

**А. Ю. Моисеев****ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА***(Рекомендовано акад. НАН Украины В. М. Шестоपालовым)*

Розглянуто вплив природних вод на здоров'я населення і визначено перспективи подальших досліджень у даній області. Особливу увагу приділено проблемам практичного застосування природних мінеральних вод з підвищеним вмістом біологічно активних мікрокомпонентів.

Influence of natural waters on a human health is considered and is determined the prospects of further researches in this area. The special attention applies on the problems of practical application of natural mineral waters with considerable concentration of bioactive compounds.

**Введение и постановка задачи**

Одним из компонентов биогеохимических провинций, оказывающим значительное влияние на здоровье человека, являются природные воды. Состав природных вод зависит от геологических, физико-географических, антропогенных и других факторов, влияющих на их формирование. Но в то же время все природные воды имеют в своем составе определенное количество тех или иных биологически активных веществ, которые, поступая с водой в организм, принимают активное участие в процессах обеспечения его жизнедеятельности. Вода — основная составляющая живых клеток, поэтому минеральный баланс организма человека находится в прямой зависимости от состава природных вод данной территории, которые используются для питьевого водоснабжения. Недостаток, избыток или дисбаланс определенных элементов в питьевой воде неизбежно приводит к нарушению метаболических процессов в организме с последующим формированием соответствующих патологических проявлений.

До недавнего времени основное внимание исследователи уделяли изучению негативных эффектов от поступления в организм с водой токсических и потенциально опасных веществ. Задача представленной работы — анализ современных данных о влиянии жизненно важных элементов в составе природных и питьевых вод на здоровье человека и рассмотрение перспектив дальнейших исследований в данной области.

**Влияние макро- и микроэлементов в составе питьевой воды на показатели здоровья населения**

Рассмотрим основные биологические функции элементов, преимущественно встречающихся в составе природных вод, а также связь их содержания в питьевой воде с частотой возникновения и развитием различных заболеваний.

Кальций является одной из основных составляющих соединительных тканей организма. Он входит в состав молекул, транспортирующих питательные вещества внутрь клетки из внеклеточной жидкости, активизирует ряд жизненно важных ферментов, отвечающих за свертываемость крови и участвующих в синтезе АТФ, поддерживает тонус сосудов. Как антагонист натрия, кальций способствует выведению солей тяжелых металлов и радионуклидов. С недостатком кальция в питьевой воде связывают нарушение процессов свертывания крови, повышенный риск переломов у детей [28], снижение веса новорожденных [30].

Магний относится к основным внутриклеточным элементам. Он необходим для осуществления многих биохимических и физиологических процессов, участвует в энергетическом, пластическом и электролитном обменах, поддержании структуры рибосом, нуклеиновых кислот и некоторых белков, реакциях окислительного фосфорилирования, синтезе белка, обмене нуклеиновых кислот и липидов, образовании фосфатов. Являясь универсальным регулятором обменных процессов в организме человека, магний оказывает положительное

© А. Ю. Моисеев, 2010

влияние практически на все органы и системы. Активируя Mg-зависимую Na-K-АТФ-азу, ионы Mg обеспечивают активный транспорт  $K^+$  и  $Na^+$  через плазматическую мембрану, что и формирует мембранный потенциал. Благодаря регуляции электролитного баланса магний способен подавлять автоматизм, проводимость и возбудимость, увеличивая абсолютную и укорачивая относительную рефрактерность в тканях, обладающих этими функциями (миокард и др.). Получены данные о том, что высокий уровень магния в питьевой воде сокращает риск смерти от ишемической болезни, особенно среди мужского населения [25]. Согласно стандарту [2], концентрация магния в питьевой воде является одним из показателей ее физиологической полноценности и должна находиться в пределах от 10 до 80 мг/дм<sup>3</sup>.

Содержание в воде катионов кальция и магния сообщает воде так называемую жесткость. Для питьевых вод общая жесткость должна быть не более 7 (10) мг-экв/дм<sup>3</sup> [2]. Постоянное употребление питьевой воды с повышенной жесткостью приводит к накоплению солей в организме, нарушению водно-солевого обмена и в конечном счете к заболеваниям суставов (артриты, полиартриты), замедлению роста костей [6]. При анализе медико-статистических данных в муниципалитетах провинции Валенсия (Испания) выявлена отрицательная корреляция между жесткостью потребляемой воды и смертностью от сердечно-сосудистых патологий и ишемической болезни сердца [17]. На основании полученных данных исследователи пришли к выводу о возможном кардиопротекторном действии кальция и магния в питьевой воде. Экспериментально установлено, что использование артезианской воды, которая содержит повышенные концентрации магния, кальция и калия, значительно улучшает показатели гемодинамики — систолический и диастолический пульс, артериальное давление [21].

Питьевая вода является одним из основных источников поступления фтора в организм. Фтор необходим для нормального роста волос и ногтей, укрепляет зубную эмаль, способствует выводу из организма вредных солей тяжелых металлов и радио-

нуклидов. Вместе с тем избыточное поступление фтора в организм вызывает остеосклеротические изменения костей, приводит к артериальной гипотонии и другим заболеваниям, большие концентрации фтора в питьевой воде вызывают острое отравление. В соответствии со стандартом [2] безопасное содержание фтора в питьевой воде должно быть не более 1,5 мг/дм<sup>3</sup> и находиться пределах 0,7—1,5 мг/дм<sup>3</sup> для обеспечения физиологической полноценности ее минерального состава. Однако имеются данные, что содержание фтора 1 мг/дм<sup>3</sup> и более в природной воде, которая используется в качестве питьевой, является причиной развития флюорозов [14]. В работе [20] предлагается указывать на этикетках бутылок с питьевой водой содержание фтора, если оно составляет более 1 мг/дм<sup>3</sup>.

Фтор в составе фторида кальция является незаменимым компонентом зубной эмали и костей. Некоторые исследователи полагают, что основой профилактики кариеса является сбалансированное содержание кальция и фтора в питьевой воде [16]. При избыточном поступлении фтора в организм он интенсифицирует развитие заболеваний, связанных с недостатком кальция; особенно эти эффекты проявляются в детском возрасте при формировании костной ткани [27].

Биологическая роль йода связана с его участием в синтезе тироксина — гормона щитовидной железы. Тироксин задействован в регуляции обменных процессов, функционального состояния центральной нервной системы, влияет на деятельность сердечно-сосудистой системы и печени, отвечает за формирование организма. Дефицит йода в питьевой воде отрицательно сказывается на здоровье детей — они начинают отставать от сверстников в физическом и умственном развитии [24]. Низкая концентрация йода в грунтовых водах (менее 5 мкг/дм<sup>3</sup>) может быть одной из причин возникновения дефицита йода в организме людей, которые проживают на данной территории [26]. Повышенное содержание в питьевой воде нитратов и хлора также способствует образованию дефицита йода в организме [15, 18]. Одна из самых распространенных форм проявления йодной недостаточности — эндемический зоб, характеризующийся нарушением синтеза тироксина и угнетением

функции щитовидной железы. Имеются данные о высокой обратной корреляции между концентрацией йода в питьевой воде и развитием зоба у населения [8].

Следует отметить, что на развитие эндемического зоба влияют и другие компоненты питьевых вод. При проведении эпидемиологического изучения на территории Грузии установлено, что повышенное содержание лития в питьевой воде и почве усиливает дефицит йода и усугубляет эндемию зоба [1]. Вместе с тем выявлена обратная корреляционная связь между распространением эндемического зоба и содержанием в питьевой воде меди и марганца.

Натрий играет важную роль в процессе внутри- и межклеточного обмена. Совместно с калием он принимает участие в поддержании осмотического давления, сохранении кислотно-щелочного равновесия, процессах передачи импульса по нервному волокну, нервно-мышечной возбудимости. С помощью натрий-калиевого насоса осуществляется накопление калия внутри клетки и выведение натрия в межклеточное пространство, что обеспечивает поляризацию мембраны и поддержание трансмембранного потенциала. При повышенном содержании натрия в питьевой воде отмечается увеличение числа случаев и тяжести течения гипертонической болезни [19]. Экспериментально установлено, что употребление воды с повышенным содержанием ионов калия и натрия способствует возникновению морфологических изменений в эпителиальных клетках почек, поэтому рекомендуется принять пороговую концентрацию ионов калия в питьевой воде равной  $5,0 \text{ мг/дм}^3$ , натрия —  $50,0 \text{ мг/дм}^3$  [4].

Эссенциальность селена для человека установлена в середине прошлого века. Он входит в состав координационного центра глутатионпероксидазы, 5'-йодотирониндейодиназы, тиоредоксинредуктазы, способствует образованию серотонина, активно влияет на работу головного мозга. Селен ингибирует продукцию активных форм кислорода, синтез тромбосанов, снижает агрегацию тромбоцитов и активирует продукцию простаглицина — фактора защиты эндотелия. Таким образом, являясь мощным антиоксидантом, селен препятствует развитию окислительного стресса — важнейшего фактора

риска развития атеросклероза, ишемической болезни сердца, других сердечно-сосудистых заболеваний.

Основным источником селена в обычном питании человека являются продукты животного и растительного происхождения. Однако имеются данные, которые устанавливают связь между содержанием селена в питьевой воде и развитием патологий. Установлена обратная корреляционная связь величины артериального давления у больных гипертонической болезнью с повышенной концентрацией селена в питьевой воде [22]. Согласно данным, приведенным в работе [29], повышенное содержание селена в питьевой воде (до  $7 \text{ мкг/дм}^3$ ) коррелирует со снижением смертности от коронарной болезни. Вместе с тем постоянное употребление повышенных доз селена приводит к развитию селеноза, проявлениями которого являются функциональные расстройства в работе пищеварительного тракта, выпадение волос, ломкость ногтей, дерматит, кариес. Установленное содержание селена в питьевой воде — не более  $0,01 \text{ мг/дм}^3$  [2]. Он обнаружен практически во всех гидрогеологических объектах в пределах Украинского щита [10].

Цинк входит в состав многих ферментов — гидролаз, трансфераз, оксидоредуктаз, лиаз, лигаз и изомераз, нуклеотидилтрансфераз. Исследования, проведенные в Великобритании, показали снижение риска развития диабета у детей и подростков при концентрациях в питьевой воде цинка около  $22,27\text{—}27,00 \text{ мкг/дм}^3$  и магния более  $2,61 \text{ мг/дм}^3$  [31]. При избыточном поступлении в организм цинк вызывает отравления, ослабляет иммунитет, может быть причиной повышения уровня холестерина в крови [13]. Наличие цинка в обратных транскриптазах устанавливает его тесную взаимосвязь с процессами канцерогенеза. Эпидемиологические исследования, проведенные в префектуре Осака (Япония), свидетельствуют о том, что повышенное содержание цинка и селена в питьевой воде может способствовать предотвращению развития рака желудка [23].

К биологически значимым элементам, которые встречаются в составе природных и питьевых вод, относятся железо, марганец, бор, кремний, литий, медь, мышьяк, никель и др. Все они в зависимости от сум-

марного поступления могут оказывать как положительное воздействие на организм, так и способствовать развитию патологий. При анализе медико-статистических данных по Смоленской области (Российская Федерация) выявлены статистически значимые прямые корреляционные связи между повышенным содержанием в воде железа и атоническим дерматитом, между повышенными концентрациями марганца и болезнями нервной системы, а также между повышенным содержанием природного стронция и частотой перелома конечностей у детей [11]. Биологическая роль таких элементов, как алюминий, барий, свинец, на сегодняшний день мало изучена; в составе питьевой воды их относят к классу высокоопасных веществ.

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что различные компоненты в составе питьевой воды в зависимости от интенсивности их поступления в организм могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на здоровье человека. Иногда последствия несбалансированного поступления в организм минеральных компонентов проявляются спустя годы и десятилетия. Пригодность питьевой воды для длительного употребления характеризуется не только содержанием токсических веществ, но и присутствием биогенных элементов.

### **Перспективы использования природных минеральных вод**

По разнообразию и запасам минеральных вод Украина занимает одно из первых мест в мире. На территории Украины разведаны практически все известные типы минеральных вод: углекислые, сульфатные, йодобромные, бромные, борные кремнистые, мышьяковистые, железистые, радоновые, стронциевые, литиевые, с повышенным содержанием органических соединений и многие другие [3]. Принимая во внимание важную роль питьевых вод в обеспечении человека минеральными веществами, логично предположить, что природные минеральные воды с повышенным содержанием биологически активных элементов являются эффективным средством восстановления минерального гомеостаза и могут успешно

применяться при коррекции нарушений, связанных с недостаточным поступлением в организм того или иного элемента. К преимуществам использования минеральных вод также можно отнести комплексность их бальнеологического действия, которая обусловлена многокомпонентностью химического состава и разноплановостью оказываемых биологических эффектов. Поэтому область применения минеральных вод с повышенным содержанием биологически активных элементов может выходить далеко за рамки обычной профилактики дефицитных состояний.

Коррекция баланса микроэлементов в организме базируется на поддержании их оптимального относительного содержания. Избыток микроэлементов выводится из организма препаратами, содержащими либо конкурирующие микроэлементы, либо соединения, которые, образуя прочные комплексы с микроэлементами, препятствуя их включению в метаболические процессы. Дефицит микроэлементов восполняется применением обогащенных ими препаратов. В настоящее время наблюдается повышение объемов потребления населением лекарственных препаратов и пищевых добавок, основное назначение которых — коррекция содержания в организме тех или иных микроэлементов. В практическое здравоохранение введены десятки гомеопатических лекарственных средств аналогичного действия. Все эти средства могут быть классифицированы как комбинированные лекарственные препараты неорганической природы, оказывающие влияние на метаболизм при сложных болезнях обмена веществ. Успешной альтернативой лекарственным препаратам могут быть природные минеральные воды с повышенным содержанием биологически активных микроэлементов. Курсовое употребление минеральной воды может способствовать как поступлению микроэлементов в организм, так и их выведению.

Нами совместно с отделом радиобиологии Института экспериментальной патологии, онкологии и радиобиологии им. Р. Е. Кавецкого НАН Украины был проведен ряд экспериментов по изучению влияния минеральной воды типа "Нафтуся" Збручанского месторождения на микроэлементный сос-



тав сыворотки крови крыс. Эта вода относится к гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатным натриево-магниевым-кальциевым водам и оказывает выраженный диуретический эффект. Установлено, что курсовое применение данной минеральной воды способствует выведению меди и цинка из организма и вместе с тем является источником поступления магния (содержание  $Mg^{+}$  в исследуемой воде составляло 31,9 мкг/дм<sup>3</sup>).

Для отнесения природных минеральных вод к тому или иному типу основным является вопрос критериев бальнеологически активных концентраций микроэлементов. Учитывая многокомпонентный состав минеральных вод, синергизм или антагонизм биологического действия их составляющих, определение оптимальных физиологически активных концентраций микроэлементов в минеральных водах — сложная задача, которая не имеет на данный момент однозначного решения. В основу нормирования концентраций, при которых микроэлементы в минеральных водах проявляют бальнеологическое действие, предлагается положить соразмерность с их содержанием в организме или терапевтическими дозами [12]. Однако для многих элементов бальнеологически активные концентрации в минеральной воде на данный момент не установлены, и решение данного вопроса требует дальнейших практических исследований.

### **Выводы и возможные направления дальнейших исследований**

Минеральные вещества необходимы для построения клеток и тканей организма, гормонов, ферментов, они принимают участие в метаболических процессах, регуляции нервной деятельности, нейтрализации токсинов и обеспечивают постоянство внутренней среды. Для нормального функционирования всех систем организма поступление химических элементов в организм должно находиться на определенном оптимальном уровне. Недостаток, избыток или дисбаланс определенных элементов в организме вызывает нарушение гомеостаза с выраженными клиническими симптомами. В связи с этим потребности человека в макро- и микроэлементах нормируются согласно с национальными "Нормами физиоло-

гичных потребностей населения Украины в основных пищевых веществах и энергии", утвержденными Приказом Министерства здравоохранения Украины № 272 от 1999 г. Этот документ регламентирует суточное поступление в организм белков, жиров, углеводов, витаминов и минеральных веществ (Ca, P, Mg, Fe, Se, Cu, Zn, I) для разных возрастных групп и в зависимости от физических нагрузок [7].

Все необходимые для обеспечения процессов жизнедеятельности организма минеральные вещества поступают из окружающей среды в составе продуктов питания, воды и атмосферного воздуха. Различные элементы имеют свои приоритетные пути поступления; вода является основным источником фтора и лишь частично удовлетворяет потребность в таких элементах, как кальций, магний, йод, цинк и др. Согласно данным ВОЗ, с питьевой водой человек получает только 10—20% необходимого количества жизненно необходимых минеральных веществ [9]. Однако нельзя недооценивать вклад питьевой воды в обеспечение организма минералами. Вещества в составе воды находятся в ионной форме и поэтому значительно легче усваиваются организмом, чем при поступлении с продуктами питания, где они связаны в различные соединения. Изменение химического состава гидрогеологических объектов окружающей среды нарушает баланс поступления минералов в организм и служит основой для развития патологических состояний с соответствующими клиническими проявлениями. Это подтверждается многочисленными исследованиями распространения различных заболеваний среди населения в зависимости от состава природных и питьевых вод.

Качество воды определяется рядом показателей, допустимые значения которых заданы в соответствующих нормативных документах. До недавнего времени основным нормативным документом, определяющим качество питьевой воды, был ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством", согласно которому качество питьевой воды оценивалось по 28 санитарно-химическим и бактериологическим показателям. С 2000 г. введены в действие государственные санитарные нормы и правила ДержСанПіН

№ 383 "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання" [2], которые приближены к стандартам ВОЗ и ЕС. Однако в новых нормативах остались без внимания многие факторы, учет которых необходим для адекватного нормирования обеспечения минеральными веществами различных групп населения.

Соблюдение новых стандартов не гарантирует отсутствие вреда от воды для детского организма, так как в нормативных документах не учитываются особенности водно-солевого обмена у различных возрастных групп. Это создает предпосылки передозировки или образования дефицита некоторых элементов в организме детей, для которых адекватная обеспеченность нутриентами является одним из необходимых условий нормального роста и развития. На сегодняшний день уже назрела необходимость мониторинга потребления детьми микроэлементов с питьевой водой для прогнозирования, профилактики и коррекции возможных нарушений.

При определении необходимого содержания макро- и микроэлементов в питьевой воде следует также учитывать их поступление в организм из других источников, синергизм или антагонизм действия отдельных элементов в составе воды, геохимические и географические характеристики различных регионов Украины, генетически закрепленный тип обмена веществ определенных этнических групп, особенности диеты для населения, проживающего на территориях, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС, и ряд других факторов.

Для отнесения тех или иных элементов в составе питьевой воды к физиологически необходимым или опасным компонентам, имеет большое значение не только концентрация, но и форма их нахождения или "форма миграции". Например, железо является жизненно необходимым микроэлементом для человека, однако в питьевой воде железо находится преимущественно в окисленной форме, в связи с чем его относят к классу опасных веществ. Вместе с тем, поступая в организм в бальнеологически активной восстановленной форме, железо легко усваивается и включается в метаболические процессы. Следует заметить, что избыточ-

ное поступление двухвалентного железа также может вызывать негативные эффекты. Согласно результатам собственных исследований, курсовое употребление интактными животными железистой минеральной воды может быть причиной развития окислительного стресса в организме [5].

Количество данных о поступлении микроэлементов с водой в организм и дальнейшем включении в процессы обеспечения жизнедеятельности крайне ограничено. К сожалению, во многих случаях о необходимости наличия в воде того или иного элемента мы узнаем из результатов медико-статистических и эпидемиологических исследований. Необходимо комплексное изучение содержания и форм миграции в природных водах макро- и микроэлементов, их накопления в организме и участия в метаболических процессах, а также влияния состава природных и питьевых вод на состояние здоровья населения. Данные гидрогеохимических исследований могут быть успешно использованы при прогнозировании риска возникновения и частоты распространения патологий, связанных с нарушением минерального обмена.

Лечебные природные минеральные воды являются эффективным и общедоступным средством оздоровления населения. Однако в связи с отсутствием высокоэффективных методов анализа микроэлементный состав минеральных вод многих известных месторождений до настоящего времени не исследован. Для некоторых микроэлементов на данный момент не установлены бальнеологически активные концентрации в минеральной воде. Исследования микроэлементного состава и молекулярных механизмов действия лечебных минеральных вод позволят расширить сферу их использования и создадут научную базу для классификации и введения вод в госстандарты, разработки практических рекомендаций их применения в санаторно-курортной практике.

1. Гаручава Н. Ю. Особенности распространения эндемического зоба в Грузии и влияние некоторых микроэлементов на формирование заболеваемости: Автореф. дис. ... канд. мед. наук: 04.00.30 / Тбилисский гос. мед. ун-т. — Тбилиси, 2006. — 19 с.

2. ДержСанПіН №383 від 23.12.96 р. Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання.
3. *Классификация минеральных вод Украины* / Под ред. В.М. Шестопалова. — Киев: Макком, 2003. — 121 с.
4. *Лотоцька О. В.* Токсиколого-гігієнічне обґрунтування нормативів іонів калію і натрію у питній воді: Автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.01 / Ін-т гігієни та мед. екології ім. О. М. Марзеєва АМН України. — К., 2005. — 20 с.
5. *Моїсєєв А. Ю., Родіонова Н. К., Дружина М. О. та ін.* Вплив природних мінеральних вод з підвищеним вмістом заліза на вільнорадикальні процеси і склад периферичної крові щурів, опромінених у дозі 5,0 Гр // Зб. наук. пр. Ін-ту ядер. досліджень. — 2005. — № 2 (15). — С. 131—136.
6. *Музалевская Л. С., Лобковский А. Г., Кукаркина Н. И.* Связь мочекаменной болезни, остеоартроза и солевой артропатии с жесткостью питьевой воды // Гигиена и санитария. — 1993. — № 12. — С. 17—20.
7. *Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії.* Додаток до наказу Міністерства охорони здоров'я України від 18.11.99, № 272.
8. *Рахманин Ю. А., Михайлова Р. И., Кирьянова Л. Ф.* Гигиеническая оценка обеззараживания, очистки и кондиционирования питьевой воды методом йодирования // Материалы IV Междунар. конгр. "Вода: экология и технология". — М., 2000. — С. 410—411.
9. *Руководство по контролю качества питьевой воды.* Т. 1. — 2-е изд. — Рекомендации ВОЗ. — Женева, 1994. — 256 с.
10. *Сулейманов С. П., Люта Н. Г.* Селен у деяких об'єктах довкілля України // Зб. наук. пр. УкрДГРІ. — 2006. — № 1. — С. 133—140.
11. *Шаповалов А. Е.* Медико-географическая оценка влияния загрязнения питьевых подземных вод на здоровье населения (на примере Смоленской области): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36 / Ин-т географии РАН. — М., 2008. — 27 с.
12. *Шестопалов В. М., Моїсєєва Н. П., Моїсєєв А. Ю.* Оцінювання бальнеологічно активних концентрацій мікроелементів у мінеральних водах // Вісн. НАН України. — 2008. — № 7. — С. 22—29.
13. *Barceloux D. G., Barceloux D.* Zinc // Clin. Toxicol. — 1999. — Vol. 37, Iss. 2. — P. 279—292.
14. *Bo Z., Mei H., Yongsheng Z. et al.* Distribution and risk assessment of fluoride in drinking water in the west plain region of Jilin province, China // Environ. Geochem. Health. — 2003. — Vol. 25, N. 4. — P. 421—431.
15. *Braverman L. E.* Clinical studies of exposure to perchlorate in the United States // Thyroid. — 2007. — Vol. 17, N. 9. — P. 819—822.
16. *Bruvo M., Ekstrand K., Arvin E. et al.* Optimal drinking water composition for caries control in populations // J. Dent. Res. — 2008. — Vol. 87, N. 4. — P. 340—343.
17. *Ferrandiz J., Abellan J.J., Gomez-Rubio V. et al.* Spatial analysis of the relationship between mortality from cardiovascular and cerebrovascular disease and drinking water hardness // Environ. Health Perspect. — 2004. — Vol. 112, N. 9. — P. 1037—1044.
18. *Gatseva P. D., Argirova M. D.* Iodine status of children living in areas with high nitrate levels in water // Arch. Environ. Occup. Health. — 2005. — Vol. 60, N. 6. — P. 317—319.
19. *Hoffman C. J.* Does the sodium level in drinking water affect blood pressure levels? // J. Am. Diet. Assoc. — 1988. — Vol. 88, N. 11. — P. 1432—1435.
20. *Jasmin J. R., Ionesco-Benaiche N., Muller M.* Latent fluorides: report of case // ASDC J. Dent. Child. — 1995. — Vol. 62, N. 3. — P. 220—223.
21. *Katsuda S., Yasukawa T., Nakagawa K. et al.* Deep-sea water improves cardiovascular hemodynamics in Kurosawa and Kusanagi-Hypercholesterolemic (KHC) rabbits // Biol. Pharm. Bull. — 2008. — Vol. 31, N. 1. — P. 38—44.
22. *Mihailovic B., Avramovic D. M., Jovanovic I. B. et al.* Blood and plasma selenium levels and GSH-Px activities in patients with arterial hypertension and chronic heart disease // J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol. — 1998. — Vol. 17, N. 3—4. — P. 285—289.
23. *Nakaji S., Fukuda S., Sakamoto J. et al.* Relationship between mineral and trace element concentrations in drinking water and gastric cancer mortality in Japan // Nutr. Cancer. — 2001. — Vol. 40, N. 2. — P. 99—102.
24. *Pineda-Lucatero A., Avila-Jimenez L., Ramos-Hernandez R. I. et al.* Iodine deficiency and its association with intelligence quotient in schoolchildren from Colima, Mexico // Public. Health Nutr. — 2008. — Vol. 11, N. 7. — P. 690—698.
25. *Rylander R., Bonevik, H., Rubenowitz E.* Magnesium and Calcium in Drinking Water and Cardiovascular Mortality // Scand. J. Work,

- Environment and Health SWEHDO. — 1991. — Vol. 17, N. 2. — P. 91—94.
26. *Sack J., Kaiserman I., Tulchinsky T. et al.* Geographic variation in groundwater iodine and iodine deficiency in Israel, The West Bank and Gaza // *J. Pediatr. Endocrinol. Metab.* — 2000. — Vol. 13, N. 2. — P. 185—190.
27. *Teotia M., Teotia S.P., Singh K. P.* Endemic chronic fluoride toxicity and dietary calcium deficiency interaction syndromes of metabolic bone disease and deformities in India: year 2000 // *Indian. J. Pediatr.* — 1998 — Vol. 65, N. 3. — P. 371—381.
28. *Verd Vallespir S., Dominguez Sanchez J., Gonzalez Quintial M. et al.* Association between calcium content of drinking water and fractures in children // *An. Esp. Pediatr.* — 1992. — Vol. 37, N. 6. — P. 461—465.
29. *Vinceti M., Rovesti S., Marchesi C. et al.* Changes in drinking water selenium and mortality for coronary disease in a residential cohort // *Biol. Trace Elem. Res.* — 1994. — Vol. 40, N. 3. — P. 267—275.
30. *Yang C. Y., Chiu H. F., Chang C. C. et al.* Association of very low birth weight with calcium levels in drinking water // *Environ Res.* — 2002. — Vol. 89, N. 3. — P. 189—194.
31. *Zhao H. X., Mold M. D., Stenhouse E. A. et al.* Drinking water composition and childhood-onset Type 1 diabetes mellitus in Devon and Cornwall, England // *Diabet Med.* — 2001. — Vol. 18, N. 9. — P. 709—717.

Ин-т геол. наук НАН Украины,  
Киев  
E-mail: geoj@bigmir.net

Статья поступила  
06.07.09