



Профилактика неблагоприятных воздействий мышьяка

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ГИГИЕНЫ; СКАНДАРЯН АНТОН, 3 КУРС, ГРУППА 75

ВОЗ. Основные факты



- Мышьяк входит в перечень ВОЗ из десяти химических элементов, представляющих значительные проблемы для общественного здравоохранения.
- Мышьяк в высоких концентрациях присутствует естественным образом в грунтовых водах целого ряда стран.
- Наибольшую угрозу для здоровья людей представляет загрязненная мышьяком вода, используемая для питья, приготовления пищи и орошения продовольственных сельскохозяйственных культур.
- Длительное воздействие мышьяка, содержащегося в питьевой воде и пищевых продуктах, может приводить к развитию рака и к поражениям кожи. Такое воздействие также неблагоприятно сказывается на развитии и ассоциируется с сердечно-сосудистыми заболеваниями, нейротоксичностью и диабетом.
- Симптомы и признаки, вызываемые длительным воздействием повышенных концентраций неорганического мышьяка, варьируются между отдельными людьми, группами населения и географическими областями. Поэтому, **общего определения болезни, вызываемой мышьяком, нет**. Это осложняет оценку бремени болезней, связанных с мышьяком.
- Первоочередным действием в пораженных регионах является предотвращение дальнейшего воздействия мышьяка путем обеспечения безопасного водоснабжения.

Мышьяк. Краткое досье

As

Мышья́к (лат. Arsenicum) — химический элемент 15-й группы четвёртого периода периодической системы.

Мышьяк является одним из древнейших элементов, используемых человеком.

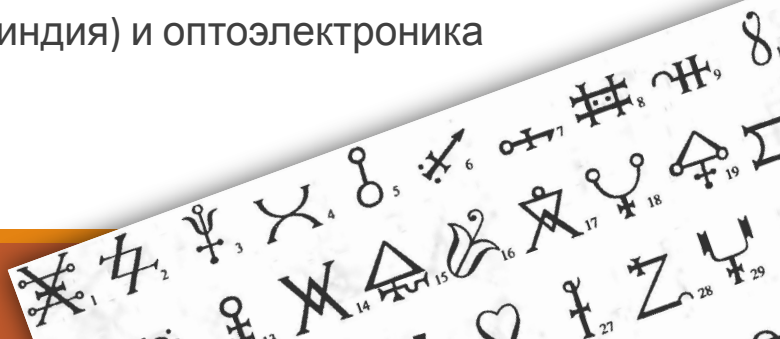
- Элементарный мышьяк был известен в Европе и в Азии ещё со средних веков.
- Китайцы получали мышьяк из руд. Европейцы не могли диагностировать наступление смерти из-за отравления мышьяком, а вот китайцы могли это делать. Но этот метод анализа до настоящих времен не дошел, так и остался загадкой.
- Название мышьяка в русском языке происходит от слова «мышь», в связи с употреблением его соединений для истребления мышей и крыс

Мышьяк — рассеянный элемент.

- Содержание в земной коре $1,7 \cdot 10^{-4}\%$ по массе. В морской воде 0,003 мг/л
- Известно около 200 мышьяковосодержащих минералов
- Главный промышленный минерал мышьяка — арсенопирит FeAsS
- Россия располагает многочисленными месторождениями мышьяка в Якутии, на Урале, в Сибири, Забайкалье и на Чукотке

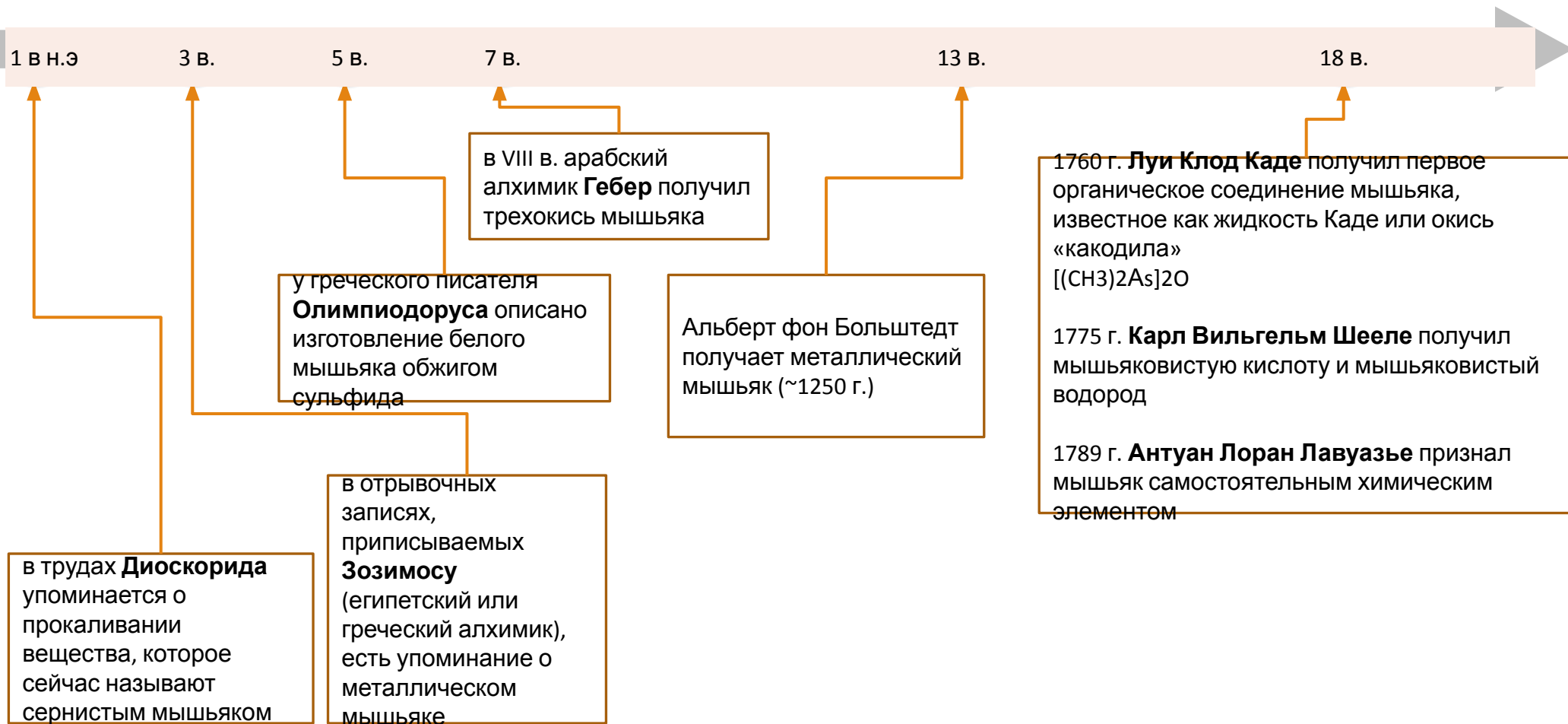
Применение мышьяка

- металлургия: легирование сплавов свинца
- полупроводниковые материалы (арсенид галлия, арсенид индия) и оптоэлектроника
- живопись, красильная и кожевенная промышленность
- фармацевтика и сельское хозяйство (инсектициды)
- пиротехника и боевые отравляющие вещества (люизит)



История изучения и открытия

As



Мышьяк – противоречивый элемент

Мышьяк – страшный яд

- достаточно человеку проглотить ничтожную щепотку его оксида или один раз вдохнуть газообразный мышьяковистый водород, чтобы смертельно отравиться.
- в прошлом «популярность» этого яда заключалась в его коварности: у него не было запаха и вкуса, а смерть легко объяснялась различными болезнями, особенно если жертву отравляли постепенно

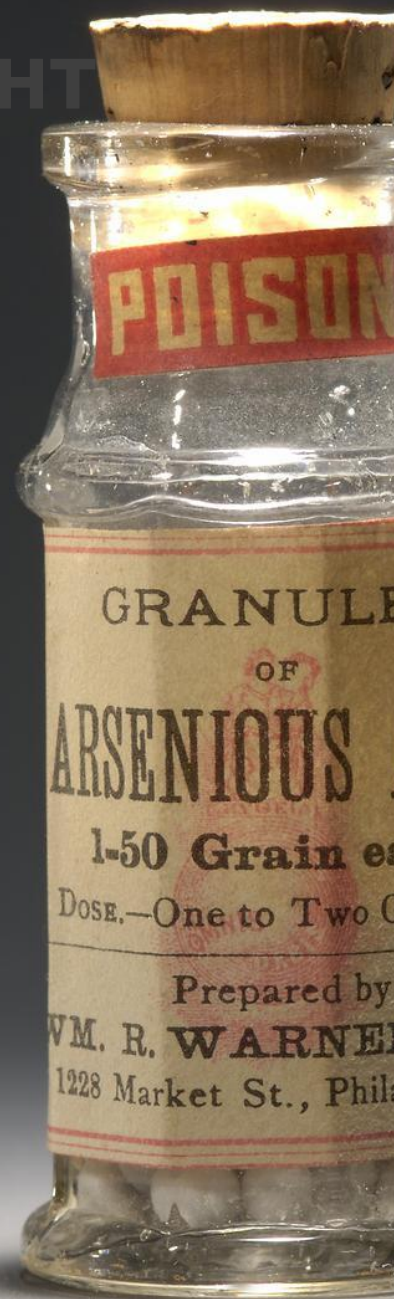
Некоторые соединения мышьяка не более ядовиты, чем поваренная соль

- соединения мышьяка применяются в медицине как лекарственные средства при спирохетозах и некоторых заболеваниях, вызываемых простейшими (Аминарсон, Новарсенол, Миарсенол, Осарсол), мышьяковистый ангидрид применяется наружно как некротизирующее средство при лечении некоторых кожных болезней
- в 19 веке было модно есть мышьяк, чтобы «придать лицу цветущий вид, глазам – блеск, а телу – привлекательную округлость»

Мышьяком в течение многих веков были отравлены десятки коронованных особ, и мышьяком же укрепляли здоровье.

Ничтожные следы мышьяка в питьевой воде – бедствие для десятков миллионов жителей многих стран, и в то же время мышьяк в значительных количествах содержится в некоторых лечебно-столовых минеральных водах.

Соединения мышьяка вызывают рак, и они же используются в онкологии как противоопухолевые препараты.



Мышьяк – «Король ядов»



Многие столетия мышьяк считался «королем ядов». Было у него еще одно красноречивое название: «порошок для наследников». Не гнушались использовать соединения мышьяка и для устранения политических противников. Правители некоторых государств (например, в Венеции) держали тайные службы специалистов-отравителей. Особенно широко «применяли» мышьяк в средневековой Франции и Италии. Среди прочих этим ядом был отравлен папа Климент XIV.

История сохранила имя некоей Тофаны из Сицилии, страшная профессия которой вынудила ее в конце 17 в. бежать из Палермо в Неаполь. Тофана продавала женщинам, желавшим ускорить смерть своих мужей, бутылочки с жидкостью без запаха, вкуса и цвета. Небольшого количества ее было достаточно, чтобы умертвить человека; смерть наступала медленно и безболезненно. Человек постепенно утрачивал силы и аппетит, его постоянно мучила жажда. Жертвы Тофаны исчислялись сотнями. Aqua Tofhana – вода Тофаны, по мнению специалистов, представляла собой не что иное, как водный раствор мышьяковой кислоты с добавкой трав.

Мрачной славе мышьяка во многом способствовали и писатели: число жертв этого элемента во всех литературных произведениях, возможно, превышает число фактически погубленных. Агата Кристи, например, в своих бесчисленных детективах травила героев, как правило, мышьяком. Знали об этом яде и далеко от Европы. Полагают, что впервые упомянул о мышьяке как о яде основатель арабской алхимии Джабир ибн Хайян (Гебер), живший в 8–9 вв. В китайской классической литературе, как и в европейской, описаны случаи знаменитых убийств посредством мышьяка.

Роль мышьяка в организме человека

Количество Мышьяка в организме взрослого около 15 мг. Основная часть его содержится в легких, печени, эпителии и тонком кишечнике. Всасывание мышьяка происходит в желудочно-кишечном тракте.

Функции

- улучшает кроветворение
- улучшает усвоение азота и фосфора
- оказывает ослабляющее влияние на окислительные процессы
- взаимодействует с некоторыми группами белков, цистеином, глутатионом и липоевой кислотой

Суточная потребность в мышьяке не нормируется

Действие мышьяка на организм человека



После всасывания в организм человека мышьяк поступает в кровь, где он при распределении преимущественно депонируется в печени, мышечных тканях, почках, селезенке и кожных покровах.

Важной особенностью является то, что мышьяк способен проникать через плацентарный барьер, что делает возможным отравление плода при попадании мышьяка в кровь матери.

Механизм действия мышьяка основан на его взаимодействии с белками (прежде всего ферментами) – мышьяк образует прочные связи с ними (-SH-группы) и нарушает полностью или частично их функции.

Неорганические соединения мышьяка обладают большей токсичностью, чем органические. Органические соединения мышьяка практически не подвергаются изменениям в организме и выводятся с мочой преимущественно в неизмененном виде.

Острое отравление мышьяком



Соединения As(III) в 25–60 раз токсичнее, чем As(V), т.к. они способны связываться с тиольными (сульфгидрильными) группами – SH цистеина и метионина в составе белков-ферментов, блокируя их работу.

Самое ядовитое производное мышьяка – газообразный мышьяковистый водород (арсин) AsH_3 , один из сильнейших неорганических ядов.

Газообразный арсин является сильным гемолитическим ядом. Он блокирует каталазу, в результате чего в крови накапливается перекись водорода, которая способствует снижению восстановленного глутатиона, необходимого для поддержания целостности мембран эритроцитов (гемолитический эффект). Попадая в кровь через легкие, Арсин разрушает эритроциты и повреждает почки; при этом моча становится черной. Смерть может наступить при попадании в легкие всего нескольких миллиграммов арсина.

При содержании в воздухе всего 0,05 мг/л смертельная доза попадает в организм за полчаса, а **концентрация 5 мг/л убивает мгновенно**.

Картина острого отравления напоминает заболевание холерой:

- сильные боли по всему пищеварительному каналу, рвота и понос
- синюшная окраска кожи лица
- судороги
- нитевидный пульс
- затруднение дыхания
- смерть в результате острой сердечно-сосудистой недостаточности

Хроническое отравление мышьяком

Хроническое отравление реализуется через общетоксическое действие:

- нефротоксическое
- гепатотоксическое
- энтеротоксическое – тошнота, рвота, понос
- нейротоксическое – симметричная нейропатия сенсо-моторного типа, полиневриты
- миелотоксическое – анемия, лейкопения с выраженной нейтропенией, эозинофилия, ретикулоцитоз, тромбоцитопения

Человек постепенно слабеет, страдая от анемии, тошноты, поносов или запоров; у него наблюдается сероватый цвет лица, исхудание, потеря сил, шелушение кожи и образование язв, кровоточивость десен; постепенно атрофируются мышцы ног и рук, кожа пигментируется и шелушится, в ней возможны злокачественные изменения, а на ногтях появляются характерные полосы.

При легких отравлениях наблюдаются потеря аппетита, неприятный вкус во рту, слабость, озноб, ослабление пульса, нарушения сна.

Первая помощь при отравлении Мышьяком



1. немедленное энергичное промывание водой со взвесью слабительных — окиси или сульфата магния (20 г на 1 л воды)
2. вызвать рвоту и поддерживать ее теплым молоком или смесью молока со сбитыми яичными белками.
3. после промывания выпить свежеприготовленное “противоядие мышьяка” (каждые 10 мин по 1 ч. л. до прекращения рвоты) или 2—3 ст. л. противоядной смеси “ГУМ”: 400 мл воды + 25 г танина + 50 г активированного угля + 25 г окиси магния

В ранние сроки возможно внутримышечное введение унитиола или дикаптола, заместительное переливание крови.

При резких болях в кишечнике — платифиллин, атропин подкожно, возможна паранефральная блокада новокаином. Сердечно-сосудистые средства по показаниям.

Лечение коллапса. Гемодиализ в первые сутки после отравления, перитонеальный диализ, форсированный диурез.

Источники загрязнения Мышьяком

- межпластовые воды при неправильной разработке источников в районах с высоким содержанием мышьяка в породе.
 - 80% районов Бангладеш находятся в зоне загрязнения мышьяком.
 - В 1977 обследование 40 тысяч жителей Тайваня обнаружило: заболеваемость раком кожи оказалась прямо пропорциональной содержанию мышьяка в колодезной воде. При этом синдром «черных ног» был зафиксирован в 379 случаях, а рака кожи – в 438.
- выбросы электростанций (при сжигании топлива, содержащего мышьяк)
- отходы металлургической и химической промышленности. Например, на 1 т произведенного чугуна приходится до 300 г выбросов окиси мышьяка As_2O_5
- пестициды и гербициды на основе мышьяка
- отходы деревообрабатывающей промышленности
- накопление мышьяка помимо внешних причин (наличие источников загрязнения) может быть вызвано его химическими свойствами, возможностью изменять аллотропную форму (приспосабливаться) при колебаниях окислительно-восстановительных условий.

Мышьяк в питьевой воде – главная угроза

Во второй половине 20-го столетия оказалось, что мышьяком травятся, не подозревая этого, **миллионы людей**. И получают они отраву не от завистников или нетерпеливых наследников, а из собственного колодца! Мышьяк в питьевой воде стал настоящей экологической проблемой.

Пагубное воздействие могут оказывать и очень малые дозы мышьяка, если их попадание в организм, например, с пищей или с водой, происходит в течение длительного времени. Употребление «мышьяковой воды» помимо общетоксического воздействия, приводит к развитию **синдрома «черных ног»**

Частота этого заболевания начала быстро увеличиваться в 50-е годы, что совпало с бумом бурения артезианских колодцев в сельских районах Тайваня, в Бангладеш и Западном Бенгале. Как показали анализы, вода в таких колодцах содержала от 100 до 1800 мкг/л мышьяка, т.е. в ряде случаев было 180-кратное превышение нормы в 10 мкг/л.

Срочные меры по снабжению населения очищенной водой привели к положительным результатам: с 1956 число жертв этой страшной болезни начало снижаться.

Тем не менее, **57 миллионов** жителей Бангладеш в настоящее время находятся под риском смерти от рака кожи, вызванным длительным употреблением воды с повышенным содержанием мышьяка

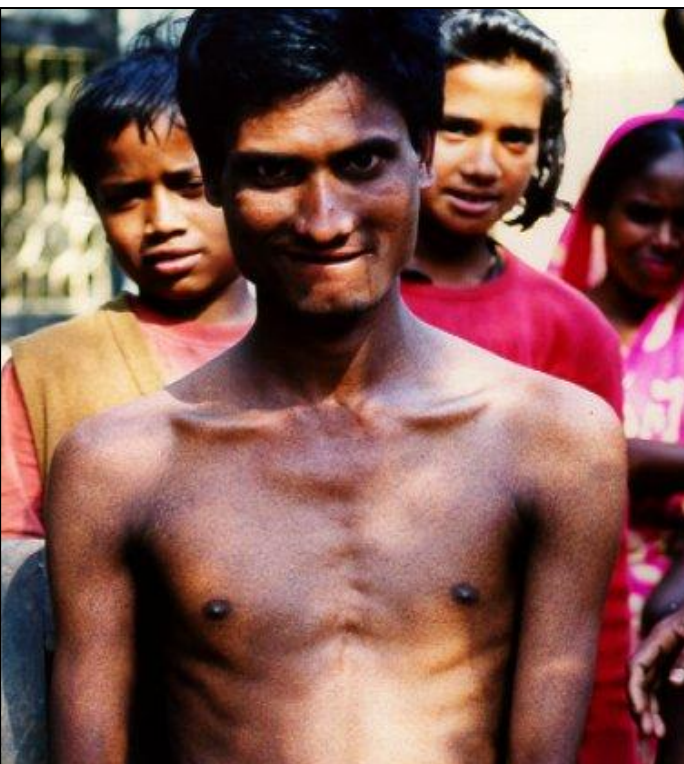
07.10.2015

<http://www.betterlifelabs.org/overview02.html>



Хроническая интоксикация мышьяком

As



Меланоз груди



Синдром «Черных ног»



Ладонный гиперкератоз

Источники мышьяка на производстве

As

1. Мышьяковистый ангидрид (As_2O_5)
2. Швейнфуртская, или Парижская зелень, применяемая для окраски обоев, шелков и других материй и как противопаразитическое средство
3. Зелень Шееле, используемая в сельском хозяйстве в качестве инсектицида для протравы семян



Меры защиты от интоксикации мышьяком



- Сегодня мышьяк недоступен большей части населения, им не травят грызунов и даже в стоматологии, где его использовали совсем недавно, его больше не применяют.
- Замена мышьяка менее токсичными продуктами. Отказ от инсектицидов на основе мышьяка
- Очищение вод.** Для удаления ионов мышьяка из питьевой воды применяют методы, основанные на адсорбции активированным углем, активированным оксидом алюминия, гранулами гидроксида железа, ионнообменными смолами. Кроме того, можно удалять мышьяк с использованием генетически модифицированных сельскохозяйственных культур, собирающих мышьяк из почвы и хранящих его в своих листьях. Органические соединения мышьяка в загрязненных почвах можно разрушить ферментативно с помощью грибов.
- Герметизация процессов и очистка воздуха на производстве
- Соблюдение мер личной гигиены на производстве, связанном с работой с мышьяком: обязательное применение респиратора, закладывание рыхлых ватных тампонов в ноздри и уши во время работы, душ после работы, чистая спецодежда и др.
- Систематический периодический медицинский осмотр рабочих, имеющих контакт с мышьяком, должен проводиться один раз в 12 месяцев с участием терапевта, невропатолога, отоларинголога, дерматолога и лаборанта. Дополнительно исследование проводится отоларингологом один раз в 3 месяца.
- Не сжигать древесину, которая была обработана соединениями мышьяка;
- При проживании в районе с высоким уровнем природного мышьяка нужно употреблять чистую воду (например, бутилированную или фильтрованную) и ограничить контакт с почвой.
- Индийские исследователи обнаружили в экспериментах на животных, что употребление чеснока уменьшает уровень мышьяка в крови и увеличивает концентрацию мышьяка в моче. Это объясняется осаждением мышьяка серосодержащими веществами, таких как аллицин, который является частью специи. Для профилактики рекомендуется принять два-три зубчика чеснока каждый день.

Меры профилактики на производстве



Технологические меры

- замена токсичных соединений мышьяка менее токсичными, автоматизация, механизация, герметизация производственного процесса и тд.

Санитарно-технические меры

- оборудование производственных помещений эффективной вытяжной вентиляцией, отсос пыли, тщательная уборка помещений и тд.

Гигиеническое нормирование

- установление и соблюдение ПДК. Содержание соединений мышьяка в воздухе производственных помещений не должно превышать 0.3 мг/м .

Использование индивидуальных средств защиты - респираторов, очков, спецодежды.

Лечебно-профилактические мероприятия

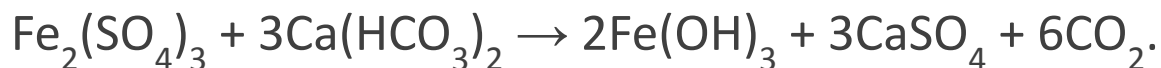
- проведение предварительных и периодических медицинских осмотров. Лица с выраженными хроническими заболеваниями кожи, ЖКТ, периферической нервной системы и органов дыхания к работе с соединениями мышьяка не допускаются.

Очистка воды от мышьяка



Задача эта непростая, если учесть огромные объемы потребляемой воды и ничтожные концентрации в ней мышьяка.

Самый простой способ – окислить As(III) до As(V) и снизить, таким образом, токсичность в десятки раз. Очень быстро окисление идет под действием хлора, озона или диоксида марганца. Образовавшийся As(V) можно удалить методом коагуляции и соосаждения, который обычно применяется на водопроводных станциях для очистки питьевой воды. Для этого подходят, например, соли алюминия и железа(III). При их добавлении к воде с обычной жесткостью идет реакция



Осадок гидроксида металла осаждается и захватывает с собой **мышьяк**. Таким образом, принципиальных затруднений, кроме соответствующих затрат, для очистки воды от мышьяка нет.

Неблагоприятные по мышьяку регионы РФ



Рязанская область, г. Скопин

- вследствие многолетней работы местного металлургического комбината СМК «Металлург» в могильниках предприятия было захоронено около полутора тысяч тонн пылеобразных отходов с высоким содержанием мышьяка. С учётом того, что пяти миллиграммов мышьяка достаточно, чтобы отравить человека, в могильниках находится более 200 миллиардов смертельных доз мышьяка

Иркутская область, г. Свирск

- загрязнение отходами военного производства, содержащими мышьяк.

«К приоритетным территориям риска развития неблагоприятных эффектов со стороны сердечно-сосудистой системы у детей от воздействия мышьяка ... относятся Липецкая, Оренбургская, Кемеровская области; Пермский, Красноярский края; Республики Бурятия и Хакасия. К приоритетным территориям риска нарушений нервной системы и заболеваний кожи относятся Волгоградская область, Пермский и Красноярский края.»

[Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году»](#)

Рекомендуемая ВОЗ величина содержания мышьяка в питьевой воде – 0.01 мг/дм³

Предельно допустимая концентрация (ПДК) мышьяка в воде в РФ – 0.05 мг/дм³

Недельная безопасная доза для здорового взрослого человека – 5 мкг/кг

Для токсичных неорганических соединений мышьяка — 2 мкг/кг в сутки

Допустимая суточная доза мышьяка, безопасная для организма человека, составляет примерно 3 мг

В основных пищевых продуктах содержание мышьяка регламентировано на уровне от 0.1 до 0.3 мг/кг

Для рыбы и морепродуктов допускается более высокий уровень – до 5 мг/кг

В 2014 г. комиссия Кодекс Алиментариус утвердила максимально допустимые уровни содержания мышьяка в рисе – 0,2 мг на 1 кг риса

Предельно допустимые концентрации мышьякового и мышьяковистого ангидридов в воздухе рабочих помещений 0,0003 мг/л

Основные методы определения A_s

Метод Гутцайта – высокочувствительный фармакопейный метод определения мышьяка. состоит в восстановлении соединений мышьяка до мышьяковистого водорода, который окрашивает бумагу, пропитанную спиртовым раствором бромида ртути или сулемы в желтый или коричневый цвет. Дает перекрестный ложноположительный результат при наличии примесей сурьмы, фосфора, солей ртути и серебра

Метод мышьяковомолибденовой сини основан на измерении интенсивности окраски восстановленной формы молибдоарсената

Колориметрический метод – ГОСТ 26930-86 – основан на измерении интенсивности окраски раствора комплексного соединения мышьяка с диэтилтиокарбаматом серебра в хлороформе

Атомно-абсорбционный спектрофотометрический метод основан на способности свободных атомов определяемого элемента избирательно поглощать излучение только определенной волны



двухлучевой атомно-абсорбционный спектрометр Shimadzu позволяет выполнять всю последовательность измерений без участия оператора, включая автоматическое построение градуировочного графика

Источники и литература



Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat

<http://www.dissercat.com/content/gigienicheskaya-otsenka-rasprostranennosti-myshyaka-v-vode-i-produktakh-pitaniya-i-ego-vliya#ixzz3nuQcLMgp>

[Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году»](#)

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%8B%D1%88%D1%8C%D1%8F%D0%BA>

<http://www.krugosvet.ru/enc/meditsina/myshyak-i-zdorove-cheloveka>

http://hnb.com.ua/articles/s-zdorovie-mishyak_as-363

<http://www.fao.org/news/story/ru/item/239009/icode/>

О нормировании содержания мышьяка в почвах. Безуглова О. С., Околелова А.А. **ЖИВЫЕ И БИОКОСНЫЕ СИСТЕМЫ,** выпуск 1. Дек 2012

Мышьяк, современное применение, отравления мышьяком, помощь при отравлении

[Сайт главного контрольно-испытального Центра питьевой воды](#)

[Реакции обнаружения примесей мышьяка в лекарственных препаратах](#)

Better Life Laboratories, Inc. is a nonprofit organization. Overview of the Nature, Extent, Health Risks, and Treatment of Metal-affected Drinking Water in Bangladesh