**Ртуть и другие... Действие химических элементов на организм человека**

Наталья Лавыгина, студентка группы Г- 903 факультета геологии и природопользования института инженерной и социальной экологии ДВГТУ.

В результате воздействия загрязненной окружающей среды, а также при нарушении технологической обработки или условий хранения в пищевых продуктах могут появиться токсичные вещества. Их называют загрязнителями. К их числу относятся и токсичные элементы. Они обозначены в международных требованиях, предъявляемых к пищевым продуктам объединенной комиссией ФАО (Продовольственная организация ООН) и ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения), в документе под названием "Кодекс алиментариус". В соответствии с этим документом наиболее важными в гигиеническом контроле пищевых продуктов являются восемь элементов - ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, медь, цинк, олово и железо. В нашей стране в этот перечень включают также никель, хром, селен, алюминий, фтор и йод. Наибольшую опасность среди всех перечисленных элементов представляют ртуть, свинец и кадмий.

Накопление химических элементов во внутренних органах человека приводит к развитию различных заболеваний. Из элементов больше всего в организме человека накапливаются кадмий, хром - в почках, медь - в желудочно-кишечном тракте, ртуть - в центральной нервной системе, цинк - в желудке, двигательном аппарате, мышьяк - в почках, печени, легких, сердечно-сосудистой системе, селен - в кишечнике, печени, почках, бериллий - в органах кроветворения, нервной системе.

Ртуть Hg (Hydrargyrum - жидкое серебро) по своим свойствам резко отличается от других металлов: в нормальных условиях ртуть находиться в жидком состоянии, обладает очень слабым сродством к кислороду, не образует гидроксидов. Это высокотоксичный, кумулятивный (т. е. способный накапливаться в организме) яд. Поражает кроветворную, ферментативную, нервную системы и почки. Наиболее токсичны некоторые органические соединения, особенно метилртуть. Ртуть относится к числу элементов, постоянно присутствующих в окружающей среде и живых организмах, содержание ее в организме человека составляет 13 мг .

Кодексным комитетом объединенной комиссии ФАО и ВОЗ установлена недельная безопасная доза присутствия общей ртути - 5 мкг, т. е. пять миллионных долей грамма (!) на каждый килограмм массы человеческого тела. Допустимая концентрация металлической ртути в воздухе - 0,0001 мг на один литр. Что же касается метилртути, то ее доля еще меньше - всего 3,3 мкг/кг массы тела. Метилированная форма ртути из-за большей растворимости в жирах быстрее проходит через биологические мембраны по сравнению с неорганической ртутью. Например, метилированная ртуть легче проникает через плаценту, в результате чего воздействует на развивающиеся эмбрион и плод. Выявлены случаи высокой концентрации метилртути в крови новорожденных, в то время как содержание ртути в материнской крови соответствовало норме.

При поступлении в организм из окружающей среды ртуть распределяется по органам и субклеточным структурам. В организме ртутные соединения проникают в различные органы и ткани, но больше всего их обнаруживают в крови, печени, почках и головном мозгу. В клетках наблюдается неравномерное распределение ртути: 54% накапливается в растворимой фракции, 30% - в ядерной, 11% - в митохондриальной, 6% - в микросомальной .

В крови снижается количество эритроцитов, в печени и почках развиваются дегенеративные изменения. В желудочно-кишечном тракте возникают сильные воспалительные процессы. При остром отравлении ртутными соединениями отмечаются характерный металлический вкус во рту, слюнотечение, боли в деснах, зубах, животе, жидкие выделения из желудка, содержащие кровь. В дальнейшем вследствие поражения почек наступает полное прекращение мочеотделения, в организме накапливаются вредные вещества, усугубляющие тяжелое состояние, что приводит к смертельному исходу через 5-6 дней, а иногда и ранее.

Выделение ртути из организма осуществляется различными путями, но очень медленно: через желудочно-кишечный тракт (18-20%), почками (40%), слюнными железами (20-25%) и т.д.

Некоторые сильнодействующие соединения ртути - гранозан, меркуран и другие - длительное время использовали в качестве обеззараживающих средств, например для протравливания семян. Хлорид ртути (II) HgCI2, или сулему, применяли для дезинфекции медицинского инвентаря, лабораторной посуды, поверхностного обеззараживания кожи. Естественно, что при этом не исключены были случаи попадания ее в организм. Использовали растворы концентрацией от 1:1000 до 1:5000. Однако сулема даже в столь низких концентрациях очень токсична, оказывает повреждающее действие на животные ткани, обладает коррозионными свойствами. Сейчас применение сулемы для дезинфекции строго ограничено. Более эффективными и менее токсичными оказались некоторые органические соединения ртути. Для наружного применения рекомендованы, например, нитрат фенилртути и амидохлорид ртути. Последний применяют в виде 10%-й мази при лечении ран и грибковых поражений кожи. Следует помнить, что применение любых ртутных препаратов требует строгого соблюдения правил предосторожности, поскольку ртуть способна проникать в организм и через кожу.

Как же попадает к нам ртуть? Самыми разными путями. К примеру, при производстве хлора электролитическим методом возможно образование сточных вод, загрязненных хлором, ртутью и ее солями. Присутствие в таких водах ртути даже в ничтожно малых концентрациях (менее 0,001%) способствует подавлению и полному прекращению в них всех биологических процессов. Это делает невозможной очистку воды на полях орошения, на сооружениях искусственной биологической очистки и в естественных водоемах. Ртутные соединения, сбрасываемые в водоемы, имеют свойство накапливаться в рыбе, обычно пропорционально ее возрасту и размеру. Особенно велико содержание ртути в хищных рыбах. При этом метилртуть в рыбах составляет от 50 до 90% общей ртути, а кулинарная тепловая обработка снижает содержание ртути в рыбе лишь на 20%. Как говорится, информация к размышлению для любого и каждого.

Иногда источником повышенного содержания ртути в продуктах становится зерно, обработанное ртутьорганическими препаратами, в том числе уже упоминавшимся гранозаном. Этилмеркурхлорид, являющийся действующим веществом гранозана, обладает большой стойкостью, вследствие чего ошибочное использование протравленного им зерна или продуктов из него для пищевых или кормовых целей может привести к тяжелым отравлениям даже спустя много времени после его переработки. Токсичность зерна в этом случае сохраняется и после многократного промывания его в воде.

Из растительных продуктов ртути более всего содержится в какао-бобах, а следовательно, и в шоколаде (до 0,1 мг/кг), изготовленном на их основе.

Свинец Pb является одним из весьма распространенных в окружающей среде токсичных элементов, в связи с чем действие его избытка на организм человека изучено наиболее подробно.

Свинец незаменим во многих отраслях промышленности. Изготовление аккумуляторов для автомобилей, использование содержащих свинец сплавов в типографском деле, производство кабелей и многие другие отрасли промышленности являются потребителями этого элемента. Профессиональные отравления свинцом людей, работающих в этих отраслях, происходят в основном путем ингаляции. Случаи острого отравления в настоящее время встречаются редко.

Хронические отравления наблюдаются при вдыхании воздуха с высоким содержанием свинца (например, выхлопные газы), а также при поступлении с пищей и питьевой водой небольших количеств свинца в течение длительного времени. При хронических отравлениях отмечается общая слабость, бледность кожных покровов, боли в животе, "свинцовая кайма" по краям десен, анемия, нарушение функции почек. Отмечены также снижение умственных способностей, агрессивное поведение и другие симптомы. Установлено, что хроническая интоксикация наступает при потреблении 1-8 мг свинца в сутки.

Свинец, подобно ртути, обладает кумулятивными свойствами. Поглощенный свинец содержится в крови и других жидкостях организма, накапливается в костях в виде нерастворимых трехосновных фосфатов. Свинец, отложившийся в костях в виде нерастворимого соединения, не оказывает непосредственного ядовитого действия. Однако под влиянием определенных условий запасы его в костях становятся мобильными, свинец переходит в кровь и может вызвать отравление даже в острой форме. К факторам, способствующим мобилизации свинца, относятся повышенная кислотность, недостаток кальция в пище, злоупотребление спиртными напитками. В свете сказанного весьма вероятно, что многие из нас являются носителями свинца и только правильное функционирование организма, рациональная диета препятствуют отравлениям.

Выделение свинца из организма происходит через пищеварительный тракт и почки, причем повышенное содержание свинца в моче (более 0,05 мг/л) служит одним из показателей отравления свинцом. Установлено выделение свинца и с женским молоком.

Исследованиями, проведенными в США, доказано, что в значительной степени риску свинцового отравления подвержены дети, особенно младшего возраста. Это объясняется тем, что детский организм сорбирует до 40% поглощенного с пищей свинца, в то время как организм взрослого человека - всего от 5 до 10%.

Каким же образом свинец попадает к нам с пищей? Например, в консервированных в металлической таре плодоовощных продуктах содержание свинца может увеличиваться в 10 раз по сравнению с естественным уровнем.

В основном повышение содержания свинца наблюдается в консервах, помещенных в сборную жестяную тару, которая крепится сбоку и с крышкой припоем, содержащим определенное количество свинца. К сожалению, пайка не всегда бывает качественная (образуются брызги припоя). И, хотя консервные банки еще дополнительно покрывают специальным лаком, это не всегда помогает. Имеются случаи, правда довольно редкие (всего 2%), когда в консервах из этой тары накапливается, особенно при длительном хранении, до 3 мг/кг свинца, что уже представляет опасность для здоровья. По этой причине продукты в сборной жестяной таре не рекомендуется хранить более 5 лет.

Нельзя хранить и приготавливать пищу в декоративной фарфоровой или керамической посуде (т. е. в посуде, предназначенной для украшения, но не для пищи), поскольку очень часто глазурь, особенно желтого и красного цветов, содержит соли свинца и кадмия (о нем будет рассказано дальше), которые легко переходят в пищу.

Мощным источником попадания свинца в организм человека является и питьевая вода. Доказано, что повышение содержания свинца в воде обусловливает, как правило, увеличение его концентрации в крови. В настоящее время в качестве гигиенического норматива утверждена предельно допустимая концентрация (ПДК) свинца в питьевой воде на уровне 0,03 мг/л.

Комитет экспертов ФАО и ВОЗ установил, что допустимый еженедельный прием свинца для человека составляет 3 мг. Это основано на данных о токсичности для взрослых людей и на предположении, что поглощается только 10% принятого с пищей свинца. Установленная величина не относится к грудным и маленьким детям, поскольку не известна степень отрицательного воздействия свинца на эту возрастную группу. ПДК свинца в воздухе так же, как и для ртути, составляет 0,003 мг/м3.

Особенно опасны для человека отравления, вызванные органическим соединением свинца - тетраэтилсвинцом Pb(C2H5)4, который представляет собой маслянистую бесцветную жидкость со специфическим резким запахом, более токсичную, чем сам свинец. Тетраэтилсвинец, добавленный в бензин в количестве 0,1% для повышения его октанового числа, при сгорании моторного топлива выбрасывается в атмосферу. Он легко попадает в почву и загрязняет пищевые продукты, поэтому продукты сельского хозяйства, выращенные вдоль автострад, содержат повышенное количество свинца. В зависимости от интенсивности движения эта опасная зона может простираться от 10 до 500 м. Вдоль дорог следует выращивать только лесные породы деревьев. Однако этим иногда пренебрегают и часто вдоль дорог высаживают плодовые деревья, которые дают загрязненные свинцом плоды.

Прекрасный пример в отношении борьбы с загрязнением продуктов показала Дания. Там уже несколько лет запретили использование в автомобилях этилированного бензина, и естественный уровень свинца в основных овощных продуктах (картофель, морковь, лук) сократился в 2-3 раза. В США содержание свинца в продуктах с 1970 по 1980 г. снизилось примерно в 10 раз, что связано с введением жестких нормативов на выхлопные газы и действенных методов контроля.

Как уберечься от свинца? Запомните несколько практических советов. Не собирайте грибы в городских скверах и не ешьте плоды с фруктовых деревьев, стоящих вдоль автострад, не находитесь долго на улицах большого города, когда над ним нависает облако выхлопных газов.

Здесь уместно отметить, что в ряде зарубежных стран - США, ФРГ, Финляндии и других - проводятся планомерные (по годам) исследования содержания тяжелых металлов в объектах окружающей среды различных регионов и особенно областей с высокой промышленной активностью. Полученные данные обрабатывают с помощью компьютеров, составляют специальные карты и на основании их разрабатывают практические рекомендации по размещению сельскохозяйственных культур и предприятий по переработке пищевого сырья.

Кадмий Cd - элемент высокой токсичности. В определенных условиях ионы кадмия, обладая большой подвижностью в почвах, легко переходят в растения, накапливаются в них и затем поступают в организм животных и человека.

Исследования, проведенные на животных различных уровней организации - от микроорганизмов до млекопитающих, - показали, что соли кадмия обладают мутагенными и канцерогенными свойствами и представляют потенциальную генетическую опасность.

Кадмий блокирует работу ряда важных для жизнедеятельности организма ферментов. Кроме того, он поражает печень, почки, поджелудочную железу, способен вызвать эмфизему или даже рак легких. Вредность кадмия усугубляется его исключительной кумулятивностью. В связи с этим даже при незначительном количестве поступающего элемента его содержание в почках или в печени может через некоторое время достигнуть опасной концентрации. Кадмий плохо выводится, и от 50 до 75% его от попавшего количества удерживается в организме.

Наиболее типичным проявлением отравления кадмием является нарушение процессов поглощения аминокислот, фосфора и кальция в почках. После прекращения действия кадмия повреждения, вызванные его действием в почках, остаются необратимыми.

Учеными доказано, что нарушение процессов обмена в почках может привести к изменению минерального состава костей. Следует заметить, что на токсичность кадмия влияет содержание цинка в пищевых продуктах. При достаточном поступлении цинка в организм токсичность кадмия снижается.

Содержание кадмия в растительных продуктах зависит от дозы удобрения полей суперфосфатом. Избыток суперфосфата смывается дождями в реку. Туда же несут его и грунтовые воды.

Другой могучий источник кадмия - сточные воды гальванических цехов и производств.

Кадмий может появиться и в консервном производстве при использовании жестяной тары (соединение деталей которой осуществляется пайкой) при нарушении технологии пайки, применении случайных припоев или некачественных покрытий.

Кадмий может накапливаться в печени рыб до весьма значительного количества. Установлено и большое содержание его в устрицах . Он может накапливаться и в печени животных...

ФАО и ВОЗ установили для него предельную безопасную дозу - 6,7-8,3 мкг/кг.

Мышьяк As - химический элемент из группы неметаллов, содержится в небольших количествах во всех животных и растительных организмах. Мышьяк - высокотоксичный кумулятивный яд, поражающий нервную систему. Попадает мышьяк с пищей и накапливается главным образом в печени, селезенке, почках и крови (в эритроцитах), а также волосах и ногтях.

Этот факт используется в судебной медицине для проведения анализа волос и ногтей при подозрении на отравление мышьяком. Выделяется мышьяк с потом, мочой и другими продуктами обмена веществ. Смертельная доза - 200 мг. Хроническая интоксикация наблюдается при потреблении 1-5 мг в сутки. При остром отравлении симптомы его обычно наступают через 20-30 мин. При этом наблюдаются резко выраженные признаки расстройства желудочно-кишечного тракта, чувство жжения и металлического вкуса во рту. Отмечается резкая общая и сердечная слабость, резкое снижение кровяного давления, потеря сознания. Нередко отравление заканчивается летальным исходом. Если пострадавшего удается вывести из тяжелого состояния, у него наблюдаются угнетение центральной нервной системы, изнурительные боли в конечностях. ФАО и ВОЗ установлена недельная безопасная доза - 5 мкг/кг массы тела. Для более токсичных неорганических соединений мышьяка установлена норма 2 мкг/кг массы тела в сутки, т. е. 138 мкг в сутки для человека массой 69 кг.

Поступая из желудочно-кишечного тракта, мышьяк и различные мышьяковистые соединения быстро поглощаются тканями организма, особенно печенью. Токсическое действие мышьяка связано с нарушением им окислительных процессов в тканях вследствие блокады ряда ферментных систем организма. Наиболее быстро под влиянием мышьяка разрушается нервная ткань.

Долгое время мышьяк считался классическим ядом, и это привело к постоянному ужесточению его ПДК. В многолетних опытах на животных при определении недостатка мышьяка наблюдались неоднократные случаи внезапной смерти от сердечной недостаточности. Кроме того, дефицит мышьяка вызывает задержку роста животных и деформацию их конечностей.

Медики установили, что в малых количествах мышьяк оказывает благотворное действие на организм человека: улучшает кроветворение, повышает усвоение азота и фосфора, ограничивает распад белков и ослабляет окислительные процессы. Эти свойства мышьяка используются при назначении с лечебной целью мышьяковистых препаратов. Неорганические препараты (раствор арсената (III) натрия, мышьяковистый ангидрид и др.) назначают при истощении, малокровии, некоторых кожных заболеваниях. В зубоврачебной практике применяют пасту с мышьяковистым ангидридом ("белый мышьяк"). Органические препараты мышьяка применяются при лечении возвратного тифа, малярии и ряда других инфекционных заболеваний.

Медь Cu в определенных количествах необходима для нормального функционирования человека и животных. Клиническая практика показала, что в ряде случаев возникновение анемии у человека было связано с недостатком меди в продуктах питания. Суточная потребность взрослого человека в меди, по данным ВОЗ, определяется в 2-5 мг или 30 мкг/кг массы тела. Максимально допустимое суточное поступление - 50 мкг/кг.

Лишь небольшая часть меди в организме человека находится в виде свободных ионов, основная же часть связана в виде комплексных соединений с белками. Основным белком, содержащим медь, является церулоплазмин. Медь входит в состав ряда важных ферментов, принимающих участие в окислительно-восстановительных реакциях, - цитохромоксидазы, аминооксидазы и др.

Однако в избыточных количествах медь оказывает токсическое действие. При попадании в организм с пищей, содержащей более 50 мкг/кг, наблюдаются характерные признаки отравления -металлический вкус во рту, неукротимая рвота, боли в животе. При поступлении в меньших количествах медь накапливается в печени, что вызывает физиологические расстройства в организме - тошноту, рвоту, желудочную боль.

Некоторые соединения меди играют роль катализаторов окислительных процессов в пищевых продуктах. Кроме того, ряд соединений меди разрушают витамины С и А, ухудшают органолептические показатели, способствуют образованию токсичных продуктов окисления липидов. Вследствие отмеченных свойств допустимые нормы содержания меди в продуктах устанавливают часто ниже норм, определенных по токсикологическим показателям.

Как попадает в наш организм медь? Очень часто опять-таки через сточные воды химических и фармацевтических производств. Например, при производстве витамина В2 в сточных водах содержится 65 мг/л меди. Правда, сейчас учеными Института органической химии им. Н.Д.Зелинского РАН разработан метод очистки стоков, снижающий содержание в них меди с 65 до 0,15 мг/л.

Цинк Zn - элемент, необходимый нашему организму. Потребность человека в цинке в десять раз больше, чем в меди. Доказано, что цинк является компонентом почти 80 ферментов. К таким ферментам относятся полимеры нуклеиновых кислот, лакта-, алкоголь- и ретинолдегидрогеназы, а также фосфатаза, протеазы и другие. Дефицит цинка проявляется в различных симптомах, связанных с нарушением функций названных ферментов.

Следствием недостатка цинка в питании является замедленный рост детей и подростков и трудное заживление ран. На основании многочисленных исследований ВОЗ предложена суточная доза потребления цинка с пищей для взрослого человека - 22 мг.

Различие между необходимым количеством потребляемого с пищей цинка и его токсичным уровнем достаточно велико.

По данным ВОЗ, критический сверхдопустимый предел поступления цинка в организм человека составляет 200 мг в сутки.

Цинк плохо всасывается и оказывает в основном местное раздражающее действие на слизистую желудка. Симптомы отравления появляются очень быстро (от нескольких минут до 2-3 часов) после поступления цинка и проявляются в виде тошноты, рвоты, расстройства желудка. Дети более чувствительны к отравлению цинком, чем взрослые.

Олово Sn - элемент средней токсичности. Наблюдались случаи массового отравления при потреблении различных соков с содержанием олова 300-500 мг/кг. В консервированных продуктах, особенно в присутствии нитратов, содержание олова из-за жестяной коррозии при длительном хранении может достичь величины, опасной для здоровья.

Железо Fe - необходимый элемент в жизни человека. Оно задействовано в процессах кроветворения, участвует в образовании гемоглобина. Железо также входит в состав ферментов пероксидазы и каталазы, является неотъемлемой составной частью цитохромной системы организма, участвует в процессе дыхания. Железо присутствует в организме человека в количестве 4-5 г. Недостаток его в рационе приводит к тяжелому заболеванию - железодефицитной анемии (низкий гемоглобин, малокровие).

Дефицит железа нередко наблюдается у людей, использующих в пищу хлеб, преимущественно из муки высшего сорта, содержащей мало железа. Следует вообще учитывать, что зерновые продукты богаты фосфатами, которые образуют с железом труднорастворимые соединения, плохо усваивающиеся организмом человека. Ведь из зерновых продуктов усваивается человеком всего 5-10% железа, тогда как из мясных до 30% этого элемента. Другими словами, люди, страдающие железодефицитной анемией, должны потреблять больше мяса. Суточная потребность в железе составляет 12-15 мг.

Осведомленность населения о железодефицитной анемии привела к популярности и широкому использованию препаратов и пищевых добавок, содержащих железо. Однако следует помнить, что избыточный прием таких железосодержащих веществ может вызвать тяжелую интоксикацию, особенно у детей (гемохроматоз). При гемохроматозе нарушаются механизмы, ограничивающие всасывание железа. В результате железо распределяется и накапливается во всех органах, особенно в печени и поджелудочной железе. В связи с этим возникают нарушения в работе печени (цирроз), развивается сахарный диабет, сердечная недостаточность и другие столь же неприятные болезни. Железо становится опасным при потреблении его более 200 мг в день.

Железо окисляет пищевые продукты гораздо сильнее, чем медь, и его избыток в продуктах портит их внешний вид и вкус. В связи с высокой окислительной способностью железа его содержание, как и меди, в продуктах нормируют на более низком уровне, чем это необходимо по токсикологическим свойствам.

Предположение о том, что никель Ni играет определенную роль в жизни человека, до последнего времени основывалось на его присутствии в живых тканях, на связывании с ?-глобулином плазмы и его способности активизировать некоторые ферменты в организме. Сегодня существует мнение, что дозы 0,3-0,6 мг/сутки необходимы для человека, а также получены убедительные доказательства жизненной необходимости никеля для животного организма.

Признаки недостаточности никеля во всех случаях были аналогичными: задержка роста, снижение уровня гемоглобина, изменение наружных покровов. В то же время имеются сообщения о канцерогенных свойствах никеля и его производных.

Безусловно доказана незаменимость трехвалентного хрома Cr (содержание которого преобладает перед другими его формами в продуктах питания) в процессах обмена углеводов, липидов, утилизации глюкозы в организме. Хром усиливает эффект действия инсулина в периферических тканях организма человека. Дефицит хрома проявляется у подопытных животных угнетением роста и признаками нарушения обмена глюкозы, что приводит к развитию симптомов диабета.

Хром и его соединения широко используются в современной промышленности - при хромировании металлических изделий, производстве стекла и фарфора, на кожевенных, текстильных, химических и других предприятиях. Сам хром и его двухвалентные соединения малотоксичны. Наиболее ядовиты соединения шестивалентного хрома. Они характеризуются раздражающим и прижигающим действием на слизистые оболочки и кожу, вызывая их изъязвления. Хром, поступая через дыхательные пути и кожу, может накапливаться в печени, почках, эндокринных железах. В отличие от цинка и меди хром очень медленно выводится из организма.

При незначительных концентрациях хрома в воздухе возникает раздражение слизистой оболочки верхних дыхательных путей, что вызывает насморк, першение в горле, сухой кашель. При более высоких концентрациях могут появиться кровотечения из носа и даже разрушение носовой перегородки. Наряду со специфическим действием на слизистые оболочки соединения хрома обладают общетоксическим действием, поражая желудочно-кишечный тракт. Хронические отравления хромом сопровождаются головными болями, исхуданием, поражением почек. Организм приобретает большую склонность к воспалительным и язвенным изменениям желудочно-кишечного тракта и катаральному воспалению легких.

По современным данным, токсическое действие избытка селена Se проявляется в нарушении им обмена серы в организме. Селен вытесняет серу из серосодержащих аминокислот - метионина, цистина и др. Наряду с этим отрицательное действие избытка селена зависит от свойственного ему химического сродства с гемоглобином. Селен нарушает функции гемоглобина и снижает уровень тканевого дыхания в организме. Имеются сообщения о канцерогенных свойствах селена для человека и животных.

Алюминий Al - элемент, который с недавних пор обнаруживает неприятные для человека свойства. Например, проведенные в Англии исследования показали наличие связи между содержанием алюминия в питьевой воде и болезнью Альцгеймера (дегенерация нервных клеток). Другие исследования свидетельствуют - при хранении или тепловой обработке продуктов, особенно кислых, в алюминиевой таре содержание этого элемента может увеличиться в них почти в два раза. Впрочем, хорошие хозяйки никогда не солят капусту в алюминиевой посуде, и этот опыт надо учитывать.

При недостатке фтора F у человека развивается кариес зубов. Избыток фтора вызывает обесцвечивание, появление пятен и повышенную хрупкость зубной эмали. Общая потребность в этом элементе составляет около 3 мг/сутки. Основное количество его поступает с водой. Поступление фтора может колебаться в широких пределах, в зависимости от региона и содержания его в питьевой воде. Организм защищается от потенциально токсичных количеств фторидов путем увеличения его вывода с мочой и отложения в костях. Избыток фтора в костях может с возрастом приводить к их кальцификации и к другим нежелательным склеротическим изменениям. Избыток фтора в питьевой воде приводит к такому заболеванию, как эндемический флюороз, при котором поражаются печень, почки и центральная нервная система. А такая распространенная болезнь, как кариес, является следствием концентрации фтора в воде ниже оптимальной. Механизм действия фтора на организм обусловлен образованием его комплексных соединений с кальцием, магнием и другими элементами - активаторами ферментных систем. Угнетающее действие фтора на ферменты приводит к тому, что он может быть "конкурентом номер один" в синтезе гормонов щитовидной железы и, следовательно, влиять на ее функцию. В результате исследований о влиянии фтора при комплексном поступлении в организм получено, что безопасное комплексное суточное поступление фтора в организм человека составляет около 4 мг/сут

Иногда фтор в значительных количествах может накапливаться в продуктах растительного происхождения, поэтому так необходим контроль за продуктами.

Йод I входит в состав растительных и животных организмов в больших или меньших количествах. Поступает с пищей, водой и воздухом. Около моря суточная потребность в йоде (100-150 мкг) частично может удовлетворяться за счет йода, содержащегося в воздухе. Всасываясь, йод оказывает влияние на общий обмен веществ, усиливая окислительные процессы, и особенно на функцию щитовидной железы. Йод является составной частью основного гормона щитовидной железы - тироксина.

При недостатке йода у населения, живущего в районах, где содержание его в почве, воде, воздухе, а следовательно, в продуктах питания снижено, уменьшается образование тироксина, вследствие чего нарушаются нормальные процессы обмена веществ. При этом нередко развивается эндемический зоб ("зобная болезнь"), который проявляется местными (увеличение щитовидной железы) и общими изменениями в организме. Из общих изменений иногда происходит повышение функции щитовидной железы, избыточное выделение гормонов, что может привести к так называемой "базедовой болезни". При этом наблюдается образование диффузного зоба, пучеглазие, расстройство сердечной деятельности, похудание, повышение нервно-психической возбудимости. Но чаще отмечается понижение активности железы, которое также сопровождается нарушением обмена веществ и приводит к торможению роста, умственного развития, снижению психической активности.

При повышенной функции щитовидной железы введение малых доз йода (микройода) оказывает благотворное действие на организм. Для предупреждения недостаточности йода в местностях с распространением у населения эндемического зоба еще древние китайцы, египтяне, индейцы использовали в пищу морские водоросли, богатые йодом. В настоящее время широко используются различные йодные препараты, в том числе рекомендуется замена обычной поваренной соли на йодированную (10 г йодида калия на 1 т соли).

Из группы галогенов йод обладает наибольшей антимикробной активностью и широко применяется в виде 2%-й спиртовой настойки для дезинфекции и прижигания ран, ушибов и других повреждений.

Однако при неосторожном обращении может произойти отравление парами йода или отравление при приеме внутрь. При вдыхании паров йода появляются кашель, насморк, резь в глазах, слюно- и слезотечение, головная боль. Эти явления быстро проходят после умывания водой и проветривания помещения. При случайном приеме настойки йода внутрь ощущается неприятный вкус во рту, боли в животе, тошнота, рвота. Пострадавшему необходимо дать молоко, сырые яйца, крахмальный кисель. Йод хорошо нейтрализуется питьевой водой.

**\* \* \***

Многочисленными исследованиями, проведенными за последние 10-15 лет в странах Европы, Азии, Африки и Австралии, безусловно доказано, что степень загрязненности тяжелыми металлами и токсичными элементами растений - зерна, овощей, плодов, кормов для всех видов животных, а следовательно, продуктов растительного и животного происхождения - впрямую связана с содержанием их в окружающей среде, т. е. в почве, воздухе или воде. И способы борьбы с токсичными веществами бывают порой весьма оригинальными.

Например, голландские ученые используют в экологических целях пресноводных мидий (обычных речных ракушек), которые питаются загрязняющими воду веществами. Сети, "обросшие" мидиями, устанавливают перед стенами водохранилищ и шлюзами, чтобы они играли роль своеобразных фильтров для очистки воды от токсичных веществ и тяжелых металлов. По мере "обогащения- раковин вредными веществами сети периодически заменяются на новые.

Что же касается работников пищевой отрасли, их задача - постоянно контролировать пищевое сырье и готовую продукцию, чтобы обеспечить выпуск безвредных для здоровья продуктов питания.

Химические элементы распространены в земной коре неравномерно, что приводит к их естественному недостатку или избытку в тех или иных районах. А это в свою очередь обусловливает соответствующие реакции организмов, возникновение мутаций и многое другое, поскольку микроэлементы и минералы очень важны для развития различных жизненных форм. Металлы, поглощаемые организмами, могут стать активизаторами действия ферментов (цинк, железо) или, наоборот, ингибиторами (кадмий, никель). Ионы кальция участвуют в передаче нервных импульсов, регулируют тонус сердечной мышцы. Железо, медь, магний наряду с витаминами группы В необходимы для образования эритроцитов. Кальций и фосфор играют исключительную роль в минерализации костей и зубов.

Дисбаланс химических элементов становится причиной многих болезней человека. Йододефицит, например, приводит к эндемическому зобу. Эта болезнь встречается на равнинах тропических областей Африки и Южной Америки, в Восточной Европе. В России районами зобной эндемии являются верховье Волги, Урал, Кавказ, Алтай, Прибайкалье, Дальний Восток.

Таблица 1.Заболеваемость детей от 0 до 14 лет в зависимости от наличия зоба (на 1000 детей)

Классы,группы болезней Дети с увеличенной Дети с нормальной щитовидной щитовидной железой железой

Инфекционные болезни 2,6 1,3

Болезни эндокринной системы, нарушение обмена веществ и иммунитета, в том числе ожирение 26,4 20,83

Психические расстройства 77,8 66,4

Болезни нервной системы и органов чувств 44,9 39,1

Болезни системы кровообращения 2,6 1,3

Болезни органов дыхания 476,3 238,3

Болезни органов пищеварения 328,5 224

Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани 190 63,8

Эндемический зоб особенно опасен для детей, так как на его фоне возрастает уровень распространения большинства социально значимых заболеваний (табл. 1). Помимо клинически очерченных болезней дети с зобом могут иметь повышенную чувствительность к холоду, сухость кожи, ломкие волосы и ногти.

На фоне йодной недостаточности и эндемического зоба нередко наблюдаются нарушения в формировании мозга ребенка, что проявляется по-разному — от снижения интеллекта в легкой степени до тяжелых форм эндемического кретинизма и двигательных нарушений. При незначительном дефиците йода эти признаки не столь ярко выражены, но все же отмечаются пониженные способности к обучению, выполнению школьных заданий или конкретной работе руками.

При психофизиологическом тестировании детей с увеличенной щитовидной железой в йододефицитном районе выявляется нарушение концентрации внимания, уменьшение объема кратковременной памяти, появление двигательных расстройств.

Имеется много данных о том, что при йодном дефиците дети заметно отстают в росте по сравнению со сверстниками, проживающими в районах с достаточным содержанием йода в биосфере. Так, антропометрические исследования, проведенные в эндемичных районах нашей страны, показали зависимость между умеренной йодной недостаточностью и уменьшением роста детей. В условиях среднетяжелого йодного дефицита малый рост у детей до 6 лет отмечен в среднем у 22% обследуемых. После 8 лет число низкорослых уменьшается до среднепопуляционной нормы, причем максимальный "скачок" роста отмечается в период с 3 до 6 лет и сопровождается значительным напряжением всех адаптационных механизмов. "Выравнивание" ростовых показателей сопровождается увеличением заболеваемости на 50% и более.

Серьезной эколого-геохимической проблемой является мочекаменная болезнь, представляющая собой обширную группу различных по своей природе камнеобразующих болезней и синдромов, широко распространенных на земном шаре в особых биогеохимических провинциях, для которых характерно повышенное поступление в организм кремния в сочетании с высоким содержанием в биосфере фтора, марганца, нитратов, сульфатов и хлоритов.

Эндемический арсеноз — заболевание, обусловленное избыточным попаданием в организм неорганических форм мышьяка с питьевой водой (0.5-6 мг/л) и с пищей. Оно известно в литературе как болезнь "черной стопы" и сопровождается поражением периферических сосудов со спонтанной гангреной пальцев ног, рук и стоп. Больше всего очагов этой болезни в Аргентине, КНДР, США, Мексике, Японии. Мышьяковистый рак кожи зарегистрирован в Аргентине, Канаде, Китае, Чехословакии, Франции, Германии, Израиле, Японии, Южной Африке, Швейцарии, Великобритании, США.

Таким образом, природно обусловленные факторы геохимического риска могут, наряду с техногенными, провоцировать развитие сильнейших нарушений в организме человека. Поэтому желательно для каждой территории сформировать экологический паспорт, учитывающий не только техногенные факторы геохимического риска, но и природные.

Химические соединения. Известно также, что хлоридно-сульфатные воды приводят к нарушениям в системе пищеварения, различным гинекологическим заболеваниям.

Под воздействием высоких концентраций нитратов развивается такая болезнь, как водно-нитратная метгемоглобинемия. Нитраты, попадая в организм человека, под влиянием микрофлоры кишечника образуют нитриты, которые, в свою очередь, приводят к образованию в крови метгемоглобина, в результате чего снижается снабжение тканей кислородом. Нитриты и нитраты в организме человека могут трансформироваться в канцерогенные нитрозоамины. Содержание нитратов в питьевой воде не должно превышать 45 мг/л .

В последнее время большое внимание уделяется изучению влияния веществ, появляющихся в воде в результате ее хлорирования. К таким соединениям относятся тригалометаны - производные метана, в молекулах которого часть атомов водорода замещена атомами галогенов: Cl, Br, I. Тригалометаны обладают большой биологической активностью и оказывают канцерогенное действие на организм человека. Их количество достигает 100 мкг/л . Основным из них является хлороформ, наряду с которым обнаруживается еще до 40 различных веществ. Количество и разнообразие тригалометанов зависят от химической природы первичных органических соединений, находящихся в хлорируемой воде, количества использованного при хлорировании воды активного хлора, времени его контакта с водой, pH воды, ее температуры и других факторов. Эти соединения являются причиной злокачественных, обменных, аллергических, ревматических и других неинфекционных заболеваний.

Биологически активные элементы. При оценке качества воды в первую очередь необходимо обращать внимание на концентрации биологически активных (эссенциальных) элементов, которые участвуют во всех физиологических процессах. В.В.Ковальский к таким, биологически активным, элементам отнес K, Na, Ca, Mg, Li, Rb, Fe, Cu, Zn, Ga, Co, Ni, Mn, Mo, Cd, Cr, Ti, V, Sr, Ba, Cl, I, F, Se, As . А.П.Авицын с соавт. в группу наиболее жизненно необходимых микроэлементов включают Li, Fe, Cu, Zn, Co, Ni, Mn, Mo, Cr, V, I, F, Se, As, Si, а кандидатами Cd, Pb, Sn и Rb . Ю.И. Москалев отмечает, что в организме человека содержатся все химические элементы Периодической системы, биологическая роль многих из которых еще не изучена, например, Li, Cs, Sc, Al, Ba, B, Rb, Be, Ag, Ga, Ge, Hg, Pl, Bi, Ti, Sb, U, Te, Ra и многих других. Однако отсутствие такой информации еще не означает их биологическую инертность. Замещая биологически значимые элементы в различных важных в физиологическом отношении соединениях (белки, в том числе ферменты, нуклеиновые кислоты, гормоны, витамины) и структурных образованиях (оболочки клеток, матрица костной ткани и др.), они могут существенно влиять на протекание биохимических и физиологических процессов и лежать в основе многих болезней, вызывая нарушения первоначально на молекулярном и субмолекулярном уровнях.

Отрицательное влияние малых концентраций эссенциальных элементов в питьевой воде. Повышенное содержание в пищевом рационе любого элемента вызывает различные отрицательные последствия. Однако низкие содержания целого ряда элементов также представляют опасность для организма человека .Среди наиболее распространенных заболеваний, связанных с низким содержанием микроэлементов в питьевой воде, можно назвать эндемический зоб (низкое содержание йода), кариес (низкое содержание фтора), железодефицитные анемии (низкое содержание железа и меди). В качестве примера можно привести результаты работы советско-финской экспедиции, которая обнаружила, что из-за низкого содержания в воде и почве селена населению ряда районов Читинской области угрожает селенодефицитная кардиопатия - болезнь Кешана. Среди макрокомпонентного состава воды особенно негативное влияние на организм человека оказывает низкое содержание в питьевой воде кальция и магния. Так, например, результаты санитарно-эпидемиологических обследований населения, проводимых по программам ВОЗ, показывают, что низкое содержание в питьевой воде Ca и Mg приводит к увеличению числа сердечно-сосудистых заболеваний. В результате исследований в Англии было выбрано шесть городов с самой жесткой и шесть с самой мягкой питьевой водой. Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в городах с жесткой водой оказалась ниже нормы, в то время как в городах с мягкой водой - выше. Более того, у населения, живущего в городах с жесткой водой, параметры деятельности сердечно-сосудистой системы лучше: ниже общее кровяное давление, ниже частота сокращений сердца в покое, а также содержания холестерина в крови. Курение, социально-экономические и другие факторы не влияли на эти корреляции. В Финляндии более высокая смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, повышенное кровяное давление и содержание холестерина в крови в восточной части страны по сравнению с западной, по всей видимости, также связаны с использованием мягкой воды, так как другие параметры (диета, физическая нагрузка и т.д.) населения этих групп практически не различаются.

В последнее время эти данные получили клиническое подтверждение. Группой исследователей под руководством С.К.Чуриной было установлено, что 60 - 80% суточной потребности Ca и Mg у человека удовлетворяется за счет пищи. Но значение Ca и Mg в суточном рационе можно оценить, если учесть, что требования ВОЗ к содержанию этих катионов в воде для Ca составляют 80 - 100 мг/л (около 120-150 мг в сутки), а для Mg - до 150 мг/л (около 200 мг в сутки) при общей суточной потребности, например, Ca, равной 500 мг. Показано, что Ca и Mg из воды всасываются в кишечнике полностью, а из продуктов, в которых он связан с белком, - только на 1/3. Уровень Ca в клетке является универсальным фактором регуляции всех клеточных функций независимо от типа клеток. Недостаток Ca в воде сказывается на увеличении всасывания и токсического действия тяжелых металлов (Cd, Hg, Pb, Al и др.). Тяжелые металлы конкурируют с Ca в клетке, так как используют его метаболические пути для проникновения в организм и замещают ионы Ca в важнейших регуляторных белках, нарушая таким образом их нормальную работу. К настоящему времени можно с уверенностью утверждать, что мягкая питьевая вода, характерная для северных регионов планеты, с низким содержанием жизненно важных для организма двухвалентных катионов (Ca и Mg) является существенным экологическим фактором риска сердечно-сосудистой патологии и других широко рапространенных Ca-Mg-зависимых региональных заболеваний.

Таким образом, при разработке требований к качеству воды, используемой для питьевых целей, необходимо нормировать и нижний предел содержания целого ряда компонентов.

При более детальном анализе влияния содержащихся в воде биологически активных элементов на здоровье человека необходимо также учитывать форму их нахождения в растворе. Так, фтор в ионном виде, будучи токсичным для человека при концентрациях более 1,5 мг/л, перестает быть токсичным, находясь в растворе в виде комплексного соединения BF4-. Экспериментально установлено, что введение в организм человека значительного количества фтора в виде указанного комплексного соединения исключает опасность заболевания человека флюорозом, так как, будучи устойчивым в кислых средах, это соединение не усваивается организмом. Поэтому, говоря об оптимальных концентрациях фтора, следует учитывать возможность его нахождения в воде в виде комплексных соединений, поскольку и положительное воздействие на человека в определенных концентрациях оказывает именно ион F-.

Как известно, аналитический (определяемый в лаборатории) химический состав природных вод не соответствует реальному составу. Большинство растворенных в воде компонентов, участвуя в реакциях комплексообразования, гидролиза и кислотно-основной диссоциации, объединены в разные устойчивые ионные ассоциации - комплексные ионы, ионные пары и т.д. Современная гидрогеохимия называет их миграционными формами. Химический анализ дает лишь валовую (или брутто-) концентрацию компонента, например, меди, тогда как реально медь может почти целиком находиться в виде карбонатных, хлоридных, сульфатных, фульватных или гидроксо-комплексов, что зависит от общего состава данной воды (биологически активными же и, соответственно, токсичными в больших концентрациях, как известно, являются незакомплексованные ионы Сu2+ ).

**Список литературы**

http://encycl.yandex.ru/

http://medicinform.net/

http://www.krugosvet.ru/