

---

**ОЦЕНКА РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕКАНЦЕРОГЕННЫХ ЭФФЕКТОВ ОТ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ НА ЗДОРОВЬЕ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

---

*Элбахнаси Амр Самир,  
Валеева Эмилия Рамзиевна,  
Курбанов Ирек Сулейманович*

*Казанский (Приволжский) Федеральный Университет  
Институт фундаментальной медицины и биологии, г. Казань.*

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.4.63.214](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.4.63.214)

**АННОТАЦИЯ**

Результаты оценки показали, что в общую суммарную экспозицию за оба исследуемых периода (2008-2012 и 2013-2017 гг.) наибольший вклад внесли нитраты 67,16% и 95,56 % (на уровне 95 % Perc) на втором месте нитриты (32,66% и 4,24 % соответственно) и свинец (0,1% и 0,09%). Наиболее опасной для здоровья населения за оба периода на первом месте оказалась группа плодоовощной продукции (60,28% и 28,24% соответственно), далее по убыванию на втором месте мясо и мясопродукты (12,25% и 19,09%), на третьем другие продукты (7% и 13,94%). Основной вклад в суммарный HI за изученные периоды вносят нитриты, мышьяк, кадмий.

**ABSTRACT**

The evaluation results showed that the total exposure for both the studied periods (2008-2012 and 2013-2017) was most significantly contributed by nitrates 67.16% and 95.56% (at the level of 95% Perc) nitrites (32, 66% and 4.24%, respectively) and lead (0.1% and 0.09%). For both periods, the group of fruit and vegetable products (60.28% and 28.24%, respectively) was the most dangerous to the population's health, then meat and meat products (12.25% and 19.09%) followed in descending order the third other products (7% and 13.94%). The main contribution to the total HI over the studied periods is made by nitrites, arsenic, cadmium.

**Ключевые слова:** химические загрязнители, экспозиция, долевого вклада, неканцерогенный риск, критические органы и системы организма.

**Key words:** chemical contaminants, exposure, non-carcinogenic risk, critical organs and body systems.

**Введение и новизна**

Актуальность вопросов безопасности пищи возрастает с каждым годом, поскольку обеспечение должного качества пищевого сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих отсутствие опасности для здоровья человека при их употреблении [1, с. 7; 2, с. 42]. По мнению В.А. Тутельяна, главным фактором, наносящим непоправимый, на несколько порядков больший вред здоровью человека, чем экологическая загрязненность и психосоциальные стрессы вместе взятые, является нарушение структуры питания [3, с. 24; 4, с. 17]. Политика, стратегия и определение приоритетов действий, направленных на максимальное, экономически оправданное снижение негативного воздействия на здоровье населения, в большинстве стран мира и международных организаций строится на основе концепции оценки риска [5, с. 55; 6, с. 13; 7, с. 5]. По оценкам ВОЗ, глобализация торговли на современном этапе привела не только к большей доступности и разнообразию пищевых продуктов во всем мире, но и повысила вероятность того, что продукты, произведенные в одном месте, могут оказывать воздействие на здоровье и рацион питания людей, живущих в другом месте.

Многочисленные исследования, проведенные в последние годы, показывают, что приоритетными загрязнителями, формирующими высокий риск возникновения злокачественных новообразований и развития неканцерогенных эффектов у населения в регионах Российской Федерации, являются кадмий, мышьяк и свинец, загрязняющие молочные, мясные, рыбные и хлебобулочные продукты, а

также нитраты, ГХЦГ и ДДТ, содержащиеся в плодоовощной продукции [5, с. 55]. Составляя значительную часть населения, сельские жители, испытывают на себе воздействие специфических факторов риска, однако информация и исследования, затрагивающие качество жизни и здоровье сельского населения в современной России, носят фрагментарный характер и не дают возможности сделать какие-либо обоснованные выводы. Достижение целей управления здоровьем сельского населения должно учитывать региональные особенности формирования здоровья сберегающего образа жизни населения [8, с. 13; 9, с. 30]. В современных социально-экономических условиях изучение питания сельского населения трудоспособного возраста в Республике Татарстан является актуальным.

Цель нашей работы явилось оценить содержание химических загрязнителей в основных группах продуктов питания российского производства, с позиции оценки риска для здоровья сельского населения Республики Татарстан. Для решения поставленной цели нами решались следующие задачи: оценить уровень риска развития неканцерогенных эффектов при воздействии химических веществ; определить долевого вклад каждой группы продуктов в развитие неканцерогенного эффекта у сельского населения Республики Татарстан; определить основные критические органы и системы наиболее подверженных неканцерогенному риску.

**Методика исследований**

Изучение питания населения проводилось методом 24-часового (суточного) воспроизведения питания, рекомендованным для этих целей Научно-

исследовательским институтом питания Российской академии медицинских наук (РАМН). Пробы продуктов питания исследовались в аккредитованных лабораториях центров ФФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан в соответствии с СанПиНом 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья, и пищевых продуктов» и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) по содержанию загрязнителей химической природы. Определялись соли тяжелых металлов (кадмий, свинец, мышьяк, ртуть), нитраты, нитриты. Оценка риска здоровью проводилась в соответствии с «Руководством 2.1.10.1920–04 по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». Для расчета экспозиции и уровней риска использовали 50-й (медиана) и 95-й процентиль

концентрации загрязняющих веществ в пищевых продуктах. В основу исследования нами определены два временных периода: 2008–2012 гг. и 2013–2017 гг.

Статистический анализ исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялся в операционной системе Windows 10 с использованием стандартной прикладной программы «Microsoft Word», электронных таблицах «Excel 2016», с использованием пакета ATTESTAT.

#### Результаты

Результаты оценки показали, что в общую суммарную экспозицию за оба исследуемых периода (2008-2012 и 2013-2017 гг.) наибольший вклад внесли нитраты 67,16% и 95,56 % (на уровне 95 % Perc) на втором месте нитриты (32,66% и 4,24 % соответственно), далее по ранжированию идет свинец (0,1% и 0,09%).

Таблица 1

**Результаты оценки экспозиции (поступления) химических загрязнителей с отечественными пищевыми продуктами**

Контаминант	2008-2012 гг.				2013-2017 гг.			
	Экспозиция, мг/кг сут		Вклад в суммарную экспозицию, %		Экспозиция, мг/кг сут		Вклад в суммарную экспозицию, %	
	Me	95 % Perc	Me	95 % Perc	Me	95 % Perc	Me	95 % Perc
Кадмий	0,00025	0,0009	0,06	0,03	0,00005	0,0008	0,17	0,04
Мышьяк	0,00018	0,0013	0,04	0,05	0,00014	0,0011	0,54	0,06
Ртуть	0,00002	0,0001	0,004	0,004	0,00001	0,0001	0,05	0,01
Свинец	0,00074	0,0028	0,18	0,1	0,00046	0,0017	1,71	0,09
Нитриты (по NO <sub>2</sub> )	0,031	0,926	7,45	32,66	0,026	0,081	97,54	4,24
Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	0,384	1,904	92,27	67,16	0	1,824	0	95,56
Сумма	0,41618	2,8352	100	100	0,02666	1,9087	100	100

В период 2008-2012 гг. экспозиционная доза нитритов, поступающего в организм сельского населения с продуктами питания, на уровне медианы в 11,4 раза превысил показатели периода 2013–2017 гг. Экспозиционная доза нитратов во втором периоде на уровне 95 % Perc в 0,95 раз, превысил показатели первого периода. Доза свинца за первый период в 1,64 раз была больше, чем, во втором (табл. 1).

Основная доза свинца за первый период формируется преимущественно при поступлении его с другими продуктами 18,40%; с плодоовощной продукцией 17,47%; с зерном, крупяными и хлебобулочными изделиями 17,26%, за второй период с зерном, крупяными и хлебобулочными изделиями 17,3%; с мясом и мясопродуктами 15,17%; другие продукты 14,71%. В отношении накопления в организме кадмия структура вклада основных продуктов питания не совпадает со свинцом за оба исследуемых периода наибольшим вкладом в экспозицию кадмием характеризовались плодоовощная продукция (64,23% и 72,36% соответ-

ственно). Группами продуктов с наибольшим вкладом в экспозицию мышьяком за период 2008–2012 гг. являлись мясо и мясопродукты, плодоовощная продукция, а также другие продукты их доля была одинаковой и соответствовала 15,12%. За период 2013–2017 гг. основными группами продуктов с наибольшим вкладом мышьяка были зерно, крупяные и хлебобулочные изделия 22,50%; мясо и мясопродукты 18%; другие продукты 18%. Нитраты за оба периода поступали с плодоовощной продукцией 100%. Экспозиция нитритами за первый период определялась плодоовощной продукцией 87,08% и мясопродуктами 12,30%, за второй период мясом и мясопродуктами 100%.

Расчет нагрузки продуктов питания при поступлении их в организм определил наиболее загрязненные продукты на уровне 95 Perc за оба периода наиболее загрязненными продуктами явились плодоовощная продукция (60,28% и 28,24% соответственно), далее по убыванию на втором месте мясо и мясопродукты (12,25% и 19,09%), на третьем другие продукты (7% и 13,94%) (рис 1).

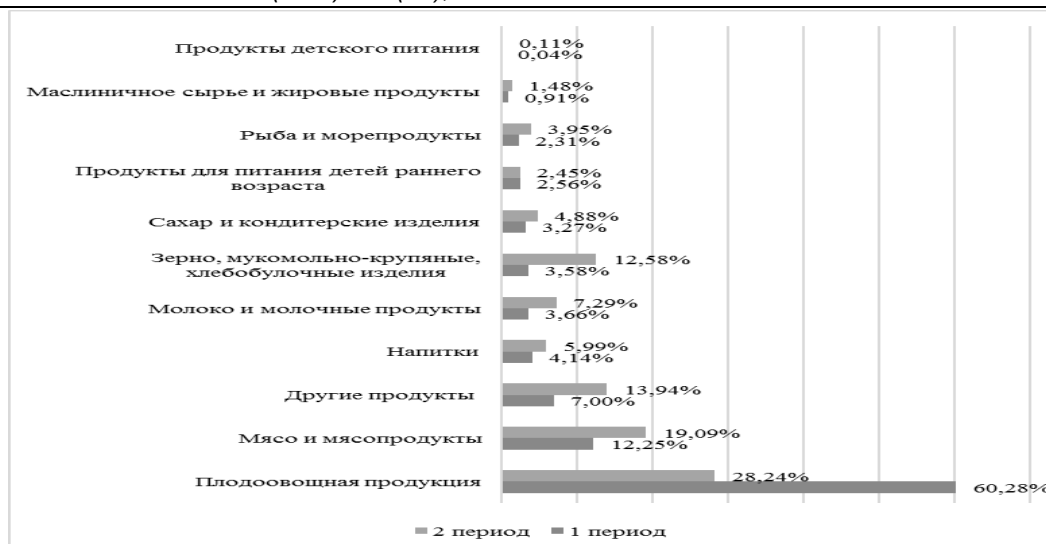


Рисунок 1. Неканцерогенный риск для жителей Республики Татарстан от отечественной пищевой продукции на уровне 95 % Perc

Таблица 2.

**Коэффициенты опасности (HQ) для здоровья населения от воздействия химических соединений**

Контаминант	2008-2012 гг.				2013-2017 гг.			
	Коэффициенты опасности (HQ)		Вклад в HI, %		Коэффициенты опасности (HQ)		Вклад в HI, %	
	Me	95 % Perc	Me	95 % Perc	Me	95 % Perc	Me	95 % Perc
Кадмий	0,49	1,85	25,79	10,31	0,09	1,58	8,97	19,46
Мышьяк	0,6	4,47	31,58	24,9	0,48	3,76	47,86	43,31
Ртуть	0,05	0,38	2,63	2,12	0,043	0,36	4,29	4,43
Свинец	0,21	0,8	11,05	4,46	0,13	0,47	12,96	5,79
Нитриты (по NO <sub>2</sub> )	0,31	9,26	16,32	51,59	0,26	0,81	25,92	9,98
Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	0,24	1,19	12,63	6,63	0	1,14	0	14,04
Сумма	1,9	17,95	100	100	1	8,12	100	100

Детальный анализ показателей коэффициентов опасности выявил, что наиболее высокие коэффициенты опасности для населения Татарстан за оба периода получены от воздействия кадмия (HQ=1,85 и 1,58), нитрата (HQ=1,19 и 1,14) мышьяка (HQ=4,47 и 3,76) поскольку они превышали референтное значение, равное 1,0, воздействие от этих элементов характеризуется как среднее и высокое воздействие получено от нитрита за первый период (HQ=9,26) по 95-му Perc (табл.2).

Рассчитанный суммарный индекс опасности (HI) при одновременном поступлении нескольких химических веществ пероральным путём с продуктами питания в целом для сельского населения Республики Татарстан за первый период составил (HI=17,95) по 95-му Perc, что указывает на чрезвычайно высокий уровень, за второй период (HI=8,12) риск оценивается как высокий. Основной вклад в суммарный HI, так и риск развития неканцерогенных заболеваний за первый период вносят нитриты (51,59 %), мышьяк (24,90%), кадмий (10,31%), за второй период мышьяк (46,31%), кадмий (19,46 %), нитраты (6,63 %).

Изучаемые химические контаминанты (свинец, кадмий, мышьяк, ртуть, нитраты и нитриты),

обнаруженные в анализируемых группах пищевых продуктов на протяжении 2008–2012гг. и 2013–2017 гг., обладают потенциальной способностью вызывать в организме различные вредные эффекты. Индексы опасности (HI) по направленности на «критические» органы и системы, рассчитанные за оба периода на основе значений коэффициентов опасности показал, что в первом периоде у сельского населения существует чрезвычайно высокий риск для кровеносной и центральной нервной системы (HI=11,26 и HI=11,08 соответственно). Также выявлен высокий уровень неканцерогенного риска для гормональной (HI=7,99), сердечно-сосудистой системы (HI=5,67) и средний риск для иммунной системы (HI=4,68), желудочно-кишечного тракта (HI=4,54), кожи (HI=4,14), почек (HI=2,19) и репродуктивной системы (HI=1,60). В 2013–2017 гг. наиболее подверженными общетоксическому действию оказались центральная нервная (HI=8,89) и гормональная система (HI=6,63). Для сердечно-сосудистой (HI=4,91), желудочно-кишечного тракта (HI=4,02), кожи (HI=4,01), иммунной (HI=3,97), кровеносной системы (HI=2,44), почек (HI=2,08) выявлен средний уровень неканцерогенного риска (рис.2).

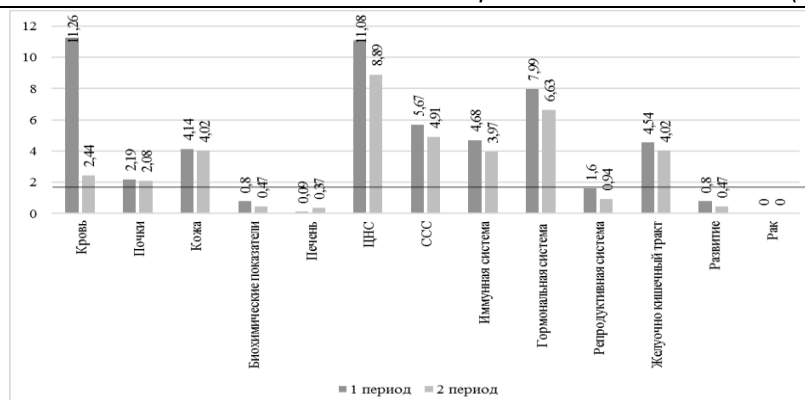


Рисунок 2. Структура токсической нагрузки на органы и системы организма на уровне 95 % Perc

Согласно проведенным расчетам нитраты за первый период вносят вклад как в суммарную величину HI, так и в риск воздействия на систему крови и сердечно-сосудистую систему. Риск развития неканцерогенных эффектов со стороны гормональной системы, центральной нервной системы, иммунной системы и желудочно-кишечного тракта обусловлен преимущественно мышьяком.

Учитывая высокий уровень неканцерогенного риска на уровне 95%-го Perc мышьяка и нитритов, необходимо усилить контроль за содержанием изученных загрязнителей в продуктах питания. Необходимо оценивать экспозицию для сельского населения, учитывая особенности региона, в которых они проживают.

### Выводы

1. При оценке уровня риска развития неканцерогенных эффектов при воздействии химических веществ было выявлено два уровня опасности средних ( $5 > HQ > 1$ ) и высокий ( $9 > HQ > 5$ ). Воздействие за оба периода от кадмия ( $HQ=1,85$  и  $1,58$ ), нитрата ( $HQ=1,19$  и  $1,14$ ) мышьяка ( $HQ=4,47$  и  $3,76$ ) характеризуется как среднее и высокое воздействие получено от нитрита за первый период ( $HQ=9,26$ ) по 95-му Perc. Уровни неканцерогенного риска от воздействия других элементов как в первом периоде, так и во втором периоде являются допустимыми.

2. При проведении анализа установлено, наиболее опасной для здоровья населения при пероральном пути поступления ксенобиотиков за счет потребления пищевых продуктов за оба периода на первом месте оказалась группа плодоовощная продукция (60,28% и 28,24% соответственно), далее по убыванию на втором месте мясо и мясопродукты (12,25% и 19,09%), на третьем другие продукты (7% и 13,94%).

3. В первом периоде у сельского населения существует чрезвычайно высокий риск для кровеносной и центральной нервной системы ( $HI=11,26$  и  $HI=11,08$  соответственно). Также выявлен высокий уровень неканцерогенного риска для гормональной ( $HI=7,99$ ), сердечно-сосудистой системы ( $HI=5,67$ ) и средний риск для иммунной системы ( $HI=4,68$ ), желудочно-кишечного тракта ( $HI=4,54$ ), кожи ( $HI=4,14$ ), почек ( $HI=2,19$ ) и репродуктивной системы ( $HI=1,60$ ). В 2013–2017 гг. наиболее подверженными общетоксическому действию оказались центральная нервная ( $HI=8,89$ ) и гормональная система ( $HI=6,63$ ). Для сердечно-сосудистой

( $HI=4,91$ ), желудочно-кишечного тракта ( $HI=4,02$ ), кожи ( $HI=4,01$ ), иммунной ( $HI=3,97$ ), кровеносной системы ( $HI=2,44$ ), почек ( $HI=2,08$ ) выявлен средний уровень неканцерогенного риска.

### Список литературы

1. E R Valeeva, A S M Elbahnasawy and A I Ziyatdinova. Evaluation of Chemical safety of Food Products. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 272 (2019) 022186 C. 1-8.
2. Фомина, С.Ф. Неканцерогенный риск для здоровья детского населения г. Казани, обусловленный контаминацией пищевых продуктов и сырья /С.Ф. Фомина, Н.В. Степанова // Анализ риска здоровью. – 2017. – №4. – С.42–48
3. Тутельян, В. А. А.И. Вялков, А.Н. Разумов, В.И. Михайлов, К.А. Москаленко, А.Г. Одинок, В.Г. Сбежнева, В.Н. Сергеев Научные основы здорового питания: – М.: Издательский дом «Панорама», 2010. – 816 с.
4. Кундеева, Г.А. Питание как фактор риска здоровья человека/Г.А. Кундеева // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. –2014. – №2. – С.854
5. Феттер, В. В. Сравнительная оценка риска здоровью населения, детерминированного химической контаминацией пищевых продуктов различного происхождения / В. В. Феттер, А. Д. Поляков // Анализ риска здоровью. –2014. – №2. –С.55–56.
6. Зайцева Н.В. Анализ рисков для здоровья населения Российской Федерации, обусловленных загрязнением пищевых продуктов /Н.В. Зайцева // Анализ риска здоровью. – 2018. – №4. – С.13.
7. Зайцева, Н.В. Правовые аспекты оценки риска для здоровья населения при обеспечении безопасности товаров: мировой зарубежный опыт и практика Таможенного союза / Н. В. Зайцева, И. В. Май // Анализ риска здоровью. – 2013. – №3. – С.4–16.
8. Камалова, Ф. М. Приоритетные факторы питания сельского населения Республики Татарстан /Ф.М. Камалова, Э.Р. Валеева// Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2015. – №1. – С.13-14.
9. Валеева, Э.Р. Особенности пищевого поведения сельского населения Республики Татарстан / Э.Р.Валеева, Ф.М. Камалова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 1-1. – С. 29-31