

УДК 613.31:543.3

РОЛЬ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ

© 2012 г. А. В. Горбунов, С. М. Ляпунов, О. И. Окина,
И. Ф. Серегина

Геологический институт РАН, г. Москва

Организм человека на 70–75 % состоит из воды: обмен веществ, поддержание теплового баланса, вывод токсинов и продуктов распада — все это осуществляет вода. Поскольку вода, которую мы пьем, проникает в каждую клетку нашего организма, ее качество, возможно, важнее, чем качество продуктов питания. Определяющее влияние на микроэлементный состав питьевой воды оказывает уровень локального и регионального геохимического фона. Например, уровень концентрации стронция в воде различных районов Московской области за счет геолого-геохимических факторов может отличаться в 10 раз и более. Другим, не менее значительным фактором влияния на минеральный состав питьевой воды является антропогенный фактор. Применение антигололедных реагентов приводит к попаданию в водные источники солей натрия, калия и кальция. С производственными выбросами в воду могут попадать соли тяжелых и токсичных металлов — железа, хрома, меди, цинка, кадмия, сурьмы, свинца и ртути. Использование в сельском хозяйстве минеральных удобрений и пестицидов может привести к загрязнению водных источников фтором, мышьяком, стронцием, редкоземельными элементами. Удалить эти вещества при существующей схеме очистки на водопроводных станциях удастся далеко не всегда. Кроме того, даже при идеальной схеме очистки воды большое значение имеет состояние и длина распределительных сетей. Все это означает, что на микроэлементный состав питьевой воды оказывает влияние множество весьма разнородных факторов, воздействие которых приводит к значительной изменчивости ее минерального состава.

Возможно, именно поэтому до сих пор нет единого мнения о роли питьевой воды в обеспечении организма человека микроэлементами. В литературных источниках приводятся разные данные — от 2–4 до 20–25 % [2, 7, 10, 11, 19–23]. Вопрос о том, сколько может среднестатистический человек получить минеральных веществ при употреблении питьевой воды, отвечающей всем санитарным нормам, остается открытым. Целью данной работы было определение фактического поступления микроэлементов в организм человека с питьевой водой в трех наиболее типичных регионах европейской части России. Для достижения этой цели в процессе работы решались следующие задачи: анализ микроэлементного состава питьевой воды в этих регионах (непосредственно и по литературным данным); оценка фактического уровня поступления микроэлементов в организм человека при употреблении питьевой воды и сравнение уровня фактического поступления микроэлементов с физиологически необходимым.

Методика проведения исследования

В качестве объектов для исследования были выбраны регионы европейской части России с весьма интенсивной, но различной по

В статье приводятся данные о содержании 22 микроэлементов в питьевой воде города Тулы и Тульской области, городов Москвы и Санкт-Петербурга. Рассчитано поступление микроэлементов в организм человека с питьевой водой в этих регионах. Оценена роль питьевой воды в обеспечении организма человека микроэлементами в каждом из регионов.

Ключевые слова: питьевая вода, микроэлементы, организм человека.

характеру антропогенной нагрузки на окружающую среду и разными (подземными и поверхностными) системами водоснабжения — город Тула и Тульская область, города Москва и Санкт-Петербург. По данным Роспотребнадзора, в Тульской области централизованное питьевое водоснабжение полностью осуществляется из подземных источников, которые с гигиенических позиций являются наиболее надёжными. Поверхностные источники используются только для рекреационных целей. Водоснабжение населения города Тулы и области осуществляется полностью за счет подземных вод Тарусско-Окского, Упинского и Заволжского водоносных горизонтов. Упинский водоносный горизонт в настоящее время практически истощен и не отвечает необходимой потребности в воде. В связи с этим МУП «Тулагорводоканал» вынуждено забирать воду из Заволжского водоносного горизонта, который характеризуется высокой жесткостью и минерализацией. Для тульского региона нами были получены и обобщены данные областного центра Госсанэпиднадзора по питьевой воде города Тулы и 23 районов Тульской области [8, 17].

Москва в настоящее время практически полностью снабжается водой из поверхностных источников, расположенных на территории Московской, Смоленской и Тверской областей. Поверхностные воды поступают в город по двум водохозяйственным системам: Москворецкой и Волжской. В Москворецкую водохозяйственную систему входят: верховья реки Москвы, Можайское водохранилище, река Москва в среднем течении с притоками и гидротехническими сооружениями на них — Рузским, Озернистым, Истринским, Яузским и Вазузским водохранилищами, а также водозаборными сооружениями Западной и Рублёвской водопроводных станций Москвы. Эта система обеспечивает 34 % от общего объёма водоснабжения столицы. Основной объём воды поступает в город из реки Волги через Ивановское водохранилище и канал имени Москвы. Волжская система включает также Пестовское, Учинское и Клязьминское водохранилища, где вода отстаивается и очищается, а также Восточную и Северную водопроводные станции. Мощность названных систем составляет соответственно 51 и 82 м³/сек. Образцы питьевой воды отбирались из существующих распределительных сетей в различных районах города. Всего было разово отобрано и исследовано 36 проб. Данные о качестве воды в реке Москве в районе Рублевской водозаборной станции были взяты из открытых литературных источников [24].

Водоснабжение Санкт-Петербурга в основном осуществляется из реки Невы — более 96 % воды, которая проходит обработку на пяти наиболее крупных водопроводных станциях. Следует отметить, что в части снабжения питьевой водой город находится в особых условиях. С экологической точки зрения Нева не река, а довольно короткий канал, соединяющий Ладожское озеро с Финским заливом. Озеро фактически выполняет роль своеобразного гигантского отстой-

ника, в котором загрязнения в большинстве случаев нейтрализуются. В результате в Санкт-Петербург вода попадает из поверхностных, довольно чистых слоев Ладоги. Нами были отобраны образцы воды на выходе распределительных сетей (непосредственно в квартирах) в различных районах города — всего 11 образцов. В летний период в области был произведен разовый отбор воды из поверхностных источников — колодцев и родников — в районе поселка Шапки на востоке области (7 образцов). Кроме того, были использованы открытые литературные данные по микроэлементному составу воды Невы и качеству питьевой воды на выходе водопроводных станций города [13, 25]. Отбор, консервация и транспортировка образцов воды осуществлялись с соблюдением существующих нормативов [5, 6].

Анализ отобранных образцов воды проводился в лабораториях Геологического института РАН и МГУ им. М. В. Ломоносова с помощью атомно-абсорбционного метода и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP MS). Атомно-абсорбционный анализ осуществлялся с помощью спектрометра КВАНТ-2А (Кортэк, Россия), определялось содержание Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb [15]. Анализ ICP-MS — с помощью масс-спектрометра Agilent 7500c (Япония), определялось содержание Na, Mg, K, Ca, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br, Sr, Mo, Cd, Sb, I, Hg, Pb, U [12, 26].

Результаты и их обсуждение

В настоящее время основным и единственным критерием пригодности питьевой воды является величина предельно допустимой концентрации в ней того или иного компонента (ПДК). В официальных нормативных документах имеются некоторые различия как по величинам ПДК (Zn, As, Mo, Pb), так и по оценке класса опасности элемента (As, Mo), о чем свидетельствуют приведенные в табл. 1 значения ПДК для некоторых микроэлементов в питьевой воде. В дальнейшем при оценке качества воды мы придерживались более жестких значений ПДК.

Данные о содержании микроэлементов в питьевой воде города Тулы и Тульской области (табл. 2) показывают, что высокие значения минеральной компоненты характерны для питьевой воды этого региона. Максимальные концентрации Mn, Fe, As, Sr, Cd, Mo, Pb в ней превышают ПДК в 1,5–10 раз. Средние концентрации Fe, As и Pb также превышают ПДК. Кроме того, средние концентрации Sr, Mo и Cd близки к величинам ПДК. Следует отметить большое значение стандартного отклонения для большинства приводимых элементов, что говорит о неравномерности качества питьевой воды в данном регионе. Центр госсанэпиднадзора в Тульской области признает [8, 17], что необходимый уровень качества питьевой воды в Туле и области не обеспечивается — превышаются нормативы по содержанию Mn, Fe, Sr, Pb, нитратов и сульфатов.

В табл. 3 приведены данные о содержании микроэлементов в воде реки Москвы у водозабора

Таблица 1

Значения ПДК химических элементов в питьевой воде

Элемент	ПДК, мг/л [18]	Класс опасности	ПДК, мг/л [3, 4]	Класс опасности
Na	—	—	200	2
Mg	—	—	50	3
Cr	0,05	3	0,05	2
Mn	0,1	3	0,1	3
Fe	0,3	3	0,3	3
Co	0,1	2	0,1	2
Ni	0,1	3	0,1	3
Cu	1	3	1	3
Zn	5	3	1	3
As	0,05	2	0,01	1
Se	0,01	2	0,01	2
Br	—	—	0,2	2
Sr	7	2	7	2
Mo	0,25	2	0,07	3
Cd	0,001	2	0,001	2
Sb	0,005	2	0,005	2
I	—	—	0,125	2
Hg	0,0005	1	0,0005	1
Pb	0,03	2	0,01	2
U	—	—	0,015	1

Примечание. Прочерк — нет данных.

Таблица 2

Содержание микроэлементов в питьевой воде г. Тулы и Тульской области, мг/л [17, 18]

Элемент	Сред. арифм.	Стандарт. отклон.	Мин.	Макс.
Na	14,8	10,2	4,8	29
Mg	—	—	—	—
K	15,2	6,3	9,3	23
Ca	93	26	56	123
Cr	—	—	—	—
Mn	0,042	0,039	0,002	0,17
Fe	0,74	0,72	0,06	2,57
Co	—	—	—	—
Ni	0,023	0,016	0,001	0,104
Cu	0,035	0,019	0,01	0,08
Zn	0,078	0,072	0,05	0,35
As	0,0147	0,0124	0,0005	0,06
Se	0,0008	0,0005	0,0004	0,0015
Br	—	—	—	—
Sr	5,61	5,14	0,28	14,6
Mo	0,063	0,204	0,003	0,1
Cd	0,0006	0,0012	0,00001	0,005
Sb	<0,0005	—	—	—
I	0,0015	0,001	0,0005	0,0021
Hg	<0,0001	—	—	—
Pb	0,018	0,018	0,0003	0,08
U	—	—	—	—

Рублевской водопроводной станции (РВС) и питьевой воде из распределительных сетей различных районов столицы. Эти данные говорят о том, что в целом концентрация микроэлементов в реке на водозаборе

РВС и водопроводной системе города достаточно близки. В среднем питьевая вода столицы вполне отвечает существующим нормативам. Превышения содержания микроэлементов над уровнем ПДК нигде не наблюдается, за исключением максимального значения концентрации Fe. Этот факт, видимо, объясняется состоянием водопроводной сети.

Таблица 3

Содержание микроэлементов в питьевой воде г. Москвы, мг/л

Элемент	Река Москва РВС [24]	Питьевая вода, n = 36			
		Сред. арифм.	Стандарт. отклон.	Мин.	Макс.
Na	6,1	11,1	4,48	6,1	16,8
Mg	0,7	5,33	5,62	0,13	11,3
K	3,25	6,51	4,74	2,8	15,2
Ca	50,1	51	9,6	44	66
Cr	0,0029	0,0012	0,0012	0,00004	0,0029
Mn	0,03	0,023	0,014	0,003	0,039
Fe	0,15	0,17	0,13	0,05	0,35
Co	0,0006	0,0007	0,0001	0,0006	0,0008
Ni	0,0022	0,0022	0,0011	0,0006	0,003
Cu	0,005	0,0047	0,0024	0,002	0,008
Zn	0,03	0,033	0,011	0,021	0,047
As	0,0012	0,0006	0,0005	0,0001	0,0012
Se	—	0,0004	0,0003	0,0002	0,0009
Br	—	0,022	0,002	0,02	0,025
Sr	0,15	1,61	2,07	0,03	6,2
Mo	—	0,00004	0,00001	0,00003	0,00005
Cd	0,000042	0,00005	0,00005	0,000001	0,00012
Sb	—	<0,0005	—	—	—
I	—	0,0011	0,0002	0,0008	0,0013
Hg	—	<0,0001	—	—	—
Pb	0,001	0,0006	0,0004	0,0001	0,001
U	—	0,0009	0,0006	0,0004	0,0018

Более наглядно зависимость качества питьевой воды от состояния распределительных водопроводных сетей представлена в табл. 4 и 5. В табл. 4 приведены данные о концентрации микроэлементов в Неве, в некоторых поверхностных источниках (колодцы и родники) Ленинградской области и питьевой воде на выходе основных водоочистных станций Санкт-Петербурга. Анализ их показал, что концентрация микроэлементов в воде поверхностных источников существенно выше, чем в воде Невы и питьевой воде города. Концентрация Mn и Fe в поверхностных источниках даже превышает значение ПДК. Следует отметить, что в общем содержание большинства микроэлементов в питьевой воде Санкт-Петербурга в 5–10 раз ниже, чем в воде Москвы. Объясняется это особенностями географического расположения города, реки Невы и Ладожского озера, о которых говорилось выше.

О содержании микроэлементов в питьевой воде, отобранной на выходе распределительной системы

Таблица 4

Содержание микроэлементов в воде поверхностных водотоков Ленинградской области и питьевой воде г. Санкт-Петербурга, мг/л

Элемент	Ленинградская обл.		г. Санкт-Петербург [13, 25]			
	Подземные источники, n=7	Река Нева [25]	Питьевая вода на выходе в/о станций			
			Сред. арифм.	Стандарт. отклон.	Мин.	Макс.
Na	—	—	1,4	0,33	1,1	1,8
Mg	12,5±0,5	—	2,2	0,95	1,2	2,7
K	—	—	1,5	0,51	1,2	2,2
Ca	30,5±5,5	19±4	8,6	2,3	6,8	11
Cr	0,009±0,0002	—	0,0005	0,0002	0,0002	0,0006
Mn	0,22±0,11	0,005±0,002	0,0042	0,0012	0,003	0,0055
Fe	0,78±0,57	0,028±0,003	0,027	0,003	0,025	0,031
Co	0,0001±0,00003	—	—	—	—	—
Ni	0,0015±0,0003	—	0,0007	0,0001	0,0006	0,0008
Cu	0,0012±0,0002	0,001±0,0002	0,0065	0,0053	0,0017	0,015
Zn	0,011±0,003	0,0097±0,0053	0,006	0,001	0,005	0,007
As	<0,0002	—	0,0025	0,0005	0,0021	0,003
Se	<0,0002	—	0,0025	0,001	0,0015	0,0032
Br	0,02±0,01	—	—	—	—	—
Sr	0,067±0,037	—	0,062	0,0008	0,061	0,063
Mo	—	—	—	—	—	—
Cd	0,00003±0,00001	0,00004±0,00001	0,00005	0,00001	0,00004	0,00006
Sb	<0,0005	—	<0,0005	—	—	—
I	<0,0005	—	<0,0005	—	—	—
Hg	<0,0001	0,000004±0,000001	<0,0001	—	—	—
Pb	0,00013±0,00003	—	0,001	0,0003	0,0007	0,0013
U	—	—	—	—	—	—

(непосредственно в квартирах из-под крана), говорят данные табл. 5. После прохождения по водопроводной системе концентрация большинства микроэлементов в воде повышается (по средним значениям) в некоторых случаях в 10–20 раз. Для Na, Mn, Cu, Sr это повышение составляет 1,5–4 раза, концентрация Cr, Fe, Ni, Zn, Pb увеличивается в 11–28 раз. Причем по Fe и Pb она превышает значения ПДК.

Для того чтобы оценить роль питьевой воды в снабжении человеческого организма микроэлементами, необходимо рассчитать поступление каждого из исследуемых элементов в организм человека с питьевой водой. Литературные источники приводят значения необходимого суточного потребления воды в наших условиях при среднем и высоком уровне физической активности в пределах 2,55–3 л/сут. При этом следует учитывать, что потребление собственно

Таблица 5

Содержание микроэлементов в питьевой воде на выходе распределительных сетей в г. Санкт-Петербурге, мг/л (n=36)

Элемент	Сред. арифм.	Стандарт. отклон.	Мин.	Макс.
Na	4,02	1,9	1,2	5,3
Mg	2,8	0,14	2,7	2,9
K	1,2	0,14	1,1	1,3
Ca	10,5	0,71	10	12
Cr	0,014	0,005	0,01	0,021
Mn	0,019	0,018	0,001	0,05
Fe	0,59	0,83	0,03	2,4
Co	0,005	0,004	0,001	0,005
Ni	0,015	0,007	0,01	0,02
Cu	0,019	0,034	0,001	0,1
Zn	0,13	0,13	0,01	0,4
As	0,003	0,0009	0,002	0,0037
Se	0,0025	0,001	0,0015	0,0032
Sr	0,14	0,14	0,06	0,4
Cd	0,00004	0,00004	0,00001	0,00008
Sb	<0,0005	—	—	—
I	<0,0005	—	—	—
Hg	<0,0001	—	—	—
Pb	0,011	0,009	0,001	0,015

питьевой воды в виде жидкости составляет в среднем 47 % от общей суточной нормы поступления воды в организм человека. Остальная часть воды попадает с твердой пищей — мясом, рыбой, фруктами, овощами, хлебом и т. д. и около 3 % вырабатывается самим организмом. Поэтому так называемая «свободная жидкость» поступает в организм в объеме 1,2–1,5 л [7], что и взято нами за значение реального потребления питьевой воды.

В табл. 6 представлены значения поступления микроэлементов с питьевой водой, рассчитанные по средним значениям концентрации микроэлементов, приведенным в табл. 2–4. Величина физиологически необходимого суточного поступления приводится по литературным источникам. Для токсичных микроэлементов (As, Cd, Sb, Hg и Pb) указаны значения безопасной дозы, в скобках — токсичной дозы. Как видно из приводимых данных, поступление в организм человека микроэлементов с питьевой водой в исследуемых регионах значительно различается. Различие между Тулой, Тульской областью и Санкт-Петербургом по большинству элементов микроэlementного состава питьевой воды достигает 10 и более раз. При этом следует отметить, что для токсичных элементов безопасные, а тем более токсичные дозы поступления нигде не превышены. Данные табл. 6 позволяют оценить реальное поступление микроэлементов с питьевой водой и сравнить его с потребностью в них.

Чтобы получить численное представление о вкладе питьевой воды в поступление микроэлементов в организм человека, необходимо отнести фактическое поступление каждого микроэлемента к необходимо-

Таблица 6

Необходимое и фактическое поступление микроэлементов с питьевой водой, мг/сутки

Элемент	Физиологическая потребность [1, 9, 14, 16, 27]	Фактическое поступление		
		Тула и область	Москва	С.-Петербург
Na	1400–1600	22,2	16,6	2,1
Mg	300–450	—	7,99	3,3
K	2000–3000	22,8	9,76	2,25
Ca	800–1500	139	76,5	12,9
Cr	0,05–0,20	—	0,002	0,0008
Mn	2–9	0,06	0,03	0,006
Fe	10–30	1,11	0,26	0,04
Co	0,04–0,07	—	0,001	—
Ni	0,3–0,6	0,035	0,003	0,001
Cu	2–5	0,05	0,007	0,01
Zn	6–30	0,12	0,05	0,009
As	0,049 (10–50)	0,022	0,001	0,003
Se	0,06–0,15	0,001	0,0006	0,004
Br	—	—	0,033	—
Sr	—	8,4	2,41	0,09
Mo	0,3	0,09	0,00006	—
Cd	0,066 (3–5)	0,001	0,00008	0,00008
Sb	0,049 (100)	<0,0008	<0,0008	<0,0008
I	0,06–0,20	0,002	0,002	0,0007
Hg	0,049 (0,4)	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Pb	0,43 (1–8)	0,027	0,0009	0,0015
U	—	—	0,0014	—

Примечание. Курсивом выделены безопасная и токсичная (в скобках) дозы токсичных микроэлементов.

му его поступлению (табл. 7). Расчет проводился относительно минимального значения суточной потребности в элементе.

Для токсичных микроэлементов аналогичный расчет проводился относительно безопасной дозы. Из приведенных в табл. 7 данных видно, что наибольшее поступление по отдельным микроэлементам характерно для Тулы и Тульской области — от 0,8 до 45 %, для Москвы это поступление составляет 0,11–9,6 %, для Санкт-Петербурга — 0,1–6,1 %.

Микроэлементный состав питьевой воды зависит от многих факторов, которые включают в себя геолого-геохимические особенности региона, антропогенные факторы и состояние распределительных водопроводных сетей. Геолого-геохимические факторы и антропогенное влияние (наличие специфического производства и т. д.) формируют начальный микроэлементный состав питьевой воды, а состояние водопроводных сетей привносит в него свои существенные коррективы, как это видно на примере Санкт-Петербурга. Увеличение концентрации отдельных микроэлементов, в том числе токсичных, на участке от водоочистительных станций до непосредственного потребителя может достигать 10–28-кратных значений.

Из представленных нами данных видно, что микроэлементный состав питьевой воды в каждом регионе или местности обладает своей спецификой. Вполне возможны такие случаи, когда обеспеченность

Таблица 7

Поступление микроэлементов с питьевой водой в процентах от физиологически необходимой суточной потребности (безопасной дозы)

Элемент	Тула и область	Москва	С.-Петербург
Na	1,6	1,2	0,15
Mg	—	2,7	1,1
K	1,1	0,5	0,1
Ca	17,4	9,6	1,6
Cr	—	3,6	1,5
Mn	3,1	1,7	0,3
Fe	11,1	2,6	0,4
Co	—	2,6	—
Ni	11,6	1,1	0,35
Cu	2,6	0,35	0,49
Zn	1,95	0,8	0,15
As	45	1,8	6,1
Se	2	1	6,2
Mo	31,4	0,02	—
Cd	1,4	0,11	0,11
Sb	<1,6	<1,6	<1,6
I	3,75	3,3	1,2
Hg	<0,2	<0,2	<0,2
Pb	6,3	0,21	0,34

поступления какого-либо микроэлемента за счет питьевой воды может составлять 15–20 % и более, а поступление некоторых других микроэлементов будет ничтожно малым. Поэтому для обеспечения сбалансированного поступления микроэлементов в организм человека в каждом конкретном случае необходимо учитывать минеральный состав потребляемой питьевой воды. В случае недостатка поступления микроэлементов необходимо его компенсировать за счет изменения рациона питания.

Список литературы [References]

1. Avtsin A. P., Zhavoronkov A. A., Rish M. A., Storchkova L. S. Mikroelementozy cheloveka [Human microelementoses]. М. : Meditsina, 1991. 496 s. [in Russian]
2. Akhmanov M. C. Voda, kotoruyu my p'em [Water which we drink]. М. : Eksmo, 2006. 192 c. [in Russian]
3. GN 2.1.5.1315–03. Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v vode vodnykh ob'ektov khozyaistvenno-pit'evogo i kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya [Maximum allowable concentrations (MAC) of chemical substances in water of water objects of drinking and cultural use]. М. : Minzdrav Rossii, 2003. 32 s. [in Russian]
4. GN 2.1.5.2280–07 Dopolneniya i izmeneniya N 1 k gigenicheskim normativam "Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v vode vodnykh ob'ektov khozyaistvenno-pit'evogo i kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya. GN 2.1.5.1315–03" [Additions and amendments N 1 to hygienic standards "Maximum allowable concentrations (MAC) of chemical substances in water of objects of economic-drinking and cultural use. HS 2.1.5.1315–03"]. М. : Minzdrav Rossii, 2007. 4 s. [in Russian]

5. GOST R 51592–2000. Voda. Obshchie trebovaniya k otboru prob [Water. General requirements to sampling]. M., 2000. 45 s. [in Russian]
6. GOST R 51593–2000 Voda pit'evaya. Otbor prob [Drinking water. Sampling.]. M., 2000. 8 s. [in Russian]
7. Gubergits A. Ya., Linevskii Yu. V. Lechebnoe pitanie [Dietotherapy]. Kiev, 1989. 398 s. [in Russian]
8. Kachestvo pit'evoi vody i ee vliyanie na zdorov'e naseleniya Tul'skoi oblasti (Po itogam 2007 g.) [Drinking water quality and its effect on population health of Tula region (Following the results of 2007)]: informatsionnyi byulleten'. Tula, 2008. 21 s. [in Russian]
9. Kist A. A. Fenomenologiya biogeokhimii i bioneorganicheskoi khimii [Phenomenology of biogeochemistry and bioinorganic chemistry]. Tashkent: Fan, 1987. 236 s. [in Russian]
10. Lozovskaya I. N., Orlov D. S., Sadovnikova L. K. Ekologiya i okhrana biosfery pri khimicheskom zagryaznenii [Ecology and biosphere protection during chemical pollution]. M.: Vysshaya shkola, 1998. 284 s. [in Russian]
11. Meilakhs A. G., Skorobogatov G. A., Novikaite N. V. Khimicheskoe zagryaznenie vodoprovodnoi vody i poisk reagentov dlya ee ochistki [Chemical pollution of tap water and search of reagents for its purification] // *Ekologicheskaya khimiya*. 2001. T. 10, N 3. S. 198–208. [in Russian]
12. NSAM 480-Kh. Opredelenie elementnogo sostava prirodnykh i pit'evykh vod metodom ICP-MS [Determination of element composition of natural and potable water with use of ICP-MS method]. M.: IPTM RAN, 2006. 29 s. [in Russian]
13. Otvedenie i ochistka stochnykh vod Sankt-Peterburga [Sewage disposal and sewage water treatment in Saint-Petersburg] / pod obshch. red. Karmazina F. V. SPb., 2002. 683 s. [in Russian]
14. Perel'man A. I. Geokhimiya [Geochemistry]. M.: Vysshaya shkola, 1979. 423 s. [in Russian]
15. PND F 14.1:2.214-06. Metodika vypolneniya izmerenii massovoi kontsentratsii zheleza, kadmiya, kobal'ta, margantsa, nikelya, medi, tsinka, khroma i svintsy v prirodnykh i stochnykh vodakh metodom plamennoi atomno-absorbtsionnoi spektrometrii [Technique of measurement of mass concentration of iron, cadmium, cobalt, manganese, nickel, copper, zinc, chrome and lead in natural and sewage waters with use of method of flame atomic absorption spectrometry]. M., 2011. 22 s. [in Russian]
16. Revich B. A., Avaliani S. L., Tikhonova G. I. Osnovy otsenki vozdeistviya zagryaznennoi okruzhayushchei sredy na zdorov'e cheloveka [Principles of estimation of polluted environment impact on human health]. M., 2004. 267s. [in Russian]
17. Regional'nyi doklad "O sanitarno-epidemiologicheskoi obstanovke v Tul'skoi oblasti v 2000 godu" [The regional report "About sanitary-and-epidemiological conditions in Tula region in 2000"] / pod red. Shishkinoi L. I. Tula, 2001. 102 s. [in Russian]
18. SanPiN 2.1.4.1074-01. Pit'evaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pit'evogo vodosnabzheniya. Kontrol' kachestva [Drinking water. Hygienic requirements to quality of water of the centralized systems of drinking water supply. Quality assurance]. M.: Minzdrav Rossii, 2002. 39 s. [in Russian]
19. Skal'naya M. G., Notova S. V. Makro- i mikroelementy v pitanii sovremennogo cheloveka: ekologo-fiziologicheskie i sotsial'nye aspekty [Macro- and microelements in modern human being's nutrition: ecologo-physiological and social aspects] M.: ROSMEM, 2004. 310 s. [in Russian]
20. Skal'naya M. G., Skal'nyi V. V. Otsenka mikro-nutrientnoi adekvatnosti potrebitel'skoi korziny v RF [Estimation of consumer basket's micronutrient adequacy in Russian Federation] // *Materiály VII vserossiiskii kongress "Politika zdorovogo pitaniya v Rossii"*. M., 2003. S. 477–478. [in Russian]
21. Suslikov V. L., Tolmacheva N. V. Nauchnye osnovy reglamentatsii optimal'nykh urovnei i sootnoshenii makro- i mikroelementov v vodno-pishchevykh ratsionakh naseleniya Rossiiskoi Federatsii [Scientific basis of regulation of optimum levels and correlations of macro- and microelements in drinking water and diets of Russian Federation population] // *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2008. N 5. S. 140–144. [in Russian]
22. Tolmacheva N. V. Ekologo-fiziologicheskoe obosnovanie optimal'nykh urovnei makro- i mikroelementov v pit'evoi vode i pishchevykh ratsionakh [Ecologo-physiological grounding of optimum levels of macro- and microelements in drinking water and diets]: avtoref. ... d-ra med. nauk. M.: RUDN, 2011. 37 s. [in Russian]
23. Fomin G. S. Voda. Kontrol' khimicheskoi, bakterial'noi i radiatsionnoi bezopasnosti po mezhdunarodnym standartam [Water. Control of chemical, bacterial and radiation safety under international standards] // *Entsiklopedicheskii spravochnik / Gosstandart Rossii*. M.: OST AKVA, 2000. 763 s. [in Russian]
24. Khramenkov S. V., Volkov V. Z., Gorban' O. M., Kalashnikova E. G., Fomushkin V. P. Ot istoka do Moskvy [From the source to Moscow]. M., 1999. 311 s. [in Russian]
25. Yakhnin E. Ya., Gumen S. G., Proletarskaya E. L., Shubin A. V., Sycheva I. V. Elementnyi khimicheskii sostav vody reki Nevy i sistemy vodosnabzheniya Sankt-Peterburga [Chemical element composition of water in river Neva and system of water supply of St.-Petersburg] // *Ekologicheskaya khimiya*. 1999. T. 8, N 3. S. 145–154. [in Russian]
26. ISO 17294-1–2007. Kachestvo vody. Primenenie mass-spektrometrii s induktivno svyazannoi plazmoi. Ch. 1. Obshchie trebovaniya [Quality of water. Application of mass spectrometry with inductively coupled plasma. P.1. The general requirements]. M., 2007. 58 s. [in Russian]
27. Emsley J. The Elements. Clarendon Press, Oxford, 1991. 255 p.

ESTIMATION OF DRINKING WATER ROLE IN MICROELEMENTS SUPPLY OF HUMAN BODY

A. V. Gorbunov, S. M. Lyapunov, O. I. Okina,
I. F. Seregina

*Geological Institute of Russian Academy of Sciences,
Moscow*

The paper presents data on the content of 22 microelements in drinking water of Tula and the Tula region, of Moscow and St. Petersburg. The intake of microelements by human body with drinking water in these regions has been calculated. The role of drinking water in supply of human body with microelements in each of these regions has been estimated.

Keywords: drinking water, microelements, human body

Контактная информация:

Горбунов Анатолий Викторович – старший научный сотрудник Геологического института РАН
Адрес: 119017, г. Москва, Пыжевский пер. д. 7
E-mail: analytic@ginras.ru