

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

## ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ г. МАГАДАНА

А.Л. Горбачев

Северо-Восточный государственный университет,  
ул. Портовая, д. 13, 685000, Магаданская область, г. Магадан, Россия

**РЕЗЮМЕ.** Исследован минеральный состав питьевой воды центрального водоснабжения и родников в окрестностях г. Магадана. Проведен сравнительный анализ минерального состава питьевой воды с содержанием некоторых микроэлементов в организме жителей. Основное внимание уделено содержанию кальция, магния, железа и кремния.

По химическому составу водопроводная и родниковая вода сопоставимы. Все исследованные воды являются слабоминерализованными (ультрапресными) и очень мягкими; они отличаются запредельно низким содержанием основных жизненно важных элементов, и прежде всего, солей кальция и магния. К региональным характеристикам воды следует отнести очень низкую концентрацию кремния.

Источники питьевой воды в г. Магадане не сбалансированы по минеральному составу, что может быть основой патологических процессов. К возможным нарушениям здоровья следует отнести заболевания сердечно-сосудистой системы (дефицит магния), проблемы кожи и костной системы, остеопороз (дефицит кальция, кремния), сидерозы, иммунорезистентность (избыток железа).

Обсуждается возможность минерального исправления ультрапресной питьевой воды, доведения ее до физиологически полноценной.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** питьевая вода, минеральный состав, элементный статус жителей, профилактика заболеваний.

### ВВЕДЕНИЕ

В последние годы продолжает активно изучаться влияние качества среды обитания на проявление экологического-зависимых заболеваний, которые можно отнести к разряду болезней цивилизации. В этой связи во многих странах мира, в том числе и в России, осуществляются масштабные программы по биогеохимическому исследованию территорий и созданию банка данных по содержанию химических элементов в различных средах, включая ткани человека (Элементный статус..., 2014; Скальный, 2018).

В г. Магадане биогеохимические исследования начаты в середине 1990-х гг. Был изучен минеральный состав объектов внешней среды (вода, продукты питания) и биосубстратов (кровь, волосы) жителей Магаданской области и отдельных территорий Якутии (Горбачев и др., 2000). На сегодняшний день элементный статус жителей Магаданского региона, основанный на спектральном анализе волос, достаточно хорошо

изучен с учетом половых, возрастных, демографических, этнических и сезонных особенностей (Горбачев и др., 2003; Элементный статус..., 2014; Горбачев, Луговая, 2015). Микроэлементный профиль организма жителей отвечает экологически благополучной среде с использованием слабоминерализованной питьевой воды. Токсичные элементы (ртуть, кадмий, свинец и др.) в волосах жителей находятся на нижнем уровне референтных значений, а показатели основных жизненно важных элементов (кальций, магний, кобальт, селен, цинк и др.) соответствуют дефицитным значениям.

Известно, что содержание минералов в организме человека является производным от химического состава окружающей среды, из чего следует, что основным источником минералов для человека является водно-пищевой рацион (Горбачев, 2006; Корчин и др., 2018). Учитывая социальную миграцию пищевых продуктов из разных геохимических территорий, а также ин-

\* Адрес для переписки:  
Горбачев Анатолий Леонидович  
E-mail: gor000@mail.ru

дивидуальное диетическое предпочтение определенных продуктов, следует признать, что стабильным базовым источником минералов для человека могут быть только региональные источники питьевой воды.

Химический состав природной воды является уникальным для конкретной местности, и ее минеральная композиция – определяющий фактор поддержания микроэлементного статуса организма. Питьевая вода является незаменимым источником эссенциальных макроэлементов, присутствующих в ней в виде двухвалентных ионов, биологически доступных и легко всасываемых. Это справедливо, прежде всего, в отношении кальция, магния, железа и некоторых других химических элементов при их достаточных концентрациях в питьевой воде. Для некоторых элементов (железо, марганец, фтор) питьевая вода может быть основным источником их поступления в организм.

Природные воды Магаданской области по химическому составу являются гидрокарбонатно-кальциевыми, по степени минерализации их классифицируют как ультрапресные ( $0,5 \text{ г/дм}^3$ ); по жесткости – как очень мягкие (до  $1,5 \text{ мг-экв/дм}^3$ ) (Зуев, Сережников, 1998).

Согласно гигиеническим требованиям к питьевой воде, она должна соответствовать эпидемиологической безопасности, оптимальному химическому составу, благоприятности в органолептическом отношении. Также питьевая вода должна быть физиологически полноценна, что, кроме общих показателей (минерализация, жесткость, кислотность), предполагает сбалансированность воды по минеральному составу (Якубова и др., 2015).

Ц е л ь р а б о т ы – исследование химического состава питьевой воды и его влияния на элементный профиль и здоровье жителей г. Магадана.

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

На базе испытательной лаборатории Центра биотической медицины (г. Москва) проанализирован химический состав питьевой воды из централизованной сети г. Магадана (поверхностные воды), а также воды из природных источников в окрестностях города (три родника). В воде методами атомно-эмиссионной спектрометрии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии (МС-ИСП) с индуктивно связанной плазмой определено содержание 25 макро- и микроэлементов: алюминий (Al), бор (B), бериллий (Be), ванадий (V), железо (Fe),

йод (I), калий (K), кадмий (Cd), кальций (Ca), кобальт (Co), кремний (Si), литий (Li), магний (Mg), марганец (Mn), медь (Cu), мышьяк (As), натрий (Na), никель (Ni), олово (Sn), ртуть (Hg), свинец (Pb), селен (Se), фосфор (P), хром (Cr), цинк (Zn).

Анализ проведен в зимний (январь) и летний (июнь) периоды. Для забора воды из централизованной сети ее сливали из кранов в течение десяти минут. С момента взятия проб воды до начала химического анализа вода хранилась в пластмассовых контейнерах при температуре  $+3...+5^\circ\text{C}$ .

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Жители г. Магадана получают питьевую воду из двух искусственных водохранилищ, расположенных каскадом на р. Каменушке. Верхнее водохранилище используется для холодного водоснабжения, нижнее – для горячего. Водоочистные сооружения на водохранилище отсутствуют, проводится только обеззараживание воды с использованием гипохлорита натрия.

По нашим данным, химические составы водопроводной воды г. Магадана и родниковой воды окрестностей города сопоставимы. Водородный показатель родниковой воды составил  $6,42-6,50$ ; рН воды из централизованной сети был равен  $6,79-7,03$ .

Особенностью воды из централизованной сети является повышенное содержание в ней некоторых элементов (железо, марганец, цинк). Превышения марганца и цинка в водопроводной воде, относительно родниковой, составили 1–2 порядка, но не превышали ПДК этих элементов, установленных для питьевой воды. Однако содержание железа ( $0,27\pm 0,005 \text{ мг/л}$ ) находилось на пределе ПДК ( $0,3 \text{ мг/л}$ ), что не только ухудшает органолептические свойства питьевой воды, но и способно негативно воздействовать на организм человека.

В качестве других различий отметим более высокий уровень селена во всех пробах родниковой воды (не превышающий ПДК для питьевой воды), где его концентрация ( $0,002\pm 0,0007 \text{ мкг/г}$ ) на порядок выше, чем в воде централизованной сети ( $< 0,000195 \text{ мкг/г}$ ). Поскольку селен обладает многоплановыми эссенциальными свойствами, его более высокое содержание в родниковой воде повышает ее физиологические свойства.

Достоверных отличий между концентрациями элементов в зимний и летний периоды не выявлено. В зимнее время во всех источниках

(централизованное водоснабжение, родники) отмечена тенденция к повышению уровня кальция и марганца.

Анализ элементного состава питьевой воды свидетельствует о ее физиологической неполноценности. Прежде всего, это касается содержания кальция и магния. В соответствии с проведенным химическим анализом проб воды показатели элементов (медиана и центильные интервалы) составили для кальция 4,52 (2,95–5,30) мкг/г, для магния – 0,83(0,75–1,16) мкг/г.

По рекомендации ВОЗ, содержание в питьевой воде кальция должно составлять 20–80 мг/л, магния – 10–30 мг/л. Нормативы физиологической полноценности воды для кальция – 25–130 мг/л (СанПин 2.1.4.1116-02.). Стандарт содержания магния в питьевой воде по России равен 20 мг/л.

Следовательно, нижний уровень кальция в питьевой воде должен быть 20–25 мг/л, магния – 10 мг/л. Согласно нашим данным, показатели этих элементов на порядок ниже гигиенических (физиологических) требований, они свидетельствуют о недостатке кальция и магния в централизованной водопроводной сети и в природных водах. По жесткости установленные показатели соответствуют степени «очень мягкой воды» (до 1,5 ммоль/л), что подтверждают вышеприведенные сведения по содержанию кальция и магния.

Ультрапресная, очень мягкая и физиологически несбалансированная по минеральному составу вода г. Магадана может нарушать обменные процессы и инициировать патологические изменения в организме.

Известно, что кальций, участвует в нервной проводимости, мышечных сокращениях, системе свертывания крови, формировании костной ткани. Магний регулирует нервно-мышечную проводимость, оказывает антистрессовый эффект, обеспечивает гормональные эффекты (инсулин, тестостерон).

Постоянное использование в питьевых целях мягкой воды способствует развитию заболеваний сердечно-сосудистой системы, почек, желудочно-кишечного тракта. Употребление мягкой воды у беременных приводит к анемии, гипертонии, отекам; у детей отмечается отставание физического развития. В регионах с мягкой водой уровень заболеваемости гипертонической болезнью на 25–30% выше по сравнению с другими регионами (Горбачев, 2006; Горбачев и др., 2007). Согласно материалам ВОЗ, существует обратная связь между содержанием в питьевой

воде солей кальция, магния и распространенностью артериальной гипертензии, острыми нарушениями мозгового кровообращения. В ряде исследований показаны различия в заболеваемости органов кровообращения и смертности, зависящие от жесткости региональной питьевой воды: низкая концентрация в воде определяющих этот показатель ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  коррелировала с повышением заболеваемости и смертности (Серпов и др., 2005; Кириллова и др., 2006).

Ведущее значение в развитии артериальной гипертензии придается магнию: именно его дефицит рассматривается в качестве первичного звена патогенеза. Широкая распространенность артериальной гипертензии в северных регионах, помимо других известных причин, связана с недостаточной минерализацией питьевой воды и ее низкой жесткостью (Горбачев, 2006; Горбачев и др., 2007). Кроме гипертензии дефицит магния проявляется другими симптомами и синдромами: нарушением сердечного ритма, инсулинорезистентностью, метаболическим синдромом, нарушением сна, синдромом хронической усталости, венозной тромбозомболией и др. (Шилов, 2013).

Базовым условием обмена кальция и сопутствующих ионов представляется их достаточное содержание в пище и воде (Корчин и др., 2018). При недостатке кальция могут наблюдаться мышечные судороги, декальцинация скелета, нарушение процессов роста, деформация позвонков, деформирующий остеоартроз, снижение свертываемости крови.

Недостаток в питьевой воде остеогенных элементов (кальций, фосфор, кремний), участвующих в процессе формирования костной ткани – основа задержки роста и патологии костной системы. Считается, что пищевой дефицит остеогенных элементов характерен в основном в отношении кальция (Лукьянчиков, 2012). Длительный дефицит кальция и пищевого витамина D может явиться причиной остеопороза – заболевания, имеющего системный прогрессирующий характер, основным симптомом которого является снижение плотности костной ткани и нарушение ее структуры. Проблема остеопороза в последние годы стала чрезвычайно актуальной вследствие значительного увеличения этой патологии в популяции людей пожилого возраста. По данным ВОЗ, в общем рейтинге медико-социальных проблем современности остеопороз занимает ведущее место, что обусловлено его осложнениями – переломами, которые негативно влияют не только

на качество, но и на продолжительность жизни, приводя к инвалидности или даже к внезапной смерти (Лесняк, 2017).

Избыток в питьевой воде железа и марганца, как правило, характерен для подземных вод (Пределно допустимая концентрация железа в питьевой воде из артезианских скважин выше поверхностных вод, и варьирует от 0,5 до 20 мг/л). Как было отмечено, в воде централизованной сети г. Магадана выявлено повышенное содержание железа (уровень ПДК). Это, по-видимому, окислы железа, наличие которых носит техногенный характер, связанный с изношенностью (коррозией) водоносных коммуникаций. Несмотря на то, что лимитирующий показатель вредности железа, с учетом которого установлена его ПДК в питьевой воде (0,3 мг/л), – это органолептический показатель, повышенное содержание железа в водопроводной сети (0,27 мг/л) увеличивает риск нарушений здоровья жителей г. Магадана.

Избыточное поступление железа в организм способствует развитию инфекций, возникновению эндокринных и, возможно, нейродегенеративных расстройств, приводит к его отложению в тканях и развитию сидерозов, которые часто трансформируются в рак печени, поджелудочной железы. Избыток железа также проявляет свойства иммунодепрессанта – снижает иммунорезистентность и усиливает общую заболеваемость. Повышенный уровень железа является основанием для онкологической настороженности: избыточное поступление железа в организм усиливает пролиферацию опухолевых клеток (Поляк-Блажи, 2002). Таким образом, в условиях г. Магадана избыток железа в питьевой воде является постоянно действующим экологическим фактором, оказывающим негативное воздействие на физиологические процессы.

Одним из спорных параметров элементного статуса жителей г. Магадана является повышенное содержание в волосах кремния. Высокие показатели кремния, установленные у 25–40% обследованных, многократно подтверждались у представителей различных половозрастных и этнодемографических групп (Горбачев, 2003; Бульбан, 2009; Луговая и др., 2012; Горбачев, Луговая, 2015; Луговая, Степанова, 2016). Этот факт послужил основанием считать территорию Магаданской области биогеохимической провинцией с избытком в окружающей среде кремния.

Избыточное поступление кремния в организм может приводить к отложению его солей в

легких, мочевыводящих путях, суставах и других органах. В результате увеличивается риск формирования суставных заболеваний (артрозы), остеопороза, поражения верхних дыхательных путей, а также ломкости и выпадения волос. Одной из известных форм проявления кремниевого гиперэлементоза является хронический нефрит и эндемический уролитиаз – силикатные почечные камни, мочекаменная болезнь (Сапожников, Гордова, 2012).

Кремний – один из самых распространенных в земной коре химических элементов, и его соединения в широких вариациях присутствуют в пресных подземных и поверхностных источниках термальных и холодных вод. Таежно-лесная зона, составляющая основную часть северных территорий, представлена подзолистыми почвами с большим содержанием кремниевой кислоты. Соединения кремния мигрируют из почвы в поверхностные воды, создавая высокие концентрации указанного элемента.

Низкая минерализация природных вод, свойственная северной природе, увеличивает относительный удельный вес солей кремния в общем минеральном балансе воды, что, по-видимому, и приводит к его аккумуляции в организме (Бульбан, 2009). Исходя из этого, было высказано предположение, что источником повышенного содержания кремния в организме жителей г. Магадана является питьевая вода, которое базировалось на данных об избытке растворимых солей кремниевой кислоты (силикатов) в природных водах Примагаданья (Зуев, Сережников, 1998).

Ранее проведенные химические исследования питьевой воды г. Магадана (Луговая и др., 2012; Луговая, Степанова, 2016) и полученные нами данные избытка кремния не выявили. Результаты показали, что содержание кремния во всех исследованных пробах родниковой и водопроводной воды варьировало в интервале 0,77–0,95 мкг/г. Таким образом, 1 л магаданской воды содержит примерно 1 мг кремния, что соответствует его минимальной концентрации в природных водах: содержание кремния в речной воде колеблется обычно от 1 до 20 мг/л; в подземных водах его концентрация возрастает от 20 до 30 мг/л.

В зарубежной практике обеспечения благоприятных условий водопользования присутствие кремния в питьевой воде опасений не вызывает. Содержание кремния в питьевой воде не регламентируется ни в Руководстве ВОЗ по качеству питьевой воды, ни в Директиве ЕС, ни в нацио-

нальных нормативных документах разных стран мира (США, Канады, Японии, Китая и др.) (Jugdaohsingh, 2007; Рахманин и др., 2014). Элемент нормируется только в Австралии и в Российской Федерации (!). При этом в России в отношении гигиенического нормирования кремния существуют две противоположные точки зрения. Первая заключается в том, что ПДК кремния в воде должна быть ужесточена; вторая – ПДК кремния в питьевой воде необходимо аннулировать (Алексеев и др., 2011; Рахманин и др., 2014).

В соответствии с действующими в России санитарными правилами и нормами (СанПин), допустимая концентрация кремния в питьевой воде должна составлять 10 мг на 1 л. Согласно Г.Н. Метельской и соавт. (1987), существующий норматив кремния в питьевой воде вполне надежен (Метельская и др., 1987). Он может быть даже увеличен до 12,5 мг/л в воде с жесткостью от 2,5 до 7 мг-экв/л, и до 25 мг/л в воде с жесткостью не более 2,5 мг-экв/л. Указанные рекомендации (10,0–12,5 мг/л), очевидно, исключают избыток кремния в магаданской воде. Более того, при суточном потреблении человеком 1–3 л питьевой воды, поступление кремния в организм жителей Магадана составит только 1–3 мг.

По данным литературы, потребность организма человека в кремнии колеблется в пределах от 9–14 до 20–30 мг/сут; оптимальная интенсивность поступления составляет 50–100 мг/день (Скальный и др., 2019; Киричук и др., 2020). Среднее поступление кремния с пищей и водой для жителей Европы и Северной Америки равно 20–50 мг/сут (Jugdaohsingh, 2013). Согласно методическим рекомендациям Федерального центра гигиены и эпидемиологии (2009), уровень потребления кремния для взрослых жителей должен составлять 30 мг в сут (относительно 2004 г. нормативы кремния увеличены в шесть раз!) (Кириллова и др., 2006). Около 20% из общего количества кремния, поступившего в организм с пищей и водой, приходится на долю питьевой воды и напитков (в том числе пива, содержащего в среднем 20–25 мг/л кремния). При поступлении кремния в количестве 5 мг/сут и менее могут развиваться дефицитные состояния (Скальный и др., 2019).

Следовательно, если исходить из того, что питьевая вода является основным источником кремния, следует признать, что жители г. Магадана могут испытывать дефицит этого элемента. Однако важно учитывать поступление в орга-

низм кремния с продуктами питания (овсяные крупы, ячмень, бобовые и др.), что в определенной степени компенсирует его нехватку в питьевой воде, но дефицитные состояния кремния без использования биодобавок – неизбежны.

Несмотря на то, что кремний – микроэлемент, по распространенности уступающий только железу и цинку, его биологическая роль, функциональное значение, детали метаболизма до сих пор остаются неясными. До настоящего времени не решен вопрос о том, следует ли вообще относить кремний к эссенциальным элементам. По одной из классификаций, он является условно эссенциальным (Скальный и др., 2019). Кремний не относится к токсичным элементам, и считается, что в физиологическом плане он является условно «нейтральным». Но этот тезис спорный, так как участие кремния показано во многих процессах метаболизма: он необходим для процессов минерализации костной ткани, синтеза коллагена, оказывает положительное действие на состояние кожи, волос и ногтей, способствует предупреждению атеросклероза и болезни Альцгеймера (Рахманин и др., 2017). С возрастом содержание кремния в коже и в кожных придатках уменьшается, что служит причиной увядания кожи, появления старческих морщин.

Несмотря на то, что зарубежные исследователи не усматривают в биологическом действии кремния эссенциальных свойств, они подчеркивают его важную роль в остеогенезе, процессах роста и поддержании здорового состояния костей и всей соединительной ткани. Поэтому считается, что кремний – действительно эссенциальный элемент, по крайней мере, для костной ткани (Jugdaohsingh, 2013; Price et al., 2013).

Таким образом, анализ показал, что ультрапресные источники питьевой воды г. Магадана содержат минимальные концентрации кремния, что может приводить к его дефициту в организме жителей.

В условиях благоприятной экологической среды несоответствие низкого содержания кремния в питьевой воде и его избыток в волосах жителей г. Магадана следует считать следствием перераспределения элемента в организме и его последующей аккумуляцией в волосах.

Основными проявлениями дефицита кремния могут быть следующие симптомы:

- истончение, ломкость, выпадение волос;
- отставание в росте ребенка или повышенная хрупкость костной ткани;

остеопороз, склонность к переломам;  
слабость соединительной ткани (bronхолегочная система, связки, хрящи), дефицит кремния ассоциируется с туберкулезом легких;

наклонность к воспалительным заболеваниям желудка и кишечника;

холестеринемия, раннее развитие атеросклероза.

Ухудшение работы иммунной системы – причина не только повышения заболеваемости, но и развития аллергических реакций: крапивницы, поллинозов или дерматита.

При нехватке кремния, его место в стенке кровеносных сосудов занимает кальций, сосуды теряют эластичность, в результате чего развиваются атеросклероз, заболевания сердечно-сосудистой системы, варикоз и др.

Для компенсации нехватки кремния и профилактики нарушения обменных процессов рекомендуется использовать содержащие кремний биодобавки, например фитопрепараты. В условиях Магаданской области (и не только) это могут быть морские водоросли (ламинария), хвощи и др.

## ВЫВОДЫ

Известно, что для исправления слабоминерализованной питьевой воды, доведения ее до физиологически полноценной и профилактики некоторых заболеваний практикуют обогащение воды определенными минералами (йод, селен, фтор и др.). В условиях г. Магадана этот подход можно было бы рекомендовать в отношении кальция и магния, что повысит жесткость «очень мягкой воды» и восполнит дефицит кальция и магния. Однако существует малоизученный фе-

номен, который заключается в том, что при искусственном повышении жесткости питьевой воды происходит аккумуляция в организме некоторых элементов, в том числе токсичных металлов (кадмий, медь, никель, железо, цинк, алюминий, марганец барий, стронций). Использование питьевой воды, обогащенной кальцием и магнием, жителями экологически загрязненных территорий Севера создает угрозу накопления в организме токсичных металлов (Серпов и др., 2005; Храмов и др., 2019).

Поэтому ультрапресную воду в г. Магадане можно обогащать некоторыми микроэлементами, в частности, селеном, йодом, цинком, кобальтом, кремнием, но следует воздержаться от премиксов, содержащих кальций и магний. Дефицит этих элементов в организме жителей нужно корректировать с помощью продуктов питания и соответствующих БАДов.

Несмотря на то, что слабоминерализованная питьевая вода приводит к различным нарушениям обмена и патологическим состояниям (заболевания опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой системы и др.), она парадоксальным образом может оказывать оздоровляющее и омолаживающее (геропротекторное) действие. В этой связи отметим, что для продления здоровой жизни геронтологи рекомендуют употреблять «чистую питьевую воду, практически не содержащую каких-либо солей» (Гладышев, 2008). Это согласуется с феноменом долгожительства в горных и некоторых северных районах России (Кавказ, Алтай, Якутия), где население для питья использует слабоминерализованную (ультрапресную) воду.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев В.С., Болдырев К.А., Тесля В.Г. О необходимости пересмотра нормативного содержания кремния в питьевой воде. Водоснабжение и санитарная техника. 2011; 5: 56–60.
- Бульбан А.П. Оценка влияния биогеохимического окружения на элементный статус жителей Магаданской области. Микроэлементы в медицине. 2009; 10(1–2): 53–56.
- Гладышев Г.П. О механизме влияния продуктов питания на продолжительность здоровой жизни. Успехи геронтологии. 2008; 21(1): 34–36.
- Горбачев А.Л. Элементный статус населения в связи с химическим составом питьевой воды. Микроэлементы в медицине. 2006; 7(2): 11–24.
- Горбачев А.Л., Добродеева Л.К., Теддер Ю.Р., Шацова Е.Н. Биогеохимическая характеристика северных регионов. Экология человека. 2007; 1: 4–11.
- Горбачев А.Л., Ефимова А.В., Луговая Е.А., Бульбан А.П. Особенности элементного статуса жителей различных природно-географических территорий Магаданского региона. Экология человека. 2003; 6: 12–16.
- Горбачев А.Л., Луговая Е.А. Элементный профиль организма аборигенных жителей Северо-Востока России. Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2015; 1: 86–94.
- Горбачев А.Л., Шуберт Э.Е., Ефимова А.В. Уровень микроэлементов в организме человека в различных природно-антропогенных условиях Северо-Востока России. Колыма. 2000; 1: 47–52.
- Зуев И.А., Сержников А.И. Химический состав и экологические свойства почвенно-грунтовых вод Примагаданья. Колыма. 1998; 3: 2–8.

Кириллова А.В., Доршакова Н.В., Дуданов И.П. 2006. К вопросу о патогенезе гипертонической болезни и ишемической болезни сердца при дефиците потребления кальция и магния в условиях Севера. *Экология человека*. 2006; 1: 3–8.

Киричук А.А., Горбачев А.Л., Тармаева И.Ю. Биоэлементология как интегративное направление науки о жизни: монография. Под ред. А.В.Скального. М.: РУДН, 2020. 110 с.

Корчин В.И., Миняйло Л.А., Корчина Т.Я. Содержание химических элементов в водопроводной питьевой воде с различным уровнем очистки (на примере городов Ханты-Мансийского автономного округа). *Журнал медико-биологических исследований*. 2018; 6(2): 188–197.

Лесняк О.М. Актуальные вопросы диагностики и лечения остеопороза у мужчин в амбулаторной практике. *Российский семейный врач*. 2017; 21(1): 39–44.

Луговая Е.А., Горбачев А.Л., Атласова Е.М. Химический состав питьевой воды г. Магадана и здоровье населения. *Научный медицинский вестник Югры*. 2012; 1–2 (1–2): 201–203.

Луговая Е.А., Степанова Е.М. Особенности состава питьевой воды Магадана и здоровья населения. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(3): 241–246.

Лукуянчиков В.С. Кальций: физиология. Онтогенетический и клинический аспект. *Новые исследования*. 2012; 2(31): 5–13.

Метельская Г.Н., Новиков Ю.В., Плитман С.И., Ласточкина К.О., Хвастунов Р.М., Зайцева Е.П. О нормировании кремния в питьевой воде. *Гигиена и санитария*. 1987; 66(8): 19–21.

Поляк-Блажи М. Роль железа в канцерогенезе, антиканцерогенный эффект соединений железа. Часть I. Связь железа с канцерогенезом. *Микроэлементы в медицине*. 2002; 3(1): 20–28.

Рахманин Ю.А., Егорова Н.А., Красовский Г.Н., Михайлова Р.И., Алексеева А.В. Кремний, его биологическое действие при энтеральном поступлении в организм и гигиеническое нормирование в питьевой воде. *Обзор литературы. Гигиена и санитария*. 2017; 96(5): 492–498.

Рахманин Ю.А., Красовский Г.Н., Егорова Н.А., Михайлова Р.И. 100 лет законодательного регулирования качества воды. *Ретроспектива, современное состояние, перспективы. Гигиена и санитария*. 2014; 93(2): 5–18.

Сапожников, С.П., Гордова В.С. Роль соединений кремния в развитии аутоиммунных процессов (обзор). *Микроэлементы в медицине*. 2013; 14(3): 3–13.

Серпов В.Ю., Горшков Э.С., Иванов В.В., Храмов А.В. К вопросу о чувствительности артериальной системы к влиянию космофизических факторов в районах с различной жесткостью питьевой воды. *Экология человека*. 2005; 11: 25–27.

Скальный А.В. Оценка и коррекция элементного статуса населения – перспективное направление отечественного здравоохранения и экологического мониторинга. *Микроэлементы в медицине*. 2018; 19(2): 5–13.

Скальный А.В., Грабелкис А.Р., Скальная М.Г., Тармаева И.Ю., Киричук А.А. Химические элементы в гигиене и медицине окружающей среды: монография. Под ред. В.Н. Ракитского, Ю.А. Рахманина. М.: РУДН, 2019. 339 с.

Храмов А.В., Контрош Л.В., Панкратова М.Ю., Веженкова И.В. Влияние химического состава питьевой воды на уровень накопления токсичных металлов в организме человека. *Экология человека*. 2019; 6: 11–16.

Шилов А. М. Роль дефицита магния в сердечно-сосудистом континууме. *Лечебное дело*. 2013; 4: 73–82.

Элементный статус населения России. В 5 томах. Под ред. А.В. Скального, М.Ф. Киселева. СПб: Медкнига «ЭЛБИ-СПб», 2010–2014

Якубова И.Ш., Мельцер А.В., Ерастова Н.В., Базилевская Е.М. Гигиеническая оценка обеспечения населения Санкт-Петербурга безопасной, безвредной и физиологически полноценной питьевой водой. *Гигиена и санитария*. 2015; 94(4): 21–25.

Jugdaohsingh J. Silicon and bone health. *J. Nutr. Health Aging*. 2007; 11(2): 99–110.

Price C.T., Koval K.J., Langford J.R. Silicon: A Review of Its Potential Role in the Prevention and Treatment of Postmenopausal Osteoporosis. *Int. J. Endocrinol*. 2013; 2013: 316783. doi: 10.1155/2013/316783.

## SOME INDICATORS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF DRINKING WATER AND THEIR IMPACT ON THE HEALTH OF THE POPULATION OF MAGADAN

A.L. Gorbachev

North-Eastern State University,  
Portovaya str. 13, 685000, Magadan, Russia

**ABSTRACT.** The mineral composition of drinking water from central water supply and springs in the vicinity of Magadan has been investigated. Their comparative analysis with the content of some microelements in the organism of the inhabitants is carried out. The focus is on the content of calcium, magnesium, iron and silicon. In terms of chemical composition, tap and spring water are comparable. All investigated waters are low-mineralized (ultra-fresh) and very soft; they are distinguished by an extremely low content of basic vital elements, and above all calcium and magnesium salts. The regional characteristics of water include a very low concentration of silicon. The sources of drinking water in Magadan are not balanced in terms of mineral composition, which may be the basis of pathological processes. Possible health problems include diseases of the cardiovascular system (magnesium deficiency), skin and skeletal problems,

osteoporosis (calcium, silicon deficiency), siderosis, immunoresistance (excess iron). The possibility of mineral correction of ultra-fresh drinking water, bringing it to physiologically full value, is discussed.

**KEYWORDS:** drinking water, mineral composition, elemental status of residents, disease prevention.

## REFERENCES

- Alekseev V.S., Boldyrev K.A., Teslja V.G. O neobходимosti peresmotra normativnogo sodержaniya kremnija v pit'evoj vode. *Vodopriobrazovanie i sanitarnaja tehnika*. 2011; 5: 56–60. (In Russ.).
- Bul'ban A.P. Ocenka vlijaniya biogeohimicheskogo okruženija na jelementnyj status zhitelej Magadanskoj oblasti. *Mikrojelementy v medicine*. 2009; 10(1-2): 53–56. (In Russ.).
- Gladyshev G.P. O mehanizme vlijaniya produktov pitaniya na prodolzhitel'nost' zdorovoj zhizni. *Uspehi gerontologii*. 2008; 21(1): 34–36. (In Russ.).
- Gorbachev A.L. Jelementnyj status naselenija v svjazi s himicheskim sostavom pit'evoj vody. *Mikrojelementy v medicine*. 2006; 7(2): 11–24. (In Russ.).
- Gorbachev A.L., Dobrodeeva L.K., Tedder Ju.R., Shacova E.N. Biogeohimicheskaja karakteristika severnyh regionov. *Jekologija cheloveka*. 2007; 1: 4–11. (In Russ.).
- Gorbachev A.L., Efimova A.V., Lugovaja E.A., Bul'ban A.P. Osobennosti jelementnogo statusa zhitelej razlichnyh prirodno-geograficheskij territorij Magadanskogo regiona. *Jekologija cheloveka*. 2003; 6: 12–16. (In Russ.).
- Gorbachev A.L., Lugovaja E.A. Jelementnyj profil' organizma aborigennyh zhitelej Severo-Vostoka Rossii. *Vestnik SVNC DVO RAN*. 2015; 1: 86–94. (In Russ.).
- Gorbachev A.L., Shubert Je.E., Efimova A.V. Uroven' mikrojelementov v organizme cheloveka v razlichnyh prirodno-antropogennyh uslovijah Severo-Vostoka Rossii. *Kolyma*. 2000; 1: 47–52. (In Russ.).
- Zuev I.A., Serezhnikov A.I. Himicheskij sostav i jekologicheskie svojstva pochvenno-gruntovyh vod Primagadan'ja. *Kolyma*. 1998; 3: 2–8. (In Russ.).
- Kirilova A.V., Dorshakova N.V., Dudanov I.P. 2006. K voprosu o patogeneze gipertonicheskoj bolezni i ishemicheskoj bolezni serdca pri deficite potreblenija kal'cija i magnija v uslovijah Severa. *Jekologija cheloveka*. 2006; 1: 3–8. (In Russ.).
- Kirichuk A.A., Gorbachev A.L., Tarmaeva I.Ju. Biojelementologija kak integrativnoe napravlenie nauki o zhizni: monografija. Pod red. A.V. Skalnogo. M.: RUDN, 2020. 110 s. (In Russ.).
- Korchin V.I., Minjajlo L.A., Korchina T.Ja. Soderzhanie himicheskij jelementov v vodoprovodnoj pit'evoj vode s razlichnym urovnem ochistki (na primere gorodov Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga). *Zhurnal mediko-biologicheskijh issledovanij*. 2018; 6(2): 188–197. (In Russ.).
- Lesnjak O.M. Aktual'nye voprosy diagnostiki i lechenija osteoporoza u mužhčin v ambulatornoj praktike. *Rossijskij semejnyj vrach*. 2017; 21(1): 39–44. (In Russ.).
- Lugovaja E.A., Gorbachev A.L., Atlasova E.M. Himicheskij sostav pit'evoj vody g. Magadana i zdorov'e naselenija. *Nauchnyj medicinskij vestnik Jugry*. 2012; 1–2 (1–2): 201–203. (In Russ.).
- Lugovaja E.A., Stepanova E.M. Osobennosti sostava pit'evoj vody Magadana i zdorov'ja naselenija. *Gigiena i sanitarija*. 2016; 95(3): 241–246. (In Russ.).
- Luk'janchikov V.S. Kal'cij: fiziologija. Ontogeneticheskij i klinicheskij aspekt. *Novye issledovanija*. 2012; 2(31): 5–13. (In Russ.).
- Metel'skaja G.N., Novikov Ju.V., Plitman S.I., Lastochkina K.O., Hvastunov R.M., Zajceva E.P. O normirovanii kremnija v pit'evoj vode. *Gigiena i sanitarija*. 1987; 66(8): 19–21. (In Russ.).
- Poljak-Blazhi M. Rol' zheleza v kancerogeneze, antikancerogennyj jeffekt soedinenij zheleza. Chast' I. Svjaz' zheleza s kancerogenezo. *Mikrojelementy v medicine*. 2002; 3(1): 20–28. (In Russ.).
- Rahmanin Ju.A., Egorova N.A., Krasovskij G.N., Mihajlova R.I., Alekseeva A.V. Kremnij, ego biologicheskoe dejstvie pri jenteral'nom postuplenii v organizm i higienicheskoe normirovanie v pit'evoj vode. *Obzor literatury. Gigiena i sanitarija*. 2017; 96(5): 492–498. (In Russ.).
- Rahmanin Ju.A., Krasovskij G.N., Egorova N.A., Mihajlova R.I. 100 let zakonodatel'nogo regulirovanija kachestva vody. *Retropektiva, sovremennoe sostojanie, perspektivy. Gigiena i sanitarija*. 2014; 93(2): 5–18. (In Russ.).
- Sapozhnikov, S.P., Gordova V.S. Rol' soedinenij kremnija v razvitii autoimmunnyh processov (obzor). *Mikrojelementy v medicine*. 2013; 14(3): 3–13. (In Russ.).
- Serpov V.Ju., Gorshkov Je.S., Ivanov V.V., Hramov A.V. K voprosu o chuvstvitel'nosti arterial'noj sistemy k vlijaniju kosmofizicheskijh faktorov v rajonah s razlichnoj zhestkost'ju pit'evoj vody. *Jekologija cheloveka*. 2005; 11: 25–27. (In Russ.).
- Skalny A.V. Ocenka i korekcija jelementnogo statusa naselenija – perspektivnoe napravlenie otechestvennogo zdorvoohranenija i jekologicheskogo monitoringa. *Mikrojelementy v medicine*. 2018; 19(2): 5–13. (In Russ.).
- Skalny A.V., Grabeklis A.R., Skal'naja M.G., Tarmaeva I.Ju., Kirichuk A.A. Himicheskije jelementy v gigiene i medicine okruzhajushhej sredy: monografija. Pod red. V.N. Rakitskogo, Ju.A. Rahmanina. M.: RUDN, 2019. 339 s. (In Russ.).
- Hramov A.V., Kontrosh L.V., Pankratova M.Ju., Vezhenkova I.V. Vlijanie himicheskogo sostava pit'evoj vody na uroven' nakoplenija toksichnyh metallov v organizme cheloveka. *Jekologija cheloveka*. 2019; 6: 11–16. (In Russ.).
- Shilov A. M. Rol' deficita magnija v serdechno-sosudistom kontinuuume. *Lechebnoe delo*. 2013; 4: 73–82. (In Russ.).
- Jelementnyj status naselenija Rossii. V 5 tomah. Pod red. A.V. Skalny, M.F. Kiselev. SPb: Medkniga «JeLBI-SPb», 2010–2014. (In Russ.).
- Jakubova I.Sh., Mel'cer A.V., Erastova N.V., Bazilevskaja E.M. Gigienicheskaja ocenka obespechenija naselenija Sankt-Peterburga bezopasnoj, bezvrednoj i fiziologicheski polnocennoj pit'evoj vodoj. *Gigiena i sanitarija*. 2015; 94(4): 21–25.
- Jugdaohsingh J. Silicon and bone health. *J. Nutr. Health Aging*. 2007; 11(2): 99–110.
- Price C.T., Koval K.J., Langford J.R. Silicon: A Review of Its Potential Role in the Prevention and Treatment of Postmenopausal Osteoporosis. *Int. J. Endocrinol.* 2013; 2013: 316783. doi: 10.1155/2013/316783.