

УДК: 504.75.05

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА МИНЕРАЛЬНЫЙ БАЛАНС ОРГАНИЗМА

А.Ю. Моисеев
Институт геологических наук НАН Украины
01004, ул. О. Гончара, 55, Киев, Украина

В представленной статье проведен анализ современных данных о воздействии экологических и геохимических факторов на минеральный гомеостаз, рассмотрены возможности его коррекции и перспективы дальнейших исследований в данной области.

На современном этапе развития человеческого общества важнейшее значение приобретает проблема поступления элементов из окружающей среды в организм человека. В результате антропогенной деятельности происходит интенсивное загрязнение биосферы химическими и радиоактивными веществами, с промышленными отходами и удобрениями различные соединения попадают в атмосферный воздух, грунт и воду. Наряду с этим, из-за нерационального использования природных ресурсов происходит обеднение почв питательными веществами и уменьшение содержания в них отдельных жизненно важных макро- и микроэлементов. Недостаток или избыток определенных химических веществ в окружающей среде, воздействие ее физических и химических факторов неизбежно отражается на минеральном балансе организма, нарушение которого – причина развития патологий. В представленной статье проведен анализ современных данных о воздействии экологических и геохимических факторов на минеральный гомеостаз, рассмотрены возможности его коррекции и перспективы дальнейших исследований в данной области.

Ионизирующая радиация. В результате Чернобыльской катастрофы обширные территории Украины оказались загрязнены радионуклидами. Для населения, проживающего на загрязненных территориях, нарушение минерального обмена в организме может быть связано как с внешним воздействием ионизирующей радиации, так и с инкорпорацией радиоактивных веществ, с последующим избирательным накоплением в тканях и органах. Имеются несколько основных механизмов воздействия ионизирующей радиации на минеральный гомеостаз. Ионизирующее излучение индуцирует нарушение биохимических процессов, что, в свою очередь, приводит к нару-

шению обмена веществ с последующим изменением элементного статуса организма. Возможно и прямое воздействие излучения на биомолекулы с формированием элементного дисбаланса. После облучения активность биохимических реакций в организме резко возрастает, возрастает и потребность в определенных минеральных веществах, что служит предпосылкой для возникновения их дефицита. Следует также учитывать сгущение крови, характерное для облучения с высокой дозой нагрузкой, которое приводит к повышению концентрации макро- и микрокомпонентов в ее составе. На данное время установлено, что воздействие на организм инкорпорированных радионуклидов и внешнего облучения влияет на содержание в организме многих жизненно важных элементов – кальция, железа, цинка, меди, селена, йода и др. [1].

В первые дни после аварии на ЧАЭС значительные территории Украины оказались загрязненными ^{131}I . Радиоактивный йод имеет короткий период полураспада и характеризуется высокой избирательностью распределения в организме – концентрируется исключительно в щитовидной железе, где формирует высокие локальные дозы. Это приводит к нарушению синтеза тиреоидных гормонов, необходимых для регуляции обмена веществ и поддержания минерального гомеостаза, с последующим формированием соответствующих патологий. Следует отметить, что к моменту аварии на Чернобыльской АЭС проблеме йодного дефицита в СССР практически не уделялось внимание, отсутствовала целенаправленная йодопрофилактика, что стало предпосылкой для развития дефицита йода в организме. Последнее – фактор риска повышенного накопления радиоактивного йода в щитовидной железе. На сегодняшний день ситуация не улучшилась – дефицит йода наблюдается у жителей практически всех регионов Украины, в том числе и Киева [2].

© А.Ю. Моисеев, 2012

На данное время основные дозообразующие радионуклиды на загрязненных в результате аварии на ЧАЭС территориях – ^{90}Sr и ^{137}Cs . Большая часть поступившего в организмы стронция депонируется в костной ткани (до 99 %), тогда как цезий распределяется по диффузному типу. Такое распределение радионуклидов способствует формированию структурно-функциональных нарушений в опорно-двигательном аппарате и, в первую очередь, в костной ткани. За последние годы значительно возросла заболеваемость костно-мышечной системы у населения, проживающего на загрязненных в результате аварии на ЧАЭС территориях. Проведенные эпидемиологические и стационарные обследования данного контингента выявили достоверное снижение у них минеральной плотности костной ткани, ускоренное старение опорно-двигательного аппарата по сравнению с населением, проживающим в относительно радиационно-чистых регионах [3, 4].

На пострадавших от аварии на ЧАЭС территориях с каждым годом возрастает активность ^{241}Am . Этот элемент образуется в результате β -распада ^{241}Pu , имеет длительный период полураспада (432,8 года), мутагенный, токсичный, легко растворяется в воде и переходит из инертных в биологически доступные формы [5]. В организме человека америций накапливается в основном в костях, печени и почках. Однако, несмотря на актуальность данной проблемы, сведений о механизмах биологического действия ^{241}Am на сегодняшний день крайне мало.

Негативное воздействие ионизирующей радиации на минеральный гомеостаз может проявляться спустя годы и десятилетия. При изучении химического состава крови и волос участников ликвидации аварии на ЧАЭС в 1986–1987 гг. установлены значительные изменения состава макро- и микроэлементов в исследуемых объектах, по сравнению с контрольной группой [6]. В крови обследуемых зафиксировано увеличение уровня меди и уменьшение содержания цинка, изменение соотношения катионов магния и цинка. Отмечается, что в волосах ликвидаторов снижена концентрация цинка и более высокое, по сравнению с контрольной группой, содержание свинца, кадмия, лития, мышьяка, никеля. В плазме крови людей, облученных в результате аварии на ЧАЭС, установлено сниженное содержание селена: в г. Славутич у ликвидаторов аварии оно составляло 80 мкг/л, у обслуживающего персонала ЧАЭС – 64–66 (контрольный показатель – 100–120 мкг/л) [7].

Воздействие ионизирующей радиации – один из факторов, обуславливающих развитие железодефицитной анемии. По прошествии пятнадцати лет после аварии на ЧАЭС частота анемий (в том числе и связанных с недостатком микроэлементов) у детского населения загрязненных радионуклидами территорий Украины составляла от 11 до 26 %, железодефицитные анемии зарегистрированы в 64 % случаев [8]. Исследования, проведенные в течение 10 лет в зонах, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, продемонстрировали многократный рост уровня железодефицитной анемии беременных [9]. Согласно приведенным данным, в Народичском районе Житомирской области частота этого заболевания в последнем доаварийном 1985 году была 1,5 %, а в 1995 стала 41,2, в Овручском – 1,7 и 37,3 % соответственно.

Изменение минерального баланса организма под воздействием ионизирующей радиации еще более выражено при облучении с высокой дозой нагрузкой. При тотальном облучении крыс в дозе 3,0 Гр на третий и седьмой день после облучения в крови животных значительно увеличивалось содержание железа и цинка [10]. В гепатоцитах крыс в течении двух недель после облучения отмечали накопление Rb, Fe и Zn.

При изучении содержания Al, Cd, Co, Cu, Fe, Mg, Mn, P, Pb, S и Zn в печени, почках, легких и селезенке мышей, облученных в дозе 7,5 Гр, наиболее значительные изменения в содержании микроэлементов выявлены в селезенке, где наряду с уменьшением содержания фосфора, магния, и кобальта, зафиксировано увеличение содержания цинка, алюминия и железа [11]. Во всех исследуемых органах облученных животных отмечено уменьшение содержания фосфора, что свидетельствует о разобщении окислительного фосфорилирования.

Экспериментально установлено, что после облучения в дозе 5,5 Гр снижается уровень цинка и меди в эритроцитах [12]. Употребление животными перед облучением биологически активных добавок антиоксидантного действия способствует нормализации содержания данных элементов. Вероятно, этот эффект можно объяснить снижением нагрузки на систему антиоксидантной защиты организма, в частности, на один из ее основных ферментов – Cu, Zn-супероксиддисмутазу.

Геохимические характеристики окружающей среды. Формирование биогеохимических провинций тесно связано с накоплением и миграцией биологически активных элементов, которые вхо-

дят в состав живых организмов и принимают активное участие в биохимических процессах. Одним из жизненно необходимых микроэлементов, эссенциальность которого для человека установлена еще в середине прошлого века, служит селен. Миграция селена осуществляется по цепочке почва – вода – пищевые продукты – человек, поэтому содержание его в организме человека зависит от распределения в объектах окружающей среды региона проживания. Низкое содержание селена в почве и горных породах наряду с несбалансированным питанием обуславливает развитие дефицита селена в организме [13]. Недостаток селена приводит к развитию сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, нарушению обмена веществ, дисфункции щитовидной железы и других патологий [14–16].

С дефицитом Zn в почве связывают развитие различных патологических синдромов – потерю веса, задержку роста, раннее облысение и др. [17]. Многие исследования свидетельствуют о том, что повышенное содержание в среде обитания Zn и некоторых других микроэлементов-металлов соответствует увеличению частоты заболеваемости населения раком желудка и пищевода [18, 19].

Установлена положительная корреляция между содержанием в почвах цинка, молибдена, марганца, титана, хрома, никеля, стронция, бария и бора и распространением рака желудка [20]. Вместе с тем имеются данные, согласно которым при наличии в почве ряда металлов в повышенных концентрациях (литий, магний, барий, висмут, молибден), отмечаются более низкие уровни онкологической заболеваемости сельского населения [21].

Данные, полученные в результате многолетних исследований, в США и Европе, свидетельствуют о том, что смертность от сердечно-сосудистых заболеваний коррелирует с типами почв и содержанием в них хрома, кобальта, меди, марганца, молибдена, никеля, ванадия [22]. Самая высокая смертность от ишемической болезни сердца была зафиксирована в северных районах Великобритании и Финляндии, где преобладают подзолистые почвы с дефицитом вышеприведенных микроэлементов. Установлено, что в эколого-геохимических провинциях Украины с недостатком молибдена в биогеохимических цепях заболеваемость детского населения хроническим гломерулонефритом выше средней в Украине в 1,3–1,7 раза [23].

В работе [24] на основе детального анализа влияния содержания микроэлементов в почвах на здоровье человека авторы приходят к выводу, что

конечный состав макро- и микроэлементов в организме человека зависит от условий среды обитания, причиной недостатка микроэлементов в пищевых рационах населения Украины служит уменьшение содержания микроэлементов в почвах, а также загрязнение окружающей среды.

Природные и питьевые воды. Важнейший компонент биогеохимических провинций, оказывающий значительное влияние на здоровье человека, – природные воды. Вода – основная составляющая живых клеток, поэтому минеральный баланс организма человека находится в прямой зависимости от состава природных вод данной территории, используемых для питьевого водоснабжения.

С питьевой водой в организм поступают натрий, кальций, магний, хлор, сера, кремний, в некоторых случаях медь, селен, никель, цинк; питьевая вода полностью удовлетворяет потребность организма во фторе и служит основным источником стронция. Согласно многочисленным данным, с водой в организм может поступать до 15 % жизненно необходимых макро- и микроэлементов [25]. Однако, поступление минеральных веществ в организм с водой может быть и более значительным. Установлено, что в контрастных по условиям водоснабжения районах Одесской области прогнозируемое поступление минералов с питьевой водой составляет: для магния 31,8–312, кальция – 25,5–810 и натрия – 498–1824 мг/сутки [26]. Учитывая поступление кальция и магния в организм из других источников и негативные последствия от длительного употребления воды с повышенной жесткостью, интенсивное поступление этих элементов с питьевой водой может вызвать дисбаланс их содержания и привести к неблагоприятным результатам. Вероятно, в принятые нормативы безопасности питьевой воды [27], следует ввести более строгие требования к содержанию кальция и магния, отнеся их к санитарно-химическим показателям качества, а также к жесткости питьевой воды (для вод из колодцев и каптированных источников).

При повышенном содержании в питьевой воде натрия отмечается рост заболеваемости населения гипертонической болезнью [28], употребление воды с повышенным содержанием ионов калия и натрия способствует возникновению морфологических изменений в эпителиальных клетках почек [29].

С недостатком кальция в питьевой воде связывают нарушение процессов свертывания крови, повышенный риск переломов у детей [30], прежде-

временные роды и снижение веса новорожденных [31], нейродегенеративные изменения [32] и некоторые типы онкопатологий [33]. С низким содержанием магния в питьевой воде связывают увеличение риска смертности от сердечно-сосудистых заболеваний [34], нарушение работы сердечной мышцы [35] и повышенный риск развития некоторых онкопатологий (рака пищевода, прямой кишки и др.) [36].

Содержание в воде катионов кальция и магния сообщает воде так называемую жесткость. 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 [37]. В результате эпидемиологических исследований установлена связь между возросшим количеством сердечно-сосудистых заболеваний с последующим летальным исходом и потреблением мягкой воды [38]. Доказано, что использование артезианской воды, которая содержит повышенные концентрации магния, кальция и калия, значительно улучшает показатели гемодинамики – систолический и диастолический пульс, артериальное давление [39].

Питьевая вода – основной источник поступления фтора в организм. Некоторые исследователи полагают, что основой профилактики кариеса может стать сбалансированное содержание кальция и фтора в питьевой воде [40]. 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 [41]. Имеются данные, что содержание фтора 1 мг/дм³ и более в природной воде, которая используется в качестве питьевой, – причина развития флюорозов [42].

Йод, согласно принятым в 2010 г. в Украине требованиям к качеству питьевых вод [27], относится к показателям физиологической полноценности воды. Недостаток йода способствует развитию заболеваний щитовидной железы, приводит к повышению риска выкидышей, повышенной смертности новорожденных, нарушению функций головного мозга. Низкая концентрация йода в грунтовых водах (менее 5 мкг/дм³) может быть одной из причин возникновения дефицита йода в организме людей, которые проживают на данной территории [43]. Повышенное содержание в питьевой воде нитратов и хлора также способствует образованию дефицита йода в организме [44].

Методы коррекции минерального баланса организма. Дефицит минералов в организме восстанавливается с помощью специальных диет, применением витаминно-минеральных комплексов или биологически активных добавок. Избыток микроэлементов выводится из организма препаратами, содержащими либо конкурирующие микроэлементы, либо соединения, которые, образуя прочные комплексы с микроэлементами, препятствуют их включению в биохимические процессы. В обоих случаях может также применяться симптоматическое лечение.

Лечебные минеральные воды, месторождения которых расположены на территории Украины, благодаря многокомпонентности состава и разнообразию оказываемых биологических эффектов, могут успешно применяться при восполнении и коррекции запасов разнообразных минеральных веществ в организме, для нормализации обменных процессов, в качестве гепатопротекторов, комплексообразователей, при дренажной и хелатирующей терапии, симптоматическом лечении. К достоинствам минеральных вод следует отнести их полифункциональность, отсутствие нежелательных побочных эффектов при длительном использовании, мягкое пролонгирующее действие, повышение резистентности организма к неблагоприятным действиям разного генезиса.

При санаторно-курортном лечении необходимое суточное поступление элемента в организм с минеральной водой, содержащей этот элемент в бальнеологически активной концентрации, в несколько раз меньше суточной фармакологической дозы элемента [45].

Уменьшение фармакологических доз нутриентов при курсовом применении лечебных минеральных вод приобретает особое значение для коррекции дефицита элементов, которые при избыточном поступлении в организм имеют выраженное токсичное действие.

В результате совместных исследований с Институтом экспериментальной патологии, онкологии и радиобиологии им. Р.Э. Кавецкого НАН Украины установлено, что природные минеральные воды при курсовом применении активно влияют на минеральный метаболизм. Курсовое применение гидрокарбонатно-хлоридной-натриево-магниевое-кальциевой минеральной воды типа "Нафтуся" Збручанского месторождения приводит к уменьшению содержания меди и цинка в периферической крови, и вместе с тем служит источником поступления магния [46].

Вероятно, существенным может быть поступление в организм с минеральной водой элементов, которые определяют тип воды. К минеральным водам со специфическими микроэлементами относятся природные воды, которые имеют в своем составе следующие микрокомпоненты, мг/дм³: органические вещества Сорг – от 8; Fe (II), Se и Sr – от 10; Li – от 5; As – от 1 (0,7); B – от 35; Mn – от 1; Al – от 0,5; Co, Ni, Cu, Ag – в пределах 0,1 [47].

При профилактике и лечении железодефицитных анемий могут быть использованы железистые минеральные воды. Ионы железа (II) усваиваются гораздо легче, если они поступают в организм в виде карбонатных комплексов, а не сульфатных или других соединений. Поэтому среди железистых вод наиболее ценны гидрокарбонатные, содержащие легко усваиваемые организмом соединения гидрокарбоната железа. В Украине месторождения железистых гидрокарбонатных вод расположены в Карпатах (Сходница, Шешоры, Яремча и др.) и Закарпатье (Келечин, Дравцы). Особое значение имеет Келечинское месторождение, утвержденные эксплуатационные запасы которого составляют 501 м³/сутки, а дебит скважин достигает 70–150 м³/сутки. Согласно результатам собственных исследований, железистая минеральная вода Дравецкого месторождения это эффективное средство восстановления организма после облучения [48]. Имеются данные об эффективности применения железистых минеральных вод курорта Соймы [49].

В зарубежной практике минеральная вода с повышенным содержанием железа (в виде сульфата) "Spatone Iron-plus" (Северный Уэльс, графство Сопву) используются для коррекции железодефицитного состояния у беременных женщин [50]. Отмечено, что благодаря лучшему усвоению растворенного в минеральной воде железа для достижения лечебного эффекта достаточно меньшего поступления его в организм, что позволяет предотвращать возникновение неприятных побочных эффектов в желудочно-кишечном тракте, которые возникают при лечении традиционными препаратами.

Для коррекции баланса селена в организме и связанных с ним патологий перспективным может быть применение природных минеральных вод с физиологически активными концентрациями селена. При проведении экспедиционных исследований минеральные воды с кондиционным содержанием селена обнаружены в Ивано-

Франковской области [51]. Проявления минеральных вод с повышенным содержанием селена открыты в Киевской, Кировоградской областях, в районе Каменца-Подольского, перспективными районами их проявлений могут быть Ивано-Франковская и Львовская обл., повышенное содержание селена также возможно в минеральных водах типа "Нафтуся". Однако для подтверждения этих предположений необходимы дальнейшие исследования.

Среди минеральных вод, которые содержат магний, широко известна и хорошо изучена углекислая магниевое-натриево-гидрокарбонатно-сульфатная минеральная вода "Донат Mg" (Рогашка Слатина, Словения), ее общая минерализация свыше 13 г/дм³, содержание магния больше 100 мг/дм³. Применение воды "Донат Mg" значительно снижает уровень оксалатов в моче, стабилизирует состояние цитомембран [52]. Для лечения больных фосфатурией перспективны сульфатно-магниевые-кальциевые воды. Месторождения сульфатных магниевых-кальциевых вод на территории Украины обнаружены во Львовской области. В железистых минеральных водах магний обычно присутствует как сопутствующий элемент.

Препараты лития находят применение при лечении взрослых, страдающих уролитиазом и некоторыми психическими заболеваниями, используются при ряде заболеваний детского возраста, однако их применение сдерживается наличием негативных побочных эффектов. Правомерно высказать предположение, что использование литиевых минеральных вод даст возможность минимизировать определенные побочные эффекты за счет наличия в их составе ионов гидрокарбоната и натрия, а также благодаря диуретическим свойствам. В результате исследования концентрации лития в углекислых гидрокарбонатных натриевых водах Закарпатья и гидрокарбонатных натриевых водах Сакского месторождения была определена группа минеральных вод с повышенным содержанием лития – 5–16 мг/дм³.

Еще одну группу природных минеральных вод составляют бромные, йодные и йодо-бромные воды. Бромные воды содержат не менее 25 мг/дм³ брома, йодные – не менее 5 мг/дм³ йода [47]. Месторождения бромных вод разведаны во многих областях Украины (Хмельницкой, Полтавской, Николаевской, Луганской, Херсонской и др.), Крыма. Бромные воды положительно влияют на функциональное состояние центральной нервной системы, их назначают при многих заболеваниях

органов пищеварения. Наиболее известный курорт по данному профилю расположен в г. Бердянск Запорожской области (Украина). Йодные воды оказывают влияние на окислительный гомеостаз [53], имеют бактерицидное действие. Вероятно, курсовое применение йодных вод может быть эффективным средством восполнения йододефицита.

Месторождения кондиционных борных минеральных вод расположены в Закарпатском регионе. Экспериментально установлено, что применение борсодержащей минеральной воды "Поляна Купель" вызывает усиленное выведение Na^+ из организма и накопление K^+ [54].

Вопрос о биологической роли многих химических элементов (В, Al, и др.), которые входят в состав природных минеральных вод, на данное время остается открытым. Но присутствие этих элементов в органах и тканях свидетельствует об их необходимости для обеспечения жизнеспособности организма, поэтому правомерно высказать предположение, что минеральные воды с повышенным содержанием данных элементов найдут свое применение в недалеком будущем.

Заключение. Воздействие неблагоприятных внешних физических и химических факторов, загрязнение окружающей среды токсичными веществами и радионуклидами, нерациональное использование природных ландшафтов, ухудшение социальных условий – причины нарушения минерального обмена в организме и развития сопутствующих патологий. Особую опасность для человека представляет одновременное воздействие нескольких неблагоприятных факторов.

Результаты исследований показали, что даже у "условно здоровых" мужчин и женщин среднего возраста обнаруживается дефицит эссенциальных и избыток токсичных элементов в организме [55].

Необходим постоянный комплексный эколого-геохимический мониторинг регионов Украины, находящихся в зоне риска, который включал бы не только определение загрязнения территорий, но и оценку распределения жизненно важных элементов в геологических объектах, сбалансированности их содержания. Данные о составе окружающей среды позволят использовать их количественные значения в донологической диагностике разных патологических состояний, вызванных нарушением минерального обмена организма.

При разработке методов коррекции минерального баланса организма особое внимание следует уделять эффективным и общедоступным препаратам природного происхождения. Украина имеет в своем распоряжении большие запасы лечебных природных минеральных вод, разработаны методы их консервирования, которые позволяют сохранять лечебные свойства воды в течение длительного времени. Природные минеральные воды с повышенным содержанием биологически активных компонентов – это перспективное средство коррекции минерального баланса организма, профилактики и лечения сопутствующих заболеваний. Исследование особенностей их состава и молекулярных механизмов действия позволит создать научную базу для оздоровления широких слоев населения Украины.

Поступила 15.11.2012.

1. Скальный А.В., Кудрин А.В. Радиация, микроэлементы, антиоксиданты и иммунитет. – М.: Лип Маркет, 2000. – 421 с.
2. Спиридонов А.А., Мурашова Е.В., Кислова О.Ф. Обогащение йодом продукции животноводства. – СПб.: СПС-Принт, 2011. – 116 с.
3. Никифорова И.Д., Шантырь И.И., Тютин Л.А., и др. Заболеваемость костно-мышечной системы и минеральная плотность костной ткани у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС // Мед. радиолог. и радиац. безопасность – 2000. – № 6. – С. 14–20.
4. Теплякова О.В., Соколова Л.А. Распространенность болезней костно-мышечной системы среди ликвидаторов аварии на ЧАЭС в отдаленном периоде // Научно-практическая ревматология. – 2008. – № 2. – С. 21–25.
5. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества: Справ. изд. / В.А. Баженов, Л.А. Булдаков, И.Я. Василенко и др. – Л.: Химия, 1990. – 464 с.
6. Protasova O.V., Maksimova I. A., Cheprasov V.Yu., Nikiforov A.M. Altered balance of macroelements and trace elements in blood serum, its ultrafiltrates, and hairs long after exposure to low doses of ionizing radiation // Biol. Bull. – 2001. – 28. – P. 344–349.
7. Спірічев В.Б., Донченко Г.В., Блажеевич Н.В. та ін. До 20-річчя Чорнобильської аварії. Вивчення вітамінного статусу та забезпеченості мікро- та макроелементами окремих груп людей в різні періоди часу після аварії на ЧАЕС // Український біохімічний журнал. – 2006. – 78, № 2. – С. 5–26.
8. Бебешко В.Г., Бруслова К.М., Цветкова Н.М. та ін. Особливості перебігу анемії у дітей, що зазнають впливу комплексів несприятливих чинників аварії на ЧАЕС // Укр. мед. часопис. – 2000. – 16, № 2. – С. 101–104.
9. Медведь В.И. Ещё раз про анемию беременных // Лікування та діагностика. – 2002. – № 2. – С. 53–57.

10. Ткешелашвили Л.К., Меписашвили И.С., Мосулишвили Л.М. и др. Изучение содержания микроэлементов субклеточных фракциях некоторых органов крыс после общего рентгеновского облучения // Радиационные исследования. – 1975. - №2. – С. 5–16.
11. Protasova O.V., Maksimova I.A., Klimenko L.L. et al. Changes in macro- and microelement composition in the organisms of irradiated animals // Biol. Bull. – 2002. – 29. – P. 216–220.
12. Dede S., Deger Y., Meri N. et al. Studies on the effects of X-ray on erythrocyte zinc and copper concentrations in rabbits after treatment with antioxidants // Biol. Trace Element Res. – 2003. – 92. – P. 55–60.
13. Голубкина Н.А. Влияние геохимического фактора на накопление селена зерновыми культурами и сельскохозяйственными животными в условиях России, стран СНГ и Балтии // Пробл. регионал. экологии. – 1998. – № 4. – С. 94–101.
14. Thompson F.E., Patterson B.H., Weinstein S.J. et al. Serum selenium and the risk of cervical cancer among women in the United States // Cancer Causes Control. – 2002. – 13, N 6. – P. 517–526.
15. Shamberger R.J., Willis C.E. Selenium distribution and human cancer mortality // CRC Crit. Rev. Clin. Chem. – 1971. – 2, N 2. – P. 211–221.
16. Salonen J.T. Selenium in ischaemic heart disease // Int. J. Epidemiol. – 1987. – 16, N 2. – P. 323–328.
17. Ray S.K., Roychoudhury R., Bandopadhyay S.K., Basu S. Studies on "zinc deficiency syndrome" in black bengal goats (*Capra hircus*) fed with fodder (*Andropogon gayanus*) grown on soil treated with an excess of calcium and phosphorus fertilizer // Vet. Res. Commun. – 1997. – 21, N 8. – P. 541–546.
18. Philipp R., Hughes A.O., Robertson M.C. Stomach cancer and soil metal content // Br. J. Cancer. – 1982. – 45, N 3. – P. 482–486.
19. Navarro Silvera S.A., Rohan T.E. Trace elements and cancer risk: a review of the epidemiologic evidence. // Cancer Causes Cont. – 2007. – 18, N 1. – P. 7–27.
20. Дубиковский Г.П., Гутман З.М., Шагалова Э.Д. и др. О взаимосвязи между геохимическим составом почв, уровнем использования пестицидов и частотой злокачественных опухолей в Белоруссии // Геохимическое изучение ландшафтов Белоруссии. – Минск : Наука и техника, 1984. – С. 113–118.
21. Когутницький В.В. Гігієнічна оцінка екологічного середовища сільських районів Донецької області та його впливу на онкологічну захворюваність населення : Автореф. дис... канд. мед. наук: 14.02.01 / Донец. держ. мед. ун-т ім. М. Горького. – Донецьк, 2005. – 21 с.
22. Masironi R. Geochemistry, soils and cardiovascular diseases // Experientia. – 1987. – 43, N 1. – P. 68–74.
23. Єгорова Т.М. Еколого-геохімічні провінції з нестачею вмісту молібдену: умови формування та реакції живих організмів // Геохімія та екологія. – 2004. – Вип. 10. – С. 114–119.
24. Вступ до медичної геології. Т.1 / За ред. Г.І. Рудька, О.М. Адаменка. – К. : Академпрес, 2010. – 736 с.
25. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. Nutrients in drinking water. – Geneva : WHO, 2005. – 186 p.
26. Надворный Н.Н., Ворохта Ю.Н., Михайленко В.Л. Роль водного фактора в обеспечении физиологических потребностей организма в эссенциальных минеральных веществах // Вестн. гиг. эпид. – 2005. – 9, № 2. – С. 207–210.
27. ДержСанПіН 2.2.4-171-10 від 12.05.2010 р. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до споживання людиною.
28. Hoffman C.J. Does the sodium level in drinking water affect blood pressure levels? // J. Am. Diet. Assoc. – 1988. – 88, N 11. – P. 1432–1435.
29. 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. Марзеева АМН України. – К., 2005. – 20 с.
30. 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. – 37, N 6. – P. 461–465.
31. 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. – 89, N 3. – P. 189–194.
32. Jacqmin H., Commenges D., Letenneur L. et al. Components of drinking water and risk of cognitive impairment in the elderly // Am. J. Epidemiol. – 1994. – 139. – P. 48–57.
33. Yang C.Y., Cheng M.F., Tsai S.S. et al. Calcium, magnesium, and nitrate in drinking water and gastric cancer mortality // Jpn. J. Cancer Res. – 1998. – 89. – P. 124–130.
34. Eisenberg M.J. Magnesium deficiency and sudden death // Am. Heart J. – 1992. – 124. – P. 544–549.
35. Rylander R., Bonevik H., Rubenowitz E. Magnesium and calcium in drinking water and cardiovascular mortality // Scand. J. Work, Environment and Health SWEHDO. – 1991. – 17, N 2. – P. 91–94.
36. Chiu H.F., Chang C.C., Yang C.Y. Magnesium and calcium in drinking water and risk of death from ovarian cancer // Magnes. Res. – 2004. – 17. – P. 28–34.
37. Музалевская Л.С., Лобковский А.Г., Кукарина Н.И. Связь мочекаменной болезни, остеоартроза и солевой артропатии с жесткостью питьевой воды // Гигиена и санитария. – 1993. – № 12. – С. 17–20.
38. Sauvant M.-P., Pepin D. Drinking water and cardiovascular disease // Food. Chem. Toxicol. – 2002. – 40. – P. 1311–1325.
39. 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. – 31, N 1. – P. 38–44.
40. Bruvo M., Ekstrand K., Arvin E. et al. Optimal drinking water composition for caries control in populations // J. Dent. Res. – 2008. – 87, N 4. – P. 340–343.

41. 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 – **65**, N 3. – P. 371–381.
42. 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. – **25**, N 4. – P. 421–431.
43. 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. – **13**, N 2. – P. 185–190.
44. 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. – **11**, N 7. – P. 690–698.
45. 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.
46. Shestopalov V.M., Moiseev A.Yu., Rodionova N.K. et al. The impact of medicinal mineral waters type Naftusya on the composition of blood serum of irradiated animals // *Journal of water chemistry and technology.* – 2010. – **32**, N 2. – P. 121–126.
47. *Классификация минеральных вод Украины* / Под ред. В.М.Шестопалова. – К. : Макком, 2003. – 121 с.
48. Моїсєєв А.Ю., Дружина М.О., Моїсєєва Н.П., Шестопалов В.М. Біологічні аспекти застосування природних мінеральних вод. – К. : Кім, 2010. – 123 с.
49. Добра Л.П. Эффективность использования железистых минеральных вод курорту Сойми при железодефицитных анемиях различного происхождения : Автореф. дис... канд. мед. наук: 14.01.33 / Украинский научно-дослідний ін-т медичної реабілітації та курортології. – Одеса, 2003. – 19 с.
50. Halksworth G., Moseley L., Carter K., Worwood M. Iron absorption from Spatone (a natural mineral water) for prevention of iron deficiency in pregnancy // *Clin. Lab. Haematol.* – 2003. – **25**, № 4. – P. 227–231.
51. Шестопалов В.М., Пономаренко О.М., Моїсєєв А.Ю. та ін. Селен у природних мінеральних водах західних регіонів України // *Мінерал. журн.* – 2011. – **33**, вип. 2. – С. 89–95.
52. Коровина Н.А., Захарова И.Н., Гаврюшова Л.П. и др. Применение лечебной минеральной воды "Донат Mg" при соматической патологии у детей: Руководство для практикующих врачей-педиатров / Под ред. Н.А. Коровиной. – М., 2004.
53. Никулина Л.А., Зубкова С.М. Метаболическое состояние митохондрий печени крыс при питьевом применении вод, содержащих различные формы йода // *Вопр. курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры.* – 1988. – № 4. – С. 59–61.
54. Бабов К.Д., Золотарева Т.А., Насибуллин Б.А., Гуца С.Г. Влияние борсодержащих минеральных вод различной минерализации на водно-солевой обмен и функцию почек крыс // *Медицина гідрологія та реабілітація.* – 2006. – **4**, №2. – С. 82–85.
55. Журавская Э.Я., Куценогий К.П., Чанкина О.В. и др. Микроэлементы и некоторые параметры здоровья человека // *Бюлл. СО РАМН.* – 2006. – № 4, (122). – С. 116–120.

Moiseev A.J. **Influence of ecological and geochemical factors on mineral balance of organism.** The analysis of modern data about affecting of ecological and geochemical factors on mineral homeostasis is conducted, possibilities of his orrection and prospects of further researches in this area are considered.

Моїсєєв А.Ю. **Вплив екологічних і геохімічних чинників на мінеральний баланс організму.** Наведено результати аналізування сучасних відомостей про екологічні та геохімічні чинники на мінеральний гомеостаз, розглянуто можливості його корекції і перспективи подальших досліджень у цій сфері.