

# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СВИНЦА, КАДМИЯ, РТУТИ И МЫШЬЯКА В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

Х.Х. Хамидулина<sup>1,2</sup>, Е.В. Тарасова<sup>1</sup>,  
Е.А. Ринчиндоржиева<sup>1</sup>, А.С. Проскурина<sup>1,2</sup>,  
А.Р. Егиазарян<sup>1</sup>, И.В. Замкова<sup>1</sup>, Е.В. Дорофеева<sup>1</sup>,  
С.А. Швыкина<sup>1</sup>, Д.Н. Рабикова<sup>1,2</sup>, Н.И. Николаева<sup>3</sup>,  
А.С. Филин<sup>3</sup>, Д.А. Лебедева<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» Роспотребнадзора, 121087, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, 125993, г. Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М.Сеченова Минздрава России, 119435, г. Москва, Российская Федерация

<sup>4</sup>Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, г. Москва, Российская Федерация

**В** статье представлен обзор актуальных вопросов международного регулирования содержания тяжелых металлов (свинца, кадмия, ртути и мышьяка) в продуктах питания. Особое внимание уделено пересмотру нормативов содержания мышьяка в рисе, ртути в некоторых видах рыбы, кадмия в шоколаде, свинца в мясе, субпродуктах, вине. Проведен сравнительный анализ нормативов (допустимых уровней содержания) тяжелых металлов в продуктах питания в странах ЕС и Российской Федерации.

**Ключевые слова:** свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, продукты питания, нормирование.

Цит: Х.Х. Хамидулина, Е.В. Тарасова, Е.А. Ринчиндоржиева, А.С. Проскурина, А.Р. Егиазарян, И.В. Замкова, Е.В. Дорофеева, С.А. Швыкина, Д.Н. Рабикова, Н.И. Николаева, А.С. Филин, Д.А. Лебедева. Актуальные вопросы регулирования содержания свинца, кадмия, ртути и мышьяка в продуктах питания. Токсикологический вестник. 2021; 1: 2-13.

**Введение.** Наличие достаточного количества качественных, безопасных и питательных продуктов питания является ключевым фактором не только в поддержании жизни, но и сохранении и укреплении здоровья нации. По оценке ВОЗ,

небезопасные продукты питания, содержащие вредные химические вещества, в том числе тяжелые металлы, вирусы, бактерии, паразитов, могут являться причиной более 200 различных заболеваний от диареи до рака. Ежегодно во всем

**Хамидулина Халида Хизбулаевна (Khamidulina Khalida Khizbulaevna)**, доктор медицинских наук; директор ФБУЗ РПОХБВ Роспотребнадзора, профессор, заведующий кафедрой гигиены ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Москва, [director@rosreg.info](mailto:director@rosreg.info);

**Тарасова Елена Владимировна (Tarasova Elena Vladimirovna)**, кандидат химических наук, химик-эксперт ФБУЗ РПОХБВ Роспотребнадзора, г. Москва, [secretary@rosreg.info](mailto:secretary@rosreg.info);

**Проскурина Ангелина Сергеевна (Proskurina Angelina Sergeevna)**, врач по санитарно-гигиеническим лабораторным исследованиям ФБУЗ РПОХБВ Роспотребнадзора, ассистент кафедры гигиены ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Москва, [proskurina-as@rosreg.info](mailto:proskurina-as@rosreg.info);

**Егиазарян Анна Рафаеловна (Egiazaryan Anna Rafaelovna)**, кандидат биологических наук; советник директора ФБУЗ РПОХБВ Роспотребнадзора, г. Москва, [secretary@rosreg.info](mailto:secretary@rosreg.info);

**Замкова Ирина Валентиновна (Zamkova Irina Valentinovna)**, врач по санитарно-гигиеническим лабораторным исследованиям ФБУЗ РПОХБВ Роспотребнадзора, г. Москва, [secretary@rosreg.info](mailto:secretary@rosreg.info);

**Дорофеева Екатерина Валентиновна (Dorofeeva Ekaterina Valentinovna)**, начальник информационно-аналитического отдела ФБУЗ РПОХБВ Роспотребнадзора, г. Москва, [secretary@rosreg.info](mailto:secretary@rosreg.info);

**Ринчиндоржиева Екатерина Анатольевна (Rinchindorzhiyeva Ekaterina Anatolievna)**, врач по санитарно-гигиеническим лабораторным исследованиям ФБУЗ РПОХБВ Роспотребнадзора, г. Москва, [secretary@rosreg.info](mailto:secretary@rosreg.info);

**Швыкина Светлана Александровна (Shvykina Svetlana Aleksandrovna)**, начальник организационно-методического отдела ФБУЗ РПОХБВ Роспотребнадзора, г. Москва, [secretary@rosreg.info](mailto:secretary@rosreg.info);

**Рабикова Динара Нуруллаевна (Rabikova Dinara Nurullaevna)**, врач по санитарно-гигиеническим лабораторным исследованиям ФБУЗ РПОХБВ Роспотребнадзора, ассистент кафедры гигиены ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, [rabikova\\_dn@rosreg.info](mailto:rabikova_dn@rosreg.info);

**Николаева Наталья Ивановна (Nikolaeva Natalia Ivanovna)**, доктор медицинских наук, профессор кафедры экологии человека и гигиены окружающей среды Института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова, г. Москва, [nativ.nikolaeva@gmail.com](mailto:nativ.nikolaeva@gmail.com);

**Филин Андрей Сергеевич (Filin Andrey Sergeevich)**, доцент кафедры экологии человека и гигиены окружающей среды Института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова, г. Москва, [andrey.filin@mail.ru](mailto:andrey.filin@mail.ru),

**Лебедева Диана Альбертовна (Lebedeva Diana Albertovna)**, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, [lebedevady@yandex.ru](mailto:lebedevady@yandex.ru)

мире 600 миллионов человек заболевают в результате употребления некачественной пищи, что приводит к 420000 смертей [1].

В Российской Федерации как и в государствах, входящих в Евразийский экономический союз (Российская Федерация, Беларусь, Армения, Казахстан, Кыргызстан), основополагающим документом, регулирующим качество и безопасность пищевых продуктов, является Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», который устанавливает санитарно-эпидемиологические, гигиенические и ветеринарные требования к пищевой продукции, выпускаемой и находящейся в обращении на рынке ТС [2].

На территории стран Евросоюза качество и безопасность продуктов питания, в том числе допустимые уровни содержания токсикантов, устанавливаются Регламентом ЕС 315/93 и Постановлением Комиссии ЕС 1881/2006 [3,4].

В 1963 году ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций) совместно с ВОЗ создали межправительственную организацию – Комиссию Кодекс Алиментариус, в состав которой в настоящее время входят 188 стран-членов (включая Российскую Федерацию) и 1 организация-член (Европейский Союз), 237 наблюдателей (58 межправительственных организаций, 163 неправительственных организации и 16 учреждений ООН). Комиссия Кодекс Алиментариус разрабатывает стандарты, руководящие принципы и кодексы практики в области обеспечения качества и безопасности продуктов питания, которые могут быть имплементированы государствами в национальное законодательство [5].

Одним из направлений деятельности Комиссии Кодекс Алиментариус является разработка и/или пересмотр допустимых уровней содержания токсикантов в продуктах питания. В настоящее время на рассмотрении Комиссии находятся следующие вопросы:

- допустимые уровни содержания афлатоксинов и ократоксина в мускатном орехе, специях (чили, паприке, перце, имбире, куркуме);

- допустимые уровни содержания афлатоксинов в зерновых культурах (пшеница, кукуруза, сорго, рис), муке и продуктах питания на основе зерновых культур для младенцев и детей младшего возраста; арахисе;

- допустимые уровни содержания свинца в продуктах питания для младенцев и детей младшего возраста; специях и ароматических травах; яйцах; сахаре и кондитерских изделиях (за исключением какао);

- допустимые уровни содержания метилртути в рыбе;

- допустимые уровни содержания свинца в ви-

не, субпродуктах крупного рогатого скота, свиней, птицы;

- допустимые уровни содержания кадмия в шоколаде и какао-продуктах [6,7,8,9,10,11].

В настоящем обзоре представлен сравнительный анализ регулирования содержания тяжелых металлов (свинца, кадмия, ртути и мышьяка) в продуктах питания в Российской Федерации и странах Евросоюза, а также освещены основные направления деятельности Комиссии Кодекс Алиментариус по данным вопросам.

### **Ртуть**

Наличие металла в окружающей среде обусловлено в основном антропогенными факторами (сжигание угля на угольных электростанциях, использование мусоросжигательных установок, добыча ртути, золота и других металлов и т.д.). В окружающей среде элементарная ртуть трансформируется в метилртуть, которая активно накапливается в рыбах и моллюсках [12].

Отравление ртутью организма человека происходит преимущественно при вдыхании паров элементарной ртути и потреблении в пищу продуктов питания, загрязненных соединениями ртути. При внутрижелудочном пути поступления метилртути всасывается быстрее и интенсивнее, чем элементарная ртуть, накапливаясь преимущественно в эритроцитах (> 90%). Метилртуть способна проходить через плаценту, гематоэнцефалический барьер, барьер между кровью и спинномозговой жидкостью, проникать в волосяной фолликул. Органы-мишени – почки, печень, нервная, иммунная и репродуктивная системы [13, 14].

В 2017 году на 11-й сессии Комиссии Кодекс Алиментариус по загрязняющим веществам в пищевых продуктах была согласована концепция по определению максимально допустимых уровней (МДУ) содержания метилртути в рыбе [9]:

1. установить максимально допустимый уровень содержания метилртути настолько низким, насколько это возможно с учетом экономических факторов (не более 5% продукции категории «рыба» будет содержать метилртуть в количестве, превышающем установленную величину). Статистические данные по экспорту отдельных видов рыбы (количество / стоимость) используются для оценки значимости конкретного вида рыбы в мировой торговле (табл. 1). Наиболее значимыми являются тунец, марлиновые, удильщик, акула, бериксовые.
2. определять показатель только для тех видов рыб, которые содержат метилртуть в количестве более 0,3 мг/кг по данным мониторинга. Критерий отбора вида рыбы для нормирования – содержание метилртути 0,3 мг/кг – рассчитан из еженедельного объема потребления рыбы (г/человек/неделя),

при котором достигается временный допустимый недельный уровень потребления метилртути 1,6 мкг/кг.

3. для установления корректного значения МДУ необходимо учитывать содержание не только метилртути, но и общей ртути, поскольку в ряде случаев соотношение концентраций метилртуть/общая ртуть очень низкое, что свидетельствует о присутствии других форм ртути в значительном количестве [9].

В 2018 году Комиссия установила следующие максимально допустимые уровни метилртути для тунца (Tuna) на уровне 1,2 мг/кг, берикса (Alfonsino) – 1,5 мг/кг, марлина (Marlin) – 1,7 мг/кг, акулы (Shark) – 1,6 мг/кг. В Таблице 2 представлены данные по содержанию метилртути в тех видах рыб, которые представляют наибольший интерес для Российской Федерации. Анчоусы, карповые, кефаль, полосатая зубатка, лососевые содержат метилртуть в количестве менее 0,3 мг/кг, поэтому разработка нормативов не требуется. В отношении некоторых представителей налимовых, щук, змеиной макрели и сабелъщика проводится сбор данных для решения вопроса о необходимости нормирования. В отношении атлантического большеголова и ошибневых Комиссия Кодекс Алиментариус в настоящее время ведет работу по нормированию содержания метилртути, окончательное решение должно быть принято к 2023 году [9].

Стоит отметить, что допустимые уровни содержания токсикантов в продуктах питания, разработанные Комиссией Кодекс Алиментариус, носят рекомендательный характер, и отдельные страны вправе на национальном уровне установить более жесткие нормативы, если они могут обеспечить их выполнение [5, 15].

Так, Регламент Комиссии ЕС 1881/2006 нормирует содержание ртути (не метилртути!) на уровне

не 1,0 мг/кг для тунца, акулы, удильщика, щуки и марлиновых (табл. 3). В Российской Федерации для тунца, меч-рыбы и белуги установлено допустимое содержание ртути на уровне 1,0 мг/кг, для остальных видов рыбы введены еще более жесткие нормативы: 0,3 мг/кг ртути для пресноводной нехищной рыбы, 0,6 мг/кг для пресноводной хищной, 0,5 мг/кг для морской рыбы.

Регламент Комиссии ЕС 1881/2006 не нормирует допустимое содержание ртути в других продуктах питания, поскольку именно рыба является основным «пищевым накопителем» соединений ртути. Для Российской Федерации характерна другая картина: допустимые уровни содержания ртути установлены для широкого круга пищевых продуктов на достаточно низких уровнях, в том числе для мяса, мясных и мясосодержащих продуктов – 0,03 мг/кг, овощей, фруктов и продуктов из них – 0,02 мг/кг, мукомольно-крупяных и хлебобулочных изделий – 0,015 – 0,03 мг/кг [2].

#### Мышьяк

Мышьяк – ядовитый полуметалл. Мышьяк в низких концентрациях присутствует в горных породах, почве и грунтовых водах.

Мышьяк содержится в различных видах пищевых продуктов, включая зерновые, особенно рис, молоко, фрукты, овощи [16, 17]. В таблице 4 представлены данные по содержанию мышьяка в продуктах питания.

В 2014 году Европейское агентство по безопасности пищевых продуктов (EFSA) опубликовало научный отчет по воздействию неорганических соединений мышьяка на жителей стран Европейского Союза. В период с 2003 по 2012 годы было проанализировано 103773 образца пищевых продуктов, включая питьевую воду, в том числе 101020 проб, содержащих общий мышьяк и 2753 – неорганический. Показано, что 41,9 – 66,1% проб содержали мышьяк в количестве ниже предела

Таблица 1

#### Экспорт отдельных видов рыбы в 2017 году [9]

Наименование	Научное название	Экспорт, т.	Стоимость, млн. US \$
Тунец	<i>Thunnus</i>	1872517	5018
Марлиновые	<i>Istiophoridae</i>	4753	9
Акула	<i>Selachimorpha</i>	78635	178
Бериксовые	<i>Berycidae</i>	9996*	-
Ошибневые	<i>Ophidiidae</i>	5202	27,5
Атлантический большеголов	<i>Hoplostethus atlanticus</i>	3246	19,3
Удильщик	<i>Lophius sp.</i>	40034	259

\*Примечание: указан общий улов.

Таблица 2

## Решения Кодекс Алиментариус по отдельным видам рыб [9]

Наименование	Содержание метилртути / общей ртути, мг/кг*	Решение Кодекс Алиментариус (год)
Анчоус <i>Engraulidae sp.</i>	0,05 / 0,07	2019: Норматив не требуется
Удильщик <i>Lophius sp.</i>	0,60 / 0,18	2020: Сбор данных
Карп <i>Cyprinidae</i>	0,03 / 0,13	2019: Норматив не требуется
<i>Odax pullus</i>	-/ 0,02	2019: Норматив не требуется
Щука <i>Escoidae sp.</i>	-/ 0,29	2019: Норматив не требуется Сбор данных – ограниченное географическое распространение
Атлантический большоголов <i>Hoplostethus atlanticus</i>	0,43 / 0,56	2020: Усредненные данные по содержанию метилртути превышают критерий отбора 0,3 мг/кг, разрабатывается МДУ
Кефаль <i>Mugilidae sp.</i>	0,02 / 0,14	2019: Норматив не требуется
Налимовые <i>Lotidae sp.</i>	-/ 0,28	2019: Сбор данных для отдельных представителей
Полосатая зубатка <i>Anarhichas sp.</i>	0,12 / 0,10	2019: Норматив не требуется
Лосось <i>Salmonidae sp.</i>	0,03 / 0,04	2019: Норматив не требуется
Змеиная макрель <i>Gempylidae sp.</i>	-/ 0,39	2020: Сбор данных - отсутствуют данные по метилртути
Сабельщик <i>Trichiuridae sp.</i>	-/ 0,16	2019: Сбор данных - большой разброс данных, ограниченное количество проб, отсутствуют данные по метилртути

Примечание: \* Среднее содержание метилртути и общей ртути в различных видах рыб по данным мониторинга.

обнаружения. На основании 28 эпидемиологических исследований, проведенных в 17 странах ЕС, установлено, что дети потребляют с пищевыми продуктами в среднем от 0,20 до 1,37 мкг/кг массы тела мышьяка в сутки, в то время как взрослое население от 0,09 до 0,38 мкг/кг [16].

До 2010 года эксперты ФАО/ВОЗ допускали еженедельное потребление мышьяка в количестве до 15 мкг/кг массы тела. Однако эпидемиологические исследования выявили, что для

эффекта – рак легких –  $BMDL_{0,5}^1$  составляет 3,0 мкг/кг массы тела в сутки, для эффектов – рак легких, кожи, мочевого пузыря, поражение кожи –  $BMDL_{0,1}$  от 0,3 до 8,0 мкг/кг, что повлекло аннулирование допустимой дозы в 15 мкг/кг [16,17].

Одним из основных пищевых источников мышьяка для человека является рис. Растения риса накапливают мышьяк, поступающий из воды и почвы, в зерне и соломе. Рис может со-

<sup>1</sup> Эталонная доза (BMD) – это концентрация/доза вещества, которая вызывает заранее определенное изменение скорости реакции на неблагоприятное воздействие. Заранее определенное изменение скорости реакции на неблагоприятное воздействие называется эталонным ответом (BMR, benchmark response).  $BMDL_{0,5}$  – концентрация/доза вещества, при которой ответ на неблагоприятное воздействие на 0,5% ниже, чем эталонный ответ. Рассчитанное значение BMDL используют для оценки уровней воздействия вещества на население (включая чувствительные подгруппы), которые при ежедневном внутрижелудочном или дермальном путях поступления не будут иметь заметного риска вредных эффектов в течение всей жизни. BMDL более надежен, чем NOAEL, т.к. меньше зависит от выбора дозы и размера выборки.  $BMDL < BMD < NOAEL$ .

Таблица 3

**Допустимые уровни содержания ртути / метилртути в пищевых продуктах [2, 4, 15]**

Регламент Комиссии ЕС 1881/2006, Нг мг/кг, не более	Кодекс Алиментариус CXS 193-1995, MeHg, мг/кг	ТР ТС 021/2011, Нг мг/кг, не более
Рыба		
1,0 тунец 1,0 акула 1,0 марлиновые 1,0 удильщик 1,0 щука	1,2 тунец 1,5 бериковые 1,7 марлиновые 1,6 акула	1,0 Тунец, меч-рыба, белуга 0,3 пресноводная нехищная 0,6 пресноводная хищная 0,5 морская (кроме видов тунец, меч-рыба, белуга)
Мясо, мясные и мясосодержащие продукты		
-	-	0,03
Мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия		
-	-	0,03 крупа, толокно, хлопья, мука, отруби пищевые 0,02 макаронные изделия 0,015 хлеб, булочные изделия и сдобные изделия
Овощи, картофель, бахчевые, фрукты, ягоды и продукты из них		
-	-	0,02
Соль пищевая		
-	0,1*	0,1
Природная минеральная вода		
-	0,001**	0,005

Примечание: \*Данные на ртуть, \*\* мг/л.

держат как неорганические формы (арсеныты и арсенаты), так и органические соединения (монометиларсоновую и какодилловую кислоты), причем наиболее токсичными и опасными являются неорганические производные (табл. 5). Поскольку содержание мышьяка в рисе вызывает особую озабоченность, Комитетом Кодекс Алиментариус был разработан «Свод правил и норм по предотвращению и снижению загрязнения риса мышьяком» (CAC/RCP 77-2017), согласно которому национальным или профильным органам контроля качества пищевых продуктов следует рассмотреть возможность реализации мер в отношении источников загрязнения, в частности осуществлять контроль содержания мышьяка в оросительной воде, в почве рисовых полей, выявлять и контролировать потенциальные источники мышьяка (выбросы в атмосферу и промышленные сточные воды, пестициды, структурообразователи почвы и удобрения, ветеринарные препараты, корма, отходы). Кроме того, необходимо информировать все заинтере-

сованные стороны о риске и пользе потребления шлифованного и/или обрубленного риса (шлифованный рис содержит меньше мышьяка, чем обрубленный рис), а также о возможных технологиях приготовления риса, позволяющих снизить содержание мышьяка в готовом продукте [19].

В настоящее время содержание мышьяка в продуктах питания не регламентируется на уровне ЕС, что связано с отсутствием аналитических методов контроля, утвержденных в установленном порядке. Согласно Директиве 98/83/ЕС в питьевой воде для мышьяка установлена предельно допустимая концентрация 10 мкг/л [20].

Комиссией Кодекс Алиментариус разработаны нормативы только для риса шлифованного (0,2 мг/кг) и обрубленного (0,35 мг/кг) и жиров/масел (0,1 мг/кг), что полностью согласуется с нормативами, установленными в Российской Федерации (0,2 мг/кг и 0,1 мг/кг, соответственно). Стоит также отметить, что содержание мышьяка в основных продуктах питания по данным мониторинга ВОЗ, проведенного в различных регионах

Таблица 4

**Содержание мышьяка в продуктах питания по данным ВОЗ (GEMS/Food contaminants database), период 2008 – 2020 и допустимые уровни содержания по стандартам Кодекс Алиментариус и ТР ТС 021/2011 [16, 17, 18, 15, 2]**

Наименование	Содержание мышьяка, мг/кг	Допустимый уровень, Кодекс Алиментариус, мг/кг	Допустимый уровень ТР ТС 021/2011, мг/кг
Молоко	0,001-0,17	-	0,05
Молочные продукты	0,010-0,35	-	0,05
Жиры, масла	0,003-0,22	0,1	0,1
Мясо	0,002 - 0,78	-	0,1
Субпродукты	0,007-0,47	-	1,0
Яйца	0,003-0,04	-	0,6 (яичные продукты сухие, яичный порошок, белок, желток)
Фрукты	0,003-2,20	-	0,2
Овощи (кроме грибов)	0,001-1,35	-	0,2
Зерновые (кроме риса)	0,007-0,43	-	0,2
Рис	0,002-1,85	0,2 (шлифованный) 0,35 (обрушенный)	0,2
Морская рыба	0,10-62	-	5,0
Пресноводная рыба	0,060-4,72	-	1,0
Соль пищевая	-	0,5	1,0

мира, находится на уровнях существенно ниже нормативов, установленных в РФ (табл. 4).

#### **Свинец**

В окружающей среде свинец встречается преимущественно в неорганической форме. Воздействие на организм человека происходит через пищу, воду, пыль, вдыхаемый воздух и почву. В рамках Европейского Союза было проведено 7-летнее исследование, где государствами-членами было предоставлено 94126 результата о содержании свинца в различных пищевых продуктах и водопроводной воде [21]. При анализе собранной информации были выделены категории продуктов питания, которые являются основными «поставщиками» свинца в организм. К ним относятся зерновые продукты, картофель, крупы (кроме риса), смешанные блюда на основе злаков, листовые овощи. Стоит заметить, что уровень свинца примерно в 2/3 образцов был ниже предела обнаружения [21].

Можно проследить количество поступления свинца в организм с пищей у разных возрастных категорий (табл. 6). В среднем, люди в возрасте 15-25 лет потребляют свинец с пищей в количестве от 0,36 до 1,24 мкг/кг массы тела, женщины детородного возраста – от 0,38 до 1,28 мкг/кг массы тела, младенцы 3-х месяцев, находящиеся на

грудном вскармливании, потребляют 0,21 мкг/кг массы тела, младенцы на искусственном вскармливании (молочные смеси) – от 0,27 до 0,63 мкг/кг массы тела. У детей от 1 года до 3-х лет потребление свинца алиментарным путем выше остальных возрастных категорий от 1,10 до 3,10 мкг/кг массы тела. Дети в возрасте от 4-х до 7-ми лет потребляют от 0,80 до 2,61 мкг/кг массы тела [21].

Следует отметить, что дополнительными источниками свинца для детей 2-х лет являются пыль и почва, количество поступающего свинца – от 0,18 до 0,80 мкг/кг массы тела. Этот момент важен, так как доказано, что усвоение свинца детским организмом больше, чем взрослым. Аккумулируется тяжелый металл в мягких тканях, а со временем переходит в костную ткань. Соотношение концентраций свинца в тканях организма взрослого человека составляет: костная ткань 90%, печень 1%, кора почек 0,8 %, мозговое вещество почки 0,5 %, поджелудочная железа 0,4%, яичник 0,4%, селезенка 0,3%, простата 0,2%, головной мозг 0,1%, жировая ткань 0,1%, сердце 0,07%, скелетные мышцы 0,05% (рис.). Концентрация свинца в костях детей составляет 70% и увеличивается в процессе взросления. У детей свинец кумулируется преимущественно в губчатых костях, у взрослых равномерно

**Острая токсичность, мутагенное и канцерогенное действие производных мышьяка [13, 14]**

DL <sub>50</sub> , в/ж, мг/кг, класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76	Мутагенное действие	Канцерогенное действие
Диметиларсиновая кислота (CAS 75-60-5)		
644, крысы 3 класс опасности, умеренно опасные	Вызывает повреждение ДНК в клетках лёгких у мышей; хромосомные aberrации в тестах in vitro.	<p><b>Группа 2 В</b> - возможно канцерогенные для человека.</p> <p>Тесты на мышах – аденомы и карциномы легких.</p> <p>0, 50, 200, 400 ppm (в питьевой воде), мыши, 50 недель:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- папиллярные аденомы и аденокарциномы (у 14%, 36%, 50%, 77% соответственно дозе);</li> </ul> <p>0, 12,5, 50, 200 ppm (в питьевой воде), крысы, 104 недели:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- гиперплазия мочевого пузыря (у 39% при дозе 50 ppm, 45% при дозе 200 ppm);</li> <li>- папилломы мочевого пузыря (у 2% при дозе 50 ppm, 2% при дозе 200 ppm);</li> <li>- карцинома мочевого пузыря (у 19% при дозе 50 ppm, 39% при дозе 200 ppm);</li> <li>- папилломы/карциномы мочевого пузыря (у 26% при дозе 50 ppm, 39% при дозе 200 ppm).</li> </ul>
Метилмышьяковая кислота (CAS 124-58-3)		
961, крысы 3 класс опасности, умеренно опасные	Увеличение частоты хромосомных aberrаций в клетках костного мозга (тесты на крысах).	<p><b>Группа 2 В</b> - возможно канцерогенные для человека.</p> <p>10, 50, 200, 400 ppm (в питьевой воде), мыши, 104 недели: без изменений.</p>
Димышьяк триоксид (CAS 1327-53-3)		
15-24, крысы 2 класс опасности, высокоопасные	Хромосомные aberrации, эндоредупликация в тестах in vitro. Генотоксичность в тестах in vivo (хромосомная aberrация в клетках костного мозга млекопитающих).	<p><b>Группа 1</b> - безусловно канцерогенные для человека. (Мышьяк и его неорганические соединения)</p> <p>0, 50, 200 ppm (в питьевой воде), крысы, 2 года:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аденома печени (9%, 14%, 24% соответственно дозе)</li> </ul>
Натрий арсенит (CAS 7784-46-5)		
41, крысы 2 класс опасности, высокоопасные		<p><b>Группа 1</b> - безусловно канцерогенные для человека. (Мышьяк и его неорганические соединения)</p> <p>0, 50, 100, 200 мг/л (в питьевой воде), крысы, 167 недель:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- опухоли в почках (для самок - 2%, 2%, 10%, 10% соответственно дозе; для самцов - 4% при дозе 50 и 100 мг/л).</li> </ul>
Натрий арсенат (CAS 13464-38-5, 13510-46-8)		
112, крысы 2 класс опасности, высокоопасные	Хромосомные aberrации в тестах in vitro.	<p><b>Группа 1</b> - безусловно канцерогенные для человека. (Мышьяк и его неорганические соединения)</p> <p>0, 1, 10, 100 ppm (в питьевой воде), мыши, 18 мес:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аденома легких (у 13% при дозе в 100 ppm);</li> <li>- аденокарцинома легких (у 47%, 77%, 73%, 63% соответственно дозе).</li> </ul>

*Примечание:* Мышьяк проникает через гематогонадный барьер, накапливается в семенниках и вызывает их поражение. В тестах на животных вызывает задержку роста плода, постимплантационную гибель плода. Тератогенная токсичность (аномалии развития ЦНС и опорно-двигательного аппарата, нарушение развития иммунной и ретикулоэндотелиальной систем).

Таблица 6

## Поступление свинца в организм человека с пищей у разных возрастных категорий [21]

Возрастные категории		Путь воздействия	Диапазон воздействий в день (мкг/кг массы тела)
Люди в возрасте от 15 до 25 лет		в/ж	0,36-1,24
Младенцы 3-х месяцев	грудное молоко	в/ж	0,21
	молочная смесь	в/ж	0,27-0,63
Дети от 1 года до 3-х лет		в/ж	1,10-3,10
Дети от 4-х лет до 7-ми лет		в/ж	0,80-2,61
Дети 2-х лет (через пыль и почву)		в/ж	0,18-0,80
Женщины от 20-ти до 40 лет		в/ж	0,38-1,28
Наружный воздух		инг	0,001-0,003

и в губчатых, и трубчатых костях. Во время беременности происходит мобилизация свинца из костной ткани материнского организма в костную ткань плода. Так же установлена мобилизация свинца из костной ткани в кровь у женщин во время лактации. Период полувыведения свинца в крови 30 дней, в костях составляет приблизительно 10-30 лет [21].

К критическим последствиям воздействия свинца на организм, можно отнести: нейротоксичность (замедление развития, снижение уровня коэффициента интеллекта (IQ) у детей младшего возраста), сердечно-сосудистые эффекты, гипертонию и нефротоксичность у взрослых. Так же следует отметить, что свинец проникает через гематоэнцефалический и плацентарный барьеры; входит в перечень потенциально опасных химических веществ по действию на репродуктивную систему, вызывает аномалии развития у потомства. Международное агентство по изучению рака (МАИР) классифицировало неорганический свинец как вероятно канцерогенный для человека (группа 2A) в 2006 г [22].

Экспертами Европейского Агентства по безопасности продуктов питания (EFSA) были определены значения свинца, при которых идет воздействие на нервную систему детей (BMDL<sub>0,1</sub> 12 мкг/л / 0,50 мкг/кг массы тела в сутки), на почки (BMDL<sub>0,1</sub> 15 мкг/л / 0,63 мкг/кг массы тела в сутки), изменяется систолическое артериальное давление (BMDL<sub>0,1</sub> 36 мкг/л / 1,5 мкг/кг массы тела в сутки). Группа EFSA пришла к выводу, что предварительное допустимое недельное потребление свинца 25 мкг/кг массы тела, установленное Объединенным комитетом экспертов ФАО / ВОЗ по пищевым продуктам, не является в настоящее время приемлемым [22].

Комиссией Кодекс Алиментариус были разработаны допустимые уровни содержания свинца для основных категорий пищевых продуктов, в том числе злаковых и продуктов из злаковых (0,2 мг/кг), молока и молочных продуктов (0,02 мг/кг), корнеплодов (0,1 мг/кг), фруктовых соков (0,03 мг/кг), мяса (0,1 мг/кг) и других (табл. 7) с учетом объема потребления данного вида пищевого продукта человеком, реального содержа-

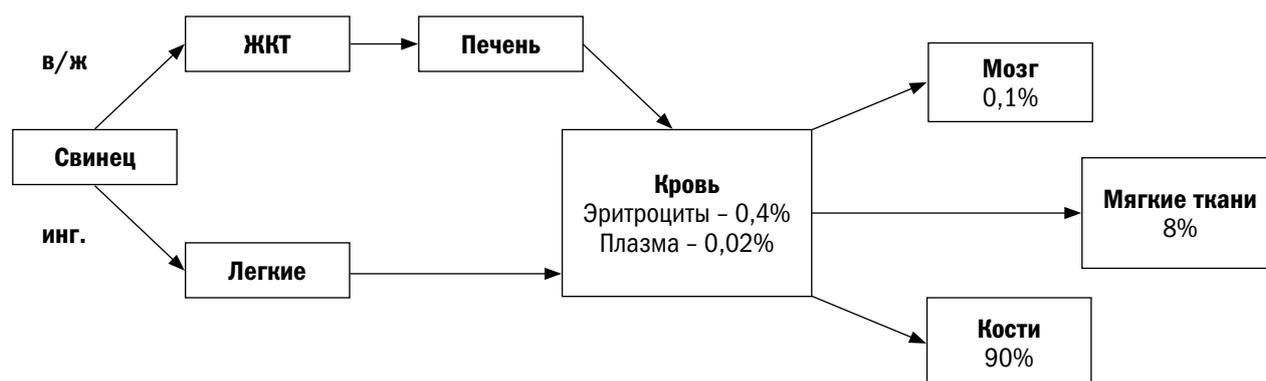


Рис. Распределение свинца в организме человека

Таблица 7

**Допустимые уровни содержания свинца в продуктах питания [2,4,15]**

Продукт питания	Максимальные уровни (Регламент Комиссии ЕС 1881/2006), мг/кг, не более	Кодекс Алиментариус CXS 193-1995, мг/кг	Допустимые уровни ТР ТС 021/2011, мг/кг, не более
Злаковые и продукты из злаковых	0,2	0,2	0,351) 0,5
Рыба	0,3	0,3	1
Ракообразные	0,5	-	10
Молоко	0,02	0,02	0,1
Молочные продукты		0,02	0,32) 0,53)
Жиры и масла, включая молочный жир	0,1	0,08	0,1
Адаптированные, частично адаптированные молочные смеси	0,02	0,01	0,02
Корнеплоды, бахчевые	0,1	0,1	0,5
Листовые овощи	0,3	0,3	0,5
Фруктовые соки	0,05	0,03	0,4
Фрукты	0,1	0,1	0,4
Мясо	0,1	0,1	0,5
Печень	0,5	0,1	0,6
Яйца птиц	-	-	0,3

Примечание: 1) – хлебобулочные изделия; 2) – творог; 3) – сыры.

ния свинца в продукте по данным мониторинга и концентраций, при которых возможно наступление неблагоприятных последствий для здоровья человека.

Сравнительный анализ допустимых уровней содержания свинца в пищевых продуктах показал, что по основным видам продукции нормативы, действующие в Российской Федерации и установленные в ТР ТС 021/2011, многократно (молоко в 5 раз, молочные продукты в 15-25 раз, корнеплоды в 5 раз, рыба в 3 раза, ракообразные в 20 раз, фруктовые соки в 13 раз, фрукты в 4 раза, мясо в 5 раз) превосходят аналогичные нормативы, действующие в странах ЕС (Регламент Комиссии ЕС 1881/2006 и/или рекомендованные Кодекс Алиментариус (CXS 193-1995).

Принимая во внимание тот факт, что ТР ТС 021/2011, действующий в Российской Федерации, разрабатывался десять лет назад, международный опыт по нормированию свинца в пище-

вых продуктах и общую тенденцию на снижение данного норматива, целесообразным является проработка вопроса о необходимости пересмотра части нормативов заинтересованными федеральными органами исполнительной власти Российской Федерации совместно с ЕАЭС.

В настоящее время в международном сообществе рассматривается предложение Комитета Кодекс Алиментариус по установлению максимального допустимого уровня содержания свинца в следующих продуктах питания: яйца – 0,1 мг/кг, яичные продукты сухие – 1,5-2,0 мг/кг, свежие кулинарные травы – 0,2 мг/кг, сушеные кулинарные травы – 2,0 мг/кг, специи, в том числе фрукты и ягоды – 0,6 мг/кг, корневища, луковицы и корни (сушеные) – 2,5 мг/кг, корневища, луковицы и корни (свежие) – 0,8 мг/кг, цветки – 1,0 мг/кг, семена – 0,9 мг/кг, для последующего включения данных видов продукции в CXS 193-1995 [8].

Кроме того, Комиссия Кодекс Алиментариус разрабатывает предложение по максимальным допустимым уровням содержания свинца в винах, в том числе крепленых, субпродуктах крупного рогатого скота, свиней, домашней птицы [23].

Анализ рынка, выполненный экспертами ФАО/ВОЗ, показал, что 100% проб вина содержали свинец на уровне, не превышающем 0,2 мг/кг (действующий норматив в ЕС), 100% – не превышающем 0,15 мг/кг, 99% – 0,1 мг/кг, 97% – 0,05 мг/кг. Поэтому на обсуждение были вынесены два норматива 0,1 мг/кг и 0,05 мг/кг. В пользу установления нового норматива по содержанию свинца на уровне 0,1 мг/кг (т.е. снижение действующего норматива в 2 раза) свидетельствуют:

- меньшее влияние на экономическую ситуацию в отрасли (только 1% продукции не соответствует данному нормативу);
- при установлении содержания свинца на уровне 0,05 мг/кг 5-11% продукции категории «десертное вино» и «белое вино» будут содержать свинец выше норматива;
- вино не употребляется детьми, поэтому нет необходимости устанавливать такие же низкие уровни, как для виноградного сока.

Для крепленых вин и ликеров предложен норматив 0,15 мг/кг свинца для вина, изготовленного из винограда, собранного после вступления решения в законную силу.

#### **Кадмий**

В окружающую среду кадмий попадает со сточными водами, при сжигании отходов, при использовании удобрений. Как следствие, происходит загрязнение почвы, что приводит к увеличению поглощения кадмия растениями. Моллюски, ракообразные и грибы являются естественными накопителями кадмия. Основным фактором воздействия тяжелого металла на человека являются пищевые продукты и питьевая вода [24].

Кадмий не участвует в биологических процессах у животных и людей, но имитирует другие необходимые двухвалентные металлы, чем нарушает процессы в организме. Непосредственно всасывание этого металла невелико (3-5%), но стоит учитывать значительную способность к кумуляции и длительный период выведения (10-30 лет). Большая восприимчивость к кадмию характерна людям, страдающим дефицитом железа (концентрация ферритина в сыворотке ниже 30 мкг/л). Распределение кадмия происходит в основном между печенью (15%), почками (50%), мышцами (12%) и другими тканями [24]. Важно отметить, что во время беременности, плацента является органом активно кумулирующим тяжелый металл. Критическим органом-мишенью являются почки, точнее проксимальные канальцы, где происходит основное накопление кадмия, что приводит к почечной дисфункции, как итог – по-

чечная недостаточность. Вследствие нефротоксического эффекта либо прямого действия, кадмий является причиной деминерализации костей. Также кадмию свойственны нейротоксичность, генотоксичность, канцерогенность, тератогенность, эндокринные и репродуктивные эффекты. По данным Международного агентства по изучению рака (МАИР), кадмий классифицируется как канцероген для человека – группа 1 [25].

В период с 2003 по 2007 год Европейским Агентством по безопасности продуктов питания (EFSA) было проведено исследование по содержанию кадмия в продуктах питания. Информация об образцах продуктов с содержанием кадмия была получена от 20-ти государств-членов Европейского Союза. Наиболее высокие концентрации кадмия обнаружены в следующих пищевых продуктах: водоросли, рыба и морепродукты, шоколад. Только в 5% исследованных проб уровень кадмия превышал допустимые уровни.

Отмечено, что в среднем человек потребляет кадмия с пищей в диапазоне от 1,9 до 3,0 мкг/кг массы тела в неделю. Не менее значимый путь поступления кадмия в организм ребенка (в возрасте ~ от года до трех лет) – пыль [24].

В 2010 году Объединенный комитет экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым продуктам поднял вопрос о пересмотре допустимого уровня поступления кадмия в организм человека в результате его естественного содержания в пищевых продуктах и питьевой воде. Ранее было установлено допустимое недельное поступление на уровне 7 мкг/кг массы тела. Учитывая длительный период выведения кадмия из организма, значения ежедневного поступления не имеют значительного влияния на общую экспозицию. Воздействие кадмия на организм влечет хронические заболевания, поэтому был установлен допустимый уровень месячного поступления в 25 мкг/кг массы тела [24].

Сравнительный анализ допустимых уровней содержания кадмия в продуктах питания (табл. 8) показывает, что для основных категорий продуктов питания, включая овощи и корнеплоды в Российской Федерации установлены более жесткие нормативы, чем в странах ЕС.

Отдельно стоит обратить внимание на регулирование кадмия в какао-бобах и продукции на их основе.

Согласно предложению Комиссии Кодекс Алиментариус, максимальный уровень содержания кадмия в шоколаде, содержащем <30% какао в пересчете на сухой остаток, не должен превышать 0,3 мг/кг. Против данного предложения выступают Евросоюз, Швейцария и Марокко, мотивируя свое решение тем, что для данного вида продукции необходимо установить более жесткий норматив 0,1 мг/кг, обеспечивающий лучшую защиту здоровья потребителей, особен-

**Допустимые уровни содержания кадмия в продуктах питания [2,4,15]**

Продукт питания	Максимальные уровни Регламент Комиссии ЕС 1881/2006, мг/кг, не более	Кодекс Алиментариус CXS 193-1995	Допустимые уровни ТР ТС 021/2011, мг/кг, не более
Злаковые и продукты из злаковых	0,1	0,11) 0,42)	0,1
Рыба	0,1	-	0,2
Моллюски двустворчатые	1	2	2
Шоколад	0,13) 0,34) 0,85) 0,66)	0,8	0,5
Овощи	0,27) 0,058)	0,1 0,059)	0,03
Корнеплоды	0,1	0,1	0,03
Печень	0,5	-	0,3
Молоко	-	-	0,03
Мясо	0,05	-	0,05

*Примечание:* 1) – злаки; 2) – шлифованный рис; 3) – молочный шоколад с содержанием какао <30%; 4) – шоколад с содержанием какао <50%, молочный шоколад с содержанием какао ≥30%; 5) – шоколад с содержанием какао ≥50%; 6) – какао порошок (горячий шоколад); 7) – листовые и стеблевые овощи; 8) – овощи кроме корнеплодов, стеблевых, листовых; 9) – капуста, луковичные, сладкая кукуруза

но детей. Евросоюз подчеркивает, что концепция пропорциональности (максимальные уровни содержания кадмия в шоколаде, содержащем 50-70% и >70% какао, 0,8 и 0,9 мг/кг, соответственно) неприменима в данном случае, поскольку дети являются потребителями в основном молочного шоколада. По оценке кодекс алиментариус для детей вклад шоколадной продукции составляет примерно 6,4% от общего кадмия, поступившего в организм с продуктами питания, что находится на третьем месте после картофеля и картофельной продукции (13,6%), а также хлеба и роллов (9,9%). Марокко указывает на то, что основные мировые поставщики какао (Камерун, Кот-д'Ивуар, Гана и Нигерия), на долю которых приходится до 75% производства какао, способны обеспечить уровень менее 0,3 мг/кг.

Предложение поддерживают Канада, Колумбия, Казахстан, США, Европейская ассоциация производителей какао. США мотивирует свое решение тем, что норматив 0,3 мг/кг разработан на основе принципа пропорциональности, утвержденного на 41 заседании Комиссии Кодекс Алиментариус (CAC41, 2018), и является компромиссным решением, учитывающим негативный экономический эффект для некоторых стран Латинской Америки и Карибского региона.

Согласно ТР ТС 021/2011 допустимый уровень кадмия в шоколаде и изделиях из него, какао-бобах и какао-продуктах составляет не более 0,5 мг/кг. Данный показатель установлен без учета фактического содержания какао в шоколаде и изделиях из него, т.е. нет градации по содержанию какао <30%, 50-70%, >70%. Возможно, следует проработать вопрос о необходимости пересмотра соответствующего норматива в странах Евразийского Экономического Союза с учетом международного опыта и оценки риска, проведенной Евросоюзом.

В заключении отметим, что в 2019 году Комиссия Кодекс Алиментариус включила в приоритетный перечень загрязняющих веществ и природных токсикантов, для которых необходимо разработать / пересмотреть токсикологические профили, провести оценку канцерогенного и неканцерогенного рисков, а также оценку воздействия следующие вещества [23]:

- диоксины и диоксиноподобные полихлорированные бифенилы;
- мышьяк (неорганический / органический);
- скополетин (сок нони);
- алколоиды спорыньи;
- трихотеценовые микотоксины (Т2, НТ2).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES:

1. Safety Food. World Health Organization. Available at <http://www.who.int/health-topics/food-safety>.
2. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» / Technical Regulation EAEU TR CU 021/2011 «On safety of food» (in Russian).
3. Council Regulation EEC № 315/93 of 8 February 1993. Available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993R0315&from=EN>.
4. Commission Regulation EC No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Available at EUR-Lex – 32006R1881 – EN – EUR-Lex (europa.eu).
5. Codex Alimentarius. Homepage.
6. Proposed draft MLs for AFT and OTA in nutmeg, dried chili and paprika, ginger, pepper and turmeric and associated sampling plans. REP19/CF, para. 81. Codex Alimentarius, 2020. Available at: [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org).
7. Proposed draft MLs for AFT in certain cereals and cereal-based products including foods for infants and young children. CX/CF 20/14/10. Codex Alimentarius, 2020. Available at: [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org).
8. Proposed draft MLs for lead in certain food categories. CX/CF 20/14/8. Codex Alimentarius, 2020. Available at: [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org).
9. CX/CF 20/14/11. Joint FAO/WHO food standards program Codex Committee on contaminants in foods. 14th Session Utrecht, the Netherlands, 20 – 24 April 2020. Discussion paper on maximum levels for methylmercury in additional fish species. Available at: [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org).
10. Draft ML for cadmium for chocolates containing or declaring, <30% total cocoa solids on a dry matter basis. CX/CF 20/14/5. Codex Alimentarius, 2020. Available at: [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org).
11. Proposed draft MLs for cadmium in chocolates and cocoa-derived products. CX/CF 20/14/6. Codex Alimentarius, 2020. Available at: [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org).
12. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. EFSA Journal 2012; 10(12): 2985. [241 pp.] doi:10.2903/j.efs.2012.2985. Available online: [www.efsa.europa.eu/efsajournal](http://www.efsa.europa.eu/efsajournal).
13. ECHA. European Chemicals Agency's Dissemination portal with information on chemical substances registered under REACH.
14. Автоматизированная распределенная информационно-поисковая система (АРИПС) «Опасные вещества» / Automated distributed Information Retrieval System (ARIPS) «Hazardous Substances» (in Russian).
15. General standard for contaminants and toxins in food and feed. CXS 193-1995. Codex Alimentarius. Available at: [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org).
16. European Food Safety Authority, 2014. Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. EFSA Journal 2014;12(3):3597, 68 pp. doi:10.2903/j.efs.2014.3597 Available online: [www.efsa.europa.eu/efsajournal](http://www.efsa.europa.eu/efsajournal).
17. Safety evaluation of certain contaminants in food. Arsenic. WHO Food Additives Series: 63. FAO JECFA Monographs 8, 2011, Geneva.
18. GEMS/Food contaminants database.
19. SAC/RCP 77-2017 «Свод правил и норм по предотвращению и снижению загрязнения риса мышьяком». Codex Alimentarius, 2017 / SAC/RCP 77-2017 «Code of Practice for the Prevention and Reduction of Arsenic Contamination in Rice», 2017 (in Russian, English). Available at: [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org).
20. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption.
21. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Lead in Food. EFSA Journal 2010; 8(4):1570. [151 pp.]. doi:10.2903/j.efs.2010.1570. Available online: [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu).
22. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 87. Inorganic and Organic Lead Compounds.
23. Joint FAO/WHO food standards programme Codex Alimentarius Commission 42nd Session Geneva, Switzerland 8 – 12 July 2019. Report of the 13rd Session of the Codex Committee on contaminants in foods Yogyakarta, Indonesia 29 April – 3 May 2019. Available at: [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org).
24. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on cadmium in food. EFSA Journal (2009) 980, 1-139.
25. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 58. Beryllium, Cadmium, Mercury, and Exposures in the Glass Manufacturing Industry.

*Kh.Kh. Khamidulina<sup>1,2</sup>, E.V. Tarasova<sup>1</sup>, E.A. Rinchindorzhieva<sup>1</sup>, A.S. Proskurina<sup>1,2</sup>, A.R. Egiazaryan<sup>1</sup>, I.V. Zamkova<sup>1</sup>, E.V. Dorofeeva<sup>1</sup>, S.A. Shvykina<sup>1</sup>, D.N. Rabikova<sup>1,2</sup>, N.I. Nikolaeva<sup>3</sup>, A.S. Filin<sup>3</sup>, D.A. Lebedeva<sup>4</sup>*

## HIGHLIGHTS OF INTERNATIONAL REGULATION OF LEAD, CADMIUM, MERCURY AND ARSENIC CONTENTS IN FOOD

<sup>1</sup>Russian Register of Potentially Hazardous Chemical and Biological Substances of Rospotrebnadzor, 121087, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, RF Ministry of Health, 125993, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 119435, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup>National Research University Higher School of Economics, 101000, Moscow, Russian Federation

The article presents an overview of current issues of international regulation of the content of heavy metals (lead, cadmium, mercury and arsenic) in food. Special attention is paid to the revision of the standards for the content of arsenic in rice, mercury in some types of fish, cadmium in chocolate, lead in meat, offal, and wine. A comparative analysis of the standards -permissible levels of content of heavy metals in food products in the EU and the Russian Federation is carried out.

**Keywords:** lead, cadmium, mercury, arsenic, food products, rationing.

Quote: Kh.Kh. Khamidulina, E.V. Tarasova, E.A. Rinchindorzhieva, A.S. Proskurina, A.R. Egiazaryan, I.V. Zamkova, E.V. Dorofeeva, S.A. Shvykina, D.N. Rabikova, N.I. Nikolaeva, A.S. Filin, D.A. Lebedeva. Highlights of international regulation of lead, cadmium, mercury and arsenic contents in food. Toxicological Review. 2021; 1:2-13.

Материал поступил в редакцию 18.11.2020 г.

