

УДК 614.31:664

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Бакиров А.Б.^{1,2,3}, Даукаев Р.А.¹, Ларионова Т.К.¹, Афонькина С.Р.¹, Аухадиева Э.А.¹,
Курилов М.В.¹, Усманова Э.Н.¹

¹ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

²ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Уфа, Россия

³Академия наук Республики Башкортостан, Уфа, Россия

Представлены итоги пятилетнего исследования гигиенической безопасности пищевой продукции в промышленном регионе, включающего оценку содержания консервантов, нитратов, массовой доли жирных кислот и их трансизомеров, химических элементов в основных группах пищевых продуктов, а также микробиологический контроль качества питьевой воды. С целью оптимизации надзорной деятельности обоснован перечень объектов внешнесредового мониторинга, включающий как номенклатуру пищевого сырья, так и типичные для него чужеродные вещества. Проведена количественная оценка вероятных неблагоприятных эффектов для здоровья населения.

Цель исследования - гигиеническая оценка загрязнённости пищевой продукции и питьевой воды, находящихся в обращении на территории Республики Башкортостан, для оптимизации региональной системы мониторинга.

Материалы и методы. Объектами исследования служили образцы местной и привозной пищевой продукции ($n = 2959$), входящей в рацион жителей Республики Башкортостан, образцы бутилированной и разливной питьевой воды из автоматов ($n = 30$). В токсикологическом эксперименте использованы разнополые белые аутбредные крысы ($n = 40$). Проведены физико-химические исследования основных видов пищевых продуктов массового потребления ($n = 26039$), микробиологические исследования питьевой воды ($n = 180$), токсикологические исследования на лабораторных животных ($n = 80$). Оценка риска воздействия химических загрязнителей пищевых продуктов на население выполнена в соответствии с положениями Руководства по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания (Р 2.1.10.3968-23). Статистическая обработка данных проведена с использованием

критерия Краскела-Уоллиса (для множественных сравнений) и U-критерия Манна-Уитни (для попарных сравнений), различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Доля проб с превышением допустимых физико-химических параметров определена в 4,2%, при этом для молочных продуктов основным фактором риска стал жирнокислотный спектр, где процент браковки достиг 11,2%. По показателям безопасности установлено повышенное содержание нитратов (16,0% проб) и токсичных элементов (2,2% проб) в образцах овощной продукции из личных подсобных хозяйств. По микробиологическим показателям 46,7% проб воды из автоматов самообслуживания и питьевой бутилированной воды не соответствовали гигиеническим нормативам. Установлен приемлемый канцерогенный риск ($\Sigma CR = 3,92 \cdot 10^{-5}$) от перорального поступления мышьяка, свинца, кадмия и незначительность возникновения вредных неканцерогенных эффектов от поступления бензойной кислоты ($HQ = 0,10$) и нитратов ($HQ = 0,33$). Выявлен высокий неканцерогенный риск, обусловленный сочетанным воздействием мышьяка ($HQ = 6,53$) и марганца ($HQ = 3,41$), также поступающих с пищевой продукцией. Материалы проведенной работы позволяют с научных позиций обосновать комплекс мер по обеспечению гигиенической безопасности и корректировке системы государственного надзора, что создаёт предпосылки для эффективного управления рисками.

Ограничения исследования. Основные ограничения связаны с региональной локализацией, усреднёнными моделями питания, аналитическими ограничениями по идентификации жиров и коротким сроком токсикологического эксперимента.

Заключение. Результаты исследования позволили установить региональные особенности контаминации пищевой продукции, оценить риски для здоровья населения. Предложена методология установления приоритетных загрязнителей пищевых продуктов, уточнены механизмы токсикокинетики кадмия. Дальнейшие исследования должны быть направлены на расширение спектра контролируемых веществ, долгосрочные эксперименты и внедрение предиктивных цифровых моделей.

Ключевые слова: пищевые продукты, мониторинг, качество, безопасность, оценка риска, приоритетные контаминанты, тяжелые металлы, нитраты, здоровье населения

Соблюдение этических стандартов: все процедуры, связанные с использованием животных, были проведены в соответствии с рекомендациями «Правил и

международных рекомендаций Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях» (Страсбург, 1986), все эксперименты были рассмотрены и одобрены биоэтической комиссией ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» Роспотребнадзора (протокол от 18.04.2024 № 02-04).

Использование инструментов искусственного интеллекта: авторы заявляют, что при подготовке настоящей рукописи системы искусственного интеллекта не применялись.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование осуществлялось в рамках реализации отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2021-2025 годы «Научное обоснование национальной системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, управления рисками здоровью и повышения качества жизни населения России» (рег. № НИОКТР 121062100054-0).

Для цитирования: Бакиров А.Б., Даукаев Р.А., Ларионова Т.К., Афонькина С.Р., Аухадиева Э.А., Курилов М.В., Усманова Э.Н. Гигиеническая характеристика качества и безопасности пищевой продукции в Республике Башкортостан. Медицина труда и экология человека. 2026; 3: 228 -246.

doi: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2026-10312>

Для корреспонденции: Даукаев Рустем Аскарлович, e-mail: ufa.lab@yandex.ru

HYGIENIC CHARACTERISTICS OF THE QUALITY AND SAFETY OF FOOD PRODUCTS IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Bakirov A.B.^{1,2,3}, Daukayev R.A.¹, Larionova T.K.¹, Afonkina S.R.¹, Aukhadiyeva E.A.¹, Kurilov M.V.¹, Usmanova E.N.¹

¹ Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

² Bashkirian State Medical University of the Russian Health Ministry, Ufa, Russia

³ Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia

The results of a five-year study of the hygienic safety of food products in an industrial region are presented. The study included an assessment of the content of preservatives, nitrates, the mass fraction of fatty acids and their trans-isomers, and chemical elements in the main groups of food products, as well as microbiological monitoring of the quality

of drinking water. In order to optimize supervisory activities, a list of objects for environmental monitoring has been justified; it includes both the range of food raw materials and the foreign substances typical for them. A quantitative assessment of the likely adverse effects on public health has been carried out.

The purpose of the study: is to conduct a hygienic assessment of the contamination of food products and drinking water in circulation in the Republic of Bashkortostan in order to optimize the regional monitoring system.

Materials and methods. The objects of the study were samples of local and imported food products ($n = 2959$) included in the diet of residents of the Republic of Bashkortostan, samples of bottled and bottled drinking water from vending machines ($n = 30$). The toxicological experiment used heterosexual white outbred rats ($n = 40$). Physico-chemical studies of the main types of food products of mass consumption ($n = 26039$), microbiological studies of drinking water ($n = 180$), toxicological studies on laboratory animals ($n = 80$) were carried out. The assessment of the risk of exposure of chemical food contaminants to the population was carried out in accordance with the provisions of the Guidelines for Assessing the Risk to Public Health when Exposed to Chemicals Polluting the Environment (P 2.1.10.3968-23). Statistical data processing was carried out using the Kruskal–Wallis test (for multiple comparisons) and the Mann–Whitney U test (for pairwise comparisons); differences were considered significant at $p < 0.05$.

Results. The proportion of samples with exceeded permissible physicochemical parameters was determined to be 4.2%, while for dairy products, the main risk factor was the fatty acid spectrum, with the rejection rate reaching 11.2%. According to safety indicators, an increased content of nitrates (16.0% of samples) and toxic elements (2.2% of samples) was found in samples of vegetable products from private farms. According to microbiological indicators, 46.7% of water samples from self-service vending machines and bottled drinking water did not meet hygienic standards. An acceptable carcinogenic risk ($\sum CR = 3.92 \times 10^{-5}$) from oral intake of arsenic, lead, and cadmium and the insignificance of harmful non-carcinogenic effects from the intake of benzoic acid ($HQ = 0.10$) and nitrates ($HQ = 0.33$) have been established. A high non-carcinogenic risk was identified due to the combined effects of arsenic ($HQ = 6.53$) and manganese ($HQ = 3.41$), which also come from food products. The results of the study make it possible to scientifically substantiate a set of measures to ensure hygienic safety and to adjust the system of state supervision, which creates the prerequisites for effective risk management.

Study limitations. The main limitations are related to regional localization, averaged dietary models, analytical limitations in identifying fats, and the short duration of the toxicological experiment.

Conclusion. The study results made it possible to identify regional characteristics of food product contamination and assess the risks to public health. A methodology for identifying priority contaminants in food products has been proposed, and the mechanisms of cadmium toxicokinetics have been clarified. Further research should focus on expanding the range of monitored substances, conducting long-term experiments, and implementing predictive digital models.

Keywords: food products, monitoring, quality, safety, risk assessment, priority contaminants, heavy metals, nitrates, public health

Compliance with ethical standards: all procedures involving the use of animals were carried out in accordance with the recommendations of the «Rules and international recommendations of the European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes» (Strasbourg, 1986); all experiments were reviewed and approved by the bioethics commission of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology of Rospotrebnadzor (protocol No. 02-04 dated 18.04.2024).

Declaration of AI use: the authors declare that no artificial intelligence tools were used in the preparation of this manuscript.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Funding: the study was conducted as part of the implementation of Rospotrebnadzor's sectoral research program for 2021-2025, «Scientific substantiation of the national system for ensuring sanitary and epidemiological well-being, managing health risks, and improving the quality of life of the Russian population» (registration No. research and development 121062100054-0).

For citation: Bakirov A.B., Daukayev R.A., Larionova T.K., Afonkina S.R., Aukhadiyeva E.A., Kurilov M.V., Usmanova E.N. Hygienic characteristics of the quality and safety of food products in the Republic of Bashkortostan. Occupational health and human ecology. 2026; 3: 228 -246.

doi: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2026-10312>

For correspondence: Daukaev Rustem Askarovich, e-mail: ufa.lab@yandex.ru

Пищевая продукция отличается сложным многокомпонентным составом и включает в себя не только эссенциальные нутриенты, минорные биологически активные соединения, но также способна аккумулировать загрязнители естественного и техногенного генеза, обладающие токсическим потенциалом в отношении организма человека. Потенциально опасные контаминанты химического и биологического происхождения попадают и накапливаются в пищевых продуктах как на этапе сельскохозяйственного производства, так и при хранении, переработке и упаковке. Содержание чужеродных веществ в пищевых продуктах не всегда выходит за рамки нормативных показателей, однако в условиях повседневного рациона происходит систематическое поступление этих соединений в организм. В результате возникает синергический эффект, снижающий барьерные возможности человека при контакте с иными неблагоприятными факторами среды. Признание ВОЗ приоритетной роли мониторинговых процедур в оценке безопасности продовольственных товаров обуславливает включение данного направления в глобальные программы здорового питания. В свою очередь, в системе приоритетов российской государственной политики гигиенический контроль качества и безопасности пищевых продуктов занимает ключевую позицию, поскольку именно он создаёт предпосылки для санитарно-эпидемиологической защищённости населения [1-3].

Уровень продовольственной безопасности в каждом субъекте Российской Федерации определяется с учётом специфических особенностей, во многих регионах не введены обязательные правила для проверки сельскохозяйственной продукции непромышленного изготовления, предназначенной для продажи и личного потребления, выпадает из-под лабораторного контроля питьевая вода, реализуемая в автоматах самообслуживания, а в розничной сети выявляются образцы нестандартной и фальсифицированной пищевой продукции, что увеличивает риск здоровью населения от совокупного негативного воздействия токсикантов и микробных патогенов.

Своевременное выделение приоритетных критериев мониторинга пищевых продуктов остаётся насущной необходимостью. Это обусловлено стремлением повысить гибкость планирования санитарно-профилактических действий и результативность мер по минимизации вредного воздействия химических и микробиологических агентов на население. В Республике Башкортостан, обладающей мощным агропромышленным потенциалом и специфическими природно-климатическими характеристиками при развитой индустрии, перечисленные вопросы требуют первоочередного решения [4, 5].

Цель исследования: гигиеническая оценка загрязнённости пищевой продукции и питьевой воды, находящихся в обращении на территории Республики Башкортостан, для оптимизации региональной системы мониторинга.

В ходе проведения настоящей работы были выполнены следующие исследовательские задачи:

1. Выполнена санитарно-гигиеническая экспертиза контаминации пищевых продуктов, питьевой воды потенциально опасными химическими веществами и микроорганизмами.
2. Оценены риски химического загрязнения пищевых продуктов для населения, установлен перечень приоритетных контаминантов и ранжированы продуктовые группы по уровню потенциальной угрозы.
3. На примере токсичного элемента кадмия изучен метаболизм и изменение элементного гомеостаза при его хроническом поступлении с использованием экспериментальных моделей.
4. Подготовлены рекомендации для усовершенствования региональной системы социально-гигиенического мониторинга в части контроля контаминантов в пищевых продуктах.

Исследование согласуется с п. 21 (г) Указа Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» в части приоритетного направления обеспечивающего: переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработку и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе, функциональных, продуктов питания.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись образцы местной и привозной пищевой продукции, входящей в рацион жителей Республики Башкортостан, реализуемой в регионе питьевой воды. В токсикологическом эксперименте использовали разнополых белых аутбредных крыс.

Отбор проб осуществлен с учетом требований нормативно-технической документации на конкретный вид пищевого продукта. Аналитические исследования отобранных проб проводили в соответствии с действующими методическими указаниями и инструкциями по пробоподготовке и лабораторному контролю в аккредитованном Испытательном центре ФБУН «Уфимский НИИ

медицины труда и экологии человека» (уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц № РОСС RU.0001.510411).

Определено содержание сорбиновой и бензойной кислот (капиллярный электрофорез³⁸), нитратов (ионометрия³⁹), массовой доли жирных кислот и их трансизомеров (газовая хроматография^{40,41}), кадмия, свинца, мышьяка, ртути, алюминия, цинка, хрома, никеля, марганца, меди, железа (атомно-абсорбционная спектрометрия^{42,43,44,45}), а также исследованы микробиологические показатели питьевой воды - общее микробное число, бактерии группы кишечной палочки, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus*, *Clostridium perfringens* (мембранная фильтрация^{46,47}).

Для токсико-гигиенической оценки воздействия произвольного суперэкоотоксиканта на организм проведено изучение накопления кадмия во внутренних органах лабораторных животных (печень, почки) при воздействии в дозе 1 мкг/кг массы тела в день, что соответствует допустимой дозе потребления данного элемента человеческой популяцией. Основная группа состояла из 20 крыс (2 подгруппы по 10 животных), которым ежедневно внутрижелудочно вводили водный раствор хлорида кадмия, контрольную группу, получающую дистиллированную воду, отобраны 20 особей разнополых белых аутбредных крыс. Воздействие кадмия в подгруппах оценивали через 60 и 90 дней. Животных выводили из эксперимента декапитацией, извлекали необходимые для анализа органы.

С целью гигиенической оценки загрязненности группы продуктов конкретным веществом и сравнения уровней контаминации различных групп продуктов, нами рассчитан коэффициент контаминации, позволяющий сопоставлять фактическое

³⁸ М 04-59-2009 «Продовольственное сырье и пищевые продукты, БАД. Методика измерений массовой доли консервантов (сорбиновой, бензойной кислот и их солей) и подсластителей (ацесульфама калия, сахараина и его солей) методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель» (издание 2014 года).

³⁹ МУ 5048-89 «Методические указания по определению нитратов и нитритов в продукции растениеводства».

⁴⁰ ГОСТ 31665-2012 «Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот».

⁴¹ ГОСТ 32915-2014 «Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии».

⁴² МУК 4.1.986-00 «Методика выполнения измерений массовой доли свинца и кадмия в пищевых продуктах и продовольственном сырье методом электротермической атомно-абсорбционной спектрометрии».

⁴³ ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов».

⁴⁴ ГОСТ 31266-2004 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка».

⁴⁵ ГОСТ 34427-2018 «Продукты пищевые и корма для животных. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектрометрии на основе эффекта Зеемана».

⁴⁶ МУК 4.2.3963-23 «Бактериологические методы исследования воды».

⁴⁷ Методические рекомендации. Обнаружение и идентификация *Pseudomonas Aeruginosa* в объектах окружающей среды (пищевых продуктах, воде, сточных жидкостях) / Минздрав СССР. - М., 1984 год.

содержание *i*-го вещества в пищевом продукте с его допустимым уровнем. Ранговое распределение приоритетных санитарно-химических и микробиологических токсикантов по степени риска для здоровья населения выполнено на основе разработанной 4-х балльной шкалы.

Оценка риска для здоровья населения выполнена в соответствии с положениями руководящего документа⁴⁸. Методологической основой для количественного определения уровней экспозиции послужил расчет средних суточных доз (LADD). Статистическая обработка первичных данных проведена с применением специализированного программного обеспечения для анализа «IBM SPSS Statistics» (версия 21.0). Для проверки статистической значимости различий между средними значениями в рамках соответствующих категорий пищевых продуктов был использован комплекс непараметрических методов, что обусловлено необходимостью проверки соответствия данных закону нормального распределения. Сравнение нескольких групп проводили с помощью критерия Краскела-Уоллиса, попарный анализ – с использованием U-критерия Манна-Уитни. Описание количественных данных выполнено с указанием среднего арифметического и стандартного отклонения. Различия считали статистически значимыми при уровне $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение. Анализ пяти различных видов пищевой продукции ($n = 200$), отобранных из продуктового ритейла, показал, что содержание широко применяемых консервантов - сорбиновой (E200) и бензойной (E210) кислот достигает 526 ± 74 мг/кг и 236 ± 33 мг/кг соответственно, и не превышает нормативных значений, установленных техническим регламентом⁴⁹. Несмотря на то, что внесение данных пищевых добавок при производстве соковой продукции запрещено, а использование бензойной кислоты в молочной промышленности не допустимо, в данных наименованиях продуктов обнаружены незначительные уровни консервантов - до 53 ± 7 мг/кг, что вероятно, обусловлено их естественным (природным) происхождением.

Определение количественного состава смеси жирных кислот в виде метиловых эфиров в четырех наименованиях продуктов из магазинов розничной торговли ($n = 107$) не выявило отклонений в пробах молока питьевого и молока сухого. В то же

⁴⁸ Р 2.1.10.3968-23 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания».

⁴⁹ Технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (ТР ТС 029/2012), утвержденный решением Совета Евразийской экономической комиссии от 20.07.2012 № 58.

время несоответствия обнаружены в пробах сливочного масла (6,3% от общего количества исследованных проб), сметаны (5,9%), творога (4,2%), сгущенного молока (4,2%), сыра полутвердого (2,1%), кефира (2,1%). В данных нестандартных пробах молочных продуктов наблюдалось заниженное содержание масляной, капроновой, каприловой, миристиновой кислот, свойственных для молочного жира, и завышенное содержание пальмитиновой, олеиновой и линолевой кислот, что указывало на добавление растительных жиров. Среднее содержание транс-изомеров жирных кислот - элаидиновой (C18:1, транс-9) и линоэлаидиновой (C18:2, транс-9, транс-12) в проанализированных категориях продуктов составило $1,38 \pm 0,37\%$. Уровень трансжиров в жировой фазе образцов майонеза, маргаринов и спредов ($0,65 \pm 0,24\%$) не превышал 2,0% от общего содержания жира в продукте и соответствовал обязательным требованиям к масложировой продукции⁵⁰. Отдельные образцы кондитерских изделий, в частности шоколадные вафли ($14,86 \pm 1,10\%$) и молокосодержащей продукции - глазированные сырки ($5,93 \pm 0,42\%$), содержали более 2,0% трансизомеров жирных кислот, однако данная группа продуктов не входит в перечень нормируемых Техническим регламентом по этому показателю.

Исследования показали значительные региональные и сезонные колебания уровня нитратов в продукции растениеводства ($n = 238$) из личных подсобных хозяйств, выращенных в десяти различных районах Республики Башкортостан. Среднее содержание нитратов в образцах картофеля составило 83 ± 17 мг/кг, моркови - 111 ± 16 мг/кг, столовой свеклы - 1014 ± 117 мг/кг, что соответствовало норме⁵¹, средний уровень нитратов в образцах капусты белокочанной составил 634 ± 198 мг/кг при допустимом - 500 мг/кг. Мониторинг содержания нитратов в плодоовощной продукции из розничной торговой сети ($n = 126$) не выявил превышений нормативных требований, сравнительный анализ сезонной динамики установил достоверную изменчивость содержания нитратов в образцах огурцов ($F=19,694$; $p=0,0001$), картофеля ($F=14,316$; $p=0,0001$), столовой свеклы ($F=12,961$; $p=0,0001$) и капусты ($F=67,631$; $p=0,0001$) с максимальными значениями в летне-осенний период.

Оценка элементного состава десяти наименований пищевой продукции ($n = 2288$) показала, что средние значения концентраций токсичных элементов (Pb, Cd, As, Hg) в большинстве проанализированных образцов соответствуют установленным

⁵⁰ Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на масложировую продукцию» (ТР ТС 024/2011), утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 883.

⁵¹ Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880.

гигиеническим нормативам¹⁴. Наибольшее количество нестандартных проб с превышением допустимого уровня (далее - ДУ) выявлено в растениеводческой продукции, отобранной в личных подсобных хозяйствах: уровень свинца в образцах картофеля достигал $1,20 \pm 0,35$ мг/кг (2,2 ДУ), в корнеплодах моркови - $0,50 \pm 0,18$ мг/кг (верхняя граница ДУ), содержание кадмия в пробах капусты белокочанной достигало $0,30 \pm 0,11$ мг/кг (10 ДУ), в корнеплодах столовой свеклы - $0,042 \pm 0,016$ мг/кг и в картофеле - $0,043 \pm 0,016$ мг/кг, что выше нормативного значения в 1,4 раза. Кроме того, в отдельных пробах хлебобулочных изделий зафиксировано превышение допустимого уровня кадмия до 2 раз, а в кулинарных - до 1,5 раз.

Наиболее высокие значения ртути и мышьяка установлены в образцах рыбы. Среднее содержание ртути в образцах пресноводной хищной рыбы составило $0,98 \pm 0,20$ мг/кг (1,6 ДУ), в остальных категориях уровень находился в допустимом диапазоне: $0,18 \pm 0,05$ мг/кг в пресноводной нехищной и $0,11 \pm 0,03$ мг/кг в морской рыбе.

Результаты исследования других микроэлементов, нормируемых в отдельных группах пищевых продуктов или не нормируемых в настоящее время, показали, что пищевая продукция, подвергнутая обработке, содержит больше алюминия. Установлено, что при диапазоне концентрации металла в мясной продукции 0,2-0,8 мг/кг, в некоторых видах фарша его уровень составляет 4,2-7,3 мг/кг, предположительно это обусловлено внесением содержащих алюминий добавок или применением технологического оборудования с алюминиевыми деталями. Максимальный средний уровень условно-эссенциального никеля обнаружен в овощах и картофеле ($0,25 \pm 0,02$ мг/кг) из личных подсобных хозяйств, концентрация хрома выше всего в образцах фруктов ($0,31 \pm 0,20$ мг/кг) и кондитерских изделий ($0,30 \pm 0,08$ мг/кг) из продуктового ритейла, содержание эссенциальных элементов (железо, медь, цинк, марганец) в пищевых продуктах оказалось ниже приводимых в литературе среднероссийских данных [6].

Изучение кинетики и биораспределения кадмия в организме лабораторных животных при введении металла в субтоксических дозах, сопоставимых с предельно допустимыми уровнями для человеческой популяции, выявило значительное накопление данного токсиканта в ключевых органах детоксикации - печени и почках. Концентрации кадмия в этих органах превышали контрольные показатели в 2-4 раза ($p=0,001$), что свидетельствует о высокой степени кумуляции металла и его потенциальной токсичности даже при низких экспозиционных

уровнях. Полученные результаты подчеркивают необходимость ужесточения мониторинга содержания кадмия в пищевых продуктах и внедрения более строгих регуляторных мер для предотвращения его аккумуляции в организме человека.

На основании данных о среднелюдском потреблении основных продуктов в регионе [7, 8] и результатов количественных исследований были рассчитаны суточные дозы перорального поступления бензойной кислоты, нитратов, химических элементов и уровни хронического неканцерогенного риска.

Результаты анализа выявили высокий неканцерогенный риск, обусловленный сочетанным воздействием мышьяка ($HQ=6,53$), марганца ($HQ=3,41$) и незначительность возникновения вредных неканцерогенных эффектов от перорального поступления бензойной кислоты ($HQ=0,10$) и нитратов ($HQ=0,33$) с пищевыми продуктами. Уровень риска развития неканцерогенных эффектов для веществ одностороннего действия, рассчитанный через индекс опасности, показал, что наибольшему риску развития неблагоприятных эффектов подвержены нервная и сердечно-сосудистая системы, органы дыхания и кожа, а также развитие детей ($HI = 6,529-10,046$). Риск развития вредных эффектов для иммунной системы, желудочно-кишечного тракта, почек и крови был весьма малым ($HI = 0,106-0,244$).

Оценка канцерогенного риска проведена при пероральном поступлении свинца, кадмия, мышьяка. Расчёты показали, что индивидуальный канцерогенный риск перорального поступления данных токсикантов с пищевыми продуктами, а также суммарный риск не превышают допустимого уровня и составляют от 0,35 по свинцу до 34,3 по мышьяку дополнительных случаев рака на 1 млн человек в течение всей жизни. Показатель популяционного канцерогенного риска для населения Республики Башкортостан, связанный с алиментарным поступлением мышьяка, свинца, кадмия составил 158 дополнительных случаев.

Микробиологический анализ выявил нестандартные пробы бутилированной питьевой воды, в единичных образцах обнаружены устойчивые к обеззараживанию микроорганизмы (споры сульфитредуцирующих клостридий). Вода питьевая на розлив из водоматов имеет приемлемые показатели по ОМЧ, но в ней присутствуют опасные бактерии - кишечная и синегнойная палочки. В отличие от них, бутилированная вода для детского питания по исследованным микробиологическим показателям соответствует норме. Её высокое качество подтверждает, что при должном контроле на всех этапах производства можно обеспечить безопасность продукта.

Примененный метод балльных оценок позволил ранжировать загрязнители по степени гигиенической опасности с учетом как их специфических особенностей действия на организм, что отражено в коэффициенте класса опасности⁵², так и фактическим уровнем загрязнения пищевой продукции, определяемым кратностью превышения установленных регламентов. Ранг приоритетности физико-химических показателей для оценки качества и безопасности пищевой продукции располагается в следующем порядке: кадмий > нитраты > мышьяк > свинец > ртуть > бензойная кислота > сорбиновая кислота. Наиболее приоритетными для микробиологического контроля качества питьевой воды являются: кишечная палочка > синегнойная палочка > энтерококки > споры сульфитредуцирующих клостридий. На основании проведенных исследований составлен список продуктов, которые в первую очередь подлежат мониторингу на территории региона по критериям качества и безопасности, схема представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Перечень пищевой продукции, подлежащей первоочередному мониторингу по показателям качества и безопасности

Figure 1. List of food products subject to priority monitoring in terms of quality and safety indicators

Вошедшие в данный список группы пищевой продукции согласуются с перечнем продукции, подлежащей государственному контролю, утвержденным Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

⁵² ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности», введенный постановлением Госстандарта СССР от 10.03.1976 № 579.

от 26.09.2023 и относятся к категориям со значительным, высоким и чрезвычайно высоким риском причинения вреда здоровью населения.

Результаты исследовательской работы позволяют предложить ряд мер, направленных на повышение эффективности региональной системы контроля безопасности пищевой продукции:

1. Внедрить целевую региональную программу мониторинга с акцентом на приоритетные контаминанты (кадмий, свинец, нитраты, мышьяк, ртуть) и группы продуктов высокого риска (овощная продукция из личных подсобных хозяйств, рыба пресноводных водоёмов, хлебобулочные изделия, молочная продукция, а также питьевая вода из автоматов самообслуживания).
2. Обеспечить доступный экспресс-контроль продукции, производимой в личных хозяйствах, и воды, реализуемой в розлив, в том числе с использованием мобильных лабораторных комплексов, для информирования населения и предотвращения оборота небезопасной продукции.
3. Применять риск-ориентированный подход при организации государственного надзора за производством и оборотом пищевой продукции, в том числе, на предприятиях общественного питания, с учетом характеристики и уровня опасности, вероятности возникновения рисков событий.
4. Проводить систематическую информационно-разъяснительную работу с производителями сельскохозяйственной продукции и населением по вопросам рационального применения удобрений и средств защиты растений, а также по способам снижения нитратов и токсичных элементов в продуктах при хранении и кулинарной обработке.

Заключение. Выполненные нами исследования подчеркивают актуальность проведения мониторинга качества и безопасности пищевой продукции на территории Республики Башкортостан по следующим показателям и наименованиям продуктов: жирнокислотный состав в молочной продукции; массовая доля трансизомеров ненасыщенных жирных кислот в кондитерских изделиях; кадмий, свинец, нитраты в растениеводческой продукции; *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus*, *Clostridium perfringens* в питьевой воде из водоматов самообслуживания.

Результаты эксперимента свидетельствуют, что при хроническом поступлении кадмия в дозах, сопоставимых с референтными для человека, происходит

достоверная аккумуляция металла в печени и почках. Это обосновывает особую значимость контроля кадмия в пищевых продуктах: из-за высокой токсичности и кумулятивного эффекта даже незначительное превышение фоновых уровней может нести угрозу здоровью населения, что требует приоритетного включения кадмия в региональные программы мониторинга.

Разработанные подходы к систематизации показателей качества и безопасности пищевых продуктов, предложенные практические рекомендации ориентированы на повышение эффективности социально-гигиенического мониторинга и снижение вероятности неблагоприятных последствий для здоровья населения от употребления недоброкачественных продуктов.

Вклад авторов:

Концепция и дизайн исследования - Бакиров А.Б., Ларионова Т.К.

Сбор и обработка материала - Аухадиева Э.А., Курилов М.В., Афонькина С.Р., Усманова Э.Н.

Анализ данных - Даукаев Р.А., Ларионова Т.К., Аухадиева Э.А., Курилов М.В., Афонькина С.Р., Усманова Э.Н.

Написание текста и оформление статьи - Бакиров А.Б., Даукаев Р.А.

Редактирование - Бакиров А.Б., Даукаев Р.А., Ларионова Т.К.

Все соавторы - утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех ее частей.

Author contribution:

Concept and design of the study - Bakirov A.B., Larionova T.K.

Collection and processing of material - Aukhadieva E.A., Kurilov M.V., Afonkina S.R., Usmanova E.N.

Data analysis - Daukaev R.A., Larionova T.K., Aukhadieva E.A., Kurilov M.V., Afonkina S.R., Usmanova E.N.

Writing the text designing the article - Bakirov A.B., Daukaev R.A.

Editing - Bakirov A.B., Daukaev R.A., Larionova T.K.

All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Список литературы:

1. Распоряжение Правительства РФ от 29.06.2016 № 1364-р «Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года». Собрание законодательства Российской Федерации. 2016; 28. Ст. 4758.
2. Указ Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». Собрание законодательства Российской Федерации. 2020; 4. Ст. 345.
3. Руководство по глобальному мониторингу здорового питания. Женева: Всемирная организация здравоохранения, Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций и Детский фонд Организации Объединенных Наций. 2024: 40 с. DOI:10.4060/cd0961ru
4. Семин А. Н., Рущицкая О. А., Гусманов Р. У., Стомба Е. В. Комплексная оценка продовольственного обеспечения населения Республики Башкортостан в условиях новых системных вызовов. Аграрный вестник Урала. 2023; 23(09):138-148. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-09-138-148.
5. Вартанова М.Л. Кластерный анализ продовольственной безопасности России с учетом демографических профилей регионов. Регионология. 2026; 34 (2):305-327. DOI: 10.15507/2413-1407.26342.305-327.
6. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Химический состав российских пищевых продуктов. М.: ДеЛи принт. 2002: 236 с.
7. Ларионова Т.К., Бакиров А.Б., Даукаев Р.А. Оценка питания взрослого населения Республики Башкортостан. Вопросы питания. 2018; 87(5): 37-42. DOI: 10.24411/0042-8833-2018-10051.
8. Зеленковская Е.Е., Ларионова Т.К., Даукаев Р.А., Мусабилов Д.Э., Аллаярова Г.Р., Афонькина С.Р., Фазлыева А.С., Аухадиева Э.А., Курилов М.В. Анализ фактического питания учащихся младшего школьного возраста Республики Башкортостан. Гигиена и санитария. 2022; 101(12): 1562-1567. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-12-1562-1567.

References:

1. Government of the Russian Federation. On approving the Strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030 (Directive No. 1364-r, June 29, 2016). Collection of Legislation of the Russian Federation. 2016;(28):Art. 4758.

2. President of the Russian Federation. On approving the Food Security Doctrine of the Russian Federation (Decree No. 20, January 21, 2020). Collection of Legislation of the Russian Federation. 2020;(4):Art. 345.
3. Guidance for monitoring healthy diets globally. Geneva: World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, and United Nations Children's Fund; 2024. 40 p. DOI:10.4060/cd0961ru.
4. Semin A.N., Rushchitskaya O.A., Gusmanov R.U., Stovba E.V. Comprehensive assessment of food supply to the population of the Republic of Bashkortostan in the context of new systemic challenges. Agrarian Bulletin of the Urals. 2023;23(9):138-148. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-09-138-148.
5. Vartanova M.L. Cluster analysis of Russia's food security taking into account the demographic profiles of the regions. Regionology. 2026;34(2):305-327. DOI: 10.15507/2413-1407.26342.305-327.
6. Skurikhin I.M., Tutelian V.A. Chemical composition of Russian food products. Moscow: DeLi print; 2002. 236 p.
7. Larionova T.K., Bakirov A.B., Daukaev R.A. Nutritional assessment of adult population of the Republic of Bashkortostan. Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]. 2018;87(5):37–42. DOI: 10.24411/0042-8833-2018-10051.
8. Zelenkovskaya E.E., Larionova T.K., Daukaev R.A., Musabirov D.E., Allayarova G.R., Afonkina S.R., Fazlieva A.S., Aukhadieva E.A., Kurilov M.V. Analysis of the actual nutrition in primary school students of the Republic of Bashkortostan. Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal). 2022; 101(12): 1562-1567. DOI:10.47470/0016-9900-2022-101-12-1562-1567.

Информация об авторах

Бакиров Ахат Бариевич - д.м.н., проф., советник директора ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», заведующий кафедрой терапии и профессиональных болезней с курсом института последипломного образования ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, академик Академии наук Республики Башкортостан, e-mail: akhatb@bk.ru, ORCID iD: 0000-0003-3510-2595.

Даукаев Рустем Аскарлович - к.б.н., заведующий химико-аналитическим отделом ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: ufa.lab@yandex.ru, ORCID iD: 0000-0002-0421-4802.

Ларионова Татьяна Кенсариновна - к.б.н., доцент, ведущий научный сотрудник химико-аналитического отдела ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: larionovatk@yandex.ru, ORCID iD: 0000-0001-9754-4685.

Афонькина Светлана Разифовна - к.х.н., старший научный сотрудник химико-аналитического отдела ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: svetafonk@mail.ru, ORCID iD: 0000-0003-0445-9057

Аухадиева Эльвира Ахатовна - младший научный сотрудник химико-аналитического отдела ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: phytoufa@yandex.ru, ORCID iD: 0000-0002-6793-6992.

Курилов Михаил Викторович - младший научный сотрудник химико-аналитического отдела ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: golovenco@mail.ru, ORCID iD: 0000-0002-2818-1558

Усманова Эльза Наильевна - младший научный сотрудник химико-аналитического отдела ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», e-mail: elza90@inbox.ru, ORCID iD: 0000-0002-5455-6472

Author information

Akhat B. Bakirov - Dr. Sci. (Med.), professor, advisor to the director of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Head of the Department of Therapy and Occupational Diseases with a course at the Institute of Postgraduate Education of the Bashkirian State Medical University of the Russian Health Ministry, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, e-mail: akhatb@bk.ru, ORCID: 0000-0003-3510-2595.

Rustem A. Daukayev - Cand. Sci. (Biol.), head of the chemical and analytical department of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, e-mail: ufa.lab@yandex.ru, ORCID iD: 0000-0002-0421-4802.

Tatyana K. Larionova - Cand. Sci. (Biol.), associate professor, leading researcher of the chemical and analytical department of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, e-mail: larionovatk@yandex.ru, ORCID iD: 0000-0001-9754-4685.

Svetlana R. Afonkina - Cand. Sci. (Chem.), senior researcher of the chemical and analytical department of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, e-mail: svetafonk@mail.ru, ORCID iD: 0000-0003-0445-9057.

Elvira A. Aukhadiyeva - junior researcher of the chemical and analytical department of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, e-mail: phytoufa@yandex.ru, ORCID iD: 0000-0002-6793-6992.

Mikhail V. Kurilov - junior researcher of the chemical and analytical department of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, e-mail: golovenco@mail.ru, ORCID iD: 0000-0002-2818-1558.

Elza N. Usmanova - junior researcher of the chemical and analytical department of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, e-mail: elza90@inbox.ru, ORCID iD: 0000-0002-5455-6472.

Поступила/Received: 24.08.2026

Принята в печать/Accepted: 27.08.2026