Автор: М. Велданова, А. Скальный
23.05.2009 14:59 -

Микроэлементы в организме человека

Углеводы и подавляющее большинство витаминов по своему химическому строению - сложные соединения из десятков, сотен и даже десятков тысяч атомов. В отличие от этих сложных органических веществ, минеральные вещества - это простые молекулы, так сказать, непосредственно представляющие собой химические элементы, известные из школьного курса неорганической химии. На долю этих неорганических соединений приходится около 5 % массы тела человека. Несмотря на простоту химического строения, минеральные вещества играют далеко не последнюю роль в жизнедеятельности человеческого организма, причем до конца эта роль пока еще не выяснена.

Поскольку организм не способен вырабатывать какие-либо минеральные вещества самостоятельно, он должен получать их с пищей. В природе минералы присутствуют в почве, откуда переходят в корни растений, задерживаются во фруктах, овощах и проходят через пищевую цепочку в организме животных. Многие минеральные соединения растворимы в воде и поэтому легко выводятся с мочой.

Все минеральные вещества принято делить на две группы - макроэлементы и микроэлементы. Макроэлементы, к которым относятся кальций, фосфор, калий, сера, натрий, хлор, магний, азот, водород, кислород, углерод, присутствуют в организме человека в относительно большом количестве (составляют от 10 до 20% биомассы тела человека). Микроэлементы - это вещества, доля которых в общем весе организма микроскопически мала (от 0,1 до 0,001 % биомассы человеческого тела). В нашем теле присутствуют 39 микроэлементов (железо, медь, марганец, йод, цинк, фтор, хром, молибден, кобальт, ванадий, никель, кремний, селен, стронций, бор и др.). Они необходимы организму в миллиграммах или даже в тысячных долях миллиграмма (микрограммах), но эта потребность абсолютна.

Почему минеральные элементы так важны для нашего организма?

1) Минералы содержатся во внутриклеточной жидкости, контролируя постоянство ее состава, даже если при этом приходится поглощать химические элементы из других тканей. С их помощью поддерживается требуемое кислотно-щелочное состояние организма (основа обмена веществ), регулируется водно-солевой обмен. Минералы обеспечивают проницаемость клеточной мембраны, постоянство процессов всасывания, выделения. Без них были бы невозможны функции внутриклеточного дыхания.

2) Минеральные вещества служат строительным материалом для мышц, клеток крови и костей.

3) Минеральные элементы необходимы для функции мышечного сокращения и регуляции

мышечного тонуса, свертывания крови, процессов функционирования нервной системы, полноценного усваивания питательных веществ.

4) Минералы играют жизненно важную роль в сложном биохимическом обмене у человека, в том числе в образовании белков, входя в структуру целого ряда биологически активных веществ (ферментов (энзимов), гормонов). В этом кроется разгадка физиологической активности довольно малых их количеств. Минеральные вещества принимают непосредственное участие в образовании витаминов (так, например, кобальт в образовании витамина В2), а также в совокупности с витаминами контролируют и осуществляют некоторые реакции. Таким образом, они участвуют в процессах образования энергии, роста и восстановления организма.

Для нормальной жизнедеятельности любого живого организма, будь то микроорганизмы, растение, животное или венец творения Вселенского Замысла - Человек, необходимо не только регулярное получение им минералов, но и поддержание соответствующего баланса (равновесия) минеральных веществ, который определяется уровнем отдельных минералов и их соотношением. Количество одного минерала в организме оказывает влияние на содержание других минералов. Поэтому значительное уменьшение или увеличение концентрации одного минерала может вызывать нарушение этих равновесных отношений, что, в свою очередь, приводит к развитию патологии, проявляющейся в виде одного или большого количества заболеваний. Только в условиях достаточного поступления минеральных веществ возможно сохранение хорошего самочувствия, работоспособности, активного долголетия и способности противостоять комплексу неблагоприятных факторов окружающей среды.

Нарушенная экология, возросший темп жизни с неизбежны" нарастанием стрессовых ситуаций, несбалансированный пищевой рацион, методы обработки продуктов питания, "убивающие" биологически активные вещества, не всегда качественные пищевые продукты - вот далеко не полный перечень причин роста дефици-;; та жизненно важных микроэлементов и избытка токсичных, наносящих непоправимый вред здоровью.

Минеральные вещества - незаменимый элемент здорового питания. И макро-, и микроэлементы одинаково необходимы для нормального существования организма и должны присутствовать в пище в необходимом количестве. Надо иметь в виду, что весь набор минеральных веществ (как макро-, так и микроэлементов) можно получить, лишь питаясь максимально разнообразно, так как в каком-то одном конкретном продукте может быть много каких-то одних минеральных веществ, но совсем не быть других, столь же важных. Кроме того, на усвоение минеральных веществ большое влияние оказывает их взаимное соотношение в пище и наличие в ней некоторых веществ, например жиров.

Следует также отметить, что при кулинарной обработке теряется до 12% минеральных веществ исходного продукта. Особенно большие потери минеральных веществ происходят при неправильной кулинарной обработке овощей и фруктов (например, при длительной варке, особенно без кожуры).

В этой книге мы хотим рассказать об одном из широко известных и востребованных химических элементов - о ЙОДЕ.

С йодом знакомы все. Спиртовой раствор йода имеется практически в каждом доме, в любом учебном учреждении. Тем не менее этот элемент в высшей степени своеобразен и, прочтя эту книгу, вы, возможно, откроете его для себя заново.

Физические и химические свойства йода

Йод (Jodum), I (в литературе встречается также символ J) - химический элемент VII группы периодической системы Д. И. Менделеева, относящийся к галогенам (от греч. halos - соль и genes - образующий), к которым также относятся фтор, хлор, бром и астат.

Порядковый (атомный) номер йода - 53, атомный вес (масса) - 126,9.

Из всех существующих в природе элементов йод является самым загадочным и противоречивым по своим свойствам.

Плотность (удельный вес) йода - 4,94 г/см3, tnl - 113,5 °C, tKn - 184,35 °C.

Из имеющихся в природе галогенов йод - самый тяжелый, если, конечно, не считать радиоактивный короткоживущий астат. Практически весь природный йод состоит из атомов одного стабильного изотопа с массовым числом 127. Радиоактивный 1-125 образуется в результате спонтанного деления урана. Из искусственных изотопов йода важнейшие - 1-131 и 1-123: их используют в медицине.

Молекула элементарного йода (J2), как и у прочих галогенов, состоит из двух атомов. Фиолетовые растворы йода являются электролитами (проводят электрический ток при наложении разности потенциалов) так как в растворе молекулы J2 частично диссоциируют (распадаются) на подвижные ионы J и J. Заметная диссоциация J2 наблюдается при t выше 700 °C, а также при действии света. Йод - единственный галоген, находящийся в твердом состоянии при нормальных условиях, и представляет собой серовато-черные с металлическим блеском пластинки или сростки кристаллов со своеобразным (характерным) запахом.

Отчетливо выраженное кристаллическое строение, способность проводить электрический ток - все эти "металлические" свойства характерны для чистого йода.

Однако йод выделяется среди прочих элементов, в том числе отличаясь от металлов, легкостью перехода в газообразное состояние. Превратить йод в пар даже легче, чем в жидкость. Он обладает повышенной летучестью и уже при обычной комнатной температуре испаряется, образуя резко пахнущий фиолетовый пар. При слабом нагревании йода происходит его так называемая возгонка, то есть переход в газообразное состояние минуя жидкое, затем оседание в виде блестящих тонких пластинок; этот процесс служит для очистки йода в лабораториях и в промышленности.

Йод плохо растворим в воде (0,34 г/л при 25 °С, приблизительно 1:5000), зато хорошо растворяется во многих органических растворителях - сероуглероде, бензоле, спирте, керосине, эфире, хлороформе, а также в водных растворах йодидов (калия и натрия), причем в последних концентрация йода будет гораздо выше, чем та, которую можно получить прямым растворением элементарного йода в воде.

Окраска растворов йода в органике не отличается постоянством. Например, йодный раствор в сероуглероде - фиолетовый, а в спирте - бурый.

Конфигурация внешних электронов атома йода - ns2 np5. В соответствии с этим йод проявляет в соединениях переменную валентность (степень окисления): -1; +1; +3; +5 и +7.

Химически йод довольно активен, хотя и в меньшей степени, чем хлор и бром, а тем более фтор.

С металлами йод при легком нагревании энергично взаимодействует, образуя бесцветные соли йодиды.

С водородом йод реагирует только при нагревании и не полностью, образуя йодистый водород. С некоторыми элементами - углеродом, азотом, кислородом, серой и селеном - йод непосредственно не соединяется. Несовместим он и с эфирными маслами, растворами аммиака, белой осадочной ртутью (образуется взрывчатая смесь).

Элементарный йод - окислитель. Сероводород H2S, тиосульфат натрия Na2S2O3 и другие восстановители восстанавливают его до J. Хлор и другие сильные окислители в водных растворах переводят его в JO3.

В горячих водных растворах щелочей образуются соли йодид и йодат.

Осаждаясь на крахмале, йод окрашивает его в темно-синий цвет; эта реакция используется для обнаружения йода.

Йод. Историческая справка

Йод был открыт в 1811 году французским химиком-технологом Бернаром Куртуа (1777-1838), сыном известного селитровара. Куртуа не был простым ремесленником. Проработав три года в аптеке, он получил разрешение слушать лекции по химии и заниматься в лаборатории Политехнической школы у знаменитого парижского химика и политического деятеля Фуркруа. Бернар Куртуа стал изучать золу морских водорослей, из которой тогда добывали соду. Он заметил, что медный котел, в котором выпаривались зольные растворы, разрушается слишком быстро. Проделывая серию опытов, Куртуа взял две колбы, в одну из которых поместил серную кислоту с железом, а в другую - золу морских водорослей со спиртом. На плече у ученого во время опытов сидел его любимый кот. Однажды он неожиданно спрыгнул, опрокинув колбы, содержимое их смешалось. Куртуа увидел, что над лужицей, которая образовалась при

падении сосудов, поднимается фиолетовое облачко.

Впоследствии специально нагревая маточный (неразбавленный) раствор золы морских водорослей с концентрированной серной кислотой, он наблюдал выделение "паров великолепного фиолетового цвета", которые осаждались в виде темных блестящих пластинчатых кристаллов. "Удивительная окраска, неизвестная и невиданная ранее, позволяла сделать вывод, что получено новое вещество", - писал Куртуа в своих воспоминаниях.

В 1813 году появилась первая научная публикация об этом веществе, его стали изучать химики разных стран, в том числе такие светила науки, как французский химик Жозеф Гей-Люссак и английский химик Хэмфри Дэви. Год спустя эти ученые доказали элементарную природу вещества, открытого Куртуа, а Гей-Люссак назвал новый элемент йодом (от греческого iodes, ioeides - похожий цветом на фиалку, темно-синий, фиолетовый).

Интересно отметить, что история лечебного применения йода уходит в глубь веков. Считается, что первые сообщения о целебных свойствах веществ, содержащих йод, появились в Китае примерно за три тысячи лет до нашей эры. Древние целители выделяли этот элемент из морских губок и водорослей и прикладывали ткань, смоченную йодом, к ранам, чтобы они не гноились и быстрее заживали.

Антисептические (противомикробные) свойства йода первым использовал в хирургии французский врач Буанэ. Как ни странно, но самые простые лекарственные формы йода - водные и спиртовые растворы - очень долго не находили применения в хирургии, хотя еще в 1865-1866 годах великий русский хирург Н. И. Пирогов применял йодную настойку при лечении ран.

Приоритет подготовки операционного поля с помощью йодной настойки ошибочно приписывается немецкому врачу Гроссиху. Между тем еще в 1904 году, за четыре года до Гроссиха, русский военный врач Н. Филончиков в своей статье "Водные растворы йода как антисептическая жидкость в хирургии" обратил внимание медиков на громадные достоинства водных и спиртовых растворов йода именно при подготовке к операции.

Священник Павел Александрович Флоренский - выдающийся богослов, философ и ученый, один из замечательных представителей русской культуры "Серебряного века" после своего ареста в лагере на Соловецких островах с 1934 года занимался вопросами добычи йода из водорослей на самим изобретенных и сконструированных уникальных аппаратах. Флоренский считал йод очень действенным лекарством, способным излечить многие болезни, и, к примеру, использовал спиртовой раствор йода для профилактики гриппа, добавляя 3-4 капли его в молоко.

Йод в природе

Будучи достаточно редким химическим элементом (среднее содержание йода в земной

коре составляет 0,00004% по массе), йод характеризуется крайней рассеянностью в природе. Он присутствует буквально везде. Даже в сверхчистых, казалось бы, кристаллах горного хрусталя находят микропримеси йода. Йод есть в горных породах (его концентрация в их большинстве изменяется в пределах от 0,01 до 6 мг/кг, достигая максимума в богатых органическим веществом сланцах) и почве, в соленой и пресной воде, в воздухе, в растительных клетках и организмах животных. А вот минералов, богатых йодом, очень мало.

Йод в Мировом океане. Круговорот йода в природе

Как и большинство жизненно важных элементов, йод в природе совершает круговорот.

Основное количество йода в природе содержится в Мировом океане (около 87 860 млн тонн, в среднем 5 х 10-5 г в одном литре морской воды). В пресных водах концентрация этого элемента составляет 5 мкг/л, глобальный годовой вынос с речным стоком - 185 тыс. тонн.

Поскольку многие соединения йода хорошо растворяются в воде, йод выщелачивается из магматических пород, выносится в моря и океаны. Также в морскую воду йод смывается с поверхности почвы ледниками, снегом, дождем, ветром и водными потоками.

В морской воде йод находится в виде йодида. Ионы йодида окисляются под воздействием солнечного света в элементарный йод (J,) Морская вода, испаряясь, поднимает в атмосферу летучие соединения иода, растворенные в каплях морской воды. Массы йода переносятся ветрами на континенты. Таким образом, ежегодно около 400 тыс. тонн йода улетучивается с поверхности моря. Больше всего иода накапливается в иловых водах

Из атмосферы йод возвращается в почву с дождевой водой концентрация йода в которой колеблется в пределах 1,8-8,5 мкг/л. Йод легко поглощается органическими веществами почв как и морских илов. При уплотнении этих веществ и образовании осадочных горных пород происходит переход части соединений йода в подземные грунтовые воды. Йод также попадает и в живые организмы, которые его концентрируют, но, отмирая, возвращают йод в почву, откуда он снова вымывается, попадает в океан, испаряется и все начинается заново. Цикл, таким образом, замыкается.

Йод - это элемент морей и океанов, содержание его в морской воде в несколько раз выше, чем в пресной. Испарения с поверхности океана являются одним из основных источников годового прироста йода в атмосфере. Как и большинство жизненно важных элементов йод в природе совершает круговорот. #Йод в почвах

Обычно содержание йода в почвах колеблется от 5 до 40 мг/кг (по другим данным - от 0,1 до 40 мг/кг), но на земном шаре встречаются районы с повышенным содержанием йода, где его количество достигает 80, а иногда и 135 мг/кг.

Автор: М. Велданова, А. Скальный
23.05.2009 14:59 -

Практически на всей территории России отмечается недостаток йода в почвах. Одним из главных мероприятий, обеспечивающих повышение содержания йода в почвах, а следовательно, и в растениях, является применение йодсодержащих удобрений. Обычные минеральные удобрения обогащаются соединениями йода, чаще всего туда вносится KJ, что позволяет увеличить содержание йода, например в многолетних травах почти вдвое.

Содержание йода в почвах является основополагающим фактором обеспечения йодом человека и животных. Содержание йода в почвах зависит от типа почвы, ее механического состава, pH почвенной среды, температуры и влажности. Обогащение почвы йодом может производиться путем внесения в почву йодсодержащих микроудобрений.

Йод и растения

Если говорить о необходимости йода для растений, то его нельзя сравнить, скажем, с такими элементами, как бор, марганец, цинк или медь. Но если вести речь о его огромной роли в нормальном функционировании организма человека и животных, тогда содержание йода в растениях представляется важным.

Йод довольно широко распространен в растениях. Так, некоторые морские водоросли, например фукус, ламинария, филлофора, накапливают йода до 1 % от общего веса. Концентрация йода в таких водорослях иногда превышает содержание этого элемента в морской воде в 30 000 раз.

Хотя йод нельзя считать необходимым элементом для высших растений, однако добавление его является весьма желательным для стимуляции роста корней. Йод в растении улучшает углеводный обмен, способствует повышению содержания аскорбиновой кислоты (витамина С), а в водных культурах стимулирует образование свободных аминокислот.

На примере растений четко прослеживается такой факт, как антагонизм йода и хлора. Содержание хлора под действием йода снижается, это имеет практическое значение в плане получения солеустойчивых форм растений, поскольку солеустойчивость растений повышается под влиянием йода. Причем следует отметить, что взаимоотношение "йод-хлор" неоднозначно. Антагонистическая активность ионов йода по отношению к хлору в несколько десятков раз сильнее, чем у ионов хлора к йоду.

Содержание йода в растениях весьма разнообразно и колеблется от буквально тысячных долей миллиграмма на 1 кг сухой массы до 10 мг.

Растения отличаются наличием определенной закономерности в плане накопления йода. Так, было установлено, что хотя содержание йода в некоторых видах растений может существенно меняться, но порядок его содержания можно рассматривать как видовой признак. Кроме того, следует отметить, что мясистые грибы и овощи содержат йода больше, чем другие растения суши.

Среди систематических групп повышенным содержанием и большей интенсивностью накопления йода выделяются осоковые, мхи и лишайники. Причем у влаголюбивых растений отмечается повышенное содержание и накопление йода.

Накопление йода, как правило, отмечается в надземной части растения, а не в корневой. Этот факт можно объяснить тем, что ворсистая поверхность листьев растения как бы собирает на себе йод. Причем именно атмосферный йод можно рассматривать как один из важнейших источников поступления йода в растение.

В пищевых и кормовых растениях уровни содержания йода должны быть адекватными, поскольку он необходим для нормального питания человека и животных.

Растения способны накапливать йод, но это больше характерно для обитателей морей и океанов. Растения суши содержат йода гораздо меньше, нежели морские, и по-разному накапливают этот элемент: осоковые, мхи и лишайники являются рекордсменами по содержанию йода. Причем влаголюбивые растения накапливают его в больших количествах. В растениях йод участвует в регуляции обмена веществ, образовании углеводов и свободных аминокислот. Содержание йода в надземной части растений больше, чем в подземной.

Йод и животные

Животные, как и все другие организмы на планете, способны к накоплению того или иного химического элемента, который в их организме может играть либо положительную, либо отрицательную роль, в зависимости от накопленного количества, состояния организма животного, условий окружающей среды, в том числе условий питания и других факторов.

Не является исключением и йод. В больших количествах этот элемент накапливают морские животные, и его содержание в организме этих обитателей морских глубин колеблется от 0,1 до 15,0мг на 100 г сухого вещества. В наземных животных количество йода заметно ниже и составляет всего лишь 0,043 мг на 100 г сухого вещества.

Йод необходим животным, но единственной изученной функцией этого элемента является участие йода в образовании гормонов щитовидной железы, регулирующих скорость обмена веществ в организме животного. Одним из факторов, влияющих на количество выделяемых щитовидной железой гормонов, является достаточный уровень йода.

В условиях дефицита йода может наблюдаться снижение активности железы - гипотиреоз, который был обнаружен у собак, а также у некоторых других видов домашних животных. Йодная недостаточность в организме животных вызывает ухудшение состояния волосяного (шерстного) покрова, кроме того может наблюдаться снижение способности к рождению потомства.

Следует отметить, что животные очень чувствительны как к избытку, так и к недостатку

йода в организме. Лошади, например, особо чувствительны к действию избытка йода, причем максимально безвредные концентрации этого элемента для них составляют лишь одну десятую долю от таковых для других животных.

Йод является обязательным элементом в организме животных, причем морские животные накапливают йода гораздо больше, чем животные суши. Йод необходим животным для образования гормонов щитовидной железы. Недостаток этого элемента приводит кряду патологических изменений в организме животного.

Источники поступления йода в окружающую среду
Естественные источники

Основным источником поступления йода в растительные и животные организмы, а также в организм человека является почва, в частности материнская порода. Кроме того, источниками годового прироста йода в атмосфере являются вулканическая деятельность, разложение органических веществ, горение ископаемого торфа и испарения с поверхности океана.
Антропогенные источники

1) Химическая и фармацевтическая промышленность.

В процессе получения и использования йода в зависимости от этапа в воздух рабочих помещений поступает от 6 до 115 мг/м3 микроэлемента, промышленные стоки отходов загрязняют водоемы.

2) Стоки бытового происхождения.

3) Атомная энергетика (в частности, ядерные реакторы).

4) Сельское хозяйство.

Использование в качестве удобрений морских водорослей (чаще всего бурых), зола которых используется на полях, особенно в прибрежных морских районах, может вызвать признаки перенасыщения йодом. Использование растений, выросших на таких почвах, на корм скоту или в пищу человеку может вызвать отравление последних.

5) Сжигание угля и торфа.

Наряду с естественными источниками поступления йода в окружающую среду следует выделить и антропогенные (сделанные руками человека).

Добыча йода

Йод, подобно другим ценным элементам, добывают в промышленных масштабах. Уровень мировой добычи йода приближается к уровню добычи серебра и ртути. Следует отметить, что в виде простого вещества йод практически не встречается, в основном его

добывают из химических соединений. Существуют следующие способы добычи йода:

1. Переработка природных накопителей йода - морских водорослей и получение йода из их золы.

В тонне высушенной морской капусты (ламинарии) содержится до 5 кг йода, в то время как в тонне морской воды его всего лишь 20-30 мг. До 60-х годов XIX столетия водоросли были единственным источником промышленного получения йода. В России вплоть до 1915 года своего йода не было, его завозили из-за границы. Первый йодный завод был построен именно в 1915 году в Екатеринославе (сейчас Днепропетровск). Получали йод из черноморской водоросли филлофоры. За годы Первой мировой войны на этом заводе быль добыто около 200 кг йода.

2. Получение йода из отходов селитряного производства - маточных растворов чилийской (натриевой) селитры, содержащей до 0,4 % йода в виде йодата и йодида натрия.

Этот способ начал применяться с 1868 года и в силу дешевизны сырья и простоты получения микроэлемента получил широкое распространение в мире.

3. Получение йода из природных йодсодержащих растворов, например воды некоторых соленых озер или попутных (буровых) нефтяных вод, содержащих обычно 20-40 мг/л йода в виде йодидов (местами 1 литр этих вод содержит свыше 100 мг йода).

В нашей стране уже в годы советской власти йод стали получать из подземных и нефтяных вод Кубани, где он был обнаружен русским химиком А. Л. Потылицыным еще в 1882 году. Позже подобные воды были открыты в Туркмении и Азербайджане. В настоящее время нефтяные буровые воды служат основным сырьем для промышленного получения йода в России.

Но йода в подземных водах и попутных водах нефтедобычи очень мало. В этом и заключалась основная трудность при создании экономически оправданных промышленных способов его получения. Нужно было найти "химическую приманку", которая бы образовывала с йодом довольно прочное соединение и накапливала его. Первоначально такой "приманкой" оказался крахмал, потом соли меди и серебра, которые связывали йод в нерастворимые соединения. Затем использовали керосин - йод хорошо растворяется в нем. Но все эти способы оказались дорогостоящими, а порой и огнеопасными.

В 1930 году советский инженер В. П. Денисович разработал угольный метод извлечения йода из нефтяных вод, и этот метод довольно долго был основой советского йодного производства. В 1 кг угля за месяц накапливалось до 40 г йода.

4. Ионитный способ, основанный на избирательном поглощении йода особыми химическими соединениями - высокомолекулярными ионообменными смолами.

Этот способ был разработан сравнительно недавно, в последние десятилетия, и успешно используется в йодной промышленности Японии. Применяли его и в России, но низкое содержание йода в природных водах не позволяет извлечь из них весь йод. Нужны более избирательные к йоду и более "емкие" иониты, и тогда появятся новые производства, о которых пока можно лишь мечтать.

Причины йодного дефицита
Природные факторы

Основные природные источники йода - почва и почвенные воды и, следовательно, все, что растет на земле, а также морепродукты (водоросли, рыбы, морские животные).

Там, где почва бедна этим микроэлементом (таежно-лесная нечерноземная, сухостепная, пустынная, горная зоны), значительная часть населения страдает йододефицитными заболеваниями.

Йод находится в глубоких слоях почвы и обнаруживается в содержимом нефтяных скважин. В целом, чем старее поверхность почвы и чем более она была подвержена в прошлом различным разрушительным воздействиям (например, эрозиям), тем меньше в ней йода. Наиболее обеднены йодом почвы в горных местностях, которые подвергались частому выпадению дождей со стоком воды в реки. Важную роль в потере йода из почвы в данных регионах играют и ледники. Нередко недостаточность йода наблюдается и в долинах крупных рек.

В приморских областях количество йода в 1 м3 воздуха может достигать 50 мкг, в местностях, удаленных от океана или отгороженных от морских ветров горами, - 1-3 или даже 0,2 мкг. Фелленберг, принимая содержание элемента в воздухе за 100, получил высотное распределение йода. Так, на высоте 1000 м над уровнем моря воздух теряет 62,5 % йода, а 50 % теряется уже на высоте 707 м.

Движение атмосферы и некоторые другие условия незначительно изменяют эти данные.

Возвращение йода в почву с дождевой водой происходит очень медленно и в относительно малом по сравнению с предшествовавшей потерей количестве. Содержание йода в почве варьирует в значительных пределах (в среднем около Зх 10-4 %) и связано с уровнем ее промерзания в течение последнего ледникового периода: когда ледники таяли, йод из почвы высаливался в лежащие ниже плодородного слоя уровни. Повторные смывы влекли за собой формирование дефицита йода в почве. В результате все растения, произрастающие на такой почве, имеют недостаточное содержание йода, а у людей и животных, которые полностью зависят от выращенной на этой почве пищи, развиваются йододефицитные заболевания (речь о них пойдет ниже). Содержание йода в растениях, выросших на обедненных йодом почвах, часто не превышает 10 мкг/кг сухого веса по сравнению с 1000 мкг/кг в растениях, культивируемых на почвах без дефицита йода. Это обусловливает тяжелую йодную недостаточность у значительной части населения мира, живущего за счет натурального

или полунатурального хозяйства. И это относится не только к странам Африки. Многие жители России тоже обеспечивают свой прожиточный минимум, собирая урожаи с приусадебного или дачного участков, где почва может быть плодородной, но содержать мало йода. В этом заключается одна из основных причин развития йодного дефицита.

Среднее содержание йода в растениях составляет примерно 2 х 10-5 % и зависит не только от содержания в почвах его соединений, но и от вида растений. Некоторые организмы (так называемые накопители йода), например морские водоросли (пузырчатая водоросль - Fucus vesiculosus, бурая морская водоросль, ламинария (морская капуста), филлофора), накапливают йода до 1 % от общего веса, а некоторые морские губки (Spongia maritima) - до 8,5-10% (в скелетном веществе спонгине).

Содержание йода в местной питьевой воде отражает концентрацию йода в почве. В поверхностных питьевых водах йода мало (от Ю~7 до 10~9%), а в йододефицитных регионах обычно уровень йода составляет менее 2 мкг/л. Вода, как правило, не является серьезным источником поступления йода в организм человека.
Антропогенные факторы

Дефицит йода вызывают и некоторые деяния рук человека, в том числе разрушение почвы из-за интенсивного ведения сельскохозяйственных работ (уничтожение растительности при расчистке территории под посадки, выпас домашнего скота), вырубка деревьев.

Вода, воздух и почвы играют большую роль в развитии йододефицитных заболеваний, но все же основная масса микроэлемента поступает в организм опищевыми продуктами.

Применение йода

Прежде всего йод широко используется в медицине, хотя в чистом виде он практически не применяется.

Йод - уникальное лекарственное вещество. Он определяет высокую биологическую активность и разностороннее действие лекарственных препаратов, и используют его в основном для изготовления различных лекарственных форм.

Различают четыре группы препаратов йода:

1. содержащие элементарный йод (3- или 5%-ный раствор йода спиртовой, раствор Люголя); 2) неорганические йодиды (калия и натрия йодид) - большинство выпускаемых препаратов содержат от 25 до 250 мкг микроэлемента;
2. органические вещества, отщепляющие элементарный йод (йодоформ, йодинол и др.);
3. йодсодержащие органические вещества, в молекуле которых йод прочно связан (рентгенконтрастные вещества).

Препараты, содержащие йод, обладают различными свойствами.

* Элементарный йод оказывает противомикробное и противогрибковое (фунгицидное) действие, его растворы широко применяют для обработки ран, подготовки операционного поля и т. п. Они обладают противовоспалительными и отвлекающими свойствами, при нанесении на кожу и слизистые оболочки оказывают раздражающее действие и могут вызвать рефлекторные изменения в деятельности организма.

* Препараты йода блокируют накопление радиоактивного йода в щитовидной железе и способствуют его выведению из организма, тем самым снижают лучевую дозу и ослабляют радиационное воздействие.

* При приеме внутрь препараты йода оказывают влияние на обмен веществ, усиливают функцию щитовидной железы. Малые дозы йода тормозят функцию щитовидной железы, угнетая образование тиреотропного гормона передней доли гипофиза. Данное свойство используют при лечении больных с заболеваниями щитовидной железы.

* Установлено также, что йод влияет на обмен жиров и белков. При применении йодных препаратов наблюдается снижение уровня холестерина в крови и уменьшение ее свертываемости.

* Рефлекторным повышением выделения слизи железами дыхательных путей и протеолитическим действием (расщеплением белков) объясняется применение препаратов йода в качестве отхаркивающих и муколитических (разжижающих мокроту) средств.

* Для диагностических целей используют рентгенконтрастные вещества, содержащие йод.

* Искусственно полученные радиоактивные изотопы йода 1-123, 1-125, 1-131 используются для определения функционального состояния щитовидной железы и лечения ряда ее заболеваний. Применение радиоактивного йода в диагностике связано со способностью йода избирательно накапливаться в щитовидной железе; использование в лечебных целях основано на способности излучения радиоизотопов йода разрушать клетки железы, вырабатывающие гормоны.

Препараты йода применяют наружно и внутрь: наружно используют как обеззараживающие, раздражающие и отвлекающие средства при воспалительных и других заболеваниях кожи и слизистых оболочек, внутрь - при атеросклерозе, хронических воспалительных процессах в дыхательных путях, при третичном сифилисе, для профилактики и лечения эндемического зоба, при хроническом отравлении ртутью и свинцом. В экспериментах высокие дозы йода использовались для лечения полиомиелита, вирусных заболеваний и некоторых болезней центральной нервной системы.

К числу немногих специфически женских нарушений здоровья, вызванных гормональными расстройствами, при которых могут помогать препараты йода, правда, в большой дозировке, относятся фиброзно-кистозная мастопатия (заболевание молочной железы), эндометриоз (занос слизистой оболочки тела матки в различные ткани и органы) и фиброма матки (доброкачественная опухоль). Лечебное действие минерала обусловлено тем, что он помогает превращению эстрадиола - более активной и, возможно, вызывающей рак разновидности эстрогена (женского полового гормона), - в менее активный и более безопасный эстриол.

В случае длительного применения препаратов йода, их передозировки и повышенной чувствительности к ним возможны явления йодизма (о нем речь пойдет ниже).

Противопоказаниями к применению препаратов йода внутрь являются туберкулез легких, заболевания почек, фурункулы, угревая сыпь, хроническая пиодермия (гнойнички на коже), геморрагические диатезы, крапивница, хронический ринит, повышенная чувствительность к йоду.

Препараты йода, относительно дешевые и доступные, применяемые с давних времен в качестве высокоэффективных лечебно-профилактических средств с самыми разными показаниями, не потеряли своей актуальности и сегодня.

Йодом интересуются не только медики. Он нашел свое применение во многих отраслях человеческой деятельности.

* В аналитической химии и органическом синтезе йод и его соединения используются в лабораторной практике для анализа и в хемотронных приборах, действие которых основано на окислительно-восстановительных реакциях йода. Как катализатор (ускоритель реакций) йод используется в производстве всех видов искусственных каучуков. Подобно другим галогенам йод образует многочисленные йодоорганические соединения, которые входят в состав некоторых синтетических красителей.
* В фотографии и кинопромышленности соединения йода используют для приготовления специальных фотоэмульсий и фотопластинок.
* В промышленности на термическом разложении йодидов основано получение высокочистых металлов - кремния, титана, гафния, циркония (йодидный способ). Йодные препараты используют в качестве сухой смазки для трущихся поверхностей из стали и титана. В Венгрии работает предприятие по изготовлению ламп накаливания мощностью до 10 кВт. Стеклянная колба ламп наполнена не инертным газом, а парами йода, которые сами излучают свет при высокой температуре.

Ученые раскрыли много тайн йода. Но, чтобы узнать все его свойства, нужна длительная исследовательская работа.

Биологическая роль йода

Йод относится к группе веществ, которые постоянно содержатся в живых организмах, включаются в обмен веществ, входят в состав биологически активных соединений и являются незаменимыми.

Эндокринную систему составляют железы внутренней секреции - они называются так потому, что свои гормоны (биологически активные вещества) они выделяют непосредственно в кровь. Гормоны, выделяясь в кровоток эндокринными железами, действуют на ткани и органы-мишени организма, нередко находящиеся на значительном отдалении от места их образования, через рецепторы (особые клеточные структуры-приемники). Одной из важнейших желез эндокринной системы является щитовидная железа. Она не может работать без достаточного количества йода в

организме, поскольку он является неотъемлемым компонентом ее гормонов.