

Предисловие

Монография предназначена для оказания помощи специалистам медико-профилактического дела в углубленном изучении следующих разделов: тяжелые металлы в окружающей среде и их токсико-гигиеническая характеристика, аналитические методы определения солей тяжелых металлов в пищевых продуктах и продовольственном сырье, оценка приоритетных продуктов по содержанию солей тяжелых металлов, содержание тяжелых металлов в питьевой воде, технологии детоксикации пищевой продукции с повышенным содержанием солей тяжелых металлов.

В монографии приведены основные законодательные и нормативно-регламентирующие документы, рассмотрены основные вопросы организации деятельности по обороту пищевых продуктов, содержащих соединения тяжелых металлов.

Практический интерес представляет предположение по усовершенствованию методов социально-гигиенического мониторинга и контроля влияния солей тяжелых металлов на здоровье человека.

В монографии предложен «проект стандарта» безопасности (детоксикация) пищевой продукции, загрязненной солями тяжелых металлов, в котором большая роль уделяется естественным методам детоксикации.

Коллектив авторов с большим вниманием рассмотрит предложения, критические замечания, высказанные авторам.

Часть 1. Тяжелые металлы в окружающей среде и их токсико-гигиеническая характеристика

Одними из наиболее вредных для биосферы Земли загрязнений, имеющих самый разнообразный вредный последствия как для здоровья людей, так и для жизнедеятельности живых организмов, являются загрязнения тяжелыми металлами. Наряду с пестицидами, диоксинами, нефтепродуктами, фенолами, фосфатами и нитритами тяжелые металлы ставят под угрозу существование цивилизации.

Чрезвычайный масштаб загрязнения окружающей среды оборачивается ростом генетических мутаций, раковых, сердечно-сосудистых и профессиональных заболеваний, отравлениями, дерматозами, снижением иммунитета и связанных с этих болезней. В подавляющем большинстве случаев, причиной загрязнения является экологически безграмотная деятельность человека. Среди опасных для здоровья веществ тяжелые металлы и их соединения занимают особое место, так как являются постоянными спутниками в жизни человека.

Термин «тяжелый металл» относится к любому металлическому химическому элементу, который имеет относительно высокую плотность и токсичен или ядовит при низких концентрациях. Тяжелые металлы опасны, потому что имеют тенденцию к биоаккумуляции.

Биоаккумуляция означает увеличение концентрации химического элемента в биологическом организме, по сравнению с концентрацией этого элемента в окружающей среде. Соединения тяжелых металлов накапливаются в живых существах, и накапливаются быстрее чем разрушаются или преобразуются.

Основными техногенными источниками атмосферного загрязнения являются тепловые электростанции (27 %), предприятия черной металлургии (24,3 %), предприятия по добыче и переработке нефти (15,5 %), транспорт (13,1 %), предприятия цветной металлургии (10,5 %), а также предприятия по добыче и изготовлению строительных материалов (8,1 %), химическая промышленность (1,3 %).

К основным отраслям, с которыми связано загрязнение окружающей среды ртутью, относят горнодобывающую, металлургическую, химическую, приборостроительную, электровакуумную и фармацевтическую, автотранспорт (*табл. 1*).

Загрязнение тяжелыми металлами объектов биосферы (почва, вода, воздух) является причиной накопления их в пищевом сырье как растительного, так и животного происхождения в количествах, порой превышающих санитарно-гигиенические нормы.

Организм человека представляет собой чрезвычайно сложную систему, в которой все взаимосвязано, и изменение состояния одного органа приводит к дисбалансу всего организма. В свою очередь функционирование органов в значительной степени зависит от веществ, поступающих в организм человека из окружающей среды, которые можно условно разделить на необходимые, инертные и токсичные. Однако при избытке потребления даже полезные вещества могут причинить вред и стать токсичными.

Источники загрязнения наиболее токсичных металлов

Me	Источники загрязнения	Проявления токсичности для человека
Pb	Автотранспорт, электротехнические батареи, производство резины, аккумуляторных приборов, светодиодные лампы, стоматологические материалы, краски, пигменты, герметики, промышленные отходы, изделия из пластмассы.	Протоплазматический и клеточный уровень. Поражает все органы и ткани, вызывает паралич и гибель клеток. Заболевание — сатурнизм
Hg	Производство удобрений, цементных и комбинированных материалов, полупроводников, полимеров, антикоррозионных покрытий, медицинских препаратов, промышленных масел, цветных металлов, мелирования воды, легкосплавных техник	Центральная нервная система (ЦНС). Поражает вегетативно-сосудистую систему — синдром Миньера
Cd	Производство сплавов, резины, пластмасс, светодиодных ламп, стоматологических материалов, красок, пигментов, герметиков, промышленных отходов, изделий из пластмассы. Аэрозольные баллоны, электростанции, медицинские заводы и предприятия, промышленные отходы, а также бытовые источники	Аккумулируется в легких, костях, семенниках, печени и почках. Нарушает обмен веществ, снижает иммунитет. Нарушает обмен железа и кальция. Болезнь «Итай-итай»
As	Атмосферные выбросы электростанций, металлургических производств, медеплавильных заводов и предприятий цветной металлургии, промышленные сточные воды, мышьяк содержащие пестициды	Хронические риниты, фарингиты, ларингиты и др. Нервная система: астенические состояния, легкие формы полиневритов; на коже появляются симптомы нарушения трофики (гиперкератозы на ладонях, подошвах ног); нарушается функция ЖКТ
Ni	Производство металлосодержащих продуктов, изготовление автомобильных деталей, посуды и бижутерии, входящих в состав пищевых добавок, многочисленных специальных ингредиентов, красителей, никелевых и хромовых сплавов. Применяется для изготовления медикаментов, дубильных веществ, красителей, косметики и других химических средств	15–20 % поступившего никеля откладывается в легких. Сильные аллергены. Высокотоксичны
Cr	Производство металлосодержащих продуктов, изготовление автомобильных деталей, посуды и бижутерии, входящих в состав пищевых добавок, многочисленных специальных ингредиентов, красителей, никелевых и хромовых никелевых сплавов. Применяется для изготовления медикаментов, дубильных веществ, красителей, косметики, ОВ и других химических средств	Токсичен — мутагенный, канцерогенный эффекты. Является бластомогенным и аллергенным фактором. Имеет сродство к легочной ткани. Присоединяется к белкам плазмы крови: альбуминам, а главное, к железосвязывающему белку-трансферрину

Многие тяжелые металлы, такие как железо, медь, цинк, молибден, участвуют в биологических процессах и в определенных количествах являются необходимыми для функционирования растений, животных и человека микроэлементами. С другой стороны, тяжёлые металлы и их соединения могут оказывать вредное воздействие на организм человека, способны накапливаться в тканях, вызывая ряд заболеваний. Не имеющие полезной роли в биологических процессах металлы, такие как свинец и ртуть, определяются как токсичные металлы. Некоторые элементы, такие как ванадий или кадмий, обычно имеющие токсичное влияние на живые организмы, могут быть полезны для некоторых видов (табл. 2).

Таблица 2

**Содержание некоторых необходимых ионов металлов,
их физиологическая роль в организме
и токсичность при избытке (мг)**

Ион металла	Сод. в организме	Дневное потребление	Физиологическая роль металла в организме	Токсическое действие при избытке металла
Cr^{3+}	6	0,1	Участвует в метаболизме углеводов, кофактор инсулина (глюкозный фактор толерантности)	Cr^{3+} — малотоксичен, Cr^{6+} — мутаген, канцероген
Mo^{6+} MoO_4^{2-}	9	0,3	Входит в состав металлоферментов флавиновой группы, является составной частью ферментов ксантиноксидазы, нитроредуктазы, альдегидоксидазы. Недостаток молибдена приводит к нарушению пуринового обмена. Антагонист меди	Заболевание костей, подагра, остеопороз
Mn^{2+}	12	4	Может быть кофактором ферментов. Недостаток приводит к ухудшению роста костей, к снижению репродуктивной функции	Токсичен MnO_4^+ и оксиды. Поражает ЦНС, печень, почки и селезенку
Fe^{2+}	4–5 г	10–20	Входит в состав гемоглобина (70 %), железо-протеинов и ферментов. Участвует в синтезе белка и окислительно-восстановительных реакциях в плазме	Сидероз. Повреждение ЖКТ, печени. Элемент не считается токсичным
Co^{2+}	1	3	Необходимый компонент витамина В. При недостатке анемия и остановка роста. Цинк и кобальт имеют одинаковые эффективные ионные радиусы, сравнимые константы устойчивости в комплексах с лигандами, поэтому Co иногда замещает Zn в ферментах, давая также активные формы	Стимулирует костный мозг продуцированию эритроцитов, уменьшает способность щитовидной железы аккумулировать йод

Ион металла	Сод. в организме	Дневное потребление	Физиологическая роль металла в организме	Токсическое действие при избытке металла
Ni ²⁺	10 мг		Содержится в уреазе, стабилизирует структуры — высокотоксичный Ni (CO), NiCl, влияние на РНК, ДНК и структуру рибосом. Соединения могут быть канцерогенными, аллергенными. Соединения никеля используются для ортопедических протезов, сердечных электродов, стальных швов	Высокотоксичны Ni (CO) ₂ , NiCl ₂ , NiO — могут быть канцерогенами. Сильные аллергены
Cu ²⁺	0,1 г	3	Катализирует окислительно-восстановительные реакции, в частности метаболизм фенольных соединений, участвует в образовании пигмента. При недостатке анемия, плохое состояние костной и соединительной тканей, потеря пигментации волос. Прием цинка в пилюлях может вызвать дефицит меди	Рвота, остановка роста, гемолиз, низкое содержание гемоглобина, дефект метаболизма. Токсичность можно понизить путем приема MnO, Zn ²⁺
Zn ²⁺	2 г	15	Участвует в усвоении силикатов, метаболизме нуклеиновых кислот и клеточном делении. Выполняет роль необходимого кофактора для фермента карбоангидразы. Оказывает антирахитическое действие, синергист витамина D. Большая часть в теле человека в мускулах, в половой железе простате	Считается не опасным. При дефиците — поражение кожных покровов, отставание в росте, нарушение половых функций, сперматогенеза
Se ⁴⁺	13	70 мкг	Входит в состав глутатионпероксидазы. Недостаток приводит к прекращению роста, нервозность, лихорадка, рвота некрозу печени, атрофии поджелудочной железы, бесплодию	При отравлении — селинолиз; нервозность, лихорадка, рвота

Общая характеристика тяжелых металлов

В группу тяжелых металлов включают металлы с плотностью большей, чем у железа, а именно: Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sr, Sn, Bi и Hg (табл. 3). Характеристика тяжелых металлов представлена в табл. 3.

Биогеохимические свойства тяжелых металлов

Свойство	Cd	Co	Си	Hg	Ni	Pb	Zn
Биохимическая активность	В	В	В	В	В	В	В
Токсичность	В	У	У	В	У	В	У
Канцерогенность	В	В	-	-	В	-	-
Обогащение аэрозолей	В	Н	В	В	Н	В	В
Минеральная форма распространения	В	В	Н	В	Н	В	Н
Органическая форма распространения	В	В	В	В	В	В	В
Подвижность	В	Н	У	В	В	В	У
Тенденция к биоконцентрированию	В	У	В	В	У	В	В
Эффективность накопления	У	Н	В	У	Н	Н	В
Комплексообразующая способность	У	Н	В	У	У	У	В
Склонность к гидролизу	В	Н	В	В	Н	В	В
Растворимость соединений	В	Н	В	В	Н	В	В
Время жизни	В	В	В	Н	В	Н	В

Примечание: В — высокая, Н — низкая, У — умеренная.

В организм животных и человека с продуктами питания поступает от 65,3 % до 99,79 %, с питьевой водой — до 27,1 % и наименьшее количество ТМ поступает с атмосферным воздухом — до 9,61 %.

Свинец — наиболее распространенный экотоксичный ТМ с содержанием в земной коре 16 мг/кг и периодом полувыведения около 30 лет.

Свинец, кадмий и ртуть являются представителями так называемой «мрачной тройки» и представляют наибольшую опасность для здоровья человека и животных.

Постановка Pb на первое место в этой тройке не случайна. Относительная простота получения Pb и большая распространенность в земной коре (16 мг/кг) сделали свинец классическим промышленным ядом и глобальным токсикантом окружающей природной среды. Антропогенная свинцовая нагрузка, в 16 раз превышающая геогенную, способна индуцировать нарушения практически на всех уровнях биологической организации, включая экосистемы.

Свинец применяется для изготовления химической аппаратуры, аккумуляторов, свинцовых пигментов, бронз, латуни, припоев, типографского сплава хрусталя, спичек, пиротехнических изделий, пластмассы (в качестве стабилизатора), для покрытия электрических кабелей и защиты от ионизирующего

излучения. Объем современного производства Pb составляет более 2,5 млн тонн в год. В гидросферу ежегодно попадает 500–600 тыс. тонн Pb, а через атмосферу на поверхность Земли оседает около 400 тыс. тонн.

Опасность представляет не только свинец, но и его соединения: свинцовый оксид PbO , закись Pb_2O , двуокись Pb_2O_3 , четырех окись свинца Pb_3O_4 , являющаяся основой пигмента для сурика, сульфат свинца, используемый для приготовления свинцовых белил и др.

Литосферный и почвенный Cd в десятки раз меньше чем Pb — соответственно 0,2 и 0,5 мг/кг.

Основным источником загрязнения почв кадмием являются фосфатные удобрения, отходы цветной металлургии, осадки сточных вод. Кадмий широко используется для защиты от коррозии и в качестве декоративного покрытия изделий из стали, в производстве антисептических средств, никель-кадмиевых и серебро-кадмиевых аккумуляторов, бытовых батареек, аварийных и регулирующих стержней для атомных реакторов, в самолетостроении и других отраслях. Как составная часть кадмий представлен — износоустойчивыми сплавами с медью (троллейбусные и трамвайные провода), фотоэлементы, люминофоры катализаторы, лазерные материалы, красители, стабилизаторы.

Концентрации кадмия велики в районах транспортно-промышленных загрязнений (до 10 мг/кг — у обочин дорог, до 160 мг/кг — в районах металлообработки и до 500 мг/кг — в горнорудных районах), что является причиной увеличения содержания этого металла в пастбищных травах и овощах.

Отметим, что 70 % кадмия растения получают из почв и только 30 % — из воздуха. У животных усвоение кадмия, поступающего алиментарным путем, находится на уровне 5 %, а аэрозольным — 80 %.

Воздействие ТМ на здоровье человека и животных

Негативное влияние ТМ на организм разнообразно и многогранно. Соединения ТМ избирательно токсичны в основном для специфического эпителия почек, печени, кишечника, эритроцитов и нервных клеток, где наблюдается повышенная концентрация этих веществ, поэтому нефропатия, гепатопатия, выраженная неврологическая симптоматика часто преобладают в клинической картине отравлений.

Высокой нефротоксичностью обладают такие металлы, как кадмий, ртуть, свинец, хром, висмут, что связано с их способностью депонироваться в паренхиматозных органах, особенно в корковом веществе почки и медленным выведением из организма. Период полувыведения для кадмия составляет более 10 лет, для свинца — около 30 лет, для хрома — около 1 месяца.

Основными путями поступления свинца считаются ингаляционный и алиментарный. В наибольших количествах свинец накапливается в печени, почках, поджелудочной железе, костях и волосах. Свинец выделяется в основном через кишечник и почки, но его можно обнаружить в слюне, молоке и других секретах.

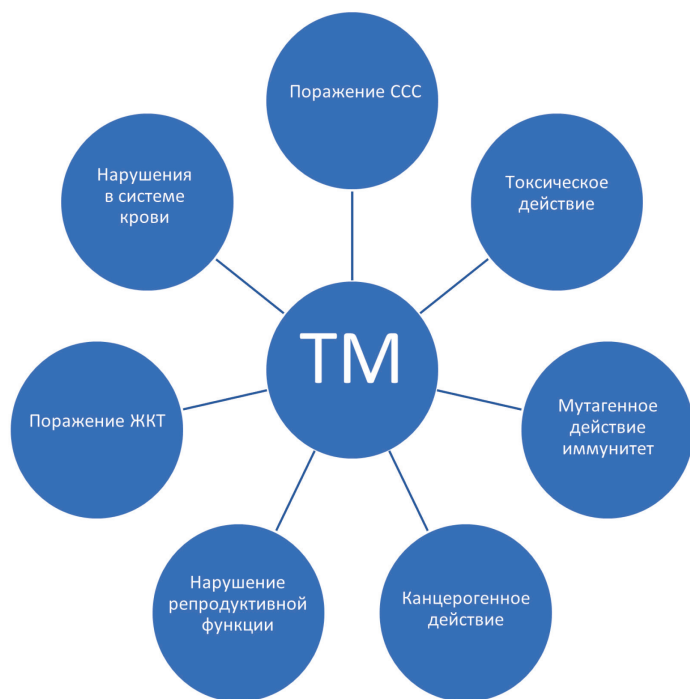


Рис. 1. Общее действие ТМ на организм человека

Всасывание кадмия происходит в двенадцатиперстной кишке и тонком отделе кишечника. Для накопления кадмия характерен тендерный диморфизм: уровень кадмия в мужском организме выше, чем в женском.

Высокий уровень кровоснабжения и большая протяженность тубулярного аппарата обуславливают длительность контакта токсических веществ и их метаболитов с почками, что приводит к отложению незаряженных токсинов в почках, с последующей активацией медиаторов воспаления и развитием иммуновоспалительного процесса.

Токсический эффект действия свинца на почки проявляется в виде хронической нефропатии, которая может привести к почечной недостаточности. Клинические признаки повреждения — повышение уровня мочевины в крови и креатинина в сыворотке.

Выявляются нарушения канальцевого отдела нефрона с переходом в тубулярный нефроз при отравлении средней тяжести. Изменяются сосуды микроциркуляторного русла, разрастается соединительная ткань, что приводит к нарушению клубочковой фильтрации.

Морфологические изменения в почках выражаются в воспалении, затем, по мере нарастания интоксикации, дегенеративно-некротическом воспалении. Отмечается выраженное и стабильное снижение тканевого гемоглобина. Морфологические изменения структуры почек являются одной из причин нарушения белкового и азотистого обмена.

Изменение функций почек в результате токсического воздействия свинца на сосуды почек и на структуру эпителия канальцев является одной из причин снижения выведения свинца из организма.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru