



АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ ТРУДОСПОСОБНОГО НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОГО КОНТАМИНАЦИЕЙ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ (ОПЫТ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ)

Д.О. Горбачев, О.В. Сазонова, Л.М. Бородин, М.Ю. Гаврюшин

Самарский государственный медицинский университет, Россия, 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, 89

В настоящее время актуальной проблемой является обеспечение безопасности питания населения посредством проведения мероприятий по снижению риска неблагоприятного воздействия контаминантов на здоровье человека, в том числе через систему государственного санитарно-эпидемиологического надзора. По данным лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области» проанализировано 71 204 пробы пищевых продуктов на содержание тяжелых металлов (кадмия, ртути, свинца, мышьяка), пестицидов (гексахлорциклогексана (ГХЦГ), дихлордифенилтрихлорметилметана (ДДТ)), нитратов, нитритов, афлатоксина В1, бенз(а)пирена, проведена последующая оценка экспозиции и рассчитаны риски канцерогенных и неканцерогенных эффектов. Анализ суммарного индекса опасности, сформированного по медианным значениям содержания контаминантов, показал, что существенный вклад в формирование риска вносит мышьяк – 48 %, второе ранговое место занимает кадмий – 14 %, третье – нитраты – 12 %. Группы продуктов, вносящие вклад в формирование суммарного индекса опасности: овощи и бахчевые (23 %), хлеб и хлебные продукты (22 %), молоко и молочные продукты (12 %), мясо и мясопродукты (11 %), фрукты и ягоды (9 %). Показано, что при одновременном поступлении исследуемых контаминантов с учетом максимального неканцерогенного риска наибольшее негативное влияние оказывается на гормональную систему за счет комбинированного воздействия кадмия, ртути, свинца, мышьяка, ДДТ. Оценка канцерогенных рисков, обусловленных комбинированным поступлением контаминантов с учетом медианных концентраций, показала, что уровень риска соответствовал третьему диапазону. Построение эволюционных моделей канцерогенного риска при расчетном потреблении различных групп пищевых продуктов как в медианных концентрациях, так и по 90-му перцентилю позволило оценить риски указанных эффектов как «пренебрежимо малые». Показано, что система государственного санитарно-эпидемиологического надзора на территории Самарской области в полной мере обеспечивает мониторинг качества и безопасности пищевых продуктов отечественного и импортного производства.

Ключевые слова: контаминация, тяжелые металлы, пестициды, пищевые продукты, неканцерогенные риски, канцерогенные риски, эволюционные модели, продовольственная безопасность.

Питание играет ключевую роль в сохранении и укреплении здоровья человека [1, 2]. Компоненты пищевого рациона обеспечивают организм необходимыми макро- и микроэлементами, пища является источником энергии, нутриентный состав рациона оказывает влияние на рост и развитие организма, обеспечивает его защиту от влияния неблагоприятных факторов окружающей среды [3–7]. Вместе с тем содержащиеся в продовольственном сырье и продуктах питания чужеродные компоненты способны

оказывать неблагоприятное влияние на здоровье человека, снижая адаптационный потенциал организма, приводя к развитию неканцерогенных и канцерогенных эффектов [8–13]. Контаминация пищевых продуктов, в первую очередь, имеет антропогенную природу и связана с хозяйственной деятельностью человека [14–19]. В настоящее время в рамках реализации «Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации»¹, «Основ государственной политики в области здорового питания насе-

© Горбачев Д.О., Сазонова О.В., Бородин Л.М., Гаврюшин М.Ю., 2019

Горбачев Дмитрий Олегович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены питания с курсом гигиены детей и подростков (e-mail: Dmitriy-426@rambler.ru; тел.: 8 (846) 332-70-89; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8044-9806>).

Сазонова Ольга Викторовна – доктор медицинских наук, заведующий кафедрой гигиены питания с курсом гигиены детей и подростков (e-mail: ov_2004@mail.ru; тел.: 8 (846) 332-70-89; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4130-492X>).

Бородин Любовь Михайловна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены питания с курсом гигиены детей и подростков (e-mail: smlm@mail.ru; тел.: 8 (846) 332-70-89; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5165-8254>).

Гаврюшин Михаил Юрьевич – кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры гигиены питания с курсом гигиены детей и подростков (e-mail: muiltex555@yandex.ru; тел.: 8 (846) 332-70-89; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0897-7700>).

¹ Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации № 120 от 30 января 2010 г. [Электронный ресурс] // Российская газета. – 2010. – Федеральный выпуск № 21 (5100). – URL: <https://rg.ru/2010/02/03/prod-dok.html> (дата обращения: 10.05.2019).

ния до 2020 года»², «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года»³ осуществляются мероприятия по снижению риска неблагоприятного воздействия контаминантов на здоровье человека, в том числе через систему государственного санитарно-эпидемиологического надзора [20]. Одним из эффективных механизмов реализации указанного направления является мониторинг качества и безопасности пищевых продуктов отечественного и импортного производства, осуществляемый в рамках функционирования Федерального информационного фонда (ФИФ) в системе социально-гигиенического мониторинга. Накапливаемая в ходе мониторинга информация позволяет применять административные меры воздействия по изъятию продукции из обращения, запрету на ввоз импортных продуктов, ограничению области применения. Кроме того, при проведении мониторинга осуществляется оценка рисков здоровью, обусловленных контаминацией продовольственного сырья и пищевых продуктов. Полученные результаты используются для последующего принятия управленческих решений и информирования потребителей [21, 22]. В настоящее время в нашей стране применяются методические подходы, основанные на единых критериях оценки рисков и состоящие из нескольких этапов: идентификация опасности, оценка зависимости «экспозиция – ответ», оценка экспозиции и характеристики риска. Перспективным направлением при оценке рисков является математическое моделирование эволюции рисков во времени. Подход позволяет наиболее точно оценить вероятность воздействия алиментарных контаминантов на различные органы и системы живых объектов [23].

Таким образом, влияние питания на организм человека необходимо рассматривать не только с точки зрения обеспечения физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии, но и с позиции потенциальных рисков, обусловленной влиянием антропогенных контаминантов. Следует отметить, что негативное влияние указанной контаминации усугубляется при выполнении человеком профессиональной деятельности во вредных условиях труда и/или при нарушении принципов рационального питания. Указанные проблемы определили цель и методологию исследования, где в качестве объекта исследования была выбрана Самарская область как среднестатистический регион Российской Федерации.

Цель исследования состояла в оценке риска здоровью трудоспособного населения Самарской области, обусловленного контаминацией пищевых продуктов.

Материалы и методы. Содержание примесей в пищевых продуктах оценивалось по данным лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области» за 11-летний период. В ходе исследования были проанализированы 71 204 пробы. Сформированный массив данных лег в основу создания базы данных «База данных по контаминации продуктов питания»⁴, позволившей вести сбор, хранение, динамическую обработку информации о контаминации пищевых продуктов. Для расчета экспозиции использовали медиану и 90-й процентиль содержания контаминанта в пищевых продуктах. В группу исследуемых пищевых продуктов входили продукты местного производства, ввозимые с других территорий, в том числе продукты импортного происхождения. В основных группах продуктов определяли содержание тяжелых металлов (кадмия, ртути, свинца, мышьяка), пестицидов (гексахлорциклогексана (ГХЦГ), ДДТ), нитратов, нитритов, афлатоксина В1, бенз(а)пирена. В автоматическом режиме проводили оценку экспозиции и рассчитывали риски канцерогенных и неканцерогенных эффектов в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду»⁵. Суммарный индекс опасности (НИ) рассчитывали при условии одновременного поступления и длительного воздействия нескольких контаминантов как по медианным значениям экспозиции, так и по 90-му процентилю.

Оценку канцерогенного риска проводили на основе рассчитанных значений экспозиции контаминантов по медиане и по 90-му процентилю с учетом факторов канцерогенного потенциала (факторов наклона). Дополнительно был рассчитан популяционный канцерогенный риск (на 10 тысяч населения).

В исследовании приняли участие работники промышленных предприятий, сферы образования и здравоохранения, агропромышленного комплекса, офисные служащие Самарской области. Выборка составила 1736 человек. В отличие от методики расчета экспозиции, проводимой по данным среднелетнего годового потребления пищевых продуктов (Росстат), нами использованы данные индивидуаль-

² Основы государственной политики в области здорового питания населения до 2020 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1873-р от 25 октября 2010 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_106196/abb337778165250dae206cad6dc91e21308f022/ (дата обращения: 10.05.2019).

³ Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1364-р от 29 июня 2016 года [Электронный ресурс] // Правительство России: официальный сайт. – URL: <http://government.ru/docs/23604/> (дата обращения: 10.05.2019).

⁴ Программный комплекс по оценке фактического питания «Нутри-проф»: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ 2018616624 РФ / А.К. Батулин, А.Н. Мартинчик, Д.О. Горбачев, О.В. Сазонова, Н.А. Михайлов; ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России. – № 2018613172. – Бюл. № 6. – 1 с.

⁵ Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

ного среднегодового потребления, полученные в результате оценки фактического питания трудоспособного населения на основе метода 24-часового воспроизведения рациона с применением программного комплекса «Нутри-проф».

Для проведения оценки риска здоровью, обусловленного контаминацией пищевых продуктов, дополнительно применяли расчетные формы эволюционных моделей. Они основаны на системе рекуррентных соотношений для различных типов ответа, выражающихся в нарушении здоровья [24].

Результаты и их обсуждение. Результаты анализа распределения выполненных проб показали, что наибольшее число проб приходилось на плодоовощную продукцию – 28 %, на остальные группы продуктов в среднем по 12–14 %. Абсолютное большинство проб приходилось на продукты местного производства, 18,2 % были ввезены на территорию региона извне.

Анализ содержания контаминантов в пищевых продуктах показал, что наибольшие концентрации кадмия по медианным значениям отмечены в молоке и молочных продуктах, сахаре и кондитерских изделиях (в основном в какао-бобах), рыбе и рыбных продуктах, хлебе и хлебных изделиях, наименьшие – в яйце и картофеле (диапазон медианных показателей 0,04–0,0125 мг/кг). Наибольшие значения содержания ртути имели рыба и рыбные продукты, по остальным пищевым продуктам распределение концентрации практически равномерное, диапазон медианных значений 0,0161–0,0013 мг/кг.

Анализ содержания свинца в пищевых продуктах показал, что максимальные медианные концентрации имеют рыба и рыбные продукты, картофель, хлеб и хлебные продукты, диапазон 0,076–0,02 мг/кг.

Ранжирование пищевых продуктов по медианным концентрациям мышьяка показало, что наибольшие концентрации имеют рыба и рыбные продукты, картофель, хлеб и хлебные продукты, диапазон 0,0691–0,0122 мг/кг.

Установлено, что в части содержания ГХЦГ в пищевых продуктах максимальные медианные концентрации имеют яйцо, масло растительное и другие жиры. Наименьшие значения – в продуктах растительного происхождения – овощах, фруктах, картофеле, диапазон 0,0163–0,0032 мг/кг. Наибольшие значения концентрации ДДТ имели мясо и мясные продукты, масло растительное и другие жиры, диапазон концентраций 0,0143–0,0044 мг/кг.

Наибольшие медианные концентрации нитратов были зарегистрированы в картофеле, овощах и бахчевых культурах – 56,48–87,3 мг/кг. Медианная концентрация нитратов в ягодах составила 26,465 мг/кг. Максимальная концентрация нитритов отмечена в мясе и мясных продуктах (колбасные изделия, вареные, копченые изделия).

Ранжирование пищевых продуктов по медианным концентрациям афлатоксина В1 показало, что наибольшие концентрации имели масло растительное и другие жиры, хлеб и хлебные продукты, сахар

и кондитерские изделия, диапазон 0,0002–0,00019 мг/кг, наибольшие концентрации бенз(а)пирена по средним значениям отмечены в рыбе и рыбных продуктах, мясе и мясных продуктах, диапазон измерений 0,0002–0,0004 мг/кг.

Полученные данные о содержании примесей в продуктах питания в сопряжении с информацией об индивидуальном среднегодовом потреблении, полученной в результате оценки фактического питания трудоспособного населения, позволили рассчитать экспозиции и коэффициенты опасности развития неканцерогенных эффектов от воздействия антропогенных контаминантов (табл. 1).

Таблица 1

Экспозиция (EXP , мг/кг/сут) и коэффициенты опасности (HQ) развития неканцерогенных эффектов от воздействия антропогенных контаминантов по медиане и 90-му процентилю

Контаминант	EXP_{me}	EXP_{90}	HQ_{me}	HQ_{90}
Кадмий	0,00013	0,00028	0,27	0,56
Ртуть	4,28097E-05	0,00014	0,14	0,48
Свинец	0,00061	0,0017	0,17	0,50
Мышьяк	0,00027	0,00057	0,89	1,9
ГХЦГ	7,55513E-05	0,000601	0,0075	0,0604
ДДТ	8,79349E-05	0,00022	0,175	0,45
Нитраты	0,3462	1,0085	0,22	0,63
Нитриты	2,40469E-05	0,028	0,00024	0,28
Афлатоксин В1	9,23169E-07	1,08517E-05	0,0185	0,217
Бенз(а)пирен	2,03296E-07	1,50772E-06	0,00041	0,003

Суммарный индекс опасности по медиане составил 1,9; по 90-му процентилю – 5. Установлено, что в суммарный индекс опасности, рассчитанный по медианным значениям содержания контаминантов, существенный вклад вносит мышьяк – 48 %, второе ранговое место занимает кадмий – 14 %, третье – нитраты – 12 %. Распределение вкладов контаминантов в формирование суммарного индекса опасности по 90-му процентилю имело следующий вид: первое место – мышьяк (37 %), второе – нитраты (13 %), третье – кадмий (11 %). Основными группами продуктов, вносящих наибольший вклад в формирование суммарного индекса опасности, являлись: овощи и бахчевые (23 %), хлеб и хлебные продукты (22 %), молоко и молочные продукты (12 %), мясо и мясные продукты (11 %), фрукты и ягоды (9 %).

При сценарии одновременного поступления исследуемых контаминантов с учетом максимального неканцерогенного риска наибольшим потенциальным рискам негативного влияния подвергается гормональная система за счет комбинированного воздействия кадмия, ртути, свинца, мышьяка, ДДТ (табл. 2).

Установлено, что максимальные индивидуальные и популяционные канцерогенные риски с учетом медианных значений экспозиции контаминантов обусловлены влиянием мышьяка, с учетом значений экспозиции по 90-му процентилю – влиянием ГХЦГ и мышьяка (табл. 3).

Таблица 2

Суммарный индекс (HI) опасности при комбинированном воздействии контаминантов на критические органы и системы (90-й перцентиль)

Критические органы и системы/контаминанты	HI
Гормональная система (кадмий, ртуть, свинец, мышьяк, ДДТ)	3,6
Нервная система (ртуть, свинец, мышьяк)	2,7
Иммунная система (ртуть, мышьяк)	2,2
Сердечно-сосудистая система (мышьяк, нитраты)	2,4
Репродуктивная система (ртуть, свинец)	0,9
Кожа (мышьяк)	1,8
Почки (кадмий, ртуть)	0,9
ЖКТ (мышьяк)	1,8
Кровь (свинец, нитраты, нитриты)	0,9
Печень (ДДТ)	0,4

Таблица 3

Индивидуальные и популяционные канцерогенные риски, обусловленные влиянием контаминантов (по медиане и 90-му перцентилу)

Контаминант	CR_{me}	PCR_{me}	CR_{90}	PCR_{90}
Кадмий	5,15E-05	0,5	0,000107	1,07
Свинец	2,8E-05	0,28	7,9E-05	0,79
Мышьяк	0,00040	4	0,00086	8,6
ДДТ	2,9E-05	0,29	7,6E-05	0,76
Бенз(а)пирен	1,4E-06	0,01	1,1E-05	0,11
ГХЦГ	0,000135	1,35	0,00108	10,8
Σ	6,45E-04	6,43	0,00221	22,13

Оценка канцерогенных рисков, обусловленных комбинированным поступлением контаминантов, с учетом медианных концентраций показала, что уровень риска соответствует третьему диапазону (индивидуальный риск в течение всей жизни в диапазоне от $1E-04$ до $1E-03$) и приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом. Оценка канцерогенных рисков при сценарии комбинированного пожизненного поступления контаминантов по 90-му перцентилу свидетельствует о том, что уровень риска относится к 4-му диапазону и характеризуется как неприемлемый (индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или более 0,001) и требующий принятия срочных организационных мероприятий по снижению указанного риска.

Построение эволюционных моделей при сценарии комбинированного поступления контаминантов с учетом индивидуального среднегодового потребления позволило определить группы продуктов, а также органы и системы, наиболее подверженные неблагоприятному влиянию контаминантов. Проведенные расчеты показывают, что наиболее ранний переход с уровня «пренебрежимо малого» на уровень «умеренного риска» при медианных значениях концентрации контаминантов происходит при потреблении хлеба и хлебных продуктов в 58,2 г., переход на уровень «высокого риска» – при потреблении хлеба и хлебных продуктов в 74,8 г., молока и молочных продуктов – в 74,9 г., переход на уровень «очень высокого риска» при потреблении хлеба и хлебных продуктов – в 76 лет (рис. 1).

При сценарии комбинированного поступления контаминантов в концентрациях по 90-му перцентилу («пессимистический сценарий потребления») наиболее ранний переход на уровень «умеренного риска» происходит также при потреблении хлеба и хлебных продуктов в 41,2 г., на уровень «высокого риска» в 66,1 г., на уровень «очень высокого риска» в 70,4 г.

При оценке влияния контаминантов на организм показано, что наибольшее неблагоприятное воздействие оказывают кадмий, мышьяк, ГХЦГ, основное воздействие приходится на эндокринную систему (рис. 2).

Неканцерогенные риски влияния контаминантов на другие органы и системы (сердечно-сосудистая, мочевыделительная, система кроветворения, иммунная система) в ходе построения эволюционных моделей нами расценены как «пренебрежимо малые».

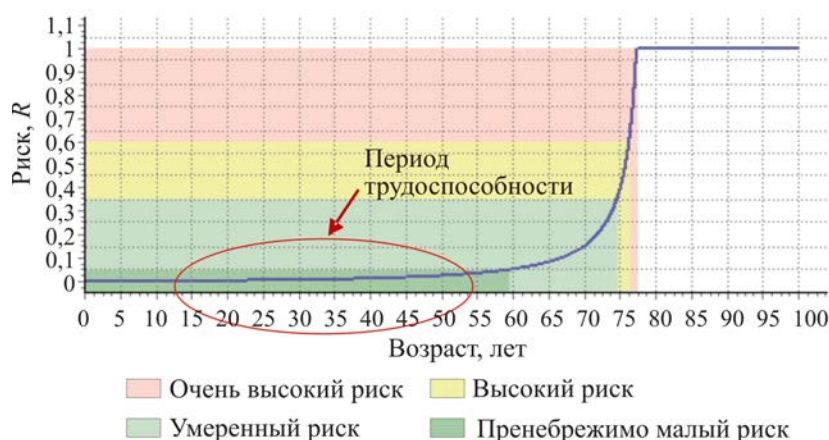


Рис. 1. Приведенный индекс неканцерогенного риска при расчетном потреблении хлеба и хлебобулочных изделий

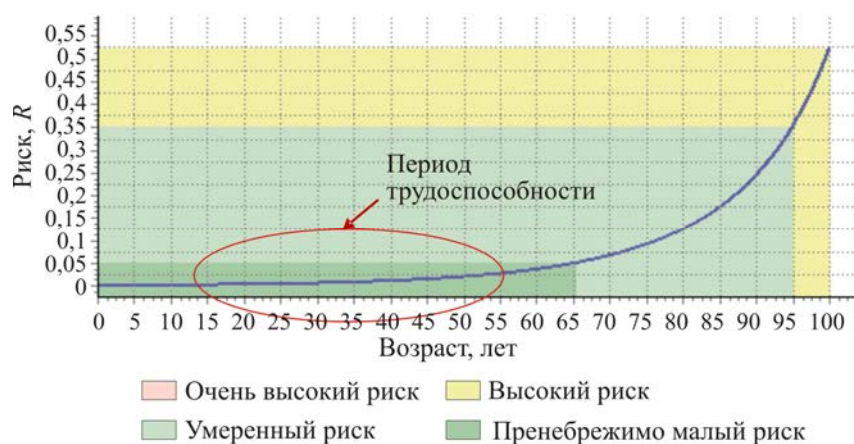


Рис. 2. Приведенный индекс неканцерогенного риска (эндокринная система) при расчетном потреблении хлеба и хлебобулочных изделий

Построение эволюционных моделей канцерогенного риска при расчетном потреблении хлеба и хлебных продуктов, обусловленного неблагоприятным воздействием кадмия, мышьяка, ГХЦГ, ДДТ в медианных концентрациях и по 90-му процентилю, позволило оценить риски указанных эффектов как «пренебрежимо малые».

Выводы. В настоящем исследовании оценка рисков осуществлялась с использованием данных индивидуального среднегодового потребления, полученных в результате оценки фактического питания трудоспособного населения на основе метода 24-часового воспроизведения питания. Предложенная нами методика наиболее точно отражает степень влияния алиментарных загрязнителей, так как не использует статистические данные среднестатистического годового потребления пищевых продуктов.

В ходе исследования установлено, что максимальный коэффициент опасности неканцерогенных эффектов обусловлен алиментарным поступлением мышьяка. При этом суммарный коэффициент опасности при комбинированном поступлении изучаемых загрязнителей в медианных концентрациях и по 90-му процентилю формируется в основном за счет поступления мышьяка, кадмия и нитратов с овощами и бахчевыми, хлебом и хлебными продуктами, молоком и молочными продуктами, мясом и мясными продуктами, фруктами и ягодами. При сценарии

комбинированного воздействия кадмия, ртути, свинца, мышьяка, ДДТ, в том числе с учетом построения эволюционных моделей, отмечено, что наибольшему неблагоприятному влиянию подвержена эндокринная система. Оценка канцерогенных рисков, обусловленных комбинированным поступлением загрязнителей с учетом медианных концентраций, показала, что уровень риска соответствует третьему диапазону, с учетом 90-го перцентиля – 4-му диапазону. Построение эволюционных моделей канцерогенного риска при расчетном потреблении различных групп пищевых продуктов как в медианных концентрациях, так и по 90-му процентилю позволило оценить риски указанных эффектов как «пренебрежимо малые».

Таким образом, применение различных методических подходов к оценке рисков, обусловленных загрязнением пищевых продуктов, показало, что система государственного санитарно-эпидемиологического надзора на территории Самарской области в полной мере обеспечивает мониторинг качества и безопасности пищевых продуктов отечественного и импортного производства и способствует сохранению здоровья населения.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Алиментарно-зависимые заболевания населения и гигиеническая характеристика факторов риска их развития на территории Республики Татарстан / О.А. Фролова, Е.А. Тафеева, Д.Н. Фролов, Е.П. Бочаров // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 5. – С. 470–473.
2. Пастушкова Е.В., Мысаков Д.С., Чугунова О.В. Некоторые аспекты фактора питания и здоровья человека // Здоровье и образование в XXI веке. – 2016. – № 4. – С. 67–72.
3. Оценка рациона питания и антиоксидантной активности биологических жидкостей организма студентов / С.Н. Лебедева, С.Д. Жамсаранова, С.А. Чукаев, Л.Д. Дымшнеева // Вопросы питания. – 2018. – № 1. – С. 35–43.
4. Характеристика питания и пищевого статуса рабочих различных промышленных предприятий Свердловской области / Т.В. Мажаева, С.Э. Дубенко, А.В. Погожева, С.А. Хотимченко // Вопросы питания. – 2018. – № 1. – С. 72–78.
5. Евстратова В.С., Раджаббадиев Р.М., Ханферьян Р.А. Структура потребления макронутриентов населением различных регионов Российской Федерации // Вопросы питания. – 2018. – № 2. – С. 34–38.

6. Гигиеническое обоснование применения функциональных молочных продуктов в профилактике дефицита макро- и микроэлементов / Л.А. Боярская, Е.А. Вильмс, Д.В. Турчанинов, И.В. Богдашин, Ю.В. Ерофеев // Гигиена и санитария. – 2016. – № 11. – С. 1095–1099.
7. Жминченко В.М., Гаппаров М.М.Г. Современные тенденции исследований в нутрициологии и гигиене питания // Вопросы питания. – 2015. – № 1. – С. 4–14.
8. Безопасность пищевой продукции: новые проблемы и пути решений / С.А. Хотимченко, В.В. Бессонов, О.В. Багрянцева, И.В. Гмошинский // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 4. – С. 7–14.
9. Региональные особенности питания населения и риск для здоровья, связанный с химической контаминацией пищевых продуктов / О.В. Клепиков, Р.О. Хатуяев, А.В. Истомин, Л.А. Румянцева // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 11. – С. 1086–1091.
10. Al-Saleh I., Abduljabbar M. Heavy metals (lead, cadmium, methylmercury, arsenic) in commonly imported rice grains (*Oryza sativa*) sold in Saudi Arabia and their potential health risk // Int. J. Hyg. Environ Health. – 2017. – Vol. 220, № 7. – P. 1168–1178. DOI: 10.1016/j.ijheh.2017.07.007
11. Concentrations and health risks of lead, cadmium, arsenic, and mercury in rice and edible mushrooms in China / Y. Fang, X. Sun, W. Yang, N. Ma, Z. Xin, J. Fu, X. Liu, M. Liu [et al.] // Food Chem. – 2014. – Vol. 15, № 147. – P. 147–151. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.09.116
12. Levels of arsenic pollution in daily foodstuffs and soils and its associated human health risk in a town in Jiangsu Province, China / Y. Jiang, X. Zeng, X. Fan, S. Chao, M. Zhu, H. Cao // Ecotoxicol. Environ. Saf. – 2015. – № 122. – P. 198–204. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2015.07.018
13. Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessments of arsenic contamination in drinking water of Ardabil city in the Northwest of Iran / F. Sadeghi, S. Nasser, M. Yunesian, R. Nabizadeh, M. Mosafieri, A. Mesdaghinia // J. Environ. Sci. Health A Tox. Hazard. Subst. Environ. – 2018. – Vol. 53, № 5. – P. 421–429. DOI: 10.1080/10934529.2017.1410421
14. О контаминации нитратами продукции растениеводства / Т.В. Ламтева, Л.В. Великая, Е.П. Гайдукова, А.В. Платунин // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2018. – № 4. – С. 111–117.
15. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Хотимченко С.А. Нормативная база оценки качества и безопасности пищи // Российский журнал восстановительной медицины. – 2017. – № 2. – С. 74–120.
16. Concentrations of heavy metals in six municipal sludges from Guangzhou and their potential ecological risk assessment for agricultural land use / J. Liu, Z. Zhuo, S. Sun, X. Ning, S. Zhao, W. Xie, Y. Wang, L. Zheng [et al.] // Pol. J. Environ. Stud. – 2015. – Vol. 24, № 1. – P. 165–174. DOI: 10.15244/pjoes/28348
17. Human health risks associated with heavy metals in soil in different areas of San Luis Potosi, Mexico / F.J. Perez-Vazquez, R. Flores-Ramirez, A.C. Ochoa-Martinez, L. Carrizales-Yanez, C.A. Ilizaliturri-Hernandez, J. Moctezuma-Gonzalez, L.G. Pruneda-Alvarez, T. Ruiz-Vera [et al.] // Hum. Ecol. Risk Assess. – 2016. – Vol. 22, № 2. – P. 323–336. DOI: 10.1080/10807039.2015.1064760
18. Kendir E., Kentel E., Sanin F.D. Evaluation of heavy metals and associated health risks in a metropolitan wastewater treatment plant's sludge for its land application // Hum. Ecol. Risk Assess. Int. J. – 2015. – Vol. 21, № 6. – P. 1631–1643. DOI: 10.1080/10807039.2014.966590
19. Heavy metal concentrations and their decreasing trends in sewage sludges of China / T.B. Chen, Q.F. Huang, D. Gao [et al.] // Acta Sci. Circumstantiae. – 2003. – № 23. – P. 561–569.
20. Попова А.Ю. Анализ риска – стратегическое направление обеспечения безопасности пищевых продуктов // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 4. – С. 4–12. DOI: 10.21668/health.risk/2018.4.01
21. Опыт обоснования гигиенических нормативов безопасности пищевых продуктов с использованием критериев риска здоровью населения / Н.В. Зайцева, В.А. Тутельян, П.З. Шур, С.А. Хотимченко, С.А. Шевелева // Гигиена и санитария. – 2014. – № 5. – С. 70–74.
22. Методы и технологии анализа риска здоровью в системе государственного управления при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения / Н.В. Зайцева, А.Ю. Попова, И.В. Май, П.З. Шур // Гигиена и санитария. – 2015. – № 2. – С. 93–98.
23. Зайцева Н.В. Анализ рисков для здоровья населения Российской Федерации, обусловленных загрязнением пищевых продуктов // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 4. – С. 13–23. DOI: 10.21668/health.risk/2018.4.02
24. Методические подходы к оценке популяционного риска здоровью на основе эволюционных моделей / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов, М.Ю. Цинкер // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 1. – С. 4–6.

Анализ риска здоровью трудоспособного населения, обусловленного контаминацией пищевых продуктов (опыт Самарской области) / Д.О. Горбачев, О.В. Сазонова, Л.М. Бородина, М.Ю. Гаврюшин // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 3. – С. 42–49. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.05



ANALYZING HEALTH RISKS FOR EMPLOYABLE POPULATION CAUSED BY FOOD PRODUCTS CONTAMINATION (EXPERIENCE GAINED IN SAMARA REGION)

D.O. Gorbachev, O.V. Sazonova, L.M. Borodina, M.Y. Gavryushin

Samara State Medical University, 89 Chapayevskaya Str., Samara, 443099, Russian Federation

Nowadays it is essential to provide safe nutrition for population via activities aimed at reducing risks related to adverse effects produced by contaminants on people's health; such activities include those accomplished within the state sanitary-epidemiologic surveillance. As per data provided by Samara Regional Center for Hygiene and Epidemiology, 71,204 food products samples were analyzed; analysis focused on contents of heavy metals (cadmium, mercury, lead, and arsenic), pesticides (hexachlorocyclohexane or HCCH, Dichlorodiphenyltrichloroethane or DDT,) nitrates, nitrites, aflatoxin B1, and benzpyrene. Next, exposure was assessed and risks of carcinogenic and non-carcinogenic effects were calculated. Analysis of an aggregated hazard index created as per median values of contaminants contents revealed that arsenic made a substantial contribution into risks which was equal to 48 %. The second rank place belonged to cadmium that accounted for 14 %; the third one was occupied with nitrates, 12 %. The following food products groups contributed into the aggregated hazard index: melons and vegetables (23 %), bread and grocery (22 %), milk and milk products (12 %), meat and meat products (11 %), fruit and berries (9 %). It was shown that simultaneous introduction of the examined contaminants taking into account the highest non-carcinogenic risks exerted the most adverse impacts on the hormonal system due to combined exposure to cadmium, mercury, lead, arsenic, and DDT. We assessed carcinogenic risks caused by combined introduction of the contaminants taking into account their median concentrations and revealed that the risks were within the third range. We designed evolution models for carcinogenic risks basing on calculated consumption of various food products both as per median concentrations and 90%-percentile; it allowed us to assess these risks as being "negligible". It was shown that the state sanitary-epidemiologic surveillance in Samara region accomplished all the necessary activities as regards monitoring over quality and safety of food products, both domestic and imported.

Key words: contamination, heavy metals, pesticides, food products, non-carcinogenic risks, carcinogenic risks, evolution models, food security.

References

1. Frolova O.A., Tafeeva E.A., Frolov D.N., Bocharov E.P. Alimentary-dependent diseases of the population and the hygienic characteristic of the factors of the risk of their development in the territory of the republic of Tatarstan. *Gigiena i sanitariya*, 2018, vol. 97, no. 5, pp. 470–473 (in Russian).
2. Pastushkova E.V., Mysakov D.S., Chugunova O.V. Some aspects of nutrition and health. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*, 2016, no. 4, pp. 67–72 (in Russian).
3. Lebedeva S.N., Zhamsaranova S.D., Chukaev S.A., Dymshcheva L.D. Assessment of the nutrition and antioxidant activity of biological liquids in students. *Voprosy pitaniya*, 2018, no. 1, pp. 35–43 (in Russian).
4. Mazhaeva T.V., Dubenko S.E., Pogozheva A.V., Khotimchenko S.A. Characteristics of the diet and nutritional status of workers at various industrial enterprises of the Sverdlovsk Region. *Voprosy pitaniya*, 2018, no. 1, pp. 72–78 (in Russian).
5. Evstratova V.S., Radzhabkadiyev R.M., Khanfer'yan R.A. The structure of macronutrient consumption by the population of various regions of Russian Federation. *Voprosy pitaniya*, 2018, no. 2, pp. 34–38 (in Russian).

© Gorbachev D.O., Sazonova O.V., Borodina L.M., Gavryushin M.Y., 2019

Dmitry O. Gorbachev – Candidate of Medical Sciences, Associate professor at the Nutrition Hygiene Department with a course in hygiene for children and teenagers (e-mail: Dmitry-426@rambler.ru; tel.: +7(846) 332-70-89; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8044-9806>).

Olga V. Sazonova – Doctor of Medical Sciences, head of the Nutrition Hygiene Department with a course in hygiene for children and teenagers (e-mail: ov_2004@mail.ru; tel.: +7(846) 332-70-89; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4130-492X>).

Lyubov M. Borodina – Candidate of Medical Sciences, Associate professor at the Nutrition Hygiene Department with a course in hygiene for children and teenagers, Leading Researcher (e-mail: smlm@mail.ru; tel.: +7(846) 332-70-89; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5165-8254>).

Mikhail Yu. Gavryushin – Candidate of Medical Sciences, Senior Lecturer at the Nutrition Hygiene Department with a course in hygiene for children and teenagers, Leading Researcher (e-mail: muiltex555@yandex.ru; tel.: +7(846) 332-70-89; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0897-7700>).

6. Boyarskaya L.A., Vil'ns E.A., Turchaninov D.V. Hygienic substantiation of application of functional dairy products in the prevention of macro- and micronutrient deficiency. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 11, pp. 1095–1099 (in Russian).
7. Zhminchenko V.M., Gapparov M.M.G. Modern trends of research in nutritiology and nutrition hygiene. *Voprosy pitaniya*, 2015, no. 1, pp. 4–14 (in Russian).
8. Khotimchenko S.A., Bessonov V.V., Bagryantseva O.V., Gmoshinskii I.V. Safety of food products: new problems and ways of solution. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*, 2015, no. 4, pp. 7–14 (in Russian).
9. Klepikov O.V., Khatuaev R.O., Istomin A.V., Rumyantseva L.A. Regional features of food standards and health risks associated with chemical contamination of food. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 11, pp. 1086–1091 (in Russian).
10. Al-Saleh I., Abduljabbar M. Heavy metals (lead, cadmium, methylmercury, arsenic) in commonly imported rice grains (*Oryza sativa*) sold in Saudi Arabia and their potential health risk. *Int. J. Hyg. Environ Health*, 2017, vol. 220, no. 7, pp. 1168–1178. DOI: 10.1016/j.ijheh.2017.07.007
11. Fang Y., Sun X., Yang W., Ma N., Xin Z., Fu J., Liu X., Liu M. [et al.]. Concentrations and health risks of lead, cadmium, arsenic, and mercury in rice and edible mushrooms in China. *Food Chem.*, 2014, vol. 15, no. 147, pp. 147–151. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.09.116
12. Jiang Y., Zeng X., Fan X., Chao S., Zhu M., Cao H. Levels of arsenic pollution in daily foodstuffs and soils and its associated human health risk in a town in Jiangsu Province, China. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 2015, no. 122, pp. 198–204. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2015.07.018
13. Sadeghi F., Nasser S., Yunesian M., Nabizadeh R., Mosafieri M., Mesdaghinia A. Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessments of arsenic contamination in drinking water of Ardabil city in the Northwest of Iran. *J. Environ. Sci. Health. A. Tox. Hazard Subst. Environ.*, 2018, vol. 53, no. 5, pp. 421–429. DOI: 10.1080/10934529.2017.1410421
14. Lamteva T.V., Velikaya L.V., Gaidukova E.P., Platunin A.V. About contamination by nitrates of crop production. *Prikladnye informatsionnye aspekty meditsiny*, 2018, no. 4, pp. 111–117 (in Russian).
15. Tutelyan V.A., Nikityuk D.B., Khotimchenko S.A. Normative base for food quality and safety assessment. *Rossiiskii zhurnal vosstanovitel'noi meditsiny*, 2017, no. 2, pp. 74–120 (in Russian).
16. Liu J., Zhuo Z., Sun S., Ning X., Zhao S., Xie W., Wang Y., Zheng L. [et al.]. Concentrations of heavy metals in six municipal sludges from Guangzhou and their potential ecological risk assessment for agricultural land use. *Pol. J. Environ. Stud.*, 2015, vol. 24, no. 1, pp. 165–174. DOI: 10.15244/pjoes/28348
17. Perez-Vazquez F.J., Flores-Ramirez R., Ochoa-Martínez A.C., Carrizales-Yanez L., Ilizaliturri-Hernandez C.A., Moctezuma-Gonzalez J., Pruneda-Alvarez L.G., Ruiz-Vera T. [et al.] Human health risks associated with heavy metals in soil in different areas of San Luis Potosi, Mexico. *Hum. Ecol. Risk Assess.*, 2016, vol. 22, no. 2, pp. 323–336. DOI: 10.1080/10807039.2015.1064760
18. Kendir E., Kentel E., Sanin F.D. Evaluation of heavy metals and associated health risks in a metropolitan wastewater treatment plant's sludge for its land application. *Hum. Ecol. Risk Assess. Int.*, 2015, vol. 21, no. 6, pp. 1631–1643. DOI: 10.1080/10807039.2014.966590
19. Chen T.B., Huang Q.F., Gao D. [et al.]. Heavy metal concentrations and their decreasing trends in sewage sludges of China. *Acta Sci. Circumstantiae*, 2003, no. 23, pp. 561–569.
20. Popova A.Yu. Risk analysis as a strategic sphere in providing food products safety. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 4, pp. 4–12. DOI: 10.21668/health.risk/2018.4.01.eng
21. Zaitseva N.V., Tutelyan V.A., Shur P.Z., Khotimchenko S.A., Sheveleva S.A. Experience of justification of hygienic standards of food safety with the use of criteria for the risk for population health. *Gigiena i sanitariya*, 2014, no. 5, pp. 70–74 (in Russian).
22. Zaitseva N.V., Popova A.Yu., May I.V., Shur P.Z. Methods and technologies of health risk analysis in the system of state management under assurance of the sanitation and epidemiological welfare of population. *Gigiena i sanitariya*, 2015, no. 2, pp. 93–98 (in Russian).
23. Zaitseva N.V. Analysis of population health risks in the Russian Federation caused by food products contamination. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 4, pp. 13–23. DOI: 10.21668/health.risk/2018.4.02.eng
24. Zaitseva N.V., Shur P.Z., Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R., Tsinker M.Yu. Methodical approaches for health population risk estimation based evolution models. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2013, no. 1, pp. 4–6 (in Russian).

Gorbachev D.O., Sazonova O.V., Borodina L.M., Gavryushin M.Y. Analyzing health risks for employable population caused by food products contamination (experience gained in Samara region). *Health Risk Analysis*, 2019, no. 3, pp. 42–49. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.05.eng

Получена: 25.06.2019

Принята: 26.07.2019

Опубликована: 30.09.2019