

ISSN 2073-3569

ХЛЕБОПЕЧЕНИЕ РОССИИ

BAKERY OF RUSSIA

2023

№ 2

Главный редактор журнала

Битус Евгений Иванович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры прикладной механики и инжиниринга технических систем, Российский биотехнологический университет, Москва, Россия.

Заместитель главного редактора

Омельченко Олег Михайлович – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры управления бизнесом и сервисных технологий, Российский биотехнологический университет, Москва, Россия.

Выпускающий редактор

Забайкин Юрий Васильевич – кандидат экономических наук, доцент, аналитик, научно-образовательный центр новых информационно-аналитических технологий, аналитики систем управления и организации, Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, Москва, Россия; доцент кафедры управления бизнесом и сервисных технологий, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия; специалист по организации научно-исследовательской работы, отдел проектной деятельности и подготовки кадров высшей квалификации, Московский государственный гуманитарно-экономический университет, Москва, Россия.

Редакционная коллегия

Алехина Надежда Николаевна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия.

Белявская Ирина Георгиевна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия.

Березина Наталья Александровна – доктор технических наук, доцент, проректор по цифровизации, научной и инновационной деятельности, Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, Орел, Россия.

Ильина Ольга Александровна – доктор технических наук, профессор, ректор, Международная промышленная академия, Москва, Россия.

Жаркова Ирина Михайловна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия.

Жиров Михаил Вениаминович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой промышленной автоматики, Московский государственный университет технологий и управления им К.Г. Разумовского, Москва, Россия.

Казарцев Дмитрий Анатольевич – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии виноделия, бродильных производств и химии им. Г.Г. Агабальянца, Московский государственный университет технологий и управления им К.Г. Разумовского, Москва, Россия.

Краснов Андрей Евгеньевич – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные технологии», Московский государственный университет технологий и управления им К.Г. Разумовского, Москва, Россия.

Краус Сергей Викторович – доктор технических наук, профессор, генеральный директор ООО «Ирекс», вице-президент Российского союза пекарей, председатель правления Союза производителей пищевых ингредиентов, председатель рабочей группы по аграрной и пищевой промышленности при Российско-Германской внешнеторговой палате, Барнаул, Россия.

Магомедов Газибег Омарович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия.

Макаров Сергей Васильевич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии пищевых продуктов и биотехнологии, Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново, Россия.

Налиухин Алексей Николаевич – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия.

Никитин Игорь Алексеевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры биотехнологий продуктов питания из растительного и животного сырья, Московский государственный университет технологий и управления им К.Г. Разумовского, Москва, Россия.

Пономарева Елена Ивановна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия.

Росляков Юрий Федорович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пищевой инженерии, Кубанский государственный технический университет, Краснодар, Россия.

СОДЕРЖАНИЕ

Татьяна Сергеевна Коршик, Анастасия Леонидовна Мاستихина, Светлана Владимировна Толкачёва, Юлия Адольфовна Косикова, Александр Игоревич Лимаров Анализ перспективы многоцелевой классификации хлебобулочных изделий с применением кругов Л. Эйлера через категорийный триплекс: назначение- сырьё-технология	6
Полина Константиновна Гарькина, Анатолий Алексеевич Курочкин, Наталья Николаевна Соколова Разработка оптимизированной рецептуры булочных изделий	24

CONTENTS

Tatyana S. Korshik, Anastasia L. Mastikhina, Svetlana V. Tolkacheva, Yulia A. Kosikova, Alexander I. Limarov Analysis of the prospects for multi-purpose classification of bakery products using L. Euler circles through a categorical triplex: purpose-raw materials-technology	6
Polina K. Garkina, Anatoly A. Kurochkin, Natalia N. Sokolova Development of an optimized recipe for bakery products	24

Анализ перспективы многоцелевой классификации хлебобулочных изделий с применением кругов Л. Эйлера через категорийный триплекс: назначение-сырьё-технология

Татьяна Сергеевна Коршик

Кандидат технических наук, доцент кафедры таможенной и товароведческой экспертизы
Российский биотехнологический университет
Москва, Россия
korshikts@mgupp.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Анастасия Леонидовна Мастихина

Кандидат технических наук, доцент кафедры таможенной и товароведческой экспертизы
Российский биотехнологический университет
Москва, Россия
mastihinaal@mgupp.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Светлана Владимировна Толкачёва

Кандидат экономических наук, доцент кафедры таможенной и товароведческой экспертизы
Российский биотехнологический университет
Москва, Россия
tolkachevaSV@mgupp.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Юлия Адольфовна Косикова

Кандидат экономических наук, доцент кафедры таможенной и товароведческой экспертизы
Российский биотехнологический университет
Москва, Россия
kosikovaya@mgupp.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Александр Игоревич Лимаров

Кандидат экономических наук, доцент кафедры электроэнергетики и автоматики
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Белгород, Россия
limarov@bstu.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 27.03.2023

Принята 01.04.2023

Опубликована 15.05.2023

УДК 664.68:001.8

EDN CEDEAU

БАК 4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

OECD 04.01.AH AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY

Аннотация

Актуальность. В условиях глобальных изменений потребительского рынка, расширения настоящего ассортимента хлебобулочных изделий, вывода на рынок новых продуктов с

дополнительными потребительскими свойствами, разработки новых технологий хлебопечения, включающих инновационные методики, требуются новые подходы к классификации хлебобулочных изделий. В целях нахождения точек соприкосновения между задачами производителей, продавцов, потребителей и государственных органов впервые предложен метод Л. Эйлера для создания многофункциональной классификации хлебобулочных изделий. Авторами представляется уместным рассматривать триплекс «назначение-сырьё-технология» как основополагающий фактор формирования новых подходов к классификации, которая наиболее полно охарактеризует весь актуальный и проектируемый ассортимент хлебобулочных изделий. **Цель** исследования: разработка метода классификации на основе анализа и оптимизации существующих подходов к классификации хлебобулочных товаров с учетом глобальных вызовов. **Материалы и методы.** Использовались системный подход, иерархический и фасетный методы классификации, контент-анализ публикаций, метод Л. Эйлера. Научная выборка позволила охватить широкий спектр методов для анализа и выявления критериев классификации хлебобулочных изделий. Выявленные критерии сопоставлялись и выделялись в максимально однородные группы с многоуровневой структуризацией: основополагающие критерии (категорийный триплекс) — вторичные критерии (в рамках основополагающего критерия) — подчинённые критерии (изменяющиеся в зависимости от задач классификации). Объекты исследования: федеральные и отраслевые нормативные документы, патентная база ФИПС, каталоги интернет-магазинов популярных Российских и иностранных торговых сетей. **Результаты.** В результате анализа и синтеза выявленных критериев хлебобулочных изделий демонстрируются подходы к созданию многоцелевой классификации с применением кругов Л. Эйлера. Акцентируется необходимость создания эластичной классификации, с возможностью её трансформации под заданные цели. Практическая реализация предложенного подхода к классификации хлебобулочных товаров продемонстрирована на примере трех образцов хлебобулочной продукции, максимально отличающихся в рамках вторичных критериев, с демонстрацией возможности изменений под задачи применения классификации. **Выводы.** Полученная классификация имеет все достоинства иерархической классификации, является более информативной и глубокой чем фасетная, при этом обеспечивая вариативность и многофункциональность. Данная классификация будет полезна при обосновании направлений разработки новых продуктов питания, выборе технологии и сырья, разработке стратегии создания специализированной продукции, обеспечении совместимости с другими системами классификации, используемыми в различных странах и отраслях, для целей международной торговли и стандартизации. Данную модель можно применять для создания интерфейсов и каталогов розничных онлайн-предприятий. В качестве перспектив совершенствования методологии авторы видят расширение номенклатуры подчиненных критериев за счет их более глубокой специализации. Данную методику классификации также можно масштабировать на другие однородные группы продовольственных товаров.

Ключевые слова

классификация, круги Л. Эйлера, хлебобулочные изделия, признаки классификации, сырьё, назначение, технология.

Введение

Классификация необходима для упорядочивания товарного ассортимента и обеспечения лучшего взаимодействия между производителями, поставщиками, продавцами, государственными органами и потребителями. С помощью существующих видов классификации товары систематизируют по различным признакам, таким как категория, свойства, происхождение, ценовой диапазон и т.д. Ежедневное появление большого количества новых товаров и услуг, новых потребительских предпочтений и методов использования известных товаров, различия в способах производства, хранения и транспортировки, разница в методах продвижения и позиционирования товаров брендами требуют выявления и формирования новых подходов к классификации всей массы товаров с учетом новых технологий и инноваций. Помимо вышеперечисленного необходимо обеспечить совместимость с

другими системами классификации, используемыми в различных странах и отраслях, для целей международной торговли и стандартизации, что особенно актуально при освоении новых рынков (Суконько, 2021).

Целью представленного научного исследования явилась разработка метода классификации на основе анализа и оптимизации существующих подходов к классификации хлебобулочных товаров с учетом глобальных вызовов. Был проведен анализ возможности применения популярного метода – «круги Эйлера» для оптимизации существующих подходов к классификации продовольственных товаров, с учетом современной конъюнктуры рынка, требований к экологизации продукции и сырьевой доступности в Российской Федерации.

Находить логические связи между явлениями и понятиями помогает диаграмма Л. Эйлера — это система, используемая для описания отношений между множествами, в которой они представлены пересекающимися друг с другом кругами, что указывает, какие элементы принадлежат нескольким множествам одновременно. Диаграммы Эйлера позволяют представлять и интерпретировать данные по многим показателям, что может быть использовано при создании современных систем классификации.

Диаграммы Эйлера были разработаны Леонардом Эйлером ещё в XVIII веке и широко используются в различных областях, включая математику, информатику, биологию, экономику и т.д. (Эйлер, 1934; Стуликова, 2020)

Известны примеры использования кругов Эйлера в медицине и общественном здравоохранении для анализа наборов симптомов разных заболеваний; в биологии для выявления связей между группами организмов с разными признаками; в информатике для интерпретации пересечений данных множеств и отношений между ними. Широкое применение данный метод нашел и в экономике для анализа целевых аудиторий разных продуктов и услуг (Соколов, 2014; Лукашов, 2021).

Авторам статьи представляется, что данный метод недооценен в товароведении и может быть применен при анализе как товарных рынков, так и однородных групп продовольственных товаров, позволяя анализировать множества признаков для кластеризации их под различные задачи, что особенно актуально для целей классификации товаров.

В настоящий момент существует несколько подходов к классификации товаров, отраженных в таких нормативных документах, как международная торговая классификация, являющаяся руководством к построению федеральных товарных классификаций; международных стандартах, таких как ISO 22274:2013 «Systems to manage terminology, knowledge and content — Concept-related aspects for developing and internationalizing classification systems»; национальных стандартах и ОКПД (Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности). Тем не менее все представленные документы решают задачи в рамках поставленных целей тех организаций, которые их разработали, в то время как задачи товароведческой классификации значительно шире, и ни одна из известных классификаций не может решить их в полной мере.

Материалы и методы исследования

Материалы

Тестирование целесообразности применения кругов Эйлера для классификации проводилось на примере выбранной однородной группы продовольственных товаров.

Методы и инструменты

Для ранжирования основных групп пищевых продуктов были проанализированы данные о стоимости основных продуктов питания, потребленных в домашних хозяйствах в 2021 г., Федеральной службы государственной статистики и структурированы расходы на покупку продуктов питания в среднем на одного члена домашнего хозяйства в год.

Для систематизации критериев классификации выбранной группы продовольственных товаров был осуществлен поиск и анализ действующих на территории РФ нормативных документов за период с 1960 по настоящее время, открытые данные патентной баы ФИПС, каталоги интернет-магазинов популярных Российских и иностранных торговых сетей. Проведен поиск и анализ научной литературы по данной тематике в российских (eLibrary.ru, «КиберЛенинка») и международных (ScienceDirect)

научных электронных библиотеках, предпочтение отдавалось более поздним публикациям. Полученная выборка позволила оценить перспективы применения метода Л. Эйлера для целей создания новых видов классификации.

Полученные результаты оформляли и обрабатывали при помощи возможностей программы Microsoft Excel.

После выявления максимально возможного количества критериев классификации каждому фактору присвоен индекс встречаемости, проведена группировка критериев, которые названы по-разному, но по своей сути относятся к одной из основополагающих категорий категорийного триплекса «назначение-сырьё-технология». Систематизация факторов также включала выделение вторичных критериев классификации (в рамках основополагающей категории) и подчинённые критериев классификации (изменяющиеся в зависимости от задач классификации).

Результаты

В целях ранжирования основных групп пищевых продуктов были проанализированы данные Федеральной службы государственной статистики по потреблению продуктов питания в домашних хозяйствах и структура расходов на покупку продуктов питания. Результаты приведены на рисунке 1.

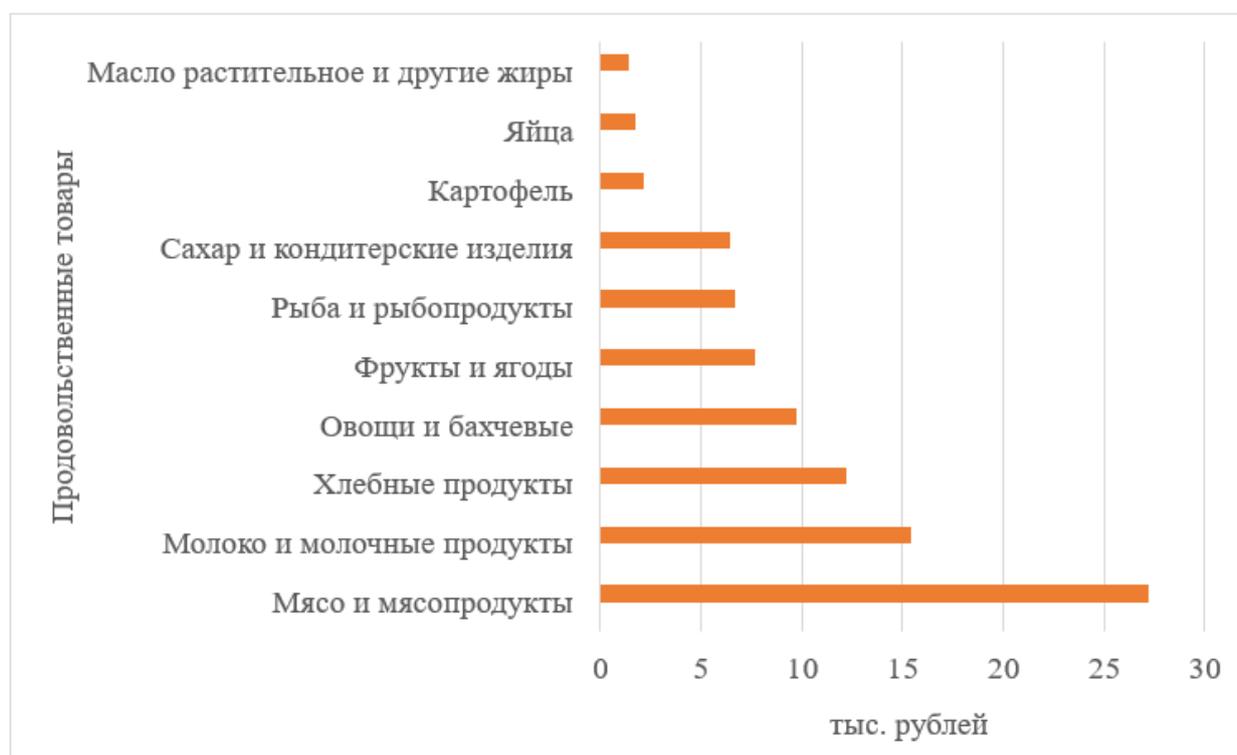


Рисунок 1. Стоимость основных продуктов питания, потребленных в домашних хозяйствах в 2021 г. (в среднем на одного члена домашнего хозяйства в год)

Очевидно, что хлебные продукты входят в тройку лидеров по расходам на их приобретение и являются наиболее значимыми для продовольственной безопасности, в связи с чем были выбраны для демонстрации предлагаемого метода классификации.

В основе большинства классификаций хлебобулочных изделий, предлагаемых в учебной литературе, лежит фасетный метод. Чаще всего выделяют следующие классификационные критерии: вид и сорт используемой муки, рецептура, способ выпечки и способ реализации (Влащик, 2019). В настоящее время в отечественной литературе выделяется около десяти подгрупп по совокупности признаков в том числе: тесто, панировочные сухари, мучные смеси и изделия пониженной влажности (Бисчокова, 2019). Известны подходы к классификации хлебобулочных изделий по величине

гликемического индекса (Жаркова, 2017), а также на основе определения антиоксидантной ёмкости (Белявская, 2019).

Существующие классификации не отражают в полной мере потребности современного рынка. Развивающийся тренд на здоровое питание у населения порождает расширение ассортимента хлебобулочных изделий функциональной направленности. Огромное количество всевозможных рецептур, технологии применения различных добавок, а также развитие инновационных технологий с применением продуктов глубокой переработки зерновых (Анисимов, 2019), ферментных препаратов (Belyavskaya, 2022; Wang, 2017) и криогенных технологий (Китаевская, 2023) не находят отражения в существующих классификациях. Используя формально-логический подход, можно сгруппировать имеющиеся критерии и установить определенные соотношения между ними. Таким образом основанием для разделения признаков классификации по категориям авторами предлагается использовать триплекс «назначение-сырьё-технология».

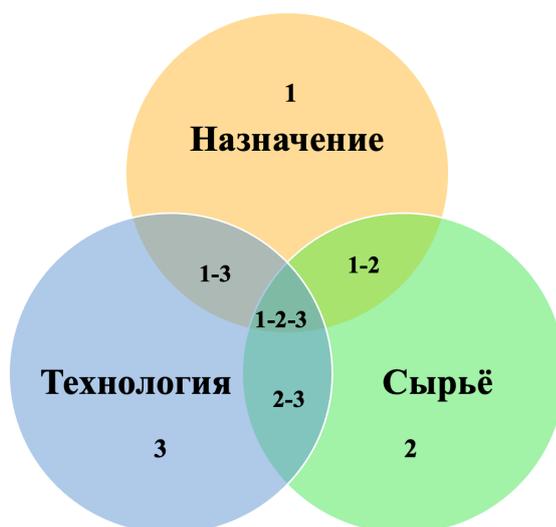


Рисунок 2. Категорийный триплекс «назначение-сырьё-технология»

Выбранные категории триплекса назначение (1), сырьё (2) и технология (3) взаимозависимы и имеют множество точек соприкосновения. Так, например, для безглютеновых хлебобулочных изделий категории «назначение» и «сырьё» являются созависимыми (область 1-2), от которых в свою очередь зависит категория «технология» и критерии входящие в область 1-3 и 2-3. Таким образом в области 1-2-3 мы получаем перечень возможных искомых изделий, соответствующих заданным критериям.

Следующей задачей стало выявление множества качественных и количественных характеристик хлебобулочных изделий, актуальных для целей современной товароведческой классификации. Результаты анализа характерных признаков хлебобулочных изделий, содержащихся в государственных стандартах, приведены на рисунке 2.

	Состав	Вид муки	Сорт муки	Технология асептической обработки	Срок хранения	Форма	Способ выпекания	Наименование (рецептура)	Технология	Вес	Способ выработки	Назначение	Вид изделия	Наличие и вид упаковки	Отпуск потребителю	Физико-химические показатели	Степень готовности	Наличие и вид начинки
ГОСТ 12582-67																		
ГОСТ 12583-67																		
ГОСТ 12584-67																		
ГОСТ 13657-68																		
ГОСТ 2077-84																		
ГОСТ 24298-80																		
ГОСТ 24557-89																		
ГОСТ 25832-89																		
ГОСТ 26982-86																		
ГОСТ 26984-86																		
ГОСТ 26985-86																		
ГОСТ 26986-86																		
ГОСТ 26987-86																		
ГОСТ 27844-88																		
ГОСТ 28881-90																		
ГОСТ 29138-91																		
ГОСТ 29139-91																		
ГОСТ 29140-91																		
ГОСТ 9511-80																		
ГОСТ 9713-95																		
ГОСТ 9846-88																		
ГОСТ 31752-2012																		
ГОСТ 32677-2014																		
ГОСТ 26983-2015																		
ГОСТ Р 56631-2015																		
ГОСТ Р 56632-2015																		
ГОСТ 31751-2012																		
ГОСТ Р 57607-2017																		
ГОСТ Р 57609-2017																		
ГОСТ Р 57610-2017																		
ГОСТ Р 57935-2017																		
ГОСТ Р 57936-2017																		
ГОСТ Р 57937-2017																		
ГОСТ Р 58161-2018																		
ГОСТ 31805-2018																		
ГОСТ 31807-2018																		
ГОСТ Р 58233-2018																		

Рисунок 2. Признаки классификации хлебобулочных изделий в соответствии с ГОСТ

Как показало исследование, в большинстве приведенных документов не учитываются современные технологии и ассортиментное разнообразие, а самыми распространенными признаками являются: вид муки, наименование или рецептура изделия, сорт муки, состав и формовой или подовый способы выпекания.

Аналогичное исследование было проведено для популярных торговых сетей РФ, США и Китая, результаты приведены на рисунке 3.

Признак формирования категории	«Вкус-Вилл»	«Пере-кресток»	«Азбука вкуса»	Trader joe's США	MaiBangBang Suning.com Китай
Выпечка					
Сдоба					
Дрожжевой хлеб					
Испекли утром					
Круассаны					
Хлеб на закваске					
Хлебцы					
Сухарики					
Галеты					
Крекеры					
Выпекаем сами					
Баранки					
Сушки					
Сухари					
Национальный хлеб					
Замороженный хлеб					
Хлеб					
Пицца и пироги					
Лаваш и лепёшки					
Хлебобулочные изделия					
Вид муки					
Рецептура					
Постный					
Ремесленный					
Содержание сои					
Бездрожжевой					
Без яиц					
Без молока					
Без сои					
Безглютеновый хлеб					
Кошерный					
Веган					
Органический					
Нарезанный хлеб (Тостовый)					
Вес					
Вид упаковки					
Способ хранения					
Регион изготовления					
Вкус					
Содержание сахара					

Рисунок 3. Признаки классификации хлебобулочных изделий в торговых сетях

Каталоги товаров, представленные потребителю на сайтах торговых сетей составлены без учета традиционных технологических и товароведных классификаций и ориентированы на потребителя, не являющегося специалистом в области пищевых технологий. Признаки классификации, используемые в рассмотренных номенклатурах торговых сетей, не коррелируют с данными полученными при анализе признаков классификации хлебобулочных изделий в соответствии с ГОСТ.

В завершении анализа применяемых признаков классификации были рассмотрены ТР ТС 021/2011, ТН ВЭД, ОКПД 2 и база данных Федерального Института Промышленной Собственности.

Признак формирования категории	ТР ТС 021/2011	ТН ВЭД	ОКПД 2	ФИПС
Состав				
Вид муки				
Сорт муки				
Срок хранения				
Форма				
Наименование (рецептура)				
Технология				
Назначение				
Вид изделия				
Физико-химические показатели				
Степень готовности				
Наличие и вид начинки				
Вид нетрадиционного сырья				
Покрытие изделия				
Кулинарные изделия				
Изделия с дополнительной функцией иной, чем только для еды, например в виде игрушек или столовых приборов				

Рисунок 4. Признаки классификации хлебобулочных изделий в торговых сетях

Результаты и обсуждение

Результаты приведенных исследований выявили существенные различия в подходах к классификации хлебобулочных изделий, в связи с чем метод Эйлера и применение триплекса «назначение-сырьё-технология» представляется перспективным для объединения всех классификационных признаков в одну систему и реализации в различных целях для более полного описания товаров. Одним из ключевых моментов создания классификации является возможность варьировать признаки классификации в зависимости от её назначения.

Следующим этапом стала оценка возможности интуитивного понимания предлагаемой классификации, как для потребителей, так и специалистов отрасли. Все хлебобулочные изделия можно разделить на две большие группы: массового потребления и специализированного назначения. Классификация хлебобулочных изделий массового потребления может быть унифицирована, так как её признаки более постоянны, в отличие от классификации изделий специального назначения, признаки которых меняются в зависимости от специфики группы потребителей.

На рисунке представлен вариант представления множества классификационных признаков, входящих в категорию «Назначение», которые легко могут быть изменены в зависимости от целей классификации путем добавления или перегруппировки новых подкатегорий.

Выявленные критерии, относящиеся к категории «Назначение», ранжировали методом индукции по степени зависимости от других категорий триплекса, результаты представлены на рисунке 5.

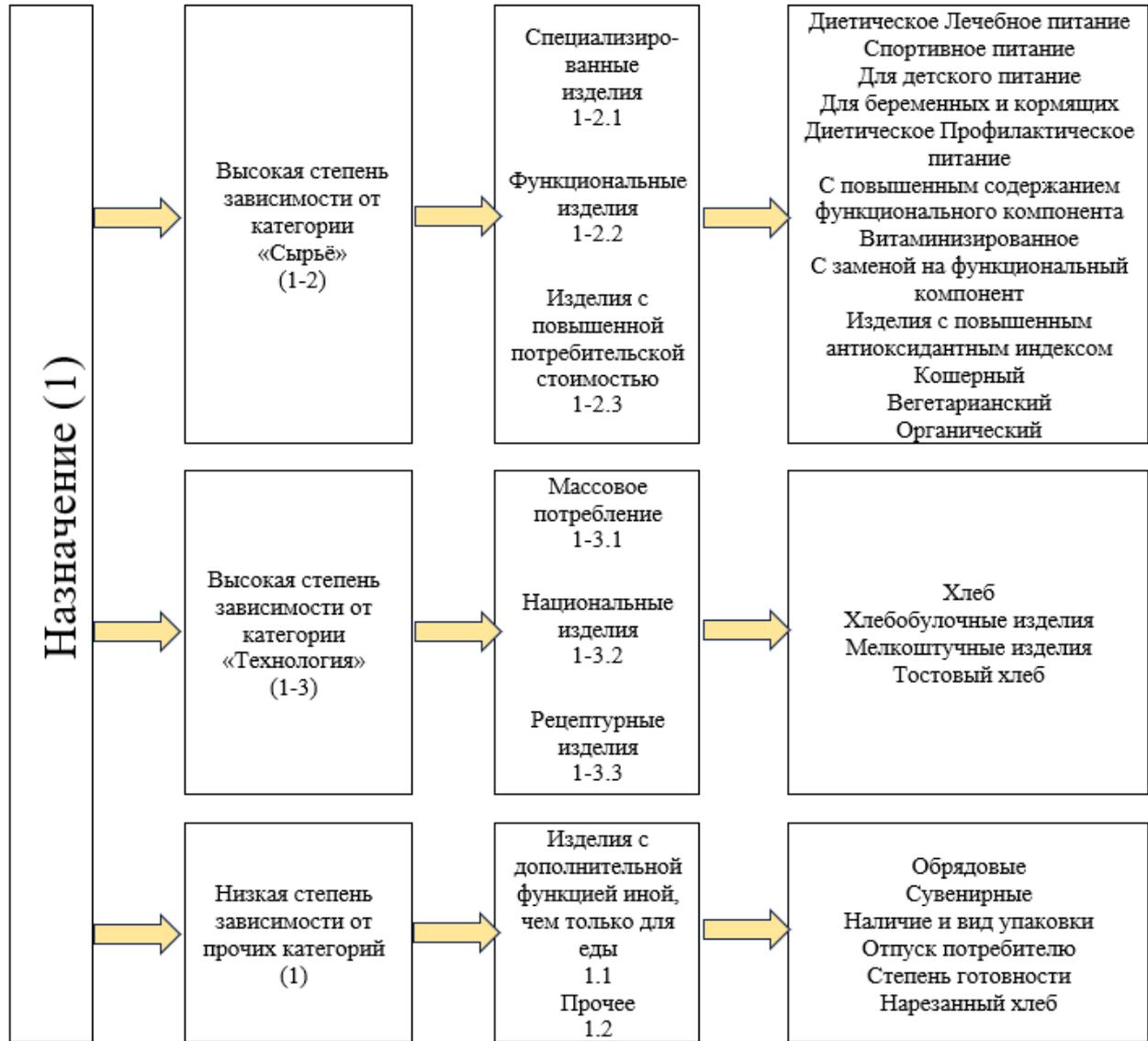


Рисунок 5. Вариант представления категории «Назначение» для хлебобулочных изделий

В широком смысле назначением хлебобулочного изделия является удовлетворение физиологических потребностей, но сегодняшний рынок диктует новые условия и к большинству продуктов предъявляются дополнительные требования. Эти требования можно рассматривать через призму пирамиды Маслоу (Гарин, 2014), позволяющей более концентрированно оценить назначение разных групп хлебобулочных изделий.

Важно отметить, что с течением времени элементы, входящие в категорию, мигрируют, так, например, овсяная и рисовая мука перешли из инновационного сырья в основное, а искусственные ароматизаторы из инновационных во вспомогательные. Подкатегория может быть расширена, так, в подкатегорию жиры могут быть включены молочные продукты, растительные и модифицированные масла, кулинарные жиры.

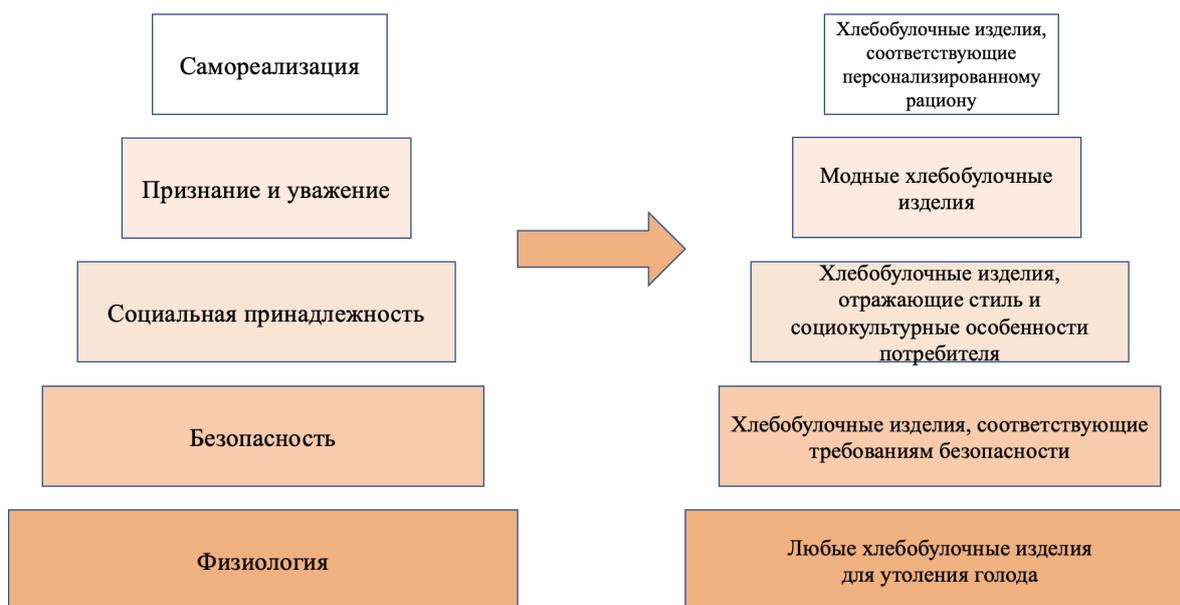


Рисунок 5. Иерархия потребностей в хлебобулочных изделиях с применением пирамиды Маслоу

Несмотря на то, что в предлагаемом авторами триплексе категории «назначение-сырьё-технология» изображены равнозначными, рекомендуется рассматривать категорию «назначение» в качестве первоочередной. Последующие категории «сырьё» и «технология» будут в первую очередь рассмотрены с точки зрения зависимости от категории назначения. Далее на рисунке 6 представлена категория «Сырьё».



Рисунок 6 - Вариант представления категории «Сырьё» для хлебобулочных изделий

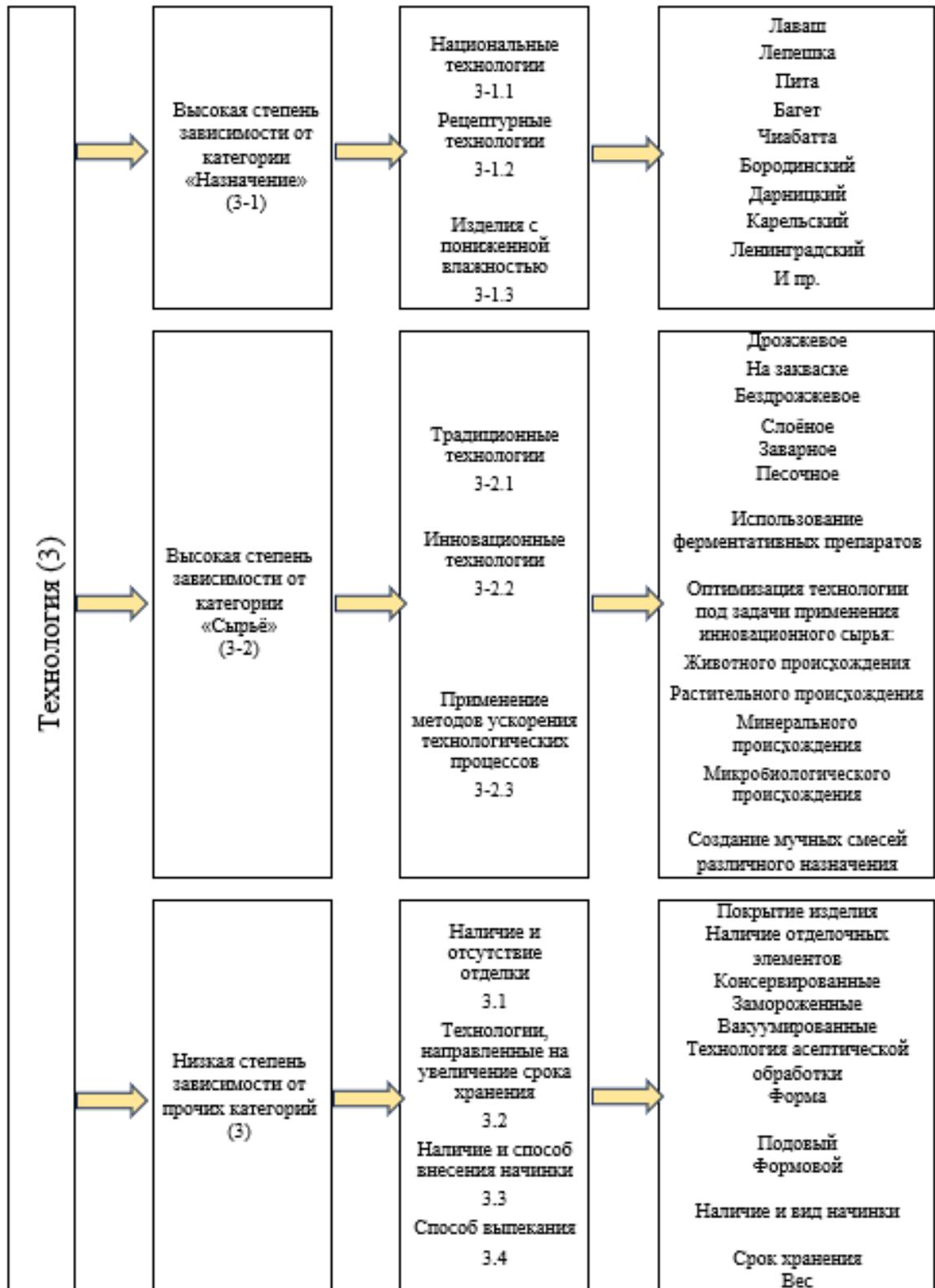


Рисунок 7. Вариант представления категории «Технология» для хлебулочных изделий

Категория «технология» с точки зрения ранжирования классификационных критериев является наиболее сложной так как зависимость технологии от сырья и назначения не всегда однозначна. Также необходимо учитывать различия в способах производства, хранения и транспортировки товаров, которые могут привести к тому, что один и тот же товар будет классифицирован по-разному в

зависимости от страны или региона. Авторами предлагается общая концепция современной классификации и работа по нахождению возможностей улучшения предложенной системы классификации должны продолжаться, учитывая мнения специалистов отрасли, ученых и особенностей требований потребителей.

Для демонстрации возможностей предложенного метода классификации хлебобулочных изделий были рассмотрены несколько образцов.

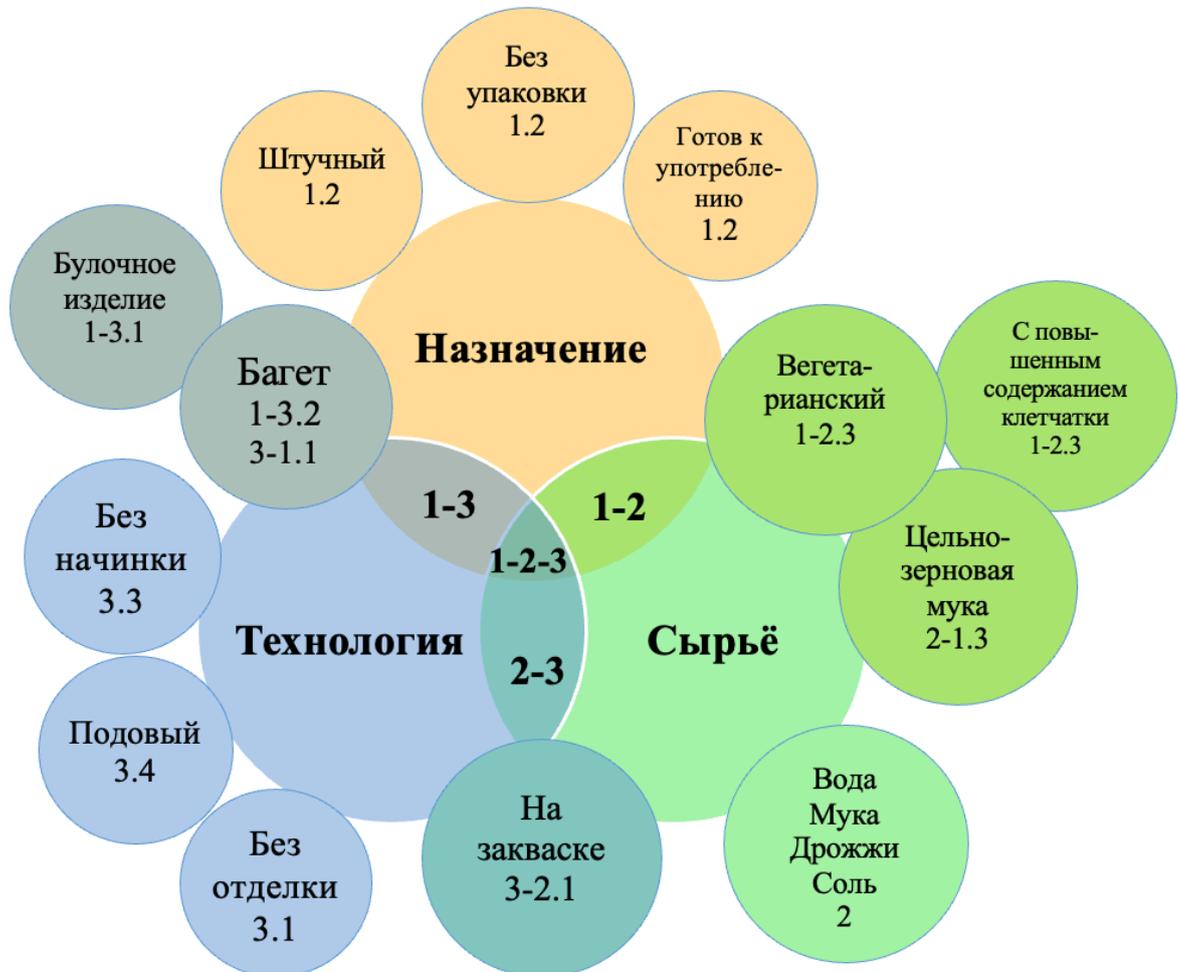


Рисунок 8. Вариант представления классификации булочного изделия Багет «Цельнозерновой»

Для классификации данного изделия была проанализирована карточка товара в торговой сети с описанием продукта, и выбраны критерии классификации из схем, представленных на рисунках 3-5. Например, изделие может быть отнесено к национальным по категориям «назначение» и «технология». Изделие выполнено по традиционной технологии на закваске. В качестве инновационного сырья присутствует цельнозерновая мука, благодаря чему продукт может быть отнесен к продуктам с повышенной потребительской стоимостью и содержать большее количество клетчатки. Так как в состав изделия не входят продукты животного происхождения, изделие отнесено к разряду «вегетарианские». По независимым критериям образец можно характеризовать как подовый, без отделки, без начинки, штучный, без упаковки, готовый к употреблению без применения технологий пролонгации сроков хранения.



Рисунок 9. Вариант представления классификации хлебобулочного изделия

Следующее хлебобулочное изделие с торговым названием «х/б «Темный», без глютена» отличается ярко выраженной функциональной направленностью и представляет собой продукт для диетического питания - хлеб безглютеновый. В данном примере классификации подробно представлена функция сырья в готовом изделии и через категорию триплекса «назначение» в соответствии с сырьем и рецептурой изложены рекомендации по применению данного продукта (1-2.3, 2-2.3). Изделие является вегетарианским, так как в его состав не входят продукты животного происхождения. Оно отличается большим разнообразием содержания нетрадиционного сырья, такого как мука рисовая, крахмал кукурузный, крахмал картофельный, псиллиум, бамбуковые волокна, яблоко сушеное, мука из топинамбура. В качестве вспомогательного сырья для образования структуры применено подсолнечное масло и ксантановая камедь, что является критерием классификации для области 3-2.1 – 3-2.2. По независимым критериям образец является формовым, без отделки, без начинки, штучным, без упаковки, готовым к употреблению.



Рисунок 10. Вариант представления классификации булочного изделия «Батон нарезной»

Следующее хлебобулочное изделие с торговым названием «Батон нарезной» является традиционным хлебобулочным изделием без выраженных функциональных свойств. Отсутствие в составе сырья животного происхождения позволяет отнести изделие к вегетарианским. Классификация наглядно отражает технологические и сырьевые особенности продукта и легко может быть использована в качестве модели для разработки нового продукта с дополнительными потребительскими свойствами.

Заключение

Выявлено большое расхождение между представлением хлебобулочных изделий торговыми сетями в каталогах интернет-магазинов и существующими нормативными документами, что вносит путаницу в анализ потребительских предпочтений и сложность с изучением ассортимента в различных торговых сетях так как нет адаптированного каталога, который бы отвечал интересам производителей, торговых сетей, маркетинговых агентств и при этом не вводил в заблуждение потребителей.

На примере изучения иностранных и отечественных торговых сетей выявлены различия в критериях отнесения одного и того же продукта к классификационным категориям. Отличия и приоритеты в оценке продуктов обусловлены разницей в национальной культуре, отношении к еде и традиционных сценариях потребления, что усложняет торговые отношения между странами и экспорт нашей продукции на азиатские рынки.

Несмотря на кажущееся разнообразие критериев классификации и постоянное увеличение ассортимента хлебобулочных изделий, все их можно описать в рамках категорийного триплекса

«назначение-сырьё-технология», где каждая категория равнозначна и включает в себя необходимое для целей классификации количество уровней.

Таким образом полученная классификация имеет все достоинства иерархической, при этом имеет высокую степень перехода из одного кластера в другой и наиболее информативная и глубокая, чем фасетная.

Список литературы

1. Анисимов А.В. "Перспективы производства продуктов глубокой переработки зерна на малых предприятиях РФ" // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (75). С. 82-85
2. Белявская И.Г. Научно-практические основы технологии хлебобулочных изделий с направленной коррекцией пищевой ценности и антиоксидантных свойств: специальность 05.18.01 "Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. 2019. 381 с. EDN OVZBMF.
3. Влащик Л.Г., Багдасарова М.П. Технохимический контроль сырья и продуктов питания: практикум: учебное пособие. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2019. 210 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/315734>
4. Гарин Е.В. "Иерархия потребностей человека" // Векторы благополучия: экономика и социум. 2014. № 2 (12). С. 168-181.
5. Жаркова И.М. Научно-практическое обоснование и разработка технологий специализированных мучных изделий: специальность 05.18.01 "Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, 2017. 453 с. EDN QOUAFC.
6. Китаевская С.В. "Моделирование ферментной композиции и ее применение в криотехнологии хлебопечения" // Индустрия питания. 2023. Т. 8. № 1. С. 5-13.
7. Лукашов И.М., Корабельникова А.А., Минайченкова Е.И., Положенцева И.В. Управленческий анализ национального проекта «демография» с использованием диаграмм эйлера – венна // Журнал прикладных исследований. 2021. Т. 2. № 1. С. 25-35.
8. Соколов А.П., Гарбар Т.В. Трудности муниципального программирования социально-экономического развития // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2014. № 4 (9). С. 117.
9. Стуликова М.Н., Филатов В.В. Функциональные, менторские, социальные и духовные направления деятельности российских предпринимателей // Всероссийская научная конференция молодых исследователей с международным участием, посвященная Юбилейному году в Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина «Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития» (Вектор-2020): сборник материалов всероссийской научной конференции молодых исследователей. Москва, 2020. С. 104–107.
10. Суконько Н.А. Актуальные вопросы классификации молочных товаров в соответствии с ТН ВЭД ЕАЭС // Развитие таможенного дела Российской Федерации: дальневосточный вектор. 2021. № 1. С. 204-208. DOI:10.24412/cl-36450-2021-1-204-208
11. Бисчокова Ф.А. Учебное пособие по дисциплине «Технология национальных мучных изделий» для студентов направления подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» всех форм обучения: учебное пособие. Составитель Ф.А. Бисчокова. Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет. Лань: электронно-библиотечная система. 2019. 163 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/137655>
12. Эйлер Л. Метод нахождения кривых линий, обладающих свойствами максимума, либо минимума или решение изопериметрической задачи, взятой в самом широком смысле. Москва; Ленинград: Гостехиздат, 1934. 600 с.

13. Belyavskaya I.G., Matveeva I.V., Bogatygeva T.G. Enzyme Application for Enhancement of the Bread Quality from Mixed Rye- Linseed Flour // AIP Conference Proceedings. 2022. Vol. 2478. Iss. 1. Article Number: 020002. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0099679>.

14. Wang X., Pei D., Teng Y. Effects of enzymes to improve sensory quality of frozen dough bread and analysis on its mechanism // Journal of Food Science and Technology. 2017. Vol. 55, iss. 1. Pp. 389–398. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2950-8>.

Analysis of the prospects for multi-purpose classification of bakery products using L. Euler circles through a categorical triplex: purpose-raw materials-technology

Tatyana S. Korshik

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Customs and Commodity Expertise
Russian Biotechnological University
Moscow, Russia
korshikts@mgupp.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Anastasia L. Mastikhina

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Customs and Commodity Expertise
Russian Biotechnological University
Moscow, Russia
mastihinaal@mgupp.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Svetlana V. Tolkacheva

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Customs and Commodity Expertise
Russian Biotechnological University
Moscow, Russia
tolkachevaSV@mgupp.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Yulia A. Kosikova

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Customs and Commodity Expertise
Russian Biotechnological University
Moscow, Russia
kosikovaya@mgupp.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Alexander I. Limarov

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power and Automation
Belgorod State Technological University named after. V.G. Shukhova
Belgorod, Russia
limarov@bstu.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 27.03.2023
Accepted 01.04.2023
Published 15.05.2023

UDC 664.68:001.8
EDN CEDEAU
VAK 4.3.3. Food systems (engineering sciences)
OECD 04.01.AH AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY

Annotation

Relevance. In the context of global changes in the consumer market, the expansion of the current range of bakery products, the launch of new products with additional consumer properties, the development of new baking technologies, including innovative techniques, new approaches to the classification of bakery products are required. In order to find common ground between the tasks of producers, sellers, consumers and government agencies, L. Euler's method for creating a multifunctional classification of bakery products was first proposed. It seems appropriate for the authors to consider the triplex "purpose-raw materials-technology" as a fundamental factor in the formation of new approaches to classification, which will most fully characterize the entire current and projected range of bakery products. Purpose of the study: to develop a classification method based on the analysis and optimization of existing approaches to the classification of bakery products, taking into account global challenges. Materials and methods. A systematic approach, hierarchical and facet classification methods, content analysis of publications, and L. Euler's method were used. Scientific sampling allowed us to cover a wide range of methods for analyzing and identifying criteria for the classification of bakery products. The identified criteria were compared and allocated into the most homogeneous groups with multi-level structuring: fundamental criteria (categorical triplex) - secondary criteria (within the framework of the fundamental criterion) - subordinate criteria (varying depending on the classification tasks). Objects of research: federal and industry regulations, FIPS patent database, catalogs of online stores of popular Russian and foreign retail chains. Results. As a result of the analysis and synthesis of the identified criteria for bakery products, approaches to creating a multi-purpose classification using L. Euler circles are demonstrated. The need to create an elastic classification, with the possibility of its transformation for given purposes, is emphasized. The practical implementation of the proposed approach to the classification of bakery products is demonstrated using the example of three samples of bakery products, which differ as much as possible within the framework of secondary criteria, demonstrating the possibility of changes to suit the tasks of applying the classification. Conclusions. The resulting classification has all the advantages of a hierarchical classification; it is more informative and deeper than the facet classification, while providing variability and versatility. This classification will be useful in justifying directions for the development of new food products, choosing technology and raw materials, developing a strategy for creating specialized products, and ensuring compatibility with other classification systems used in various countries and industries for the purposes of international trade and standardization. This model can be used to create interfaces and catalogs for online retail businesses. The authors see the prospects for improving the methodology as expanding the range of subordinate criteria due to their deeper specialization. This classification technique can also be scaled to other homogeneous groups of food products.

Keywords

classification, L. Euler circles, bakery products, classification signs, raw materials, purpose, technology.

References

1. Anisimov A.V. "Perspektivy proizvodstva produktov glubokoj pererabotki zerna na malyh predpriyatiyah RF" // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 1 (75). S. 82-85

2. Belyavskaya I.G. Nauchno-prakticheskie osnovy tekhnologii hlebobulochnyh izdelij s napravlennoj korrekciej pishchevoj cennosti i antioksidantnyh svojstv: special'nost' 05.18.01 "Tekhnologiya obrabotki, hraneniya i pererabotki zlakovyh, bobovyh kul'tur, krupyanyh produktov, plodoovoshchnoj produkcii i vinogradarstva": dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk. 2019. 381 s. EDN OVZBMF.
3. Vlashchik L.G., Bagdasarova M.P. Tekhnohimicheskij kontrol' syr'ya i produktov pitaniya: praktikum: uchebnoe posobie. Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2019. 210 s. URL: <https://e.lanbook.com/book/315734>
4. Garin E.V. "Ierariya potrebnostej cheloveka" // Vektory blagopoluchiya: ekonomika i socium. 2014. № 2 (12). S. 168-181.
5. ZHarkova I.M. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie i razrabotka tekhnologij specializirovannyh muchnyh izdelij: special'nost' 05.18.01 "Tekhnologiya obrabotki, hraneniya i pererabotki zlakovyh, bobovyh kul'tur, krupyanyh produktov, plodoovoshchnoj produkcii i vinogradarstva": dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk, 2017. 453 s. EDN QOUAFC.
6. Kitaevskaya S.V. "Modelirovanie fermentnoj kompozicii i ee primenenie v kriotekhnologii hlebopecheniya" // Industriya pitaniya. 2023. T. 8. № 1. S. 5-13.
7. Lukashov I.M., Korabel'nikova A.A., Minajchenkova E.I., Polozhenceva I.V. Upravlencheskij analiz nacional'nogo proekta «demografiya» s ispol'zovaniem diagramm ejlera –venna // ZHurnal prikladnyh issledovanij. 2021. T. 2. № 1. S. 25-35.
8. Sokolov A.P., Garbar T.V. Trudnosti municipal'nogo programirovaniya social'no-ekonomicheskogo razvitiya // Ekonomika. Innovacii. Upravlenie kachestvom. 2014. № 4 (9). S. 117.
9. Stulikova M.N., Filatov V.V. Funkcional'nye, mentorskie, social'nye i duhovnye napravleniya deyatel'nosti rossijskikh predprinimatelej // Vserossijskaya nauchnaya konferenciya molodyh issledovatelej s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennaya YUbilejnomu godu v Rossijskij gosudarstvennyj universitet im. A.N. Kosygina «Ekonomika segodnya: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya» (Vektor-2020): sbornik materialov vserossijskoj nauchnoj konferencii molodyh issledovatelej. Moskva, 2020. S. 104–107.
10. Sukon'ko N.A. Aktual'nye voprosy klassifikacii molochnyh tovarov v sootvetstvii s TN VED EAES // Razvitie tamozhennogo dela Rossijskoj Federacii: dal'nevostochnyj vektor. 2021. № 1. S. 204-208. DOI:10.24412/cl-36450-2021-1-204-208
11. Bischokova F.A. Uchebnoe posobie po discipline «Tekhnologiya nacional'nyh muchnyh izdelij» dlya studentov napravleniya podgotovki 19.03.02 «Produkty pitaniya iz rastitel'nogo syr'ya» vsekh form obucheniya: uchebnoe posobie. Sostavitel' F.A. Bischokova. Nal'chik: Kabardino-Balkarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. Lan': elektronno-bibliotecnaya sistema. 2019. 163 s. URL: <https://e.lanbook.com/book/137655>
12. Ejler L. Metod nahozhdeniya krivyh linij, obladayushchih svojstvami maksimuma, libo minimuma ili reshenie izoperimetricheskoy zadachi, vzyatoj v samom shirokom smysle. Moskva; Leningrad: Gostekhizdat, 1934. 600 s.
13. Belyavskaya I.G., Matveeva I.V., Bogatygeva T.G. Enzyme Application for Enhancement of the Bread Quality from Mixed Rye- Linseed Flour // AIP Conference Proceedings. 2022. Vol. 2478. Iss. 1. Article Number: 020002. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0099679>.
14. Wang X., Pei D., Teng Y. Effects of enzymes to improve sensory quality of frozen dough bread and analysis on its mechanism // Journal of Food Science and Technology. 2017. Vol. 55, iss. 1. Pp. 389–398. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2950-8>.

Разработка оптимизированной рецептуры булочных изделий

Полина Константиновна Гарькина

кандидат технических наук, доцент
Пензенский государственный технологический университет
Пенза, Россия
worolina89@mail.ru
ORCID 0000-0001-9496-8423

Анатолий Алексеевич Курочкин

кандидат технических наук, профессор
Пензенский государственный технологический университет
Пенза, Россия
anatolii_kuro@mail.ru
ORCID 0000-0002-3824-4364

Наталья Николаевна Соколова

исследователь
Российский биотехнологический университет
Москва, Россия
n.shmatkova2014@list.ru
ORCID 0009-0003-8816-8261

УДК 664.6.03
EDN EDJSWS
BAK 4.3.3. Пищевые системы (технические науки)
OECD 04.01.AH AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY

Поступила в редакцию 27.03.2023

Принята 01.04.2023

Опубликована 15.05.2023

Аннотация

Разработка рецептур обогащенных, функциональных и специализированных пищевых продуктов систематического потребления является актуальным и перспективным направлением. Оптимизация рецептур пищевых продуктов способствует эффективному применению сырьевых ресурсов, расширению ассортимента обогащенных продуктов питания и регулированию их энергетической ценности. Цель исследования – оптимизация рецептурного состава мучных компонентов булочных изделий с применением экструдированной композитной смеси. Оптимизацию рецептурного состава мучных компонентов булочного изделия осуществляли с использованием табличного процессора Excel, с надстройкой «Поиск решения» с использованием симплекс-метода по критерию минимизации энергетической ценности. Объектом оптимизации являлась рецептура булочного изделия с применением муки из экструдированной композитной смеси зерна пшеницы и семян расторопши взамен эквивалентного количества сухих веществ муки пшеничной (МП). В качестве прототипа принята рецептура плетенки из МП высшего сорта. Изложен последовательный процесс оптимизации рецептурного состава мучных компонентов. Приведены результаты применения методов математического моделирования рецептурного состава мучных компонентов обогащенных булочных изделий на основе экструдированной композитной смеси, являющейся источником функциональных пищевых ингредиентов. Методом линейного программирования оптимизирован рецептурный состав мучных компонентов булочного изделия, обогащенного полиненасыщенными жирными кислотами,

пищевыми волокнами, минеральными веществами (кальцием, магнием, фосфором) и витаминами В₁, В₂ и РР.

Ключевые слова

оптимизация, линейное программирование, обогащение, пшеница, расторопша, экструдированная смесь, пищевая ценность, рецептура.

Введение

В Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 29.06.2016 N 1364-р среди приоритетных задач предусматривается создание рецептур, и составов и инновационных технологических приемов для сохранения и повышения качества пищевой продукции. Поиск, обоснование и практическое применение нетрадиционных сырьевых ресурсов являются базой для реализации указанных задач и актуальным вектором при разработке ассортимента обогащенной, функциональной и специализированной продукции. Научный интерес представляет разработка рецептур продуктов питания систематического потребления на основе обработки сырья термопластической экструзией (Остриков, 2007; Бахчевников, Брагинец, 2020) и термовакуумным воздействием (Воронина, 2014; Курочкин, 2017). Целесообразно оптимизацию рецептурных компонентов осуществлять с помощью надстройки MS Excel «Поиск решения», позволяющей оптимизировать рецептуры продуктов питания с заданными показателями химического состава с помощью линейного программирования (симплекс-метода), с учетом вводимых технологических ограничений (Красуля, 2015; Лисин, 2016; Лисин, 2014). Методы линейного программирования широко применяются при оптимизации рецептурных составов молочных, мясных, продуктов детского питания с заданным химическим составом (Ларионова, 2017; Макарова, 2011). Оптимизация рецептур мучных изделий на основе линейного программирования, как свидетельствует анализ научных источников, применяется значительно реже в сравнении с оптимизацией рецептур молочных и мясных продуктов (Надточий, 2020; Лисин, 2021; Березина, 2016; Блинникова, 2017).

Целью исследований является оптимизация рецептурного состава мучных компонентов булочного изделия «Плетенка» с применением экструдированной композитной смеси (ЭКС) пшеницы и расторопши.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования принята рецептура булочного изделия «Плетенка» из муки пшеничной (МП) высшего сорта, выработанная по нормативной рецептуре (контроль), и плетенка с применением муки из экструдированной композитной смеси (ЭКС) пшеницы и расторопши. Выбор состава экструдированной композитной смеси (ЭКС) пшеницы и расторопши обусловлен эффективным термовакуумным воздействием, способствующим модификации крахмала и белка, повышению технологического потенциала растительного сырья. Расторопша пятнистая богата полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК), представленными эссенциальной α -линоленовой (ω -3) и линолевой (ω -6) кислотой, участвующими в синтезе тканевых гормонов, имеющих значение в регуляции функций организма. Расторопша характеризуется высоким уровнем пищевых волокон (20-25 %), содержанием белка (18-22 %), витаминов В₁, В₂, РР, кальцием, магнием, фосфором (Куркин, 2003). Предполагалось, что применение муки из ЭКС взамен части муки пшеничной позволит обогатить булочное изделие функциональными пищевыми ингредиентами (ФПИ).

Соотношение зерна пшеницы и семян расторопши в ЭКС принято 3:1 на основании результатов предварительных исследований. Установлено рациональное соотношение, при котором содержание жира в смеси не превышало 10 % (Курочкин, 2016; Курочкин, 2014).

Экструдированную композитную смесь получали путем совместной обработки в экструдере, снабженном вакуумной камерой, семян расторопши пятнистой влажностью 22-24% и зерна пшеницы влажностью 14-15%. Продолжительность обработки составляла 10-15 с, температура продукта достигала 100-105°C. Особенностью обработки является воздействие на продукт, выходящий из

матрицы экструдера, пониженного давления, (0,05-0,06 МПа). В результате влажность экструдата в наших экспериментах составляет 6,8 %.

Термовакuumная обработка смеси растительного сырья, богатого крахмалом, и липидсодержащего сырья представляет собой инновационную ступень в получении продуктов экструдирования и дальнейшего их использования в производстве обогащенных, функциональных и специализированных продуктов питания (Курочкин, 201).

Следует отметить, что экструзионная обработка приводит к значительным изменениям структуры биополимеров растительного сырья, улучшению их вкусовых качеств, к стерилизации и обеззараживанию. В результате, полученный продукт пригоден к использованию в качестве источника ФПИ при производстве продуктов питания (Курочкин, 2017).

Полученную ЭКС измельчали на лабораторной мельнице ЛМТ-1, составляли модельные смеси с МП и определяли ориентировочные рациональные дозировки ЭКС взамен МП в количестве 4, 6, 8, 10 и 12 % по сухим веществам в связи с влажностью пшеничной муки 14,5 % и влажностью экструдированной композитной смеси (ЭКС) пшеницы и раторопши 6,8 %. Установлено, что получение булочных изделий с высокими органолептическими показателями возможно при рациональных дозировках экструдированной композитной смеси (ЭКС) пшеницы и раторопши в количестве 6, 8 и 10 % по сухим веществам к общей массе мучной смеси.

Оптимизация состава мучных компонентов рецептуры булочного изделия «Плетенка» реализована с помощью компьютерного моделирования, основанного на линейном программировании.

Неизменной принята в рецептуре дозировка сахара, соли, дрожжей и маргарина. Варьированию подвергали дозировки компонентов мучной смеси. Оптимизационную задачу решали с учетом химического, витаминного и минерального состава. За целевую функцию принята минимальная энергетическая ценность.

Органолептическую оценку осуществляли согласно общепринятым методикам.

Наименование компонентов рецептуры	X	Массовая доля компонента рецептуры, %	Массовая доля нутриентов, % СВ							Массовая доля нутриентов мг%СВ						Энергетическая ценность, ккал	
			Белки	Жиры	ПНЖК	ω-3	ω-6	Моно- и дисахариды	Крахмал	Пищевые волокна	Кальций	Магний	фосфор	витамин В1	витамин В2		витамин РР
Мука пшеничная высшего сорта	X1	0,000	12,00	120	0,60	0,04	0,56	0,35	80,38	0,12	24,00	22,00	100,00	0,20	0,05	1,40	382
ЭКС	X2	0,000	15,70	8,00	6,70	0,05	6,65	12,90	36,80	8,60	295,00	203,00	449,00	0,59	0,27	5,44	334
Сахар белый	X3	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	400
Соль	X4	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	502,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Дрожжи хлебопекарные прессованные	X5	0,000	50,80	10,80	1,68	0,44	1,20	34,00	0,00	0,00	108,00	204,00	1600,00	2,40	2,72	45,60	436
маргарин	X6	0,000	0,60	97,58	2,18	0,00	2,18	1,19	0,00	0,00	13,09	1,19	8,33	0,00	0,02	0,00	1071
Итого:		0,000															
Состав 100 г СВ рецептурных ингредиентов протопила			10,90	3,23	0,99	0,03	0,97	4,53	72,06	0,14	29,73	2124	93,44	0,19	0,05	1,37	379
Функция цели, ккал																	0
Ввод балансовых уравнений (заданный состав 100 г СВ РИ)			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Рисунок 1. Матрица данных для оптимизации мучных компонентов рецептуры булочных изделий с применением ЭКС (% на СВ)

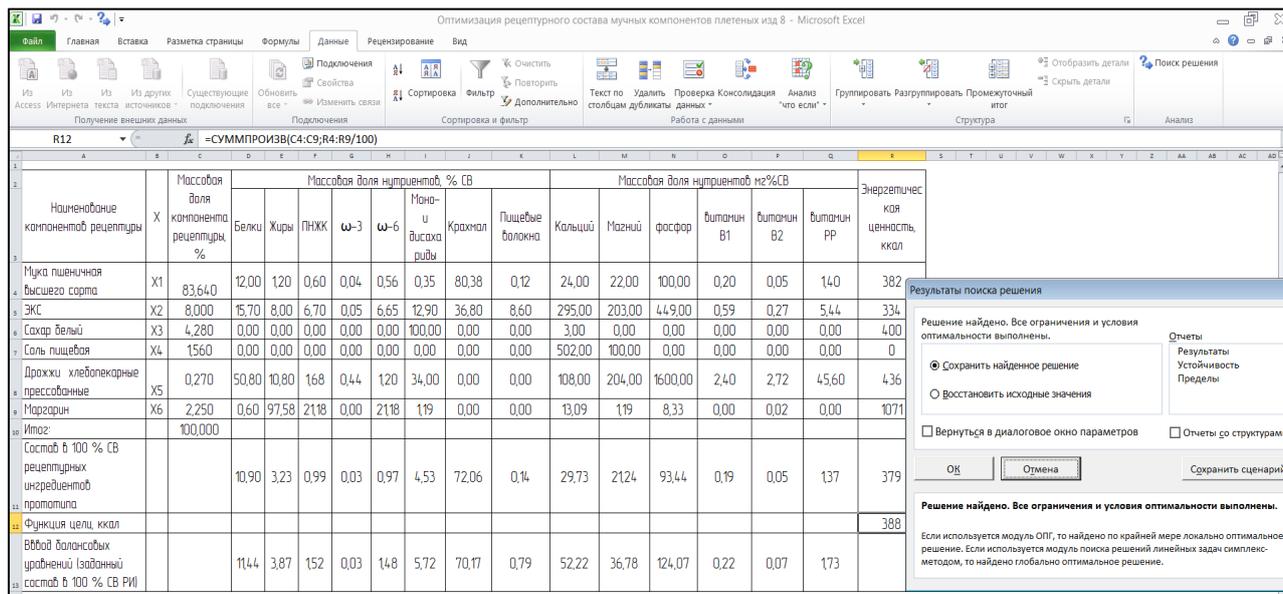


Рисунок 2. Оптимизация рецептурного состава мучных компонентов рецептуры плетенки с применением ЭКС в программе Microsoft Excel с надстройкой «Поиск решения»

Результаты и обсуждение

Результаты предварительных исследований свидетельствуют о возможности замены МП на муку из ЭКС рациональных дозировках 6, 8 и 10 % и получении булочных изделий с высокими показателями качества.

В соответствии с методологией проектирования (Надточий, 2020; Лисин, 2021) составлены следующие блоки: база данных (ингредиенты, химический состав, стандартный состав плетенки); балансовые уравнения по химическому составу; технологические ограничения; выбор функции цели. Далее, в компьютерной математической системе, реализовано решение линейных балансовых уравнений и неравенств. На основе результатов оптимизации рецептуры плетенки произведена ее апробация.

На рисунке 1 приведена информационная база данных химического состава компонентов рецептуры в расчете на сухие вещества (Скурихин, 2002) (для более полной информации см. Приложение А).

В таблице 1 приведена система линейных балансовых уравнений, составленных на основе базы данных, и решаемых в компьютерной математической системе

Таблица 1. Система линейных балансовых уравнений оптимизации состава рецептурных ингредиентов булочных изделий «Плетенка» в расчете на сухие вещества

Наименование показателей	Уравнения и ограничения
Белок	$0,120X1 + 0,157X2 + 0,000X3 + 0,000X4 + 0,50X5 + 0,006X6 \geq 10,90$
Жир	$0,012X1 + 0,08X2 + 0,000X3 + 0,000X4 + 0,108X5 + 0,9758X6 \geq 3,23$
ПНЖК	$0,006X1 + 0,067X2 + 0,000X3 + 0,000X4 + 0,0168X5 + 0,212X6 \geq 0,99$
ω -3	$0,0004X1 + 0,0005X2 + 0,000X3 + 0,000X4 + 0,0044X5 + 0,00X6 \geq 0,03$
ω -6	$0,0056X1 + 0,0665X2 + 0,000X3 + 0,000X4 + 0,0012X5 + 0,212X6 \geq 0,97$
Моно- и дисахариды	$0,0035X1 + 0,129X2 + 1,0X3 + 0,00X4 + 0,34X5 + 0,00119X6 \geq 4,53$
Крахмал	$0,8038X1 + 0,3680X2 + 0,000X3 + 0,000X4 + 0,000X5 + 0,000X6 \leq 72,06$
Пищевые волокна	$0,0012X1 + 0,086X2 + 0,000X3 + 0,000X4 + 0,000X5 + 0,00X6 \geq 0,14$
Кальций	$0,24X1 + 2,95X2 + 0,03X3 + 5,02X4 + 1,08X5 + 0,131X6 \geq 29,73$
Магний	$0,22X1 + 2,03X2 + 0,00X3 + 1,00X4 + 2,04X5 + 0,00119X6 \geq 21,24$

Фосфор	$1,00X1 + 4,49X2 + 0,00X3 + 0,00X4 + 16,00X5 + 0,0833X6 \geq 93,44$
Витамин В ₁	$0,0020X1 + 0,0059X2 + 0,000X3 + 0,000X4 + 0,024X5 + 0,00X6 \geq 0,19$
Витамин В ₂	$0,0005X1 + 0,0027X2 + 0,000X3 + 0,000X4 + 0,0272X5 + 0,0002X6 \geq 0,05$
Витамин РР	$0,014X1 + 0,05X2 + 0,000X3 + 0,000X4 + 0,456X5 + 0,00X6 \geq 1,37$
Постоянные величины	$X3 = 4,28; X4 = 1,56; X5 = 0,27; X6 = 2,25$
Масса ингредиентов	$X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 = 100,0$
Энергетическая ценность	$3,81X1 + 3,29X2 + 3,99X3 + 0X4 + 4,36X5 + 10,71X6 \rightarrow \min$

На рисунке 2 представлены результаты оптимизации рецептуры булочного изделия с заданными параметрами, полученные с помощью надстройки «Поиск решения». Массовая доля ингредиентов рецептуры приведены в процентах сухих веществ (для более полной информации см. Приложения Б).

Цель оптимизации рецептурного состава мучных компонентов плетенки с применением муки из ЭКС достигнута.

В результате определена оптимальная замена МП на муку ЭКС в количестве 8,7 % к общей массе муки по сухим веществам.

Массовая доля белка расчетного состава плетенки в соответствии с оптимизированной рецептурой составляет 11,44 %, что на 5 % выше, чем расчетная массовая доля белка прототипа. Массовая доля жира в оптимизированной рецептуре в сравнении с нормативной выше на 18,9 %, что позволяет считать возможным снижение маргарина в нормативной рецептуре.

Применение муки из ЭКС в соответствии с результатами компьютерного моделирования способствовало обогащению проектируемого рецептурного состава плетенки полиненасыщенной линолевой (ω -6) жирной кислотой. Массовая доля жирной кислоты в проектируемой рецептуре в 1,5 раза выше в сравнении с прототипом (контроль). Массовая доля α -линоленовой (ω -3) жирной кислоты находится на уровне прототипа, что обусловлено, очевидно, ее низким содержанием в ЭКС.

Массовая доля моно- и дисахаридов в оптимизированной рецептуре повысилась на 26 % в оптимизированном рецептурном составе в сравнении с прототипом, что предполагает возможность снижения сахара в рецептуре.

Массовая доля крахмала в оптимизированном рецептурном составе булочных изделий снизилась на 2,7 %, что обусловлено термовакуумным воздействием на крахмальные зерна (Курочкин А.А., 2017, с. 163).

Применение муки из ЭКС приводит к повышению массовой доли пищевых волокон в составе проектируемой рецептуры в 4,9 раза.

Применение муки из ЭКС способствует улучшению минерального и витаминного комплекса. Массовая доля кальция в оптимизированной рецептуре повысилась на 70 %, магния – на 67,9 %, фосфора – на 30,2 %.

Массовая доля витамина В₁ в соответствии с оптимизированной рецептурой в сравнении с нормативной рецептурой повысилась на 15,8 %, витамина В₂ – на 40,0 %, витамина РР – на 26,3 %.

В таблице 2 приведена рецептура булочного изделия с применением муки из ЭКС в соответствии с результатами компьютерного проектирования.

Оптимизированный рецептурный состав мучных компонентов булочного изделия «Плетенка» апробирован в лабораторных условиях. Установлено, что по органолептическим показателям (форма, поверхность, состояние мякиша, вкус, запах) образцы с заменой пшеничной муки на муку из ЭКС в количестве 8,7 % к общей массе мучных компонентов по сухим веществам, не уступали образцам прототипа, и соответствовали требованиям ГОСТ 26987-86.

Таблица 2. Рецепттура булочного изделия «Плетенка» с заменой пшеничной муки на муку из ЭКС в количестве 8,7 % к общей массе мучных компонентов по сухим веществам

Наименование компонентов рецептуры	Массовая доля сухих веществ, %	Нормативная рецептура плетенки (контроль)		Оптимизированная рецептура плетенки (опыт)	
		В натуре	СВ	В натуре	СВ
Мука пшеничная высшего сорта, г	85,50	100,00	85,50	9 1,27	78,0 4
Мука из ЭКС, г	93,20	0,00	0,00	8, 01	7,46
Сахар белый кристаллический, г	99,85	4,00	3,99	4, 00	3,99
Соль пищевая, г	96,80	1,50	1,45	1, 50	1,45
Дрожжи хлебопекарные прессованные, г	25,00	1,00	0,25	1, 01	0,25
Маргарин столовый	84,00	2,50	2,10	2, 50	2,10
Итого масса РИ, г		109,0	93,30	1 08,28	93,3 0
Вода, г		по расчету, с учетом влажности теста не более 42 %			

Заключение

Таким образом, установлена целесообразность замены части пшеничной муки на муку из ЭКС в рецептуре плетенки, что способствует повышению пищевой ценности булочного изделия.

Применена методика компьютерного моделирования рецептуры булочных изделий «Плетенка» путем линейного программирования с применением математической системы надстройки MS Excel «Поиск решения». В результате спроектирована рецептура булочного изделия с пониженной энергетической ценностью и обогащенного эссенциальными полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами, витаминами и минеральными веществами с применением муки из ЭКС. Компьютерное проектирование позволило установить оптимальное соотношение мучных компонентов. Оптимальной заменой пшеничной муки является мука из экструдированной композитной смеси (ЭКС) пшеницы и раторопши в количестве 8,7 % к общей массе мучных компонентов по сухим веществам. Применение компьютерного моделирования рецептур хлебобулочных изделий способствует разработке новых пищевых продуктов с заданными свойствами.

Список литературы

1. Бахчевников О.Н., Брагинец С.В. Экструдирование растительного сырья для продуктов питания // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50. № 4. С. 690-706.
2. Березина Н.А. Моделирование состава поликомпонентных мучных смесей с заданными показателями пищевой адекватности // Научный журнал национально исследовательского университета ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2016. № 3. С. 17-23.
3. Блиникова О.М., Елисеева Л.Г. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов с заданными свойствами на основе ягодного сырья Центрально-Черноземного региона // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2017. № 5(19). С. 81-88.
4. Воронина П.К. Практические перспективы термопластической экструзии в технологии напитков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6(22). С. 85-88.

5. Лисин П.А. Практическое руководство по проектированию продуктов питания с применением Excel, MathCAD, Maple. СПб.: Лань, 2021. 240 с.
6. Куркин В.А. Расторопша пятнистая – источник лекарственных средств (обзор) // Химико-фармацевтический журнал. 2003. Т. 37. № 4. С. 27-41.
7. Курочкин А.А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон // Техника и технология пищевых производств. 2016. № 3(42). С. 104-111.
8. Курочкин А.А. Получение экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья с заданной пористостью // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 06 (22). С. 109–104.
9. Курочкин А.А. Научные основы термовакуумной экструзии растительного сырья // Уральск: Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, 2019. С. 205.
10. Курочкин А.А., Воронина П.К., Шабурова Г.В. Теоретическое обоснование применения экструдированного сырья в технологиях пищевых продуктов. Москва: Издательский Дом «Инфра-М», 2017. 163 с.
11. Красуля О.Н. Моделирование рецептур пищевых продуктов и технологий их производства: теория и практика. СПб.: ГИОРД, 2015. 320 с.
12. Лисин П.А. Компьютерные технологии в производственных процессах пищевой промышленности. СПб.: Лань, 2016. 256 с.
13. Лисин П.А., Мартемьянова Л.Е., Савельева Ю.С. Моделирование рецептурной смеси многокомпонентных мясных продуктов с применением симплекс-метода // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2014. № 1(13). С. 73-76.
14. Ларионова Е.И., Козубаева Л.А., Ларионова И.А. Оптимизация рецептуры сахарного печенья с красной и черноплодной рябиной // Ползуновский вестник. 2017. № 2. С. 37-40.
15. Макарова О.В., Лисин П.А., Пасько О.В. Молочно-солодовый продукт для детей школьного возраста // Молочная промышленность. 2011. № 5. С. 73-74.
16. Надточий Л.А., Четчикова А.Ю., Лепешкин А.И. Проектирование состава продуктов питания с заданными свойствами: Учеб.-метод. пособие. СПб. Университет ИТМО. 2020. 46 с.
17. Остриков А.Н. Технология экструзионных продуктов. СПб.: Проспект науки, 2007. 202 с.
18. Способ производства хлебобулочных изделий: пат. 2579488 Рос. Федерация № 2014146596/13; заявл. 19.11.2014; опубл.10.04.2016, Бюл. № 10. 8 с.
19. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник, под ред. член-корр. МАИ, проф. И.М. Скурихина и академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.

Development of an optimized recipe for bakery products

Polina K. Garkina

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Penza State Technological University
Penza, Russia
worolina89@mail.ru
ORCID 0000-0001-9496-8423

Anatoly A. Kurochkin

Candidate of Technical Sciences, Professor
Penza State Technological University
Penza, Russia
anatolii_kuro@mail.ru
ORCID 0000-0002-3824-4364

Natalia N. Sokolova

researcher

Russian University of Biotechnology

Moscow, Russia

n.shmatkova2014@list.ru

ORCID 0009-0003-8816-8261

UDC 664.6.03

EDN EDJSWS

VAK 4.3.3. Food systems (engineering sciences)

OECD 04.01.AH AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY

Received 27.03.2023

Accepted 01.04.2023

Published 15.05.2023

Annotation

The development of recipes for enriched, functional and specialized food products for systematic consumption is an urgent and promising direction. Optimization of food formulations contributes to the efficient use of raw materials, the expansion of the range of fortified foods and the regulation of their energy value. The purpose of the study is to optimize the recipe composition of flour components of bakery products using an extruded composite mixture. Optimization of the recipe composition of the flour components of the bakery product was carried out using an Excel spreadsheet processor, with the add-on "Search for a solution" using the simplex method according to the criterion of minimizing energy value. The object of optimization was the recipe of a bakery product using flour from an extruded composite mixture of wheat grain and milk thistle seeds instead of an equivalent amount of dry matter of wheat flour (MP). As a prototype, the recipe for braiding from premium MP was adopted. A consistent process of optimizing the recipe composition of flour components is outlined. The results of applying the methods of mathematical modeling of the recipe composition of flour components of enriched bakery products based on an extruded composite mixture, which is a source of functional food ingredients, are presented. Using the linear programming method, the recipe composition of flour components of a bakery product enriched with polyunsaturated fatty acids, dietary fiber, minerals (calcium, magnesium, phosphorus) and vitamins B1, B2 and PP is optimized.

Keywords

optimization, linear programming, enrichment, wheat, milk thistle, extruded mixture, nutritional value, recipe.

References

1. Bahchevnikov O.N., Braginec S.V. Ekstrudirovanie rastitel'nogo syr'ya dlya produktov pitaniya // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv*. 2020. T. 50. № 4. S. 690-706.
2. Berezina N.A. Modelirovanie sostava polikomponentnyh muchnyh smesey s zadannymi pokazatelyami pishchevoj adekvatnosti // *Nauchnyj zhurnal nacional'no issledovatel'skogo universiteta ITMO. Seriya: Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv*. 2016. № 3. S. 17-23.
3. Blinnikova O.M., Eliseeva L.G. Proektirovanie polikomponentnyh pishchevyh produktov s zadannymi svojstvami na osnove yagodnogo syr'ya Central'no-CHernozemnogo regiona // *Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*. 2017. № 5(19). S. 81-88.
4. Voronina P.K. Prakticheskie perspektivy termoplasticheskoy ekstruzii v tekhnologii napitkov // *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus*. 2014. № 6(22). S. 85-88.
5. Lisin P.A. Prakticheskoe rukovodstvo po proektirovaniyu produktov pitaniya s primeneniem Excel, MathCAD, Maple. SPb.: Lan', 2021. 240 s.

6. Kurkin V.A. Rastoropsha pyatnistaya – istochnik lekarstvennyh sredstv (obzor) // Himiko-farmaceuticheskij zhurnal. 2003. T. 37. № 4. S. 27-41.
7. Kurochkin A.A. Ekstrudaty iz rastitel'nogo syr'ya s povyshennym sodержaniem lipidov i pishchevyh volokon // Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv. 2016. № 3(42). S. 104-111.
8. Kurochkin A.A. Poluchenie ekstrudatov krahmalsoderzhashchego zernovogo syr'ya s zadannoj poristost'yu // HKHI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus. 2014. № 06 (22). S. 109–104.
9. Kurochkin A.A. Nauchnye osnovy termovakuumnoj ekstruzii rastitel'nogo syr'ya // Ural'sk: Zapadno-Kazahstanskij agrarno-tekhnicheskij universitet imeni ZHangir hana, 2019. S. 205.
10. Kurochkin A.A., Voronina P.K., SHaburova G.V. Teoreticheskoe obosnovanie primeneniya ekstrudirovannogo syr'ya v tekhnologiyah pishchevyh produktov. Moskva: Izdatel'skij Dom «Infra-M», 2017. 163 s.
11. Krasulya O.N. Modelirovanie receptur pishchevyh produktov i tekhnologij ih proizvodstva: teoriya i praktika. SPb.: GIORD, 2015. 320 s.
12. Lisin P.A. Komp'yuternye tekhnologii v proizvodstvennyh processah pishchevoj promyshlennosti. SPb.: Lan', 2016. 256 s.
13. Lisin P.A., Martem'yanova L.E., Savel'eva YU.S. Modelirovanie recepturnoj smesi mnogokomponentnyh myasnyh produktov s primeneniem simpleks-metoda // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 1(13). S. 73-76.
14. Larionova E.I., Kozubaeva L.A., Larionova I.A. Optimizaciya receptury saharnogo pechen'ya s krasnoj i chernoplodnoj ryabinoj // Polzunovskij vestnik. 2017. № 2. S. 37-40.
15. Makarova O.V., Lisin P.A., Pas'ko O.V. Molochno-solodovyj produkt dlya detej shkol'nogo vozrasta // Molochnaya promyshlennost'. 2011. № 5. S. 73-74.
16. Nadtochij L.A., CHEchetkina A.YU., Lepeshkin A.I. Proektirovanie sostava produktov pitaniya s zadannymi svojstvami: Ucheb.-metod. posobie. SPb. Universitet ITMO. 2020. 46 s.
17. Ostrikov A.N. Tekhnologiya ekstruzionnyh produktov. SPb.: Prospekt nauki, 2007. 202 s.
18. Sposob proizvodstva hlebobulochnnyh izdelij: pat. 2579488 Ros. Federaciya № 2014146596/13; zayavl. 19.11.2014; opubl.10.04.2016, Byul. № 10. 8 s.
19. Himicheskij sostav rossijskih pishchevyh produktov: Spravochnik, pod red. chlen-korr. MAI, prof. I.M. Skurikhina i akademika RAMN, prof. V.A. Tutel'yana. M.: DeLi print, 2002. 236 s.

Печатное издание «Хлебопечение России»
Том 67 (2023). № 2

ISSN 2073-3569

Реестровая запись о регистрации 014330 от 10.01.1996г.
Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и
массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Издание включено в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК и Российский
индекс научного цитирования

Рукописи подвергаются редакционной обработке. Точки зрения авторов и редакционной коллегии могут
не совпадать. Авторы публикуемых материалов несут ответственность за их научную достоверность

Адрес редакции: 109028, г. Москва, а/я 50, Российский Союз пекарей
e-mail: xleb-vak@mail.ru, <https://hbreview.ru>

Подписано к размещению 15.05.2023.
Отпечатано в типографии ООО «Российский союз пекарей», 109028, г. Москва, а/я 50.
Подписано в печать 15.05.2023. Тираж 300 экз. Формат А4. Свободная цена.

Учредитель ООО «Российский союз пекарей», 2023

Printed edition «Bakery of Russia»
Volume 67 (2023). Issue 2

ISSN 2073-3569

Registry record of registration 014330 dated 10.01.1996г.
Registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass
Communications (Roskomnadzor)

The edition is included into The List of The Reviewed Scientific Publications recommended by The Highest
Certifying Commission and The Russian Index of Scientific Citing

Manuscripts are exposed to editorial processing. The points of view of authors and an editorial board can not
coincide. Authors of the published materials bear responsibility for their scientific reliability

Address of the editorial office: 109028, Moscow, a/ya 50, Russian Union of Bakers
e-mail: xleb-vak@mail.ru, <https://hbreview.ru>

Signed for placement on 15.05.2023.
Printed at the printing house of the NGO «Russian Bakers Union», 109028, Moscow, P.O. Box 50.
Signed for printing on 15.05.2023. Print run of 300 copies. A4 format. Free price.

© Founder NGO «Russian Bakers Union», 2023