# Поступление мышьяка, кадмия, сурьмы, ртути и свинца в организм человека с различными рационами питания

Горбунов А.В., Ляпунов С.М., Окина О.И.

Геологический институт РАН, г.Москва

Введение

В настоящее время современные сельскохозяйственные технологии невозможны без применения минеральных удобрений, пестицидов, гербицидов, стимуляторов роста и систем предварительной обработки посадочного материала. Применение этих технологий уже само по себе является мощным эколого-геохимическим фактором, приводящим к изменениям состояния почвы данного региона, изменения ее микроэлементного состава и кислотно-щелочного баланса. Это относится и к территориям, где осуществляется поливное земледелие.

Вода в реках, откуда берется вода для полива, оказывается обогащенной целой гаммой всевозможных загрязнителей, в том числе и токсичными микроэлементами. Из всей совокупности микроэлементов безусловно токсичными считаются мышьяк, кадмий, сурьма (окончательно биологическая роль не установлена), ртуть и свинец. Конечно, продукция, которая закупается государством и поступает на рынок проходит санитарный контроль. Однако этот контроль касается, как правило, содержаний нитратов, нитритов, общей радиоактивности и некоторых макроэлементов.

Контролировать содержание перечисленных токсичных микроэлементов значительно сложнее из-за трудоемкости аналитических методик. Следует также учитывать, что большие изменения произошли в технологии производства продуктов питания - продукты рафинируются, обезжириваются, обогащаются витаминами и микроэлементами. Кроме того, если раньше потребление продуктов питания происходило преимущественно в том же регионе, где они были произведены, то в настоящее время производство и потребление носит все более глобальный и достаточно хаотичный характер.

Все эти процессы самым непосредственным образом могли сказаться на микроэлементном балансе используемых рационов питания и, в частности, на поступлении токсичных микроэлементов в организм человека. В свете вышесказанного большой интерес представляет уровень современного реального поступления мышьяка, кадмия, сурьмы, ртути и свинца в организм человека при использовании различных рационов питания. Для того чтобы оценить поступление токсичных микроэлементов в организм человека с различными рационами питания в процессе данной работы решались следующие задачи:

•Отбор и анализ образцов продуктов питания;

•Анализ существующей совокупности основных рационов питания и выборка наиболее типичных для населения рационов;

•Расчет и оценка поступления As, Cd, Sb, Hg и Pb с каждым из выбранных нами рационов;

Краткая характеристика биологической роли мышьяка, кадмия, сурьмы, ртути и свинца [1-7]

Мышьяк(As) и все его соединения ядовиты. При остром отравлении мышьяком наблюдаются рвота <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B2%D0%BE%D1%82%D0%B0>, боли в животе, понос <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%B0%D1%80%D0%B5%D1%8F>, угнетение центральной нервной системы <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F\_%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F\_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0>. Относится к токсичным элементам, считается канцерогенным для человека, в ряде биологических процессов может заменять фосфор. Способствует хронической анемии, аллергозам. Около 80% мышьяка всасывается в желудочно-кишечном тракте, 10% поступает через легкие и около 1% - через кожу. Более 90% неорганических соединений мышьяка растворимы и хорошо абсорбируются. Далее неорганический мышьяк перемещается в печень, где он метилируется. Мышьяк накапливается в легких, печени, коже и тонком кишечнике. Через 24 часа после поступления, из организма выводится 30% мышьяка с мочой и порядка 4% с фекалиями. Незначительные количества удаляются с потом, выпавшими волосами и желчью. Однако 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. Дефицит этого элемента в организме может развиться при его недостаточном поступлении (1 мкг/день и менее). Содержание мышьяка в организме человека оценивается примерно в 18 мг. Хроническая интоксикация наблюдается при потреблении 1-5 мг в сутки. При остром отравлении симптомы его обычно наступают через 20-30 мин. 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. Необходимое поступление мышьяка в настоящее время научно не установлено, токсическая доза составляет 10-50 мг/сутки.

Кадмий(Cd). Относится к токсичным элементам. Известно, что кадмий, аналогично меди и цинку, снижает адреналиновую гипергликемию, но сам по себе не оказывает влияния на содержание сахара в крови. Соединения кадмия высоко токсичны, вызывают воспаление почек, жировое перерождение печени и сердца, кишечные кровотечения, обладают канцерогенным действием. 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. В организме человека содержится около 50 мг кадмия, токсическое действие может проявляться при поступлении 3-5 мг/сутки. ФАО и ВОЗ установили для него предельную суточную безопасную дозу поступления в организм человека 6,7 - 8,3 мкг/кг.

Сурьма(Sb). Достоверные данные о роли сурьмы в обмене веществ в организме человека в настоящее время отсутствуют. По своим свойствам сурьма близка к мышьяку, установлено угнетающее влияние сурьмы на ферменты, участвующие в углеводном, жировом и белковом обмене. Как и мышьяк, сурьма реагирует с сульфгидрильными группами, обладает токсичными и канцерогенными свойствами, возможно, вызывает иммунодефицит. Сурьма присутствует в скелете, печени, почках, крови (в большей степени в эритроцитах) и в других органах и тканях человека. Из организма сурьма выводится достаточно медленно, преимущественно с мочой (до 80%). Суточная потребность и пищевые источники сурьмы достоверно не установлены. В организме человека содержится около 2,5 мг сурьмы, среднесуточное поступление составляет около 50мкг, наступление токсического действия возможно при дозе 100 мг/сутки.

Ртуть(Hg). Относится к высокотоксичным элементам. Вызывает множество различных патологий и, вредна в любых количествах. Это высокотоксичный, кумулятивный 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 Допустимая концентрация металлической ртути в воздухе - 0,0001 мг на один литр. 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 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%). В хроническом случае поражается нервная система, нарушаются двигательные функции, секреция желудочно-кишечного тракта. Токсическое действие ртути сильно зависит от ее химической формы. Неорганические соли двухвалентной ртути вызывают нарушение деятельности почек, в то время как метилртуть в основном нарушает деятельность переферийной и центральной нервной системы. В организме человека по разным оценкам содержится 10-15мг ртути. ФАО и ВОЗ установлена недельная безопасная доза присутствия общей ртути 5 мкг, на каждый килограмм массы человеческого тела, токсическое действие возникает при поступлении 0,4 мг/сутки. Что же касается метилртути, то токсическое действие ее возникает при поступлении 3,3 мкг/кг массы тела.

Свинец(Pb). Относится к токсичным элементам, является одним из весьма распространенных в окружающей среде токсичных элементов. Хронические отравления наблюдаются при поступлении с пищей и питьевой водой даже небольшого количества 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. 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%. Установлено, что хроническая интоксикация наступает при потреблении 1-8 мг свинца в сутки. Комитет экспертов ФАО и ВОЗ установил, что допустимый еженедельный прием свинца для человека составляет 3 мг.

Методика проведения работы

Отбор проб продуктов питания производился из розничной торговой сети, личных и фермерских хозяйств областей средней полосы России. Образцы мяса, мясных продуктов, морской рыбы, молочных продуктов, хлеба, круп отбирались в торговой розничной сети гг.Москвы, Подольска, Калуги, Гуся-Хрустального и некоторых других городов Европейской части России. Речная рыба частично отбиралась из торговой розничной сети, частично вылавливалась в р.Оке, р.Москве, р.Осетр, верховьях и низовьях р.Волги и р.Ахтубе. Отбор овощных культур, фруктов и ягод осуществлялся непосредственно в местах их произрастания и из розничной торговой сети. Отбор плодовых тел грибов осуществлялся в местах их произрастания в Московской, Калужской, Тверской, Горьковской, Тульской, Воронежской областях, Беломорском государственном заповеднике и в Карелии. Каждый из видов продуктов питания отбирался в общем количестве 10-30 проб. Всего было отобрано около 2000 индивидуальных проб. Образцы продуктов питания отбирались в полиэтиленовые пакеты типа зип-лок, очищались от внешних загрязнений, промывались дистиллированной водой, высушивались при температуре 600С и измельчались до размера <1мм. Подготовленные таким образом пробы поступали на анализ.

Анализ микроэлементного состава отобранных образцов осуществлялся в лаборатории Геологического института РАН (Москва) с помощью нейтронно-активационного и атомно-абсорбционного методов. Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) осуществлялся на исследовательском реакторе ИРТ МИФИ. Образцы массой 300 - 500мг облучались в вертикальных экспериментальных каналах реактора в потоке нейтронов 0,98 - 1,0∙1013нейтрон/см2сек в течение 15-20 часов. Наведенная активность измерялась с помощью детектора GEM 25185 фирмы «Ortec» с энергетическим разрешением 1,85кэв по линии 1332кэв Со60. С помощью этого метода определялось содержание As, Sb и Hg [8]

Атомно-абсорбционный анализ осуществлялся с помощью атомно-абсорбционного спектрометра «Квант-2А» (Москва, КОРТЭК), укомплектованного дейтериевым корректором неселективного поглощения и соответствующими лампами полого катода, определение тяжелых металлов в образцах проводили в соответствии с требованиями стандартизованных методик [9,10]. Определение Pb и Cd проводили в пламени «пропан-воздух». В качестве образцов сравнения в обоих методах анализа применялись стандартные образцы состава IAEA-SOIL-7, IAEA-336 (Lichen), SRM 1572 (Citrus Leaves), SRM 1575 (Pine Needles).

Характеристика основных рационов питания

В таблице 1 приведены литературные данные о различных рационах питания населения центральных регионов России. Эти данные охватывают широкий диапазон рационов от соответствующего минимальному уровню дохода до рациона школьного питания. Рацион №1 соответствует минимальному уровню доходов населения и составлен из продуктов, имеющих минимальную стоимость, он характеризуется малым разнообразием продуктов и преобладанием картофеля, макаронных изделий, круп и хлеба. Из мясных продуктов потребляется в основном куриное мясо, из овощей - капуста, морковь и свекла. Структура рациона питания № 2 соответствует более высокому уровню доходов населения региона. Этот рацион характеризуется более разнообразным питанием: уменьшается доля потребления хлеба, картофеля, макарон и злаков, увеличивается доля потребления мяса, рыбы и морепродуктов, фруктов и молочных продуктов [11,12]. Общая масса потребляемых продуктов за исключением жидкостей составляла в обоих случаях 1400г.

Рацион №3 т.н. «Кремлевская» диета [13-15] характеризуется большим потреблением свинины, говядины, куриного мяса и яиц (37%), а также молочных продуктов. В рационе в значительных количествах присутствует рыба, морепродукты и грибы. Полностью отсутствует хлеб и сахар. Средняя масса потребляемых продуктов, исключая чай, соки и красное вино составляет 1048г. Рацион №4 - это один из множества рационов питания, рекомендуемых спортсменам [16]. В рационе питания спортсменов в больших количествах присутствуют мясо, субпродукты, птица, яйца, картофель, фрукты и молочные продукты. Потребление сахара даже больше, чем рыбы и морепродуктов, хлеба и макаронных изделий. Общая масса потребляемых продуктов без учета молока, фруктовых соков и меда 1835г.

Cуточный рацион №5 разработан в 2002г для питания школьников [17]. Этот рацион питания характеризуется большой долей молочной продукции, овощей, фруктов, хлеба и макаронных изделий, картофеля. Мясо, птица и рыба составляют вместе более15%.Общая масса продуктов без учета молока и фруктовых соков 2092г. Рекомендованный в 2008 году Управлением Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве и НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков рацион питания (№6) для подростков старше 12 лет [18]. Этот набор продуктов мало отличается от суточного набора продуктов №5, разработанного в 2002 году. Общая масса потребляемых продуктов без учета молока и фруктовых соков составляет примерно 1850г.

Конечно, рацион каждого человека (семьи) в большой степени индивидуален, но, мы считаем, что представленные нами рационы охватывают достаточно широкий диапазон питания населения от минимального набора «продуктовой корзины» и школьного питания до спортивного и диетического питания. При этом следует отдельно подчеркнуть, что диетический рацион питания выбирается, как правило, исходя из общего количества потребляемых килокалорий без учета поступления микроэлементов. В лучшем случае учитывается поступление натрия, калия, кальция и железа, в то время как поступление токсичных микроэлементов не контролируется.

Результаты и обсуждение

В таблице 2 приведены значения концентрации As, Cd, Sb, Hg и Pb в основных продуктах питания. Все значения концентрации микроэлементов приведены с учетом влажности продукта. В настоящее время основным и практически единственным критерием пригодности пищевой продукции является значение предельно допустимой концентрации в ней того или иного компонента (ПДК). Значения ПДК As, Cd, Hg, Pb для некоторых видов продуктов питания приведены в таблице 3. Анализ данных, приведенных в таблицах 2 и 3, показывает, что в некоторых случаях содержание токсичных микроэлементов может быть близким или превышать значение ПДК. Так, например, содержание As в сое, дикорастущих шампиньонах, морской рыбе близко к значению ПДК, а в креветках превышает это значение в 5 раз. В дикорастущих грибах вообще высоко содержание токсичных микроэлементов, иногда на порядок выше, чем в грибах, выращенных в искусственных условиях.

В таблице 4 приведены данные о безопасной суточной дозе, токсичной дозе и реальном суточном поступлении As, Cd, Sb, Hg, Pb с различными рационами. Расчет безопасной суточной дозы проводился на основании данных комитета экспертов ФАО и ВОЗ о допустимом еженедельном приеме токсичного микроэлемента при среднем весе человека 69кг. Реальное суточное поступление рассчитывалось на основании данных, приведенных в таблицах 1 и 2. Например, картофель в рационе №1(табл.1) составляет 23% от общего суточного потребления продуктов (примерно 322г.). Используя данные таблицы 2 для картофеля легко рассчитать реальное суточное поступление As, Cd, Sb, Hg и Pb в организм человека за счет потребления картофеля для данного рациона. Результаты подобных расчетов приведены в таблице 4. Следует обратить внимание на то, что по литературным данным поступление As, Sb, Pb равно безопасной дозе, а поступление Cd существенно превышает безопасную дозу, в то время как полученное нами реальное поступление этих элементов и Hg существенно ниже безопасной дозы. Для большего удобства численной оценки, значения реального поступления As, Cd, Sb, Hg, Pb были отнесены к значениям соответствующей безопасной суточной дозе.

Результаты этих расчетов приведены в таблице 5. Эти данные показывают, что реальное поступление Cd, Sb, Hg, Pb со всеми исследуемыми нами рационами значительно ниже соответствующих значений безопасного поступления (в среднем 0,2-0,4 от безопасного поступления), а поступление As несколько выше и достигает значений 0,6 - 0,8 от безопасного поступления. При этом следует учитывать, что любой рацион питания носит сугубо индивидуальный характер и если в нем регулярно в значительных количествах присутствуют дикорастущие грибы или морепродукты (креветки), то вполне возможна хроническая или острая микроэлементная интоксикация.

Таблицы:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Содержание суточных рационов питания, % от общего объема | | | | | | | |
|  | Таблица 1 |  |  |  |  |  |  |
| №пп | Продукт/Рацион № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Масло, молочные продукты, творог, сыр | 4,8 | 10 | 22 | 10 | 23 | 25,7 |
| 2 | Мясо, мясопродукты | 6 | 7,6 | 13 | 16,3 | 7,6 | 7,7 |
| 3 | Птица | 5 | 2,2 | 17 | 2,7 | 5,4 | 5,7 |
| 4 | Рыба, морепродукты | ─ | 11 | 11 | 3,7 | 4,6 | 4,8 |
| 5 | Яйцо куриное | 1,2 | 1,5 | 7 | 1,6 | 1,4 | 1,4 |
| 6 | Картофель | 23 | 14,5 | ─ | 11 | 14 | 11,2 |
| 7 | Овощи, зелень | 15 | 12 | 14 | 21,7 | 14,6 | 14 |
| 8 | Фрукты | 1 | 12 | 12 | 20,3 | 12 | 12,2 |
| 9 | Хлеб, макароны | 19 | 9,2 | ─ | 4,3 | 10,5 | 10,4 |
| 10 | Крупы, бобовые | 20 | 15,5 | ─ | 2,1 | 3 | 2,9 |
| 11 | Кондитерские изделия, сахар | 4 | 5 | ─ | 4,9 | 3,5 | 3,6 |
| 12 | Чай, кофе | 1 | 1 | ─ | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| 13 | Грибы | ─ | ─ | 4 | ─ | ─ | ─ |
| 14 | Общая масса без учета жидкостей, г | 1400 | 1400 | 1048 | 1835 | 2092 | 1850 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Содержание токсичных микроэлементов As, Cd, Sb, Hg, Pb | | | | | |
| в основных продуктах питания, мг/кг | | | | | |
| Таблица 2 |  |  |  |  |  |
| Объект | As | Cd | Sb | Hg | Pb |
| Овес хлопья | 0,03±0,02 | <0,01 | <0,001 | <0,01 | <0,1 |
| Гречневая крупа | <0,005 | <0,01 | <0,001 | <0,01 | <0,1 |
| Рис | <0,005 | <0,01 | <0,001 | <0,01 | <0,1 |
| Пшено | 0,051±0,013 | <0,01 | 0,045±0,011 | 0,06±0,012 | <0,1 |
| Манка | <0,005 | <0,01 | 0,035±0,018 | 0,031±0,012 | <0,1 |
| Макароны | <0,005 | <0,01 | 0,075±0,04 | <0,01 | <0,1 |
| Хлеб пшеничный | <0,005 | <0,01 | 0,053±0,011 | <0,01 | <0,02 |
| Хлеб ржаной | <0,005 | <0,01 | 0,067±0,035 | <0,002 | <0,02 |
| Картофель | 0,011±0,005 | 0,012±0,005 | 0,003±0,002 | <0,002 | <0,02 |
| Капуста | 0,008±0,005 | <0,01 | 0,002±0,001 | <0,002 | 0,05±0,03 |
| Томаты | <0,005 | 0,019±0,012 | <0,001 | <0,002 | 0,027±0,02 |
| Морковь | <0,005 | 0,021±0,01 | 0,006±0,002 | <0,002 | <0,02 |
| Фасоль | <0,005 | <0,01 | 0,021±0,013 | <0,002 | <0,02 |
| Горох | <0,005 | <0,01 | <0,001 | <0,002 | <0,02 |
| Соя | 0,21±0,15 | 0,05±0,04 | <0,001 | 0,0013±0,001 | <0,02 |
| Фрукты | <0,005 | <0,01 | 0,003±0,001 | <0,002 | 0,055±0,03 |
| Ягоды | <0,005 | <0,01 | 0,003±0,002 | 0,004±0,002 | 0,095±0,018 |
| Белый гриб | 0,006±0,003 | 0,12±0,11 | 0,06±0,05 | 0,062±0,056 | 0,036±0,02 |
| Шампиньон | 0,13±0,09 | 1,86±1,42 | 0,0067±0,006 | 0,59±0,15 | 0,11±0,06 |
| Шампиньон а-фирма | 0,021±0,01 | 0,012±0,003 | 0,002±0,001 | 0,012±0,004 | <0,05 |
| Вешенка | 0,011±0,002 | 0,24±0,14 | 0,0012±0,001 | 0,018±0,008 | <0,05 |
| Вешенка а-фирма | 0,011±0,003 | 0,034±0,01 | 0,001±0,001 | 0,029±0,008 | <0,05 |
| Говядина мясо | <0,005 | <0,01 | 0,013±0,003 | <0,002 | <0,08 |
| Свинина мясо | <0,005 | <0,01 | <0,001 | <0,002 | <0,08 |
| Куриное мясо | <0,005 | <0,01 | 0,015±0,001 | 0,025±0,013 | <0,08 |
| Мясо индейки | <0,005 | <0,01 | 0,009±0,004 | <0,002 | <0,08 |
| Субпродукты | <0,005 | 0,065±0,06 | 0,009±0,004 | 0,047±0,037 | <0,05 |
| Речная рыба | 0,04±0,015 | 0,012±0,002 | 0,007±0,004 | 0,073±0,068 | 0,21±0,03 |
| Морская рыба | 0,71±0,32 | <0,01 | 0,005±0,002 | 0,035±0,31 | <0,05 |
| Креветки | 15,4±5,9 | 0,088±0,05 | 0,063±0,02 | <0,002 | <0,05 |
| Кальмар | 0,31±0,05 | 0,008±0,004 | <0,001 | <0,002 | <0,05 |
| Сухое молоко | <0,005 | <0,01 | <0,001 | <0,002 | <0,05 |
| Молочн. продукты | <0,005 | <0,01 | 0,007±0,005 | <0,002 | <0,05 |
| Кофе | <0,005 | <0,01 | <0,001 | <0,01 | <0,1 |
| Чай | <0,005 | <0,01 | <0,001 | <0,01 | <0,1 |
| Сахар | <0,005 | <0,01 | <0,001 | <0,01 | <0,1 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение ПДК для некоторых продуктов питания, мг/кг[19,20] | | | | |
| Таблица 3 |  |  |  |  |
| Объект | As | Cd | Hg | Pb |
| Зерно, хлопья | 0,2 | 0,1 | 0,03 | 0,5 |
| Зернобобовые | 0,3 | 0,1 | 0,02 | 0,5 |
| Хлеб | 0,15 | 0,07 | 0,015 | 0,35 |
| Овощи свежие | 0,2-0,5 | 0,03-0,1 | 0,02-0,05 | 0,4-0,5 |
| Мясо, птица | 0,1 | 0,05 | 0,03 | 0,5 |
| Субпродукты | 1,0 | 0,3-1 | 0,1-0,2 | 0,6-1 |
| Рыба | 1,0-5,0 | 0,2 | 0,3-0,6 | 1,0 |
| Моллюски, ракообразные | 5,0 | 2,0 | 0,2 | 10 |
| Молоко, кисломолочные пр-ты | 0,05 | 0,03 | 0,005 | 0,1 |
| Творог | 0,2 | 0,1 | 0,02 | 0,3 |
| Сахар | 1,0 | 0,05 | 0,01 | 0,5 |
| Чай | 1,0 | 1,0 | 0,1 | 10 |
| Кофе | 1,0 | 0,05 | 0,02 | 1,0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Безопасная суточная доза, токсичная доза и реальное поступление | | | | | | | | |
| As, Cd, Sb, Hg, Pb в организм человека с различными рационами | | | | | | | | |
|  | Таблица 4 |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Безопасная | Поступление, мг/сутки | | | | | | |
| Эл-т | (токсичная) доза | Лит. данные | Рацион | | | | | |
|  | мг/сутки[1-7] | [1, 4, 6,7, 21] | №1 | №2 | №3 | №4 | №5 | №6 |
| As | 0,049 (10-50) | 0,05 | 0,038 | 0,021 | 0,01 | 0,02 | 0,035 | 0,027 |
| Cd | 0,066 (3-5) | 0,15 | 0,019 | 0,018 | 0,019 | 0,033 | 0,032 | 0,025 |
| Sb | 0,049 (100) | 0,05 | 0,026 | 0,014 | 0,007 | 0,015 | 0,022 | 0,016 |
| Hg | 0,049(0,4) | 0,015 | 0,019 | 0,024 | 0,02 | 0,022 | 0,023 | 0,018 |
| Pb | 0,43 (1-8) | 0,44 | 0,13 | 0,1 | 0,074 | 0,1 | 0,12 | 0,089 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Суточное поступление в организм человека As, Cd, Sb, Hg, Pb | | | | | | |
| относительно безопасного поступления с различными рационами | | | | | | |
| Таблица 5 |  |  |  |  |  |  |
|  | Поступление | | | | | |
| Эл-т | Рацион | Рацион | Рацион | Рацион | Рацион | Рацион |
|  | №1 | №2 | №3 | №4 | №5 | №6 |
| As | 0,8 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 0,7 | 0,6 |
| Cd | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,4 |
| Sb | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 0,3 |
| Hg | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 |
| Pb | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 |

продукты токсичный микроэлемент питание

Список литературы

1.Emsley J. The Elements. Clarendon Press, Oxford, 1991, 255p;

2.Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К. Экологический мониторинг суперэкотоксикантов. М.Химия, 1996г, 320с;

3.Kaim W., Schwederski B. Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry of Life. Chichester: John Wile and Sons, 1994, 401p;

4.A.V. Gorbunov, M.A. Frontasyeva, A.A. Kistanov, S.M. Lyapunov, O.I. Okina, A.B. Ramadan. Heavy and toxic metals in staple foodstuffs and agriproduct from Contaminated Soils. J. of Environ. Sci. and Health, Part B, Pesticides, Food Contaminants, Wastes, Vol. B38, No. 2, 2003, p. 181-192.;

5.A.A. Carbonel, M. A. Arabi, R. D. DeLaune, R. P. Gambrell, and W. H. Patrick, Jr., “Arsenic in Wetland Vegetation: Availability, Uptake and Effects onPlant Growth and Nutrition,” Sci. Total Environ., 217,189-210 (1998);

6.Макдермотт М, ред. Секреты эндокринологии. Пер. с англ. М-СПб: Бином, Невский диалект, 2000. 464 с.;

7. Скальная М.Г., Нотова С.В. Макро- и микроэлементы в питании современного человека: эколого-физиологические и социальные аспекты. - М.: РОСМЭМ, 2004. - 310 с.

8.А.В. Горбунов,С.М. Ляпунов,О.И. Окина, М.В. Фронтасьева Опыт применения инструментального нейтронно-активационного анализа в экологии: воздействие производства по переработке фосфатного сырья на организм человека. Инженерная физика, №2, 2007г, спецвыпуск, с113 - 121;

.Сборник методик по определению тяжелых металлов в почвах, тепличных грунтах и продукции растениеводства. Изд. Минсельхозпрод РФ, Москва, 1998г, с.27-82.

.Методы определения токсичных элементов. Сб.Государственные стандарты. Сырье и продукты пищевые. ИПК изд. стандартов, 2002г, с. 50-70.

.А.В. Горбунов, С.М. Ляпунов, О.И. Окина, М.В. Фронтасьева. Оценка поступления микроэлементов в организм человека с продуктами питания в центральных регионах России. Экологическая химия, т.15 вып.1, 2006г, 15-26;

12.Шилов В.Н., Мицьо В.П. Здоровое питание. Медицина и здравоохранение, 2006г, 237с.

.Беюл Е.А. Справочник по диетологии. М.Медицина, 1992г;

14.Минделл Э. Справочник по витаминам и минеральным веществам. М. Медицина и питание: Техлит, 1997г,510с;

15.Скурихин И.М., Нечаев А.П. "Все о пище с точки зрения химика" М, Высшая школа, 1991г, 335с;

16.П.И. Пшендин "Рациональное питание спортсменов" 2006г, 415с;

.Министерство здравоохранения Российской Федерации, ЦГСЭН

в г. МОСКВЕ. Гигиена детей и подростков. Формирование рационов питания детей и подростков школьного возраста в организованных коллективах с использованием пищевых продуктов повышенной пищевой и биологической ценности. Временные методические рекомендации г. Москвы. Издание официальное. М. 2002г;

.Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве, НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков. Гигиеническая оценка рационов питания обучающихся (воспитанников). Методические рекомендации. 2008г.

.Санитарные правила и нормы СанПиН 2.3.2.560-96

.Государственные стандарты. Сырье и продукты пищевые. ИПК. Издательство стандартов.1998г.;

.Ершов Ю.А., Плетнева Т.Н. Механизмы токсического действия неорганических соединений. М. Медицина, 1989г.

1.1.Emsley J. The Elements. Clarendon Press, Oxford, 1991, 255p

2.Majstrenko V. N, Hamitov R. Z, Budnikov G. K. Ecological monitoring суперэкотоксикантов. M.Himija, 1996, 320p;

.2. Kaim W., Schwederski B. Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry of Life. Chichester: John Wile and Sons, 1994, 401p;

.A.V.Gorbunov, M.A.Frontasyeva, A.A.Kistanov, S.M.Lyapunov, O.I.Okina, A.B.Ramadan. Heavy and toxic metals in staple foodstuffs and agriproduct from Contaminated Soils. J. of Environ. Sci. and Health, Part B, Pesticides, Food Contaminants, Wastes, Vol. B38, No. 2, 2003, p. 181-192.;

5.A.A.Carbonel, M. A. Arabi, R. D. DeLaune,R. P. Gambrell, and W. H. Patrick, Jr., “Arsenic in Wetland Vegetation: Availability, Uptake and Effects onPlant Growth and Nutrition,” Sci. Total Environ., 217,189-210 (1998);

.Макdermott M. Secrets эндокринологии. The Lane with English M-spb: binomial, the Neva dialect, 2000, 464 p.;

7. Rocky M. Г, Notova S.V.makro and microcells in a food of the modern person: ekologo-physiological and social aspects. - М, 2004. - 310 p.

.A.V.Gorbunov, S.M.Ljapunov, O.I.Okina, M.V.Frontaseva Experience of application of the tool nejtronno-activation analysis in ecology: manufacture influence on processing of phosphatic raw materials on a human body. The engineering physics, №2, 2007, special issue, p113 - 121;

. The collection of techniques by definition of heavy metals in soils, hothouse грунтахand plant growing production. Изд. Ministry of Agriculture and Food Production of the Russian Federation, Moscow, 1998, p.27-82.

. Methods of definition of toxic elements. State standards. Raw materials and products food. Standards, 2002, p. 50-70.

. A.V.Gorbunov, S.M.Ljapunov, O.I.Okina, M.V.Frontaseva. An estimation of receipt of microcells in a human body with foodstuff in the central regions of Russia. Ecological chemistry, т.15,1, 2006, 15-26;

. Shilov V. N, Mitso of Century of the Item a Healthy food. Medicine and public health services, 2006, 237p.

. Beyl E.A. Director on dietology. M.Meditsina, 1992;

. Mindel E.Spravochnik on vitamins and mineral substances. M.Meditsina and a food: Technical lit, 1997, 510;

. Skurihin I.M., Nechaev A.P. "All about food from the point of view of the chemist" M, the Higher school, 1991, 335;

. P.I.Pshendin "the Balanced diet of sportsmen" 2006, 415;

.Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow. Hygiene of children and teenagers. Formation of food allowances of children and teenagers of school age in the organized collectives with use of foodstuff of the raised food and biological value. Time methodical recommendations of Moscow. The edition official. M. 2002;

.Management of Federal Agency of supervision in sphere of protection of the rights of consumers and well-being of the person on the city of Moscow, scientific research institute of hygiene and health protection of children and teenagers. A hygienic estimation of food allowances of trained (pupils). Methodical recommendations. 2008.

. Sanitary rules and norms SanPiN 2.3.2.560-96

. State standards. Raw materials and products food. ИПК. Publishing house standarts 1998.;

. Ershov J.A., Pletnev So-called Mechanisms of toxic action of inorganic connections. M.Meditsina, 1989.