

На правах рукописи



КОПЫЛОВА Анастасия Валерьевна

**ПРИМЕНЕНИЕ ПОРОШКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ
ИНФРАКРАСНОЙ СУШКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ
ЦЕННОСТИ МУЧНЫХ И ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Специальность 05.18.15 –Технология и товароведение
пищевых продуктов функционального и специализированного
назначения и общественного питания

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Кемерово – 2022

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук

Научный руководитель доктор технических наук, доцент
Давыденко Наталия Ивановна

Официальные оппоненты: **Науменко Наталья Владимировна,**
доктор технических наук, доцент,
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования «Южно-Уральский
государственный университет (национальный
исследовательский университет)», г. Челябинск,
кафедра «Пищевые и биотехнологии»,
профессор, старший научный сотрудник

Котова Татьяна Вячеславовна,
доктор технических наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Уральский государственный
экономический университет», г. Екатеринбург,
научно-образовательный центр «Технологии
инновационного развития», ведущий научный
сотрудник

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

Защита диссертации состоится 20 мая 2022 г. в 13:30 часов на заседании диссертационного совета Д 212.088.11 при ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» по адресу: 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, 2 лекц. ауд.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» (<https://kemsu.ru/science/dissertation-councils/diss-212-088-11/protects/20602/>).

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

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Попова Дина Геннадьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Повышение качества пищевой продукции, производимой и потребляемой в России, является одним из важных вопросов повышения уровня здоровья и жизни населения страны, который отражен в Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года (утв. расп. Правительства РФ от 29.06.2016 № 1364-р). Целями Стратегии являются обеспечение качества пищевой продукции как важнейшей составляющей укрепления здоровья, увеличения продолжительности и повышения качества жизни населения, содействие и стимулирование роста спроса и предложения на качественные пищевые продукты и обеспечение соблюдения прав потребителей на приобретение качественной продукции.

Хлебобулочные и мучные кондитерские изделия являются одним из основных видов пищевой продукции, потребляемой населением России ежедневно. Их отличает доступность и привлекательность для потребителя, высокие органолептические свойства, возможность производства на предприятиях различной мощности и отраслевой принадлежности. Вместе с тем, их основными недостатками являются высокая калорийность, недостаток ряда витаминов и минеральных веществ. Одним из путей снижения калорийности и повышения пищевой ценности хлебобулочных и мучных изделий является внесение в их рецептуры натуральных и доступных ингредиентов, полученных из растительного сырья, что позволяет также улучшать органолептические показатели изделий и расширять их ассортимент. При этом растительное сырье не всегда возможно использовать в нативном состоянии. В этом отношении представляет интерес инфракрасная (ИК) сушка, позволяющая получить из сырья полуфабрикаты длительного хранения с высокой степенью сохранности полезных веществ. Перспективным растительным сырьем, обладающим комплексом полезных свойств, является овощная зелень, в частности шпинат листовой и сельдерей черешковый.

Учитывая вышесказанное, разработка хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием порошков из растительного сырья ИК-сушки является актуальной задачей.

Степень разработанности темы исследования. Различными аспектами изучаемой проблемы в разное время занимались многие отечественные и зарубежные ученые и исследователи. Так, вопросами разработки новых видов хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с повышенной пищевой ценностью занимались Н.М. Дерканосова, Н.В. Заворохина, Н.Н. Иванова, Т.В. Котова, И.В. Мацейчик, Н.В. Науменко, Л.П. Нилова, И.Ю. Потороко, Л.Я. Родионова, М.К. Садыгова, О.В. Чугунова, М.А. Янова, A. Baiano, N.R. Galla, R. López-Nicolás, A. Paraskevopoulou, K. Prakash, N. Wang и др. Разработками способов получения пищевых ингредиентов из шпината и сельдерея, повышающих пищевую ценность пищевой продукции, занимались В.В. Володин, М.Р. Gilingerne, L. Jaime, P. Li, V. Melini, B. Salehi и др. Изучением различных способов сушки растительного сырья занимались И.В. Буянова, С.К. Волончук, I. Alibas Ozkan, A.G. Barbosa de Lima, S. Bhatta, Y. Chen, M. Khalilian

Movahhed, G.Ç. Koç, A. Özkan Karabacak, A. Sarimiseli, S.N. Karaaslan, A.K. Upadhyaya, E.E. Wisiakowsky и др.

Несмотря на разностороннее изучение вышеуказанных вопросов, недостаточно внимания было уделено вопросу повышения пищевой ценности мучных и хлебобулочных изделий за счет их обогащения порошками шпината и сельдерея.

Цель исследования – разработка и оценка качества хлебобулочных и мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности с использованием порошков из листьев шпината и черешков сельдерея ИК-сушки.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие научные задачи:

- изучить структуру ассортимента хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, реализуемых на рынке г. Новосибирск в сегменте сетевых магазинов продуктового ритейла и сетях пекарен, оценить потенциальный интерес потребителей к продукции повышенной пищевой ценности;

- дать товароведную оценку листовому шпинату и черешковому сельдерею, реализуемым на рынке г. Новосибирска, определить химический состав и пищевую ценность;

- подобрать параметры ИК-сушки шпината листового и сельдерея черешкового с последующим измельчением в порошок, исследовать показатели качества и безопасности полученных полуфабрикатов, определить сроки их хранения;

- методом математического моделирования подобрать составы хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием порошков из листьев шпината и черешков сельдерея ИК-сушки, позволяющие получить изделия с заданными свойствами, на основе которых разработать рецептуры;

- исследовать влияние порошков из шпината листового и сельдерея черешкового ИК-сушки на качественные характеристики разработанных изделий: органолептические, физико-химические показатели и пищевую ценность; установить регламентируемые показатели качества и сроки хранения, обосновать продажную цену изделий.

Научная новизна. Диссертационная работа содержит элементы новизны в рамках п. 2, 4, 5 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15.

1. Получены результаты, уточняющие данные о химическом составе шпината листового и сельдерея черешкового, произрастающих в Новосибирской области: массовая доля пищевых волокон ($1,3 \pm 0,1$ % и $1,8 \pm 0,1$ % соответственно), массовая доля калия (776 ± 50 и 420 ± 20 мг/100 г соответственно), массовая доля железа ($3,6 \pm 0,1$ % и $1,2 \pm 0,1$ % соответственно), массовая доля витамина С ($54,6 \pm 2,7$ % и $36,0 \pm 1,8$ % соответственно), подтверждающие потенциал данного сырья в качестве источника незаменимых нутриентов (п. 2 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15).

2. Предложены параметры технологического процесса получения порошков из листьев шпината и черешков сельдерея: температура ИК-сушки – 50 °С, продолжительность – 120 мин, продолжительность измельчения сушеного сы-

рья – 3 мин до размера частиц – 185 ± 10 мкм, позволяющие повысить сохранность витамина С на 10 - 30 % в сравнении с сушкой конвективным способом (п. 4 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15).

3. Для порошков из листьев шпината и черешков сельдерея ИК-сушки установлены соотношения порошок: мука пшеничная, позволяющие получить изделия повышенной пищевой ценности с соответствующими требованиям органолептическими показателями. Показано повышение содержания пищевых волокон, калия, кальция, магния, железа, бета-каротина, витаминов В₁ и В₂, С относительно их содержания в изделиях, выработанных по базовым рецептурам (п. 4 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15).

4. Показано отсутствие значимого влияния порошков из листьев шпината и черешков сельдерея на показатели качества изделий из дрожжевого и заварного теста в количествах до 5,6 % и 11,1 % к массе муки соответственно, в том числе в процессе хранения (п. 4, п. 5 Паспорта специальности ВАК РФ 05.18.15).

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные в работе данные о химическом составе листового шпината и черешкового сельдерея, произрастающих в Новосибирской области, а также порошков из них, позволяют расширить область знаний о направлениях использования овощной зелени и полуфабрикатов на ее основе в качестве ингредиентов, повышающих пищевую ценность пищевой продукции.

Разработан ассортимент хлебобулочных и мучных кондитерских изделий (хлеб с наполнителями, хлеб отрубной, сдобные булочные изделия, полуфабрикаты из заварного теста, маффины с инулином), для которого теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность применения порошков из листьев шпината и черешков сельдерея ИК-сушки.

На порошки из листьев шпината и черешков сельдерея ИК-сушки и разработанный ассортимент хлебобулочных и мучных кондитерских изделий установлены регламентируемые показатели качества и сроки годности.

Разработана технологическая документация: технические условия ТУ 15.33.13-003-00024348-2022 и технологическая инструкция ТИ ТУ 15.33.13-003-00024348-2022 на порошки из листового шпината и черешкового сельдерея; технические условия ТУ 10.71.1-002-00024348-2022 и технологическая инструкция ТИ ТУ 10.71.1-002-00024348-2022, технико-технологические карты на хлебобулочные и мучные кондитерские изделия.

Проведена апробация разработанной продукции в ООО «Фуд ЭКСПО» (г. Новосибирск).

Материалы исследований по тематике диссертационной работы используются в учебном процессе в рамках подготовки бакалавров и магистров на кафедре технологии и организации пищевых производств ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет».

Отдельные этапы работы выполнялись в рамках гранта Новосибирского государственного технического университета (решение Экспертного совета НТРС НГТУ от 11.05.2021, свидетельство № 008-НСГ-21).

Полученные результаты могут быть использованы специалистами предприятий пищевой промышленности и общественного питания для расширения ассортимента выпускаемой продукции.

Методология и методы исследования. Исследования по теме диссертации были проведены на основе поиска, анализа и обобщения зарубежных и отечественных литературных данных по вопросам развития рынка мучных и хлебобулочных изделий, переработки растительного сырья и использования полученной продукции в рецептурах мучных и хлебобулочных изделий. Для решения задач согласно тематике исследования были применены общепринятые, стандартные и специальные методы: анализ, синтез, обобщение, математическое моделирование, органолептические, микробиологические, инструментальные.

Положения, выносимые на защиту:

– результаты товароведной оценки и данные о химическом составе шпината листового и сельдерея черешкового, произрастающих в Новосибирской области, подтверждающие потенциал использования данного сырья в качестве функциональных пищевых ингредиентов;

– параметры процесса производства порошков из листьев шпината и черешков сельдерея ИК-сушки, результаты оценки их качества, безопасности и изменений в процессе хранения;

– соотношения мука пшеничная: порошок из растительного сырья ИК-сушки, позволяющие получить хлебобулочные и мучные кондитерские изделия повышенной пищевой ценности с заданными свойствами;

– результаты оценки влияния порошков из листьев шпината и черешков сельдерея ИК-сушки на качество хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, в том числе в процессе хранения.

Степень достоверности и апробация полученных результатов. Основные материалы и результаты диссертационного исследования были представлены и обсуждены на всероссийских и международных научных мероприятиях: III Международной научно-технической конференции студентов и молодых ученых «Молодежь. Инновации. Технологии» (МНТК-2019) (Новосибирск, 2019), The 5th International Conference on Agricultural and Biological Sciences (ABS 2019) (Macau, China, 2019), XIII Всероссийской научной конференции молодых ученых «Наука. Технологии. Инновации» (НТИ-2019) (Новосибирск, 2019), International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials (Воронеж, 2020), Всероссийской научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов с международным участием «Aspire to Science» (Новосибирск, 2020), Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодых ученых «XXXVII Сибирский теплофизический семинар», посвященной 70-летию академика РАН С.В. Алексеенко (Новосибирск, 2020), International Conference on Food Science and Biotechnology (FSAB-2021) (Екатеринбург, 2021), 1st International Conference on Environmental Sustainability Management and GreenTechnologies (ESMGT-2021) (Новосибирск, 2021), XVIII Международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество» (Краснообск, 2021).

Публикации. По тематике диссертационного исследования опубликовано 19 научных работ, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России – 3, в изданиях, индексируемых в наукометрических базах данных Web of Science Core Collection и Scopus – 4, в сборниках и трудах международных и всероссийских конференций и прочих изданиях – 10, глав монографий – 2. Подана 1 заявка на изобретение.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, включающего 224 источника отечественных и зарубежных авторов, изложена на 204 страницах, включает 31 рисунок, 41 таблицу и 9 приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

В *первой главе* представлен аналитический обзор научно-технической литературы по теме диссертационной работы. Представлен обзор российского рынка хлебобулочных и мучных изделий, изучены пути улучшения их качественных характеристик, исследованы перспективы использования шпината листового и сельдерея черешкового в качестве ингредиента мучных и хлебобулочных изделий, дана сравнительная характеристика различных видов сушки и показаны преимущества использования ИК-сушки в переработке исследуемого сырья.

Во *второй главе* дано описание объектов и методов исследования. Схема экспериментальных исследований представлена на рисунке 1.

Теоретические и экспериментальные исследования выполнены в период с 2018 по 2021 гг. Исследования проводились в лаборатории спецтехнологии и биохимической лаборатории кафедры технологии и организации пищевых производств (ТОПП) ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ) и лаборатории микологического и бактериологического анализа пищевых продуктов Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (Новосибирская обл., р. п. Краснообск), на кафедре технологии и организации общественного питания ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». Апробация готовой продукции общественного питания проводилась в ООО «Фуд ЭКСПО» (г. Новосибирск). Объектами исследований в работе являлись: растительное сырьё – свежая овощная зелень (листья шпината и черешки сельдерея) производства предприятий Новосибирской области, порошки, полученные из высушенного с помощью ИК-сушки растительного сырья, хлебобулочные и мучные кондитерские изделия с порошками из растительного сырья ИК-сушки. В работе использовались как стандартные, так и специальные методы исследований.

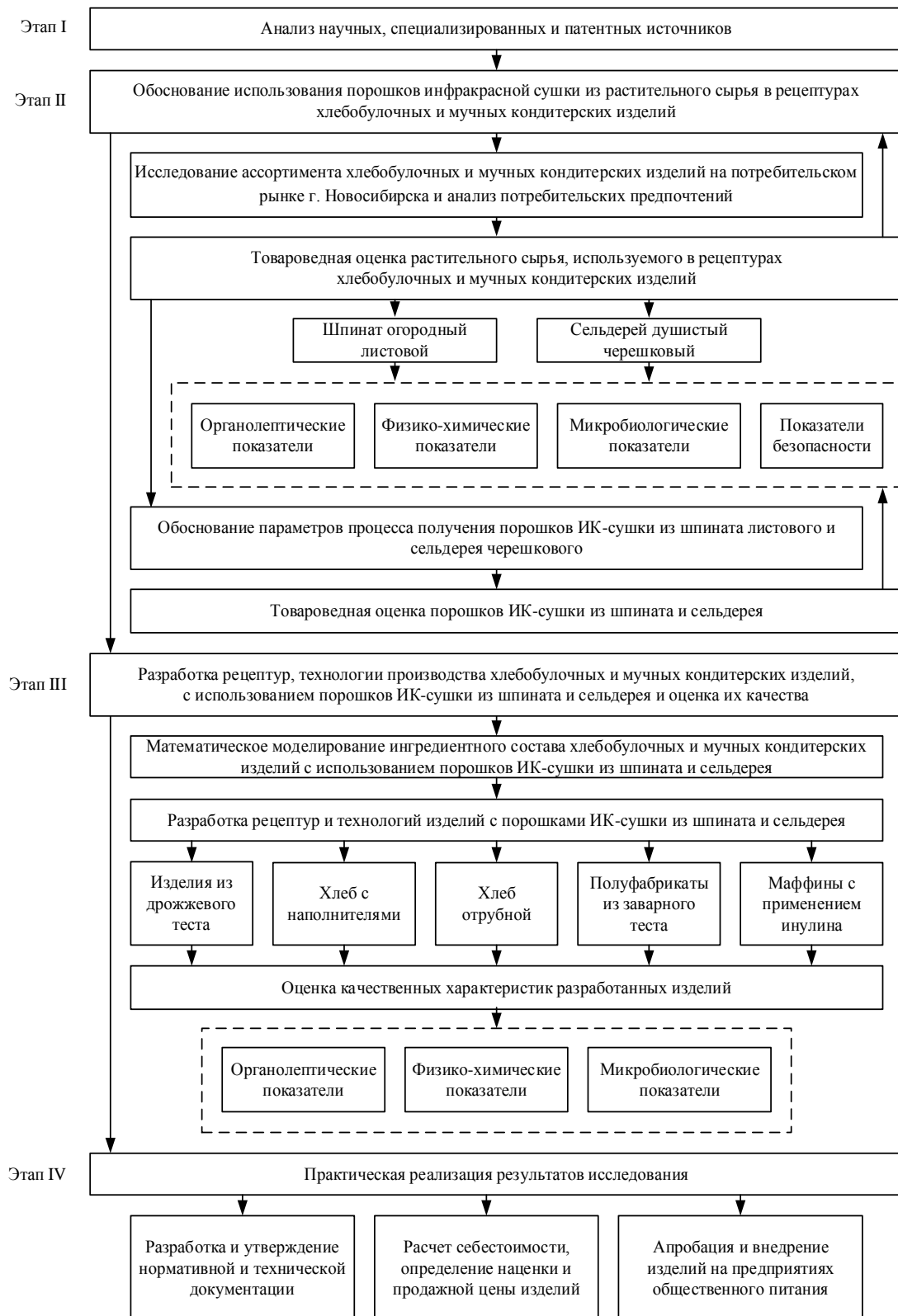


Рисунок 1 – Общая схема исследований

В *третьей главе* отражены результаты исследования ассортимента хлебобулочных и мучных изделий на потребительском рынке г. Новосибирска и товароведной оценки образцов шпината листового и сельдерея черешкового, определена продолжительность ИК-сушки и параметров измельчения сырья.

Исследование ассортимента хлебобулочных и мучных изделий на потребительском рынке г. Новосибирска

Исследования проводились в сегментах крупных новосибирских предприятий-производителей и сетевых пекарен. В результате выявлено, что ассортимент изделий с применением нетрадиционного сырья повышенной пищевой ценности наблюдается в торговых сетях, реализующих выпечку собственного производства, а также сетях пекарен формата «у дома». При этом шпинат и сельдерей применяются только при производстве мучных кулинарных изделий – пирогов, в качестве наполнителя, либо в составе начинки. Ни один производитель не вводит шпинат или сельдерей в состав теста.

Основные факторы, влияющие на выбор хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, представлены на рисунке 2.

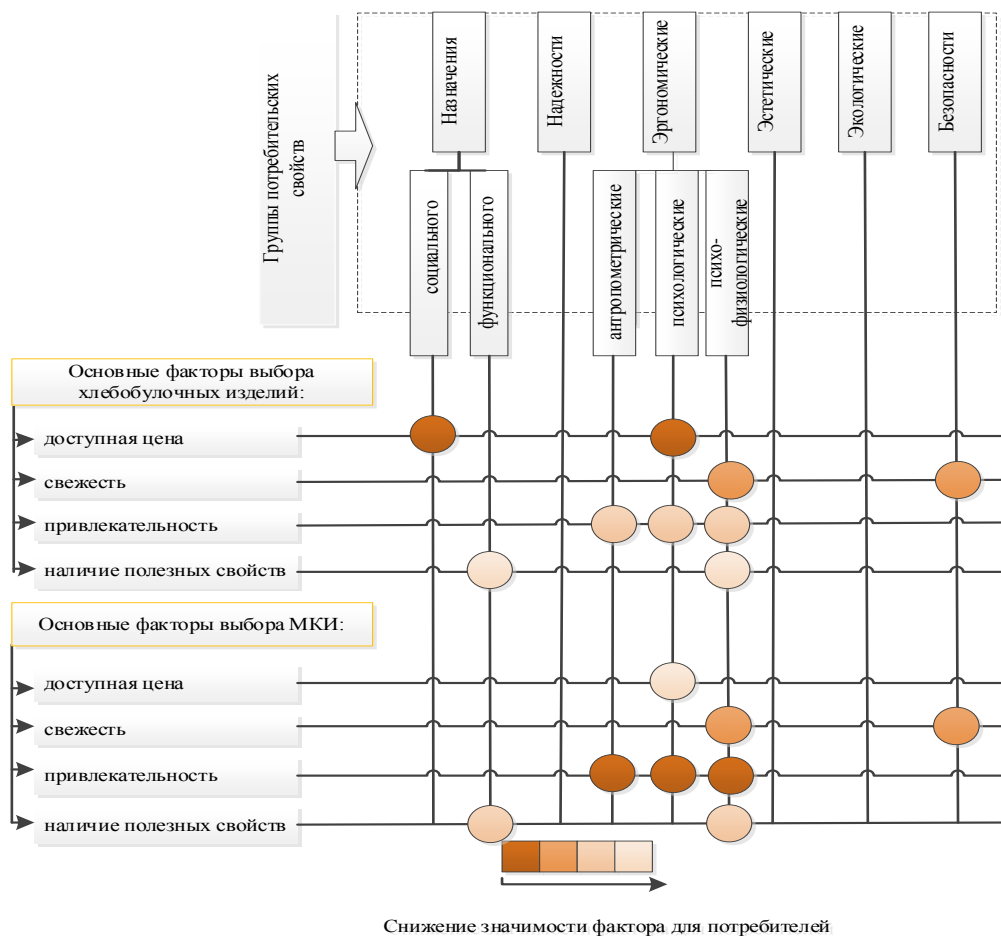


Рисунок 2 – Наиболее важные потребительские свойства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, влияющие на выбор потребителей

Выявлено, что потребители воспринимают хлебобулочные изделия как социально значимый продукт и доступная цена является наиболее значимым свойством. При выборе мучных кондитерских изделий для потребителей наиболее значимы эстетические свойства. Наличие полезных свойств в данных группах продуктов потребителями не воспринимаются как обязательное.

Представляло интерес оценить потенциальную привлекательность для потребителя присутствия шпината и сельдерея в составе хлебобулочных и мучных

кондитерских изделий. С этой целью на основании результатов опроса составлены карты ассоциаций респондентов по отношению к словам «шпинат» и «сельдерей» (пример представлен на рисунке 3).



Рисунок 3 – Карта ассоциаций к слову «Сельдерей»

Получившийся ассоциативный ряд указывает на то, что шпинат и сельдерей ассоциируются с трендом здорового образа жизни, полезной пищей, здоровьем, т. е. на настоящий момент у населения формируется запрос введения в ежедневный рацион заявленных продуктов с целью поддержания здорового питания.

Товароведная оценка листьев шпината и черешков сельдерея, используемых для повышения пищевой ценности хлебобулочных и мучных кондитерских изделий

В настоящее время на территории РФ допущены к выращиванию и использованию в кулинарии 53 сорта шпината и 22 сорта сельдерея черешкового. Однако в торговую сеть и для переработки данное сырье поступает без указания сорта, в этой связи в работе исследовались сортосмеси. Результаты товароведной оценки образцов шпината листового и сельдерея черешкового 4 производителей, представленных на рынке г. Новосибирска, показывают, что все исследуемые образцы соответствуют требованиям действующей нормативной документации.

В таблице 1 представлены данные по основным нутриентам, содержащимся в исследуемых образцах шпината и сельдерея. Полученные данные подтверждают потенциал использования данного сырья в качестве источника незаменимых нутриентов.

Образцы являются безопасным по микробиологическим показателям, содержанию токсичных элементов, пестицидов, радионуклидов и нитратов.

Таким образом шпинат листовый и сельдерей черешковый, выращиваемые в Новосибирской области, могут быть использованы без каких-либо ограничений не только в свежем виде непосредственно в пищу, но и для изготовле-

ния из них различных продуктов переработки. Для дальнейших исследований были выбраны образцы шпината листового и сельдерея черешкового производителя ГК «Горкунов».

Таблица 1 – Основные нутриенты образцов шпината листового и сельдерея черешкового

Нутриенты	Производитель			
	Агрокомплексы «Суховский»/ «Емельяновский»	ГК «Горкунов»	ООО «Агролето»	ООО «Кладовая солнца»
Шпинат листовый				
Вода, %	91,2±0,4	90,6±0,5	90,8±0,5	91,3±0,4
Белки, %	3,1±0,2	3,1±0,3	2,8±0,3	2,9±0,3
Жиры, %	0,3±0,1	0,3±0,1	0,3±0,1	0,3±0,1
Сахара, %	0,5±0,2	0,5±0,2	0,4±0,2	0,6±0,2
Пищевые волокна, %	1,4±0,1	1,3±0,1	1,2±0,1	1,3±0,1
Зола, %	2,0±0,2	1,8±0,2	1,8±0,2	1,9±0,1
Калий, мг/100 г	776±50	775±50	772±40	774±50
Кальций, мг/100 г	104±10	100±10	102±10	101±10
Магний, мг/100 г	82±7	80±8	80±8	81±8
Железо, мг/100 г	3,5±0,2	3,5±0,3	3,7±0,3	3,6±0,3
Бета-каротин, мг/100 г	4,4±0,2	4,2±0,2	4,5±0,3	4,4±0,2
Аскорбиновая кислота (витамин С), мг/100 г	54,6±0,2	53,6±0,2	55,2±0,2	54,8±0,2
Сельдерей черешковый				
Вода, %	92,0±0,3	91,8±0,2	91,6±0,2	91,8±0,2
Белки, %	0,7±0,1	0,8±0,1	0,8±0,1	0,7±0,1
Жиры, %	0,2±0,1	0,2±0,1	0,3±0,1	0,2±0,02
Сахара, %	1,0±0,3	1,0±0,3	0,8±0,3	1,1±0,3
Пищевые волокна, %	1,8±0,2	1,7±0,2	1,9±0,1	1,9±0,2
Зола, %	1,1±0,1	1,2±0,1	1,2±0,1	1,1±0,1
Калий, мг/100 г	420±20	419±20	418±20	422±20
Кальций, мг/100 г	72±6	70±6	74±6	70±6
Магний, мг/100 г	50±4	50±5	52±4	50±5
Железо, мг/100 г	1,2±0,1	1,2±0,2	1,3±0,2	1,2±0,1

Определение продолжительности ИК-сушки и параметров измельчения порошков из листьев шпината и черешков сельдерея

Параметры исследований установлены на основании ранее проведенных поисковых экспериментов, действующей нормативной документации на сушеную продукцию, конструктивных возможностей ИК-сушилки, изготовленной в соответствии с патентом РФ № 2265169:

- толщина слоя высушиваемого сырья (листья шпината, черешки сельдерея с размером сечения 3×3 мм) – 10 мм;
- длительность ИК-воздействия при циклическом включении ИК-ламп – 5 с, соотношение длительностей включения и выключения ИК-ламп равно 1:3;
- удельная энергия – 10 кВт·ч/м²;
- влажность готовой продукции – 10 %.

Критериями исследований являлись результаты исследований внешнего вида и содержания витамина С, результаты представлены в таблице 2.

Полученные результаты показывают, что в целом сохранность витамина С в образцах шпината и сельдерея в среднем выше на 10 - 30 % по отношению к сырью, для сушки которого применялся конвективный способ.

Таблица 2 – Характеристики качества сушеного растительного сырья в зависимости от температуры и продолжительности сушки

Температура сушки, °С	Продолжительность сушки, мин	Внешний вид	Содержание витамина С, мг/100 г
листья шпината			
40	240	хрупкие, желтоватые и побуревшие части листьев	245,1±16,1
50	120	хрупкие листья, от светло- до темно-зеленого цвета	360,5±18,0
60	120	смесь хрупких и запаренных листьев, часть листьев поджаренная	257,5±12,4
черешки сельдерея			
40	240	хрупкие, желтоватые и побуревшие части кусочков	214,7±14,2
50	120	кусочки эластичные, с легкой хрупкостью	316,4±16,8
60	120	смесь хрупких и запаренных кусочков, часть кусочков поджаренная	226,3±18,2

На следующем этапе проводили исследования по определению продолжительности измельчения обезвоженного растительного сырья. Критерии исследований – размер частиц. Установлена продолжительность измельчения муки – 3 мин, средний размер частиц порошков составил 185±10 мкм.

В *четвертой главе* отражены вопросы практического применения полученных порошков при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

Товароведная оценка и определение регламентируемых показателей качества порошков из растительного сырья ИК-сушки

На основании проведенной товароведной оценки порошков из обезвоженного ИК-сушкой растительного сырья установлены регламентируемые показатели качества, которые представлены в таблице 3.

По микробиологическим показателям образцы порошков соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011. Для установления сроков хранения образцы порошков помещались в вакуумные пакеты массой 250 г, вакуумировались и складывались на хранение при температуре 15 - 21 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %. На основании проведенных исследований установлены сроки хранения порошков – не более 12 месяцев.

Использование порошков из растительного сырья ИК-сушки в рецептурах хлебобулочных и мучных кондитерских изделий

Полученные порошки были использованы в рецептурах хлебобулочных и мучных кондитерских изделий в соответствии с представленной на рисунке 4 схемой. Выбор хлебобулочных и мучных кондитерских изделий был основан на анализе ассортимента аналогичной продукции в розничной торговой сети г. Новосибирска и потребительских предпочтениях.

Таблица 3 – Регламентируемые показатели порошков из листьев шпината и черешков сельдерея ИК-сушки

Показатели	Регламентируемые значения	
	порошок из листьев шпината ИК-сушки	порошок из черешков сельдерея ИК-сушки
Органолептические показатели		
1. Внешний вид	Однородная сыпучая масса. Допускаются неплотно слежавшиеся комочки. Не допускаются плесень, видимая невооруженным глазом	
2. Цвет	От светло- до темно-зеленого	Светло-зеленый
3. Запах и вкус	Свойственные шпинату, без посторонних запахов и вкусов	Свойственные сельдерею, без посторонних запахов и вкусов
Физико-химические показатели		
1. Массовая доля влаги, %	не более 15,0	
2. Массовая доля золы, %, не более	18,5	10,0
3. Массовая доля пищевых волокон, %, не менее	13,0	16,5
5. Размер частиц, мкм	от 180 до 210	от 180 до 210
6. Массовая доля минеральных примесей (размер отдельных частиц не должен превышать 0,3 мм в наибольшем линейном измерении), %, не более	3 · 10 ⁻⁴	
7. Массовая доля посторонних минеральных примесей, %, не более	1 · 10 ⁻²	
8. Посторонние примеси (кроме металлических и минеральных), а также зараженность вредителями	не допускаются	

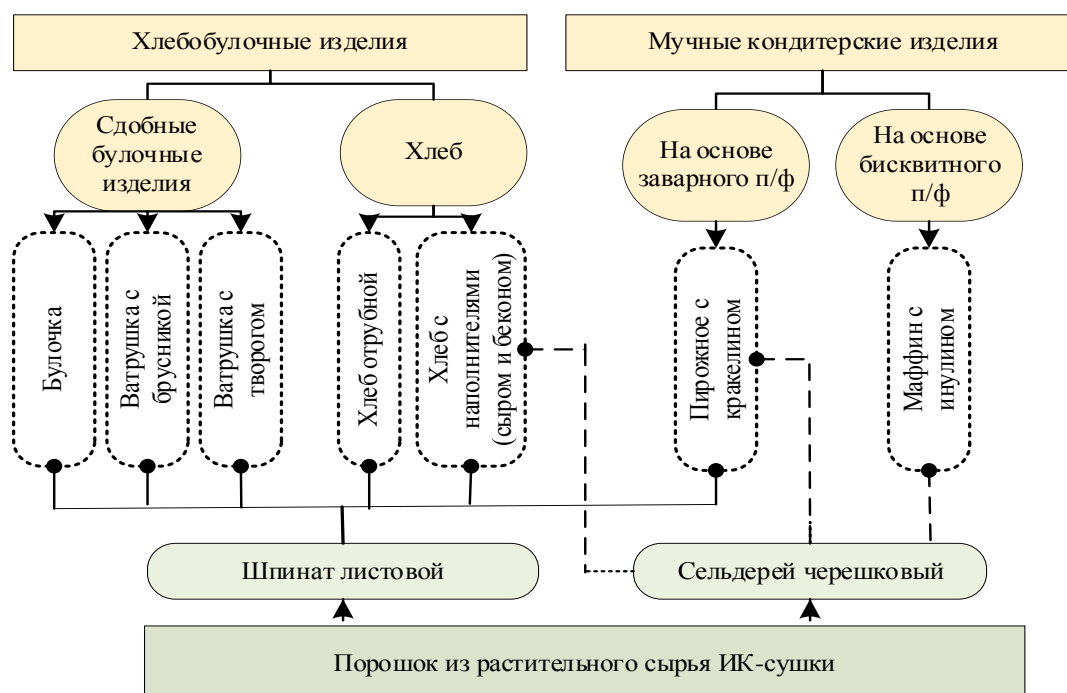


Рисунок 4 – Использование порошков из растительного сырья ИК-сушки в рецептурах мучных и хлебобулочных изделий

При разработке рецептур хлебобулочных и мучных кондитерских изделий был применен метод математического моделирования, предложенный Е.И. Муратовой и др. (2011), включающий в себя ограничения по вложению ингредиентов в заданных диапазонах с целью поиска их оптимальных соотношений и одновременного сохранения качественных показателей образцов по отношению к базовым.

Помимо органолептических показателей, критериями оптимальности рецептуры являлись: низкая (минимальная) энергетическая ценность; высокое содержание пищевых волокон – не менее 3 г на единицу изделия (15 % от суточной нормы потребления); доступная цена (минимальная стоимость сырьевого набора на единицу изделия).

При проектировании составов хлебобулочных изделий было установлено, что для достижения установленных требований в рецептуру возможно вносить от 2,4 до 5,6 % (в зависимости от вида изделия) разработанных порошков от массы муки пшеничной. Внесение в образцы изделий порошков из растительного сырья ИК-сушки значительно не повлияло на брожение теста, расстойку заготовок и их выпечку.

Оценка влияния внесения порошков из листьев шпината и черешков сельдерея ИК-сушки на качество хлебобулочных изделий показала, что у изделий с добавлением порошка наблюдается снижение оценок за вкус и запах (на 0,1 и 0,2 балла соответственно). При использовании порошков отмечено появление несвойственных хлебобулочным изделиям, специфичных привкусов: медового, пряного, горького. Также в среднем на 1 балл снижены оценки за непривычный цвет мякиша – применение порошков приводит к появлению зеленого оттенка. Однако в целом при применении порошков в выбранных количествах органолептические показатели остаются на высоком уровне.

Добавление порошков приводит к незначительному повышению кислотности хлебобулочных изделий – на 0,2 - 0,6 градусов и повышению пористости – на 2,0 - 5,4 %.

В среднем при добавлении порошков из листьев шпината и черешков сельдерея ИК-сушки в 100 г изделия наблюдается повышение содержания пищевых волокон на 15 - 40 %, калия – более чем на 60 %, кальция – более чем на 60 %, магния – более чем на 70 %, железа – на 30 - 60 %, а также бета-каротина, витаминов В₁ и В₂, С относительно их содержания в изделиях, выработанных по базовым рецептурам (без порошков). Содержание всех исследуемых нутриентов составляет более 5 % от суточной нормы потребления, а содержание фосфора, железа, тиамина и рибофлавина – более 15 %.

При разработке рецептур мучных кондитерских изделий на примере полуфабриката заварного, в результате математического моделирования установлено, что в рецептуру заварного полуфабриката следует вносить не менее 5 % порошков шпината и сельдерея ИК-сушки. При этом сохранение органолептических показателей изделий наблюдается при доле порошков до 11,1 %.

Для изделий из заварного теста улучшения органолептических характеристик и пищевой ценности возможно добиться дополнительно за счет использования отделочного полуфабриката кракелина, куда также вносятся исследуе-

мые порошки. Исследованиями было установлено, что оптимальным количеством порошков в рецептуре кракелина является 4,7 % от массы муки пшеничной высшего сорта. Таким образом, общее количество порошков в рецептуре изделия составило 8,5 % от муки пшеничной высшего сорта.

Профилограммы вкуса и запаха образцов полуфабриката заварного представлены на рисунке 5.

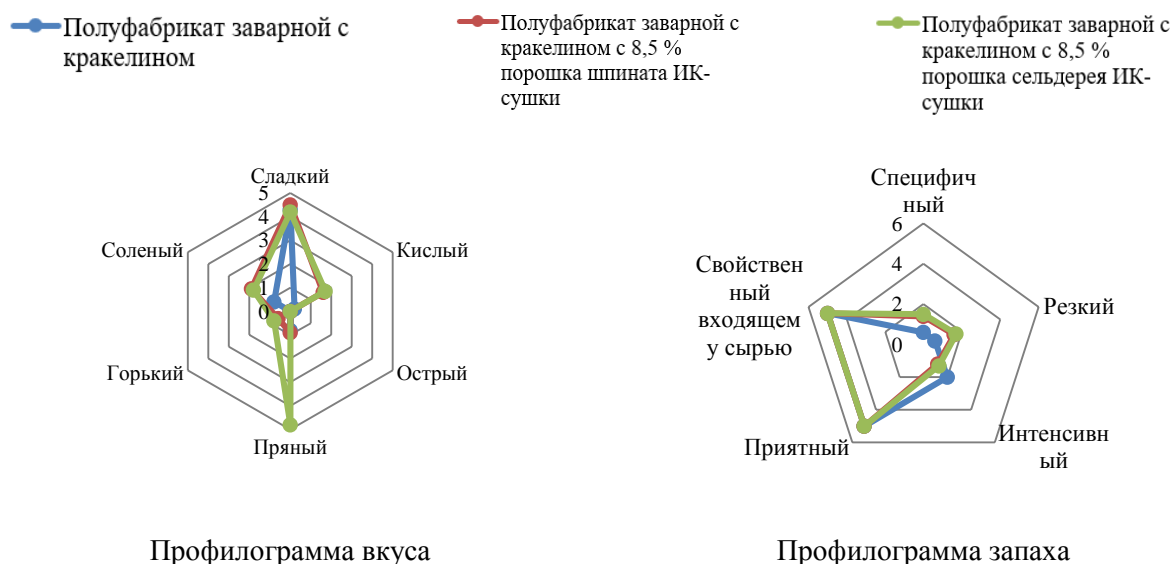


Рисунок 5 – Балльная органолептическая оценка образцов полуфабриката заварного

Представленные образцы получили высокие баллы по всем органолептическим показателям, но оценка вкуса образцов с порошками снизилась на 0,3 - 0,5 балла, что обосновывается специфичностью вкуса шпината и сельдерея.

Представляло интерес изучить влияние порошков на процесс формирования полости заварных полуфабрикатов. С этой целью оценивали линейные характеристики образцов (таблица 4).

Таблица 4 – Линейные характеристики образцов изделия «Полуфабрикат заварной»

Наименование показателя	Полуфабрикат заварной (контроль)	Полуфабрикат заварной с порошком шпината	Полуфабрикат заварной порошком сельдерея
Диаметр отсаженного полуфабриката, см	4,1±0,4	4,2±0,4	4,1±0,4
Скорость растекания отсаженного полуфабриката, см/мин	1,0±0,1	0,6±0,1	0,5±0,1
Диаметр выпеченного полуфабриката, см	7,1±0,7	7,0±0,7	7,2±0,7
Высота выпеченного полуфабриката, см	4,5±0,4	5,0±0,5	4,9±0,5
Диаметр полости, см	6,8±0,7	6,7±0,6	6,8±0,7
Высота полости, см	3,6±0,4	4,4±0,3	4,5±0,3

Анализ результатов показывает, что использование шпината и сельдерея ИК-сушки в количестве 8,5 % от муки пшеничной высшего сорта незначительно влияло на диаметр отсаженного полуфабриката в то время, как скорость его растекания снизилась на 0,4 - 0,5 см/мин, что свидетельствует о повышении

вязкости теста за счет внесения в них порошков. Диаметр выпеченных полуфабрикатов и полости практически не изменился, в то время как высота стала больше для полуфабрикатов и полости на 0,4 - 0,5 см и 0,8 - 0,9 см соответственно, что можно объяснить увеличением формоудерживающей способности заварного теста за счет внесения туда порошков из исследуемого растительного сырья.

В таблице 5 представлен химический состав образцов полуфабриката заварного.

Таблица 5 – Химический состав образцов изделия «Полуфабрикат заварной»

Наименование пищевых веществ	Суточная норма	Полуфабрикат заварной		Полуфабрикат заварной с 8,5 % порошка шпината ИК-сушки		Полуфабрикат заварной с 8,5 % порошка сельдерея ИК-сушки	
		Содержание в 100 г изделия	% от суточной нормы	Содержание в 100 г изделия	% от суточной нормы	Содержание в 100 г изделия	% от суточной нормы
Вода, г	–	61,2±3	–	61,3±3	–	61,1±3	–
Белки, г	85	4,9±0,2	5,7	5,0±0,3	5,9	4,8±0,2	5,6
Жиры, г	90	16,3±0,8	18,1	16,1±0,8	17,9	16,1±0,7	17,9
Углеводы, г	380	15,0±0,8	4,0	14,8±0,7	3,9	14,9±0,7	3,9
Пищевые волокна, г	20	0,4±0,02	2,0	3,6±0,2	18,0	3,2±0,2	16,0
Зола, г	–	1,0±0,01	–	1,6±0,1	–	1,4±0,1	–
Энергетическая ценность, ккал	2670	227	8,5	226	8,5	226	8,5
Минеральные вещества							
Натрий, мг	1300	176±9	13,5	196±9	15,1	202±10	15,5
Калий, мг	3500	110±6	3,1	201±10	5,7	205±10	5,9
Кальций, мг	1000	42±0,4	4,2	56±3	5,6	54±3	5,4
Магний, мг	420	20±1	4,8	28±2	6,7	26±2	6,2
Фосфор, мг	700	79±4	11,3	86±4	12,3	85±4	12,1
Железо, мг	14	0,8±0,04	5,7	1,4±0,07	10,0	1,6±0,08	11,4
Витамины и витаминоподобные вещества							
Бета-каротин, мг	6	0,1±0,01	1,7	0,3±0,01	5,0	0,4±0,02	6,7
Тиамин (В ₁), мг	1,5	0,04±0,01	2,7	0,22±0,01	14,7	0,1±0,01	6,7
Рибофлавин (В ₂), мг	1,8	0,06±0,01	3,3	0,14±0,01	7,8	0,1±0,01	5,6
Ниацин (РР), мг	20	0,4±0,02	2,0	1,1±0,01	5,5	1,1±0,01	5,5
Аскорбиновая кислота (С), мг	90	0,1±0,01	0,1	6,2±0,1	6,9	5,2±0,1	5,8

Внесение порошков в образцы разрабатываемых изделий повышает содержание представленных в таблице витаминов, бета-каротина и микроэлементов составляет более 5 % от суточной нормы. Энергетическая ценность изделий практически не изменяется.

Для установления сроков хранения проводили органолептическую оценку образцов в течение 96 ч по суммарному значению органолептических показателей внешнего вида, цвета, консистенции, вкуса и запаха. В результате органолептической оценки образцов в процессе хранения оптимальный срок хранения разработанных изделий был определен равным 72 ч.

Аналогичным способом разработаны рецептуры для изделий «Булочка шпинатная», «Ватрушка с творогом и шпинатом», «Ватрушка с брусникой и шпинатом», «Хлеб с сыром, беконом, картофелем и шпинатом», «Хлеб с сыром, беконом и сельдереем», «Маффины с инулином» и установлены сроки хранения.

При этом отмечено, что внесение порошков в хлебобулочные изделия не только повышает их пищевую ценность, но также и влияет на их органолептические показатели, тем самым повышая их привлекательность для потребителя и расширяя их ассортимент.

На разработанные хлебобулочные и мучные кондитерские изделия произведен расчет их себестоимости и составлены калькуляционные карты. На основании анализа цен была принята наценка на продукцию, равная 200 - 250 %. Разработанные изделия будут соответствовать среднестатистической покупательской способности и могут быть приобретены широким кругом потребителей на предприятиях индустрии питания и розничной торговли.

ВЫВОДЫ

1. В результате анализа структуры ассортимента хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, реализуемых на рынке г. Новосибирска, выявлено, что количество и доля хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности варьируются в зависимости от производителя. Результаты показывают, что ассортимент достаточно дифференцирован, каждая сеть имеет свою ассортиментную политику, делая акцент на ту или иную группу продукции. С целью оценки потенциальной привлекательности для потребителя присутствия шпината и сельдерея в составе хлебобулочных и мучных кондитерских изделий проведен опрос, результаты которого показали, что в настоящий момент у населения формируется запрос введения в ежедневный рацион заявленных продуктов с целью поддержания здорового питания.

2. На основании проведенной товароведной оценки в отношении технических характеристик, нутриентного состава и показателей безопасности шпината листового и сельдерея черешкового, выращиваемых в Новосибирской области можно сделать вывод о том, что данное растительное сырье может быть использовано без каких-либо ограничений не только в свежем виде непосредственно в пищу, но и для изготовления из них различных продуктов переработки. Получены результаты, уточняющие данные о химическом составе шпината и сельдерея: массовая доля пищевых волокон ($1,3 \pm 0,1$ % и $1,8 \pm 0,1$ % соответственно), массовая доля калия (776 ± 50 и 420 ± 20 мг/100 г соответственно), массовая доля железа ($3,6 \pm 0,1$ % и $1,2 \pm 0,1$ % соответственно), массовая доля витамина С ($54,6 \pm 2,7$ % и $36,0 \pm 1,8$ % соответственно), подтверждают потенциал данного сырья в качестве источника незаменимых нутриентов.

3. В результате экспериментальных исследований подобраны параметры технологического процесса получения порошков из листьев шпината и черешков сельдерея: температура ИК-сушки – 50 °С, продолжительность сушки – 120 мин, продолжительность измельчения сушеного сырья – 3 мин до итогового размера частиц порошков – 185 ± 10 мкм. Полученные показатели нутриентного

состава порошков свидетельствуют о высокой сохранности в них полезных веществ и соответствии требованиям безопасности. Установлены регламентируемые показатели качества и сроки хранения порошков из листьев шпината и черешков сельдерея ИК-сушки – 12 месяцев.

4. Методом математического моделирования подобраны составы хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием порошков из листьев шпинатов и черешков сельдерея ИК-сушки, обладающие заданными свойствами: сдобные хлебобулочные изделия, хлеб, полуфабрикат заварной, мучные кондитерские изделия на основе бисквитного теста. На основании выбранных соотношений сырья разработаны рецептуры на ассортимент продукции.

5. Оценка влияния вносимых порошков на качество изделий показала, что порошки способствуют улучшению органолептических показателей при внесении их в рецептуры изделий из дрожжевого и заварного теста в количествах к массе муки до 5,6 % и 11,1 % соответственно. При этом физико-химические показатели изделий существенно не изменяются. Для порошков из листьев шпината и черешков сельдерея ИК-сушки установлены соотношения порошок : мука пшеничная, позволяющие получить изделия повышенной пищевой ценности с соответствующими требованиям органолептическими показателями. Показано повышение содержания пищевых волокон, калия, кальция, магния, железа, бета-каротина, витаминов В₁, В₂, С относительно их содержания в изделиях, выработанных по базовым рецептурам.

6. На основании полученных результатов установлены регламентируемые показатели качества и сроки хранения хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием разработанных порошков – от 24 до 72 ч, в зависимости от вида изделия. Определена себестоимость сырьевого набора и обоснована продажная цена изделий, обеспечивающая их безубыточное производство с сохранением спроса со стороны потребителей. Разработанная продукция прошла промышленную апробацию и внедрена в производственный цикл ООО «Фуд ЭКСПО», г. Новосибирск.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

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

1. Сапожников, А.Н. Перспективы использования шпината в производстве мучных и хлебобулочных изделий / А.Н. Сапожников, **А.В. Копылова**, Ю.О. Крайнова, С.А. Крайнов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2018. – № 4. – С. 234–239. – DOI: 10.20914/2310-1202-2018-4-234-239.

2. **Копылова, А.В.** Использование пряного растительного сырья в технологии заварного полуфабриката / **А.В. Копылова**, Н.И. Давыденко, А.Н. Сапожников, Г.С. Ульянова // Техника и технология пищевых производств. – 2021. – Т. 5. – № 4. – С. 701–711. – DOI 10.21603/2074-9414-2021-2-701-711. (в т. ч. входит в Scopus)

3. **Копылова, А.В.** Разработка рецептуры и технологии маффинов с использованием инулина и черешков сельдерея / **А.В. Копылова**, А.Н. Сапожников, Н.И. Да-

выденко // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2021. – Т. 10. – № 4(56). – С. 138–142. – DOI 10.46548/21vek-2021-1056-0028.

Статьи в изданиях, индексируемых в наукометрических базах данных Web of Science и Scopus

4. Sapozhnikov, A.N. Quality evaluation of bakery products enriched with spinach / A.N. Sapozhnikov, L.N. Rozhdestvenskaya, **A.V. Kopylova** // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 346. – Art. 012062 (9 p.). – DOI: 10.1088/1755-1315/346/1/012062.

5. Sapozhnikov, A.N. The use of pulsed infrared drying in the processing of leafy plant raw materials / A.N. Sapozhnikov, S.D. Sleptsov, M.A. Grishin, **A.V. Kopylova**, T.A. Levin // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1677. – Art. 012177 (5 p.) – DOI: 10.1088/1742-6596/1677/1/012177.

6. Sapozhnikov, A.N. Enrichment of choux pastry semi-finished products by local plant raw material / A.N. Sapozhnikov, **A.V. Kopylova**, S.A. Krainov, Y.O. Krainova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 640. – Art. 022048 (8 p.) – DOI: 10.1088/1755-1315/640/2/022048.

7. Kopylova, A.V. Development of compounding and technology of a bakery product with the use of celery, cheese and bacon / **A.V. Kopylova**, A.N. Sapozhnikov, T.A. Levin, I.Y. Rybakolnikova // AIP Conference Proceedings. – 2021. – Vol. 2419. – Art. 020019 (8 p.). – DOI: 10.1063/5.0069767.

Монографии

8. **Копылова, А.В.** Использование традиционного и нетрадиционного растительного сырья в разработке новых рецептур мучных и хлебобулочных изделий / **А.В. Копылова**, А.Н. Сапожников // Разработка рецептур и технологий, оценка качества и пищевой ценности продукции функционального и специализированного назначения: монография. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. – Гл. 5. – С. 122–145.

9. Сапожников, А.Н. Особенности и тенденции развития современного российского рынка мучных и хлебобулочных изделий / А.Н. Сапожников, **А.В. Копылова** // Развитие и функционирование несовершенных рынков: теория и практика: коллектив. моногр. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2021. – С. 255–277.

Статьи и материалы в прочих изданиях

10. Левин, Т.А. Исследование органолептических и физико-химических свойств порошка инфракрасной сушки из шпината / Т.А. Левин, **А.В. Копылова**, А.Н. Сапожников // Наука. Технологии. Инновации: сб. науч. тр.: в 9 ч., Новосибирск, 2–6 дек. 2019 г. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. – Ч. 7. – С. 714–716.

11. Гордиевская, Н.И. Исследование технологических свойств шпината в рецептурах мучных и хлебобулочных изделий / Н.И. Гордиевская, А.Н. Сапожников, **А.В. Копылова** // Наука. Технологии. Инновации: сб. науч. тр.: в 9 ч., Новосибирск, 2–6 дек. 2019 г. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. – Ч. 7. – С. 672–674.

12. Крайнова, Ю.О. Использование порошков шпината и вешенки обыкновенной в рецептурах полуфабрикатов из заварного теста / Ю.О. Крайнова, С.А. Крайнов, А.Н. Сапожников, **А.В. Копылова** // Наука. Технологии. Инновации: сб. науч. тр.: в 9 ч., Новосибирск, 2–6 дек. 2019 г. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. – Ч. 7. – С. 705–709.

13. Сапожников, А.Н. Использование традиционного и нетрадиционного растительного сырья для обогащения мучных и хлебобулочных изделий / А.Н. Сапожников, **А.В. Копылова**, С.А. Крайнов, Ю.О. Крайнова // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2019. – № 2-2 (50). – С. 223–232.

14. Крайнов, С.А. Разработка рецептур и технологий мучных и хлебобулочных изделий с использованием добавок из растительного сырья / С.А. Крайнов, Ю.О. Крайнова, **А.В. Копылова**, А.Н. Сапожников // Молодежь, инновации, технологии: сб. науч. тр. междунар. науч.-техн. конф., Новосибирск, 23–25 апр. 2019 г. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. – С. 80–83.

15. Левин, Т.А. Сравнительная характеристика порошков инфракрасной сушки из свежего и замороженного шпината / Т.А. Левин, А.Н. Сапожников, **А.В. Копылова** // Наука. Технологии. Инновации : сб. науч. тр. : в 9 ч., Новосибирск, 30 нояб.–4дек. 2020 г. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. – Ч. 7. – С. 669–672.

16. Levin, T.A. Study of sensory and physico-chemical properties of spinach powder obtained by infrared drying / T.A. Levin, **A.V. Kopylova**, N.A. Smakotina; sci. ed. A.N. Sapozhnikov // *Aspire to Science: материалы Всерос. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов и аспирантов с междунар. участием*, Новосибирск, 26 мая 2020 г. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. – С. 114–117.

17. Сапожников, А.Н. Применение метода импульсной инфракрасной сушки в обработке листового растительного сырья / А.Н. Сапожников, С.Д. Слепцов, М.А. Гришин, **А.В. Копылова**, Т.А. Левин // 36 Сибирский теплофизический семинар, посвящ. 70-летию академика С.В. Алексеенко: Всерос. конф. с элементами науч. шк. для молодых ученых: тез. докл., Новосибирск, 5–7 октября 2020 г. – Новосибирск: ИТ СО РАН, 2020. – С. 290.

18. **Копылова, А.В.** Разработка рецептуры хлеба отрубного с использованием сельдерея / **А.В. Копылова**, А.Н. Сапожников, Н.И. Давыденко, Т.А. Левин, И.Ю. Рыбакольников // *Пища. Экология. Качество: тр. XVIII Междунар. науч.-практ. конф. (Краснообск, 18–19 ноября 2021 г.) / Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук; сост.: Нициевская К.Н. [под ред. д.т.н. Мотовилова О. К., д.б.н., чл.-корр. РАН, профессора Мотовилова К.Я.]*. – Краснообск, 2021. – С. 248–252.

19. **Kopylova, A.V.** The use of celery stalks powder of infrared drying in bakery products / **A.V. Kopylova**, O.K. Motovilov, A.N. Sapozhnikov, T.A. Levin, I.Y. Rybakolnikova // *E3S Web of Conferences*. – 2021. – Vol. 296. – Art. 07008 (6 p.). – DOI: 10.1051/e3sconf/202129607008.

Заявки на изобретения

Способ получения порошка из растительного сырья (варианты). – Заявка № 2021134660 от 26.11.2021 / А.Н. Сапожников, **А.В. Копылова**, А.В. Баранникова, Т.А. Левин, И.Ю. Рыбакольников.