

УДК 613.2:5:546.19(571.13)

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МЫШЬЯКА В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ, РЕАЛИЗУЕМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Степанова И.П., Постнова Т.В., Савин М.Р.

ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Омск, e-mail: omgma-obschim@mail.ru

Проанализировано семьсот шестьдесят пять образцов пищевых продуктов различных групп, реализуемых на территории Омской области, на содержание мышьяка за период 2016–2018 гг. Исследовано содержание мышьяка в следующих группах продуктов питания: мясо и мясопродукты, молоко и молочные продукты, напитки, сахар и кондитерские изделия, плодоовощная продукция, масличное сырье и жировые продукты, мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия местного производства, а также другие продукты (чай, кофе) импортного производства. Наличие мышьяка выявлено в восьмидесяти случаях, концентрация токсиканта в исследованных образцах не превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) по данному загрязнителю. Представлены результаты сравнительного анализа содержания мышьяка в продуктах питания как местного, так и импортного производства. Установлены группы продуктов местного производства, наиболее загрязненные мышьяком. Это напитки (не более 12 % от ПДК), молочные продукты (не более 36,5 % от ПДК), мясо птицы (не более 23 % от ПДК) и хлебобулочные изделия (не более 24 % от ПДК), производимые на территории Омской области. В значительных количествах мышьяк обнаруживается также и в продуктах импортного производства, реализуемых на территории Омской области, а именно в чае и кофе (не более 3,9 % от ПДК). Анализ данных лабораторных исследований выявил тенденцию к снижению содержания этого токсиканта в продуктах питания, производимых на территории Омской области. Тем не менее уровень содержания мышьяка, как одного из наиболее приоритетных загрязнителей пищевых продуктов, наряду с другими ксенобиотиками, следует учитывать при оценке риска здоровью населения Омской области.

Ключевые слова: мышьяк, загрязнитель, ПДК, продукты питания, Омская область

ENVIRONMENTAL ARSENIC CONTENT IN FOOD SOLD IN OMSK REGION

Stepanova I.P., Postnova T.V., Savin M.R.

Omsk State Medical University, Ministry of Public Health, Omsk, e-mail: omgma-obschim@mail.ru

765 samples of various food groups sold in Omsk region was analyzed for the arsenic content in 2016–2018. The arsenic content was studied in the following food groups: meat and meat products, milk and dairy products, beverages, sugar and confectionery, fruits and vegetables, oilseeds and fat products, flour and cereals and bakery products of local production, as well as the imported products, such as tea and coffee. Arsenic was detected in 80 cases; its concentration in the examined samples did not exceed MPC for this contaminant. The results of the comparative analysis of arsenic content in food stuff, both local and imported, have been presented. Groups of locally manufactured food products mostly contaminated with arsenic have been established. These are beverages (no more than 12 % of MPC), dairy products (no more than 36.5 % of MAC), poultry meat (no more than 23 % of MAC) and bakery products (no more than 24 % of MAC) produced in Omsk area. Arsenic in significant quantities was also found in imported products sold in Omsk region, namely, in tea and coffee (not more than 3.9 % of MAC). Analysis of laboratory data revealed a lowering tendency in arsenic content in food manufactured in Omsk region. However, the level of arsenic ratio, as one of the top food pollutants, along with the other xenobiotics, should be considered in assessment of the risk for public health in Omsk region.

Keywords: arsenic, contaminant, MPC, food, Omsk region

Омск и Омская область относятся к региону с высокой экологической напряженностью, связанной с загрязнением окружающей среды. Одним из опаснейших загрязнителей является мышьяк, который поступает в организм человека не только путем вдыхания или поглощения кожей, но и путем проникновения по пищевым цепям и легко абсорбируется из желудочно-кишечного тракта и легких [1]. Большие концентрации осаждаются в печени, почках, легких и коже [2]. В Омской области регистрируется превышение ПДК по мышьяку в почве не только в силу антропогенного воздействия на окружающую среду, но и из-за геологических особенностей региона [3]. Поэтому мониторинг содержания этого

загрязнителя в различных объектах, в том числе и в продуктах питания, крайне актуален для оценки риска здоровью населения Омского региона.

Цель исследования: провести мониторинг данных лабораторных исследований за 2016–2018 гг. на содержание мышьяка, как одного из элементов, способных оказывать токсическое действие на различные системы организма человека, в пищевых продуктах, реализуемых на территории Омской области.

Материалы и методы исследования

В 2016–2018 гг. при осуществлении надзора за качеством и безопасностью продовольственного сырья и пищевых продуктов

на соответствие критериям безопасности было исследовано восемь групп традиционных продуктов из потребительской корзины жителей Омска и Омской области. Проанализировано 765 проб пищевых продуктов в аккредитованной лаборатории г. Омска. Проведен анализ содержания мышьяка в следующих группах продуктов питания: мясо и мясопродукты, молоко и молочные продукты, напитки, сахар и кондитерские изделия, плодоовощная продукция, масличное сырье и жировые продукты, зерно, мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия местного производства, а также другие продукты (чай, кофе) импортного производства. Количественное определение мышьяка в продуктах питания проводилось методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе мышьяка Пан-As (ООО «НПП Томьаналит»).

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам исследования установлено, что одним из контаминантов продуктов питания, реализуемых на территории Омска и Омской области, является мышьяк (таблица), в то же время в отдельных группах (сахар и кондитерские изделия, плодоовощная продукция, масличное сырье и жировые продукты) данный токсикант не выявляется.

Ни в одной группе исследованных продуктов не было выявлено превышение ПДК по этому элементу. Распространенность загрязненности пищевых продуктов по содержанию мышьяка составила 10,5% от числа проб, исследованных по данному показателю. В наибольшей степени выявлено накопление мышьяка в напитках – 3,0%, молоке и молочных продуктах – 1,8%, мясе и мясопродуктах – 1,2% и чае и кофе импортного производства – 2,5%. Среднее содержание мышьяка в исследованных группах продуктов представлено на рис. 1–5.

Анализ данных лабораторных исследований выявил тенденцию к снижению содержания этого токсиканта в продуктах питания, производимых на территории Омской области, в то время как в чае и кофе импортного производства содержание мышьяка осталось на том же уровне. Особенно следует подчеркнуть отсутствие содержания мышьяка проб в группе мясо и мясопродукты в 2018 г.

Имеются данные о мониторинге содержания мышьяка (мг/кг) в продуктах питания, потребляемых населением Омской области за 1996–2004 гг.: мясо и мясопродукты – 0,0266; молоко и молочные продукты – 0,0518; зерно, мукомольно-крупяные, хлебобулочные изделия – 0,0528; сахар и кондитерские изделия – 0,0522; плодоовощная продукция – 0,0723; масличное сырье и жировая продукция – 0,0053 [4]. При сопоставлении данных проведенного исследования с данными литературы установлено, что содержание мышьяка изменилось разнонаправленно в зависимости от группы продуктов. Так, в группе молоко и молочные продукты среднее значение контаминанта за 2016 г. превышает данные литературы примерно в 1,5 раза, в 2017–2018 гг., напротив, уровень мышьяка снизился в 10 и 2 раза соответственно по сравнению с данными предыдущих исследований. В группе мясо и мясопродукты за 2016–2017 гг. концентрация мышьяка сопоставима с данными литературы, а в 2018 г. объектов, содержащих мышьяк, не выявлено. В группе зерно, мукомольно-крупяные, хлебобулочные изделия содержание данного токсиканта значительно ниже данных литературы. В отличие от данных литературы в объектах следующих групп: сахар и кондитерские изделия, плодоовощная продукция, масличное сырье и жировая продукция – мышьяк не выявляется.

Содержание мышьяка (мг/кг) в продуктах питания, реализуемых на территории Омска и Омской области в 2016–2018 гг.

Группы продуктов	Диапазон содержания мышьяка, мг/кг		
	2016	2017	2018
Напитки	0,0002–0,074 n = 8	0,0006–0,014 n = 12	0,0008–0,013 n = 3
Молоко и молочные продукты	0,026–0,16 n = 7	0,0024–0,0092 n = 3	0,012–0,039 n = 4
Мясо и мясопродукты	0,003–0,036 n = 8	0,023 n = 1	n = 0
Зерно, мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия	0,002–0,070 n = 2	0,0007 n = 1	0,0035 n = 1
Чай, кофе	0,009–0,087 n = 5	0,002–0,066 n = 8	0,0036–0,074 n = 6

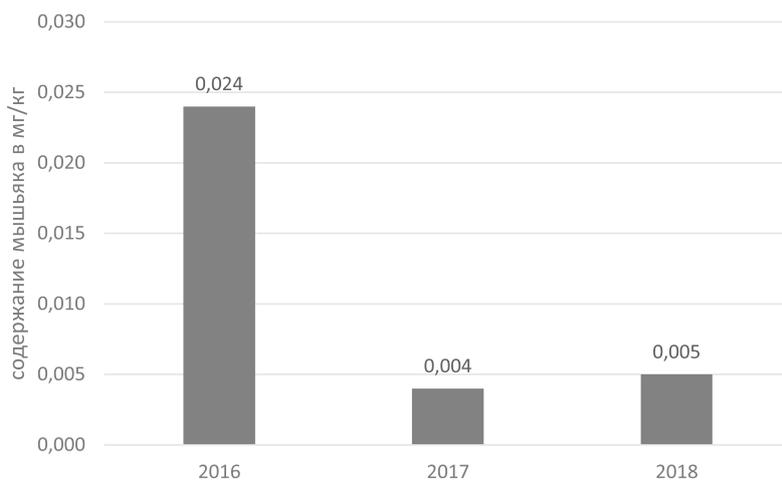


Рис. 1. Среднее содержание мышьяка в напитках

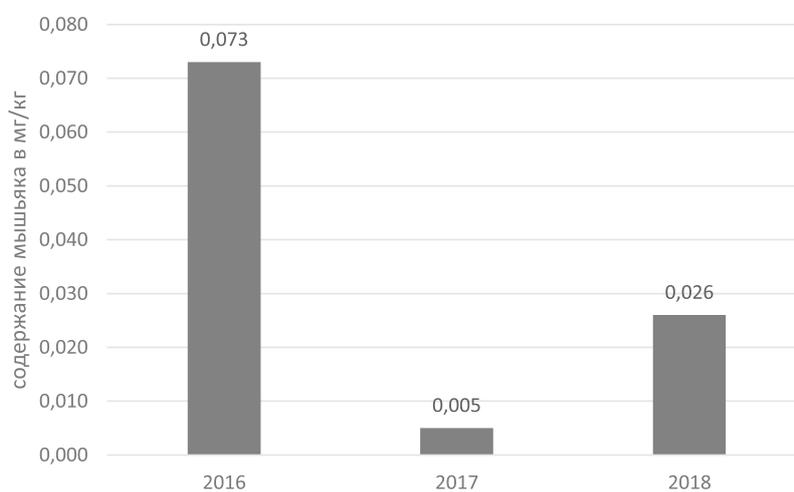


Рис. 2. Среднее содержание мышьяка в молоке и молочных продуктах

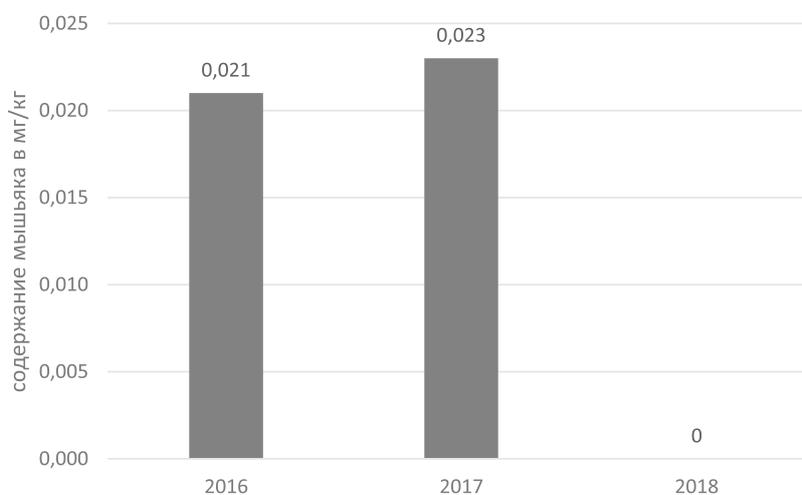


Рис. 3. Среднее содержание мышьяка в мясе и мясопродуктах

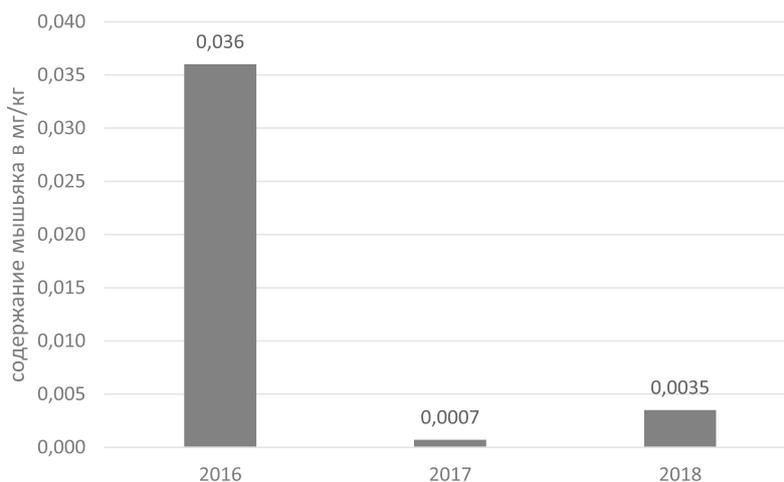


Рис. 4. Среднее содержание мышьяка в зерне, мукомольно-крупяных и хлебобулочных изделиях

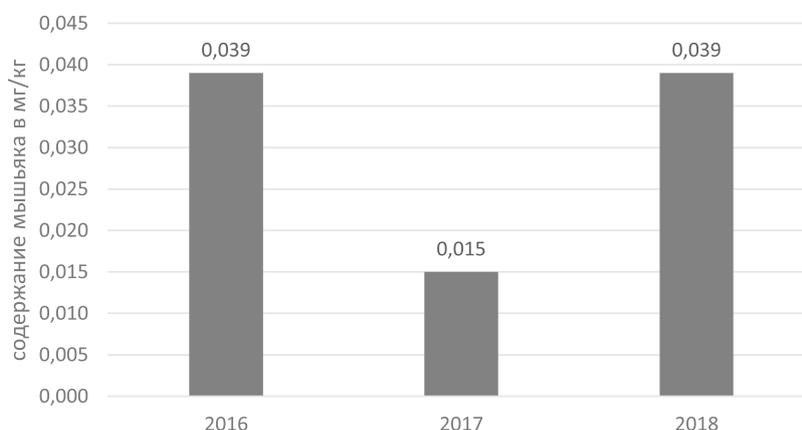


Рис. 5. Среднее содержание мышьяка в чае и кофе

Несмотря на содержание мышьяка в исследуемых группах продуктов питания в пределах рекомендованного уровня, тем не менее мониторинг содержания этого элемента необходимо осуществлять на должном уровне, так как Омск крупный промышленный комплекс. Отмечено, что индустриализация чрезмерно изменила распределение мышьяка в окружающей среде посредством естественной и антропогенной деятельности [5]. Общее фоновое содержание данного элемента в почвах г. Омска составляет 10 мг/кг, тогда как предельно допустимая концентрация мышьяка составляет 2 мг/кг, причем в жилой зоне, детских учреждениях концентрация содержания этого токсичного элемента превышает даже общее фоновое значение [3].

Мышьяк является условно эссенциальным, иммуноотоксичным ядом для челове-

ческого организма. В организм человека мышьяк попадает преимущественно с пищевыми продуктами и водой, зачастую в избыточном количестве. Мышьяк относится к элементам, обладающим кумулятивным эффектом. Неорганические соединения этого токсиканта легко абсорбируются из желудочно-кишечного тракта и осаждаются прежде всего в печени, почках, легких [2]. Накопление мышьяка в тканях и органах косвенно оценивают по его содержанию в волосах и ногтях [5], что является более информативным по сравнению с определением этого токсиканта в физиологических жидкостях организма, подверженных гомеостатическому регулированию. Мышьяк обнаруживается в почечных камнях разного минерального состава у пациентов г. Омска и Омской области, в то время как в желчных, зубных и слюнных камнях наличие этого

элемента не выявлено [6]. Данные литературы о содержании мышьяка в волосах и ногтях жителей Омского региона отсутствуют.

Длительное поступление мышьяка в организм человека даже в дозах, не превышающих ПДК, оказывает токсическое воздействие на гормональную, иммунную, сердечно-сосудистую, нервную системы, а также кожу. Описаны обусловленные мышьяком митохондриальные повреждения, изменение репликации и ингибирования ДНК, изменение метилирования ДНК, окислительный стресс, нарушение пролиферации клеток, совместный канцерогенез и мотивирование опухолей [7]. Одним из механизмов токсичности мышьяка является взаимодействие с тиольными группами (-SH), особенно с ферментами или кофакторами, которые обладают двумя тиолами (например, дигидролипидная кислота), что приводит к изменению активности различных ферментов, включая те, которые связаны с дыханием ткани [5]. Имеются данные об индуцировании мышьяком микро-РНК, формирующей злокачественные трансформации [8].

Опасность воздействия загрязнителей на здоровье человека обусловлена также большим разнообразием различных токсикантов. Проживающее в промышленных районах население подвергается воздействию сотен тысяч химических веществ, некоторые ксенобиотики могут присутствовать в достаточно больших концентрациях, зачастую превышающих ПДК. Многие контаминанты обладают кумулятивным действием, кроме того при совместном действии различных токсикантов усиливается их негативное воздействие [9]. Поэтому для оценки риска здоровью населения Омской области от воздействия мышьяка необходимо дальнейший анализ содержания этого загрязнителя в почве, воде и продуктах питания. Необходимо разработка комплекса мер по снижению этого ксенобиотика в окружающей среде.

Выводы

Анализ результатов исследования загрязненных мышьяком продуктов питания, реализуемых на территории Омской области, как местного, так и импортного производства, показал, что мышьяк – один из распространенных контаминантов этих объектов. Наиболее загрязнены мышьяком напитки (не более 12% от ПДК), молоко и молочные продукты (не более 36,5% от ПДК), мясо и мясопродукты (не более 23% от ПДК) зерно, мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия (не более 24% от ПДК), производимые на территории Омской области. В значительных количествах

мышьяк обнаруживается также и в продуктах импортного производства, реализуемых на территории Омской области, а именно в чае и кофе (не более 3,9% от ПДК). Тем не менее ни в одной группе продуктов не выявлено превышение ПДК по этому показателю. Отмечена тенденция к снижению уровня этого контаминанта во всех группах продуктов питания омских производителей, в отличие от содержания мышьяка в чае и кофе импортного производства. Особенно следует подчеркнуть отсутствие содержащих мышьяк проб в группе мясо и мясопродукты в 2018 г. В таких группах продуктов, как сахар и кондитерские изделия, плодоовощная продукция, масличное сырье и жировые продукты, данный контаминант не выявляется.

Для оценки риска здоровью населения Омской области от токсического воздействия мышьяка на организм человека и разработке комплекса по снижению его концентрации в окружающей среде необходимо проводить дальнейший мониторинг учета его содержания в различных объектах Омска и Омской области, в том числе в продуктах питания, производимых на территории Омской области.

Список литературы

1. Bhattacharyya K., Bhattacharyya S. Arsenic contamination through food-chain: Source, impact and management. Directorate of Research Bidhan Chandra Krishi Viswavidyalaya Kalyani, Nadia. West Bengal 2016 [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/311774305_Arsenic_contamination_through_food-chainSource_impact_and_management_An_overview_of_research_highlights_in_India_and_abroad (дата обращения: 17.11.2018).
2. Margaret R. Karagas, Tor D. Tosteson, Joel Blum, J. Steven Morris, John A. Baron and Bjoern Klau. Design of an Epidemiologic Study of Drinking Water Arsenic Exposure and Skin and Bladder Cancer Risk in a U.S. Population. *Environmental Health Perspectives*. Supplement 4. August 1998. Vol. 106. P. 1047–1050.
3. Трошина Е.Н. Методология организации мониторинга отдельных факторов окружающей среды на основе оценки риска для здоровья населения Омска. М.: «ГЭОТАР – Медиа», 2010. 168 с.
4. Турчанинов Д.В., Турчанинова М.С., Брусенцова А.В., Резанова Н.В. Влияние химического состава продуктов питания на здоровье населения Омской области // *Экология человека*. 2015. № 5. С. 3–7.
5. Obinaju, Blessing Ebele. Mechanisms of arsenic toxicity and carcinogenesis. *African Journal of Biochemistry Research*. May 2009. Vol. 3 (5). P. 232–237.
6. Голованова О.А. Современные проблемы элементов в условиях Западной Сибири. Омск: «Вариант-Омск», 2010. 169 с.
7. Andrea Borghini, Francesca Faita, Antonella Mercuri, Fabrizio Minichilli, Elisa Bustaffa, Fabrizio Bianchi, Maria Grazia Andreassi. Arsenic exposure, genetic susceptibility and leukocyte telomere length in an Italian young adult population. *Original Manuscript Advance Access publication*. 15 April 2016. P. 539–546.
8. Ana P. Ferragut Cardoso, Laila Al-Eryani, Christopher States J. Arsenic-Induced Carcinogenesis: The Impact of miRNA Dysregulation. *Advance Access Publication Date*. May 28. 2018. P. 284–290.
9. Пастушкова Е.В. Анализ связи возникновения окислительного стресса с экологической обстановкой на примере Свердловской области // *Научное обозрение. Биологические науки*. 2016. № 6. С. 53–59.