

УДК 004.9

Обзорная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-82-91

EDN: STSIYO

Обзор пищевой аллергии и информационных систем для анализа меню как инструмента контроля пищевых аллергенов

С. В. Коршиков^{1,2}

¹Новосибирский государственный университет экономики и управления
630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Каменская, 52/1

²ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора
630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7

Аннотация. В статье представлен краткий обзор публикационной активности по проблемам пищевой аллергии и информационным системам в сфере организации сбалансированного и безопасного питания на примере пищевой аллергии. Исследование проводилось на материалах, находящихся в базах данных «eLIBRARY», «PubMED», с применением «Bibliometrix» и языка программирования R. Приводятся распределения публикаций, обзор научных достижений в области пищевой аллергии. Используются измерение и сравнение в качестве методов эмпирического исследования. Для более детального технологического анализа меню на пищевые аллергены предлагается методика, основанная на учете зависимости «доза-эффект».

Ключевые слова: пищевая аллергия, анализ меню, информационные системы, информационные технологии, питание, доза-эффект

Поступила 27.04.2024, одобрена после рецензирования 31.05.2024, принята к публикации 03.06.2024

Для цитирования. Коршиков С. В. Обзор пищевой аллергии и информационных систем для анализа меню как инструмента контроля пищевых аллергенов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2024. Т. 26. № 3. С. 82–91. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-82-91

MSC: 68T09

Review article

A review of food allergy and information systems for menu analysis as a tool for food allergen control

S.V. Korshikov^{1,2}

¹Novosibirsk State University of Economics and Management
630099, Russia, Novosibirsk, 52/1 Kamenskaya street

²FBSI “Novosibirsk Research Institute of Hygiene”
630108, Russia, Novosibirsk, 7 Parkhomenko street

Abstract. The article presents a brief review of publication activity on food allergy and information systems in the organization of a balanced and safe diet, using food allergy as an example. The study was conducted on the materials in the databases “eLIBRARY”, “PubMED” with the use of “Bibliometrix” and programming language R. The distribution of publications and a review of scientific achievements in the field of food allergies are provided. Measurement and comparison are used as empirical research methods. For a more detailed technological analysis of food allergens in menus, a methodology based on the dose-effect relationship is proposed.

Keywords: food allergy, menu analysis, information systems, information technologies, nutrition, dose-effect

Submitted 27.04.2024,

approved after reviewing 31.05.2024,

accepted for publication 03.06.2024

For citation. Korshikov S.V. A review of food allergy and information systems for menu analysis as a tool for food allergen control. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2024. Vol. 26. No. 3. Pp. 82–91. DOI: 10.35330/1991-6639-2024-26-3-82-91

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день возросла роль информационных систем (ИС) в области разработки меню, функционал которых направлен на выполнение множества процессов, начиная от внесения продуктов с пищевой ценностью до детального анализа готового меню, в том числе на безопасность для детей с пищевой аллергией. Совокупность сфер пищевой аллергии с информационными технологиями представляет интерес для исследования публикационной активности по полученным за последние годы научным результатам и выявленным противоречиям с предложениями по их преодолению.

ПИЩЕВАЯ АЛЛЕРГИЯ И ПРОФИЛЬНЫЕ ИС

Проблемам пищевой аллергии и технологиям для анализа меню посвящено множество публикаций. Сформированы 10 запросов для поиска в базе данных (БД) научной электронной библиотеки «eLIBRARY», поступивших за все время. На рисунке 1 представлен метод поиска статей с параметрами «искать с учетом морфологии» и «искать похожий текст».

The screenshot displays the search interface of the eLIBRARY database. The search query is "Информационные системы для анализа меню на пищевые аллергены". The search criteria are set to "Информатика". The search parameters include "искать с учетом морфологии" and "искать похожий текст". The search results are sorted by relevance.

Что искать	Где искать	Тип публикации	Тематика	Авторы	Журналы	Искать в подборке публикаций	Параметры	Годы публикации	Поступившие	Сортировка	Порядок	Очистить	Поиск
Информационные системы для анализа меню на пищевые аллергены	<input checked="" type="checkbox"/> - в названии публикации <input checked="" type="checkbox"/> - в аннотации <input checked="" type="checkbox"/> - в ключевых словах	<input checked="" type="checkbox"/> - статьи в журналах <input type="checkbox"/> - книги <input type="checkbox"/> - материалы конференций <input type="checkbox"/> - депонированные рукописи <input type="checkbox"/> - наборы данных	Информатика			Искать в подборке публикаций	<input checked="" type="checkbox"/> - искать с учетом морфологии <input checked="" type="checkbox"/> - искать похожий текст <input type="checkbox"/> - искать в публикациях, имеющих полный текст на eLibrary.Ru <input type="checkbox"/> - искать в публикациях, доступных для Вас <input type="checkbox"/> - искать в результатах предыдущего запроса		Поступившие	по релевантности	по убыванию	Очистить	Поиск

Рис. 1. Проведение расширенного поиска в БД «eLIBRARY» с заданными параметрами

Fig. 1. Conducting an advanced search in the «eLIBRARY» database with the specified parameters

Было 6 запросов на русском языке и 4 на английском (табл. 1). Полученные данные варьируют от 125 660 до 252 212 шт.

Таблица 1. Количество статей по запросам в «eLIBRARY» на 12.04.2024

Table 1. Number of articles according to requests in «eLIBRARY» as of April 12, 2024

№	Наименование запроса	Кол-во статей, шт.	Доля, в % от общего кол-ва
1.	Информационные системы в сфере организации питания	125 660	0,23
2.	Информационные системы для анализа меню на пищевые аллергены	148 285	0,27
3.	Анализ меню на пищевые аллергены	155 562	0,28
4.	Система анализа пищевого меню	142 902	0,26
5.	Компьютерная идентификация пищевых аллергенов	143 082	0,26
6.	Определение пищевых аллергенов в меню на основе зависимости «доза-эффект»	168 206	0,3
7.	Information systems for analyzing menus for food allergens	215 893	0,39
8.	Analysis of menus for food allergens	226 341	0,41
9.	Identifying food allergens in menus	219 196	0,39
10.	Analysis of menus for food allergens with the Dose-effect relationship	252 212	0,45

На 12.04.2024 общее количество публикаций в виде статей в научных журналах в данной БД составляет 55 631 787 шт. Т. к. дополнительно выбран параметр «искать с учетом морфологии», поиск выдал много результатов, напрямую не соответствующих тематике, так как поисковая система искала запрос в статьях не только в строго заданном виде, но и в его морфологических формах.

Максимальное количество статей наблюдается в запросе на английском языке «Analysis of menus for food allergens with the Dose-effect relationship» – 252 212 (0,45 % от общего количества статей). Минимальное количество в запросе «Информационные системы в сфере организации питания» – 125 660 (0,23 %).

Наиболее релевантным запросом можно считать «Информационные системы для анализа меню на пищевые аллергены» с количеством публикаций 148 285 шт. (0,27 % от всех статей). Просматривается положительная динамика количества публикаций за последние 5 лет (2019–2023), представленная в таблице 2.

Таблица 2. Количество статей в БД по запросу «Информационные системы для анализа меню на пищевые аллергены» с 2019 по 2023 г.

Table 2. Number of articles in the database for the query “Information systems for menu analysis for food allergens”, 2019–2023

Год	Кол-во статей, шт.
2019	11 941
2020	12 989
2021	12 815
2022	13 012
2023	13 374
ИТОГО	64 131

По данному запросу за 2023 год поступило 13 374 публикаций. Из них в тематической группе «Информатика» – 3 117. За исследуемый пятилетний период наблюдается минимальный единичный спад в 2021 г. по сравнению с 2020-м – 174 статьи. По сравнению с начальным годом (2019) прирост количества публикаций по данному направлению в 2023 г., в том числе напрямую не соответствующих тематике, составляет 1 433 шт. (10,71 %).

В ряде исследуемых работ [1–3] пищевая аллергия и ее распространение представляются одной из наиболее значимых проблем современной медицины. Авторы отмечают, что за последние 20 лет количество людей с аллергией возросло более чем в три раза, а от различных видов аллергических реакций страдает от 30 до 40 % всего населения планеты. Особенно учитывается, что для людей с данной особенностью требуется индивидуальное и безопасное меню.

В работах [4–5] отмечается, что следует проводить идентификацию для обнаружения пищевых аллергенов. В настоящее время в пищевой отрасли активизировались разработки, связанные с технологиями персонализации для различных потребителей с учетом особенностей организма и другими критериями. Решение проблем персонализации связано с необходимостью обработки большого массива данных и формирования выводов на их основе.

В научных трудах авторы приводят к тому, что требуется использовать современные информационные технологии для анализа меню. Их заключения можно дополнить рекомендацией использовать технологии для проведения последовательного и детального анализа меню на пищевые аллергены с учетом количества их доз (грамм) в необходимом готовом блюде. Это влечет необходимость в обработке массивов данных по продуктам, блюдам и аллергенам.

В работе [6] рассматривают пищевую промышленность как актуальную тему, которая находится в периоде бурного развития. Требуются новые подходы к решению важной проблемы анализа пищевого меню. Проведенный обзор и анализ литературы [4–6] показали, что сегодня решение данной проблемы через применение профильных ИС является современным методом.

Анализируя публикации, можно заметить, что авторы пишут об отсутствии типовой конфигурации для детального анализа пищевой продукции [7–9], в современных системах нет профессионального профильного блока, обеспечивающего полной и достоверной информацией о пищевом продукте. Соответственно, данный вывод можно отнести и к конфигурации проведения анализа меню на пищевые аллергены.

За последние несколько лет одним из новых открытий по применению технологий в анализе пищевых аллергенов является специальный тест, который представили в статье исследователи из университета Валенсии (Испания) и Мадридского университета имени Карла III, опубликованной 23.12.2022 г., в том числе на зарубежной платформе научных новостей «EurekAlert!» [10], основанной в 1996 году Американской ассоциацией содействия развитию науки (AAAS). Статья посвящена определению пищевого аллергена через современное специальное устройство (тест). Авторы предлагают использовать тест, который содержит множество внутренних контролей и калибраторов. Принцип анализа состоит в измельчении образца пищи, добавлении в него 5 мл специального раствора и последующем вложении в смесь тест-полоски. Примерно через 5 минут тест передаст в приложение смартфона пользователя информацию о содержании или отсутствии в образце некоторых видов орехов. Можно выделить преимущества данного метода:

- анализ пищи непосредственно перед ее употреблением;
- быстрый результат (в течение 5 минут);
- современный способ получения информации через приложение в смартфоне.

Есть и недостатки:

- на момент публикации статьи стоимость 1 теста составляла 1 евро, что является значимым фактором при анализе множества проб;
- новая технология производит только анализ пробы на миндаль и арахис. В будущем ученые хотят улучшить разработанный тест для одновременного определения 14 аллергенов, что может привести к дополнительному удорожанию для потребителей;
- передача данных с теста на смартфон требует проведения дополнительных опытов по точности;
- отсутствие ИС для сбора и детального анализа полученных данных;
- не раскрывается состав специального раствора, его возможный вред для человека.

При любой аллергии, в том числе пищевой, эффект (аллергическая реакция) будет развиваться всегда независимо от дозы [11]. Наиболее распространенными пищевыми аллергенами являются коровье молоко, яйцо, пшеница, рыба и морепродукты, шоколад, орехи, цитрусовые, мед, соя [11–14].

В ряде вышеизложенных трудов рассматривается способ определения специальной диагностикой пищевого аллергена для лечения путем его ввода под присмотром врачей с постепенным увеличением дозы до максимально возможной. Это несет в себе определенные риски. Не учитывается компьютерный анализ меню питающегося, у которого впервые возникла пищевая аллергия, с детальным поиском аллергенов с их дозами (граммами) и возможностью предварительно основываться на следствии, что чем выше доза, тем больше вероятность наличия аллергии именно на данный продукт.

В этом случае предлагается рассматривать зависимость «доза-эффект» в виде предварительного следствия, что максимальная доза может привести к максимальному эффекту, т.е. чем она выше, тем значительнее вероятность наличия аллергии у человека именно на данный продукт. Под дозой понимается количество пищевого аллергена, а под эффектом – ответная реакция организма на употребление блюда с пищевым аллергеном.

Для дальнейшего обзора научных трудов и формирования выводов рассмотрены материалы журналов за 2022–2024 гг., входящих в БД «PubMed» с применением «Bibliometrix» и R, одной из возможностей которой является отображение структурированной информации в графическом виде. Построена тематическая карта с использованием двух показателей: индекса центральности (по горизонтали) и плотности (по вертикали) Каллона, которые определяют актуальность и уровень развития направлений исследования. Показатели рассчитываются с применением модели «мешок слов» и теории графов [15]. Карта научных исследований в области пищевой аллергии, построенная по 447 публикациям, изображена на рисунке 2.

Тематическая карта поделена на 4 зоны. Верхний левый угол – специальные научные исследования (Niche Theme). Направления с низким значением центральности и высокой плотностью узко специализированы, интересны ограниченному кругу, решают редкие проблемы или их стороны, например, dietary supplements (пищевые добавки). Верхний правый угол карты – основные научные исследования (Motor Theme). Отражают наиболее проработанные направления, в данном случае это program analysis (программный анализ), intestines (кишечник), biosensing techniques (биосенсорные методы). Нижняя левая

сторона – новые научные исследования (Emerging or Declining Theme). Характеризуются новые направления, появившиеся недавно, могут модифицироваться в другие, среди них neural networks (нейронные сети). Нижняя правая сторона – вспомогательные научные исследования (Basic Theme). Являются сквозными, связывающими для остальных направлений исследований, например, cross reactions (перекрестные реакции).

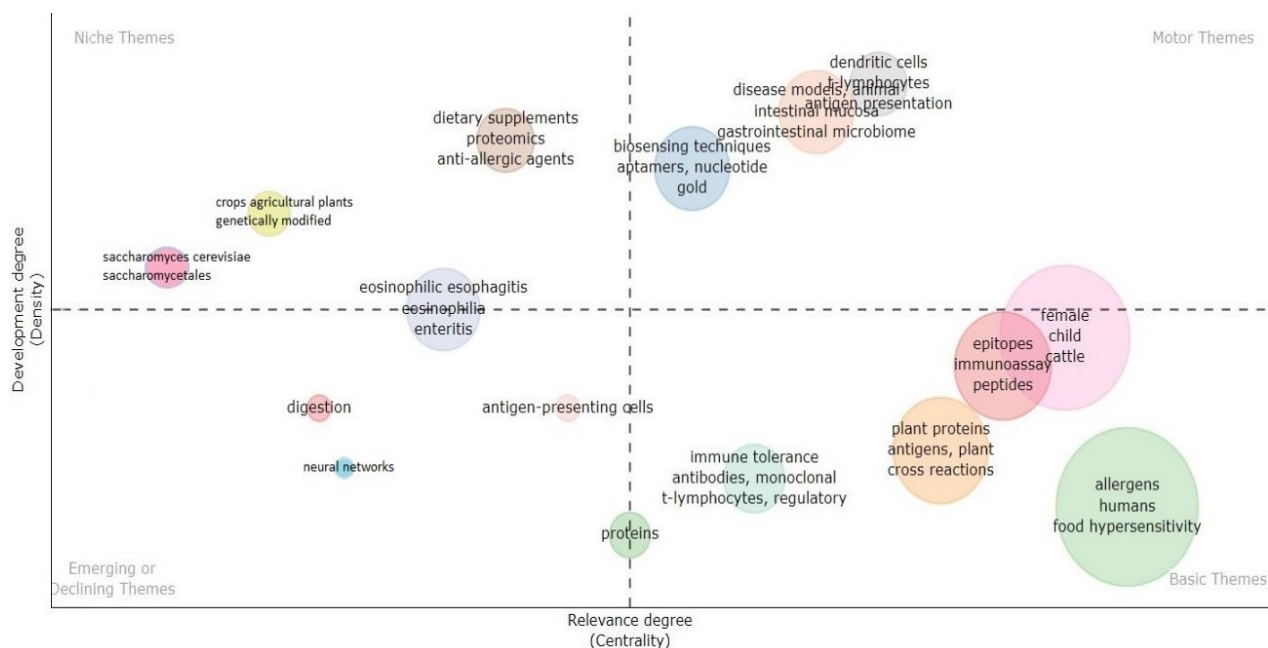


Рис. 2. Тематическая карта по пищевой аллергии, разработанная по сформированному набору публикаций из БД «PubMed» с применением «Bibliometrix» и языка программирования R

Fig. 2. Thematic map on food allergy developed according to the generated set of publications from PubMed database using Bibliometrix and R programming language

Внешнее взаимодействие в направлении технологий в анализе пищевых аллергенов можно рассмотреть на карте мира сотрудничества стран в виде соединительных линий (рис. 3).

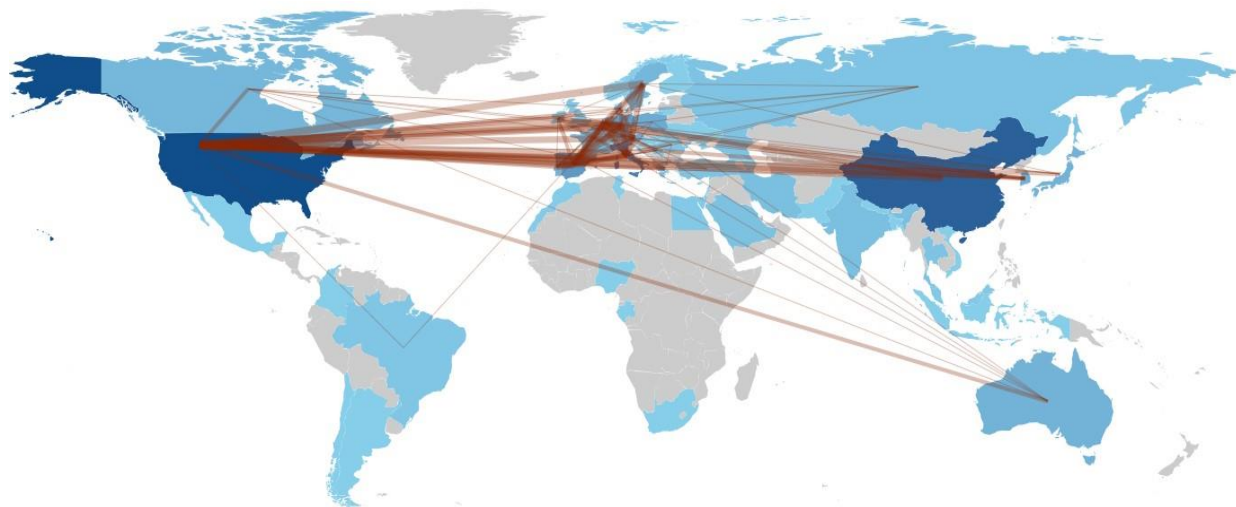


Рис. 3. Карта сотрудничества стран в вопросе технологий анализа пищевых аллергенов

Fig. 3. Map of country cooperation on food allergen analysis technologies

Серыми зонами на карте представлены страны с минимальными научными исследованиями в данном вопросе, голубые – со средней вовлеченностью, синие – с наибольшей активностью, взаимодействиями, результатами и достижениями. Максимальная вовлеченность среди стран наблюдается у США и Китая. Ученые США проводят исследования в коллаборации со специалистами из Китая, Канады, Италии, Великобритании и Австралии.

Построена диаграмма наиболее часто встречающихся слов (словосочетаний) в журналах, показанная на рисунке 4. Первые 3 строчки занимают allergens (аллергены), humans (люди) и food hypersensitivity (повышенная чувствительность к пищевым продуктам). В первой десятке находятся information technologies (информационные технологии).

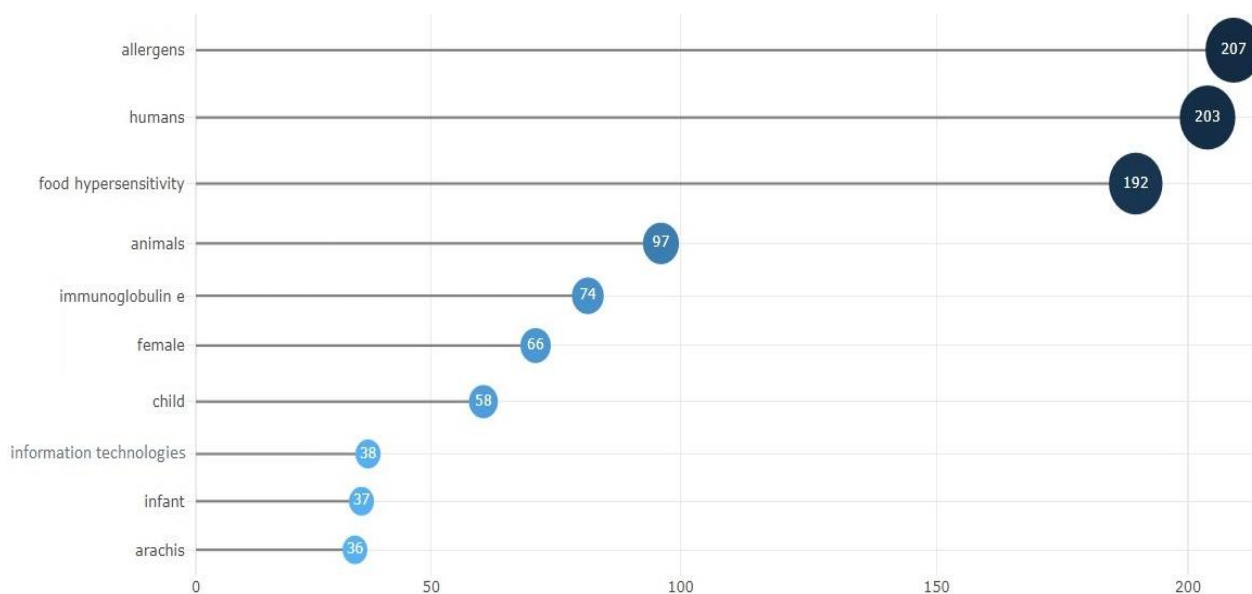


Рис. 4. Диаграмма наиболее часто встречающихся слов (словосочетаний) в научных статьях

Fig. 4. Diagram of the most frequently occurring words (word combinations) in the research articles

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По исследуемой теме проанализированы работы и новые достижения ученых. Получены результаты по количеству публикаций за последние годы из различных источников, составлена карта сотрудничества стран в вопросе технологий анализа пищевых аллергенов и приведены наиболее часто встречающиеся слова в трудах по данному направлению. Приведен вариант использования технологий для детального анализа меню на пищевые аллергены с учетом их доз в готовом блюде. Подтвердилась гипотеза об актуальности взаимодействия информационных технологий в организации питания на примере пищевой аллергии. Проведенный обзор предлагается использовать как дальнейшую отправную точку в вопросе улучшения анализа пищевых аллергенов в меню для решения более сложных задач и получения новых итогов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончарова А. Г., Тихонова Г. А., Гончаров И. Н., Маркин А. А. Пищевая аллергия и пищевая непереносимость. Проблемы клинического контроля (обзор литературы) // Технологии живых систем. 2023. Т. 20. № 4. С. 80–92. DOI: 10.18127/j20700997-202304-08

2. Давликанов А. И. Пищевая безопасность против пищевых аллергенов // Сфера: кондитерская и хлебопекарная промышленность. 2017. № 3(70). С. 42–45. EDN: ZTWWTR
3. Мажаева Т. В., Дубенко С. Э. Стратегия нутриетивной поддержки при организации питания детей дошкольного возраста с пищевой непереносимостью // Индустрия питания. 2023. Т. 8. № 2. С. 31–41. DOI: 10.29141/2500-1922-2023-8-2-4
4. Лукин А. А., Сергеев А. А. Пищевые аллергены и способы их идентификации // Вестник современных исследований. 2018. № 10.3 (25). С. 140–142. EDN: РННТФV
5. Семенов Д. А. Анализ современного состояния использования интеллектуальных систем в пищевой отрасли // Информационные технологии в образовании. 2020. № 3. С. 220–224. EDN: LDXXZI
6. Еделев Д. А., Благовещенская М. М., Благовещенский И. Г. Использование нейронных сетей как фактора повышения качества и безопасности производства пищевых продуктов при решении задач автоматизации // Автоматизация технологических и бизнес-процессов. 2015. Т. 1. № 7(1). С. 7–10. DOI: 10.15673/2312-3125.21/2015.42856
7. Белецкая Н. М., Головкова А. С. Информационная система для лабораторных исследований пищевой продукции // Экономика. Информатика. 2020. Т. 47. № 1. С. 186–195. DOI: 10.18413/2687-0932-2020-47-1-186-195
8. Смирнов С. В., Чухланцева Н. Д. Информационная система приема заявок на питание школьников // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2019. № 2(37). С. 76–79. EDN: JNJJBK
9. Asfha A.E., Vaish A. Information security risk analysis in food processing industry using a fuzzy inference system // Informatics and automation. 2023. № 22(5). С. 1083–1102. DOI: 10.15622/ia.22.5.5
10. Amadeo S.-T., Javier G.-A., Aitor C.-G. Lateral flow microimmunoassay for the reliable quantification of allergen traces in food consumables // Biosensors. 2022. Т. 12. № 980. С. 77–94. DOI: 10.3390/bios12110980.
11. Schworer S.A., Edwin H Kim. Sublingual immunotherapy for food allergy and its future directions // Immunotherapy. 2020. № 12(12). С. 921–931. DOI: 10.2217/imt-2020-0123
12. Гурова М. М. Пищевая аллергия и пищевая непереносимость // Children's medicine of the North-West. 2022. Т. 10. № 2. С. 5–21. EDN: NDKJWQ
13. Березкина Н. А. Современные лабораторные тесты в диагностике пищевой аллергии у детей // Forcipe. 2022. Т. 5. № S3. С. 627–628. EDN: ALWMVK
14. Громов Д. А., Борисова А. В., Бахарев В. В. Пищевые аллергены и способы получения гипоаллергенных пищевых продуктов // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51. № 2. С. 232–247. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-2-232-247.
15. Yu Y., Jin Z., Qiu J. Global isotopic hydrograph separation research history and trends: a text mining and bibliometric analysis study // Water. 2021. Т. 13(18). № 1. С. 2529. DOI: 10.3390/w13182529

REFERENCES

1. Goncharova A.G., Tikhonova G.A., Goncharov I.N., Markin A.A. Food allergies and food intolerances. Problems of clinical control (literature review). *Tekhnologii zhivyykh sistem* [Technologies of living systems]. 2023. Vol. 20. No. 4. Pp. 80–92. DOI: 10.18127/j20700997-202304-08. (In Russian)

2. Davlikanov A.I. Food safety against food allergens. *Sfera: konditerskaya i khlebopekarnaya promyshlennost'* [Sphere: confectionery and baking industry]. 2017. No. 3(70). Pp. 42–45. EDN: ZTWWTR. (In Russian)
3. Mazhaeva T.V., Dubenko S.E. Strategy for nutritional support in organizing nutrition for preschool children with food intolerance. *Industriya pitaniya* [Nutrition Industry]. 2023. Vol. 8. No. 2. Pp. 31–41. DOI: 10.29141/2500-1922-2023-8-2-4. (In Russian)
4. Lukin A.A., Sergeev A.A. Food allergens and methods of their identification. *Vestnik sovremennykh issledovaniy* [Bulletin of modern research]. 2018. No. 10.3. Pp. 140–142. EDN: PHHTFV. (In Russian)
5. Semenov D.A. Analysis of the current state of use of intelligent systems in the food industry. *Informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii* [Information technologies in education]. 2020. No. 3. Pp. 220–224. EDN: LDXXZI. (In Russian)
6. Edelev D.A., Blagoveshchenskaya M.M., Blagoveshchensky I.G. The use of neural networks as a factor in improving the quality and safety of food production when solving automation problems. *Avtomatizatsiya tekhnologicheskikh i biznes-protsessov* [Automation of technological and business processes]. 2015. Vol. 1. No. 7(1). Pp. 7–10. DOI: 10.15673/2312-3125.21/2015.42856. (In Russian)
7. Beletskaya N.M., Golovkova A.S. Information system for laboratory research of food products. *Economics. Information technologies*. 2020. Vol. 47. No. 1. Pp. 186–195. DOI: 10.18413/2687-0932-2020-47-1-186-195. (In Russian)
8. Smirnov S.V., Chukhlantseva N.D. Information system for accepting applications for meals for schoolchildren. *Social'no-e'konomicheskoe upravlenie: teoriya i praktika*. 2019. No. 2(37). Pp. 76–79. (In Russian)
9. Asfha A.E., Vaish A. Information security risk analysis in food processing industry using a fuzzy inference system. *Informatics and automation*. 2023. No. 22(5). Pp. 1083–1102. DOI: 10.15622/ia.22.5.5
10. Amadeo S.-T., Javier G.-A., Aitor C.-G. Lateral flow microimmunoassay for the reliable quantification of allergen traces in food consumables. *Biosensors*. 2022. Vol. 12. No. 980. P. 77–94. DOI: 10.3390/bios12110980
11. Schworer S.A., Edwin H Kim. Sublingual immunotherapy for food allergy and its future directions. *Immunotherapy*. 2020. No. 12(12). Pp. 921–931. DOI: 10.2217/imt-2020-0123
12. Gurova M.M. Food allergies and food intolerance. *Children's medicine of the North-West*. 2022. Vol. 10. No. 2. P. 5–21. EDN: NDKJWQ. (In Russian)
13. Berezkina N.A. Modern laboratory tests in the diagnosis of food allergies in children. *Forcipe*. 2022. Vol. 5. No. S3. Pp. 627–628. EDN: ALWMVK. (In Russian)
14. Gromov D.A., Borisova A.V., Bakharev V.V. Food allergens and methods for producing hypoallergenic food products. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Equipment and technology of food production]. 2021. Vol. 51. No. 2. Pp. 232–247. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-2-232-247. (In Russian)
15. Yu Y., Jin Z., Qiu J. Global isotopic hydrograph separation research history and trends: A Text Mining and Bibliometric Analysis Study. *Water*. 2021. Vol. 13 (18). No. 1. P. 2529. DOI: 10.3390/w13182529

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторе

Коршиков Сергей Витальевич, аспирант, Новосибирский государственный университет экономики и управления;

630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Каменская, 52/1;

инженер информационно-аналитического отдела, ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора;

630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7;

korshikov_sv@niig.su, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0984-0363>

Information about the author

Sergey V. Korshikov, Postgraduate Student, Novosibirsk State University of Economics and Management;

630099, Russia, Novosibirsk, 52/1 Kamenskaya street;

Engineer of the Information and Analytical Department, FBSI «Novosibirsk Research Institute of Hygiene»;

630108, Russia, Novosibirsk, 7 Parkhomenko street;

korshikov_sv@niig.su, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0984-0363>