетическая ценность разработанных кремов и муссов представлены на рисунке 7.

Снижение энергетической ценности разработанных блюд составило от 1,4 до 5,2 раза для кремов, от 2,0 до 3,3 раза для муссов, от 1,6 до 5,6 раза для желе. Себестоимость разработанных НСБ повысилась по сравнению с контрольными образцами в среднем у кремов на 5,4–6,1 р., муссов – 4,6–

4,8 р., желе – на 2,8–3,4 р. и находится в диапазоне от 13,9 до 30,4 р. за порцию 100 г.



a



б

Рисунок 7 – Содержание углеводов, пищевых волокон и энергетическая ценность разработанных низкокалорийных муссов (*a*) и кремов (*б*)

Разработанные низкокалорийные блюда внедрены и реализуются в меню следующих предприятий: ООО «ПРО-питание» (г. Екатеринбург), ООО «Олимп» (г. Первоуральск).

Заключение

По результатам исследования можно сделать следующие выводы.

1. Анализ ассортимента сладких блюд на предприятиях общественного питания г. Екатеринбурга показал недостаток и зачастую отсутствие низкокалорийных сладких блюд. Опрос лиц с диабетом показал, что 84 % респондентов придерживаются низкоуглеводной диеты и не употребляют сладкие блюда, из них 92 % воздерживаются от покупки сладкого напитка и десерта при посещении предприятия общественного питания. Выявлено,

что 45 % посетителей отдают предпочтение железированным сладким блюдам, а для 77 % женщин калорийность десерта служит главным мотивационным фактором при покупке.

2. В результате собственных экспериментальных исследований разработаны рецептуры и технология изготовления смесей подсластителей «Дольчетта» и «Дольчетта-Люкс», максимально соответствующих сенсорному профилю сахарозы. Полученные смеси обладают эффектом синергизма на 11,3 % и 12,4 % соответственно. Себестоимость 1 кг смеси «Дольчетта-Люкс» составляет 2 746 р., смеси «Дольчетта» – 2 240 р. Разработаны ТУ 10.89.19.150-015-02069214-2019 «Смесь подсластителей „Дольчетта-Люкс“», ТУ 10.89.19.150-016-02069214-2019 «Смесь подсластителей „Дольчетта“».

3. С целью улучшения флейвора низкокалорийных сладких блюд исследованы сенсорная совместимость и функционально-технологические свойства полисахаридов различной природы в сочетании с пищевыми кислотами: лимонной, молочной, янтарной. Определено, что низкоэтерифицированный яблочный пектин обладает наилучшими для приготовления низкокалорийных сладких блюд реологическими и органолептическими показателями; лучшие органолептические характеристики проявляет в сочетании с молочной или лимонной кислотами. Разработана рецептура комплексной смеси для низкокалорийных сладких блюд «Комплетта» с заданными органолептическими и физико-химическими характеристиками. На данную смесь разработаны ТУ 10.89.19.150-02-02069214-2020 «Комплексная смесь для низкокалорийных сладких блюд „Комплетта“».

4. С применением дескрипторно-профильного метода органолептического анализа составлены панели дескрипторов и определена их интенсивность, построены вкусоароматические профили низкокалорийных сладких блюд, соответствующие предпочтениям потребителей, в том числе лиц с диабетом второго типа, которые могут служить эталонными при разработке сладких блюд.

5. Уточнены данные о химическом составе плодов и овощей, произрастающих в Свердловской области, в том числе содержание флавоноидов в пересчете на рутин, аскорбиновой кислоты, пищевых волокон. Сорта моркови «Витаминная б», облепихи – «Пантелеевская», клубники – «Амулет», смородины черной – «Глобус», тыквы – «Жемчужина», малины – «Высокая», яблок – «Краса Свердловска», клюквы – «Сазоновская» рекомендованы для использования в разработанных низкокалорийных сладких блюдах на предприятиях общественного питания Свердловской области. Использование при разработке рецептур растительного сырья, произрастающего в Уральском регионе, позволило увеличить содержание аскорбиновой кислоты с 4,7 % до 5,3 % (крем тыквенный), с 16,9 % до 20,2% (крем яблочный) от суточной нормы потребления, количество β -каротина – с 0,8 % до 390 %, флавоноидов – с 0,5 % до 5,6 %.

6. Доказано, что применение разработанной базовой смеси «Комплетта» не только способствует сохранению органолептических свойств разработанных рецептов по сравнению с традиционными рецептурами на основе желатина и сахара, но и обеспечивает снижение калорийности блюд данной категории от 1,4 до 5,2 раза в категории «кремы», от 2 до 3,3 раза в категории «муссы», от 1,6 до 5,6 раза в категории «желе».

7. Разработана нормативно-техническая документация и технологии производства низкокалорийных сладких блюд (кремов, муссов, желе) в условиях предприятия общественного питания. Осуществлена апробация в производственных условиях сети предприятий ООО «ПРО-питание», ООО Центр «Дегустатор» (г. Екатеринбург), ООО «Олимп» (г. Первоуральск).

Публикации автора по теме диссертации

Статьи в изданиях, входящих в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий ВАК

1. Заворохина, Н. В. Влияние загустителей и гелеобразователей полисахаридной структуры на сенсорное восприятие сладких блюд / Н. В. Заворохина, **Е. Ю. Минниханова**. – DOI 10.33236/2307-910X-2019-3-27-101-107 // Современная наука и инновации. – 2019. – № 3 (27). – С. 96–102.

2. Заворохина, Н. В. Исследование синергизма тройных смесей подсластителей, применяемых для низкокалорийных сладких блюд / Н. В. Заворохина, О. В. Чугунова, **Е. Ю. Минниханова**. – DOI 10.24411/0235-2486-2019-10134 // Пищевая промышленность. – 2019. – № 9. – С. 66–69.

3. **Минниханова, Е. Ю.** Исследование взаимного влияния пищевых кислот и полисахаридов различной природы на сенсорное восприятие низкокалорийных сладких блюд / Е. Ю. Минниханова, Н. В. Заворохина, А. А. Гилина. – DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-2-9 // Индустрия питания | Food Industry. – 2020. – Т. 5, № 2. – С. 71–78.

4. **Минниханова, Е. Ю.** Разработка комплексной смеси полисахаридов и пищевых кислот для низкокалорийных сладких блюд / Е. Ю. Минниханова, Н. В. Заворохина, О. В. Чугунова – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10059 // Пищевая промышленность. – 2020. – № 6. – С. 19–22.

5. Заворохина, Н. В. Разработка рецептов и технологии низкокалорийных муссов с заданным флейвором / Н. В. Заворохина, **Е. Ю. Минниханова**. – DOI 10.29141/2500-1922-2021-6-1-5 // Индустрия питания | Food Industry. – 2021. – Т. 6, № 1. – С. 39–47.

Публикации в изданиях, входящих в международные базы научного цитирования Scopus

6. Zavorokhina, N. Innovative functional products development as an element for the Russian Federation population health preservation / N. Zavorokhina, **E. Minnihanova**, O. Feofilaktova, O. Chugunova. – DOI 10.1051/e3sconf/

202125410016 // International Scientific and Practical Conference “Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations” (FARBA 2021). – Les Ulis : EDP Sciences, 2021. – Art. 10016. – (E3S Web of Conferences ; vol. 254).

Статьи и материалы в прочих изданиях

7. **Минниханова, Е. Ю.** Формирование качества и разработка рецептур низкокалорийных сладких блюд из сырья Уральского региона с применением комплексной добавки подсластителей / Е. Ю. Минниханова // Инновационные технологии в сфере питания, сервиса и торговли : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 15–16 октября, 2018 г.). – Екатеринбург : УрГЭУ, 2018. – С. 64–68.

8. **Минниханова, Е. Ю.** Моделирование комплексной добавки подсластителей для разработки рецептур низкокалорийных сладких блюд. / Е. Ю. Минниханова // Инновационные технологии в сфере питания, сервиса и торговли : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 16 апреля, 2019 г.). – Екатеринбург : УрГЭУ, 2019. – С. 89–93.

9. Заворохина, Н. В. Исследование синергизма комплексной добавки подсластителей для разработки рецептур низкокалорийных сладких блюд. / Н. В. Заворохина, **Е. Ю. Минниханова** // Молодежь в науке и предпринимательстве : сб. науч. ст. VIII Междунар. форума молодых ученых, посвященного 55-летию университета (Гомель – Ранчо, 15–17 мая 2019 г.) / под науч. ред. Н. В. Кузнецова. – Гомель – Ранчо : БТЭУ, 2019. – С. 380–383.

10. **Минниханова, Е. Ю.** Перспективы использования подсластителей при разработке рецептур сладких блюд / Е. Ю. Минниханова // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности : сб. науч. ст. по итогам VI Междунар. науч. конф. (Казань, 29–30 июня 2020 г.). – Казань : Конверт, 2020. – С. 147–150.

11. **Минниханова, Е. Ю.** Применение комплексной добавки подсластителей с эффектом синергизма при разработке рецептур сладких блюд / Е. Ю. Минниханова // Экспертиза. Качество. Технологии : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 12 ноября 2020 г.). – Новосибирск : СибУПК, 2020. – С. 97–100.

12. **Минниханова, Е. Ю.** Пути снижения калорийности продукции общественного питания / Е. Ю. Минниханова // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 12 октября 2020 г.). – Екатеринбург : УрГЭУ, 2020. – С. 94–98.

13. **Минниханова, Е. Ю.** Перспективы применения интенсивных подсластителей в общественном питании / Е. Ю. Минниханова // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 20 апреля 2021 г.). – Екатеринбург : УрГЭУ, 2021. – С. 106–109.

14. **Минниханова, Е. Ю.** Применение нетрадиционного сырья для разработки рецептур сладких блюд / Е. Ю. Минниханова // Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Тюмень, 19 июня 2020 г.). – Уфа : Омега Сайнс, 2020. – С. 88–93.

15. **Минниханова, Е. Ю.** Пути снижения калорийности сладких блюд / Е. Ю. Минниханова // Модели инновационных решений повышения конкурентоспособности отечественной науки : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. (Челябинск, 4 июня 2020 г.). – Челябинск : Омега Сайнс, 2020. – Ч. 2. – С. 91–96.

16. **Минниханова, Е. Ю.** Перспективы разработки рецептур низкокалорийных сладких блюд / Е. Ю. Минниханова // LXXVIII Международные научные чтения (памяти В. А. Котельникова) : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 22 июня 2020 г.). – Москва : Европейский фонд инновационного развития, 2020. – С. 34–37.

17. **Минниханова, Е. Ю.** Янтарная кислота как эффективный компонент функциональных пищевых продуктов / Е. Ю. Минниханова // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 17 ноября 2017 г.). – Екатеринбург : УрГЭУ, 2017. – С. 159–163.

18. **Минниханова, Е. Ю.** Янтарная кислота-эффективный компонент функциональных пищевых продуктов / Е. Ю. Минниханова // Конкурентоспособность территорий : материалы XX Всерос. экон. форума молодых ученых и студентов (Екатеринбург, 27–28 апреля 2017 г.) : в 8 ч. – Екатеринбург : УрГЭУ, 2017. – Ч. 7. – С. 81–84.

19. **Минниханова, Е. Ю.** Разработка рецептур кондитерских изделий пониженной калорийностью для профилактики ожирения жителей Уральского федерального округа / Е. Ю. Минниханова // Актуальные проблемы пищевой промышленности и общественного питания : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 19 апреля 2017 г.). – Екатеринбург : УрГЭУ, 2017. – С. 160–165.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ

20. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021611683 Российская Федерация. Программа для моделирования рецептур низкокалорийных пищевых продуктов (НК-2020) : № 2020665128 : заявл. 23.11.2020 : опубл. 03.02.2021 / Н. В. Заворохина, А. А. Гилина, **Е. Ю. Минниханова.**

Подписано в печать 01.10.2021.
Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$. Гарнитура Таймс. Бумага офсетная. Печать плоская.
Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ

Отпечатано с готового оригинал-макета в подразделении оперативной полиграфии
Уральского государственного экономического университета
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45