

УДК 574+546

Л.И. Равленко

СОДЕРЖАНИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГРУНТОВЫХ ВОДАХ БРЕСТСКОГО РЕГИОНА

Статья содержит материалы исследования грунтовых и межпластовых вод, используемых в питьевых целях на содержание в них химических элементов P, Cl, F, Fe, Cu, Mn, нитратов, активных в метаболическом отношении. Получены данные об отклонении содержания названных химических элементов от Госстандарта в пробах питьевой воды. Результаты имеют важное значение в физиологическом прогнозировании метаболических нарушений у населения и оценки качества питьевой воды.

Введение

Вода – одно из самых распространенных на Земле химических соединений. Природные воды образуют океаны, моря, озера, реки, водохранилища, болота, ледники, в виде пара находятся в атмосфере, проникают в почву и горные породы литосферы

Запасы природной воды на планете по расчетам гидрогеологов составляют около 1,4 млрд км³. Но большая часть ее находится в малодоступной для человека форме льдов, снега или значительно засолена (моря и океаны). В настоящее время огромные территории испытывают дефицит пресной воды. Территория Полесья благополучна в отношении водных ресурсов, но по химическому составу воды Полесья различны и для использования в бытовых целях требуют тщательного изучения.

Население Брестского региона пользуется как грунтовыми (залегающими на первом водоупоре), так и межпластовыми (глубинными) водами. Две эти категории подземных вод значительно отличаются по химическому и биологическому составу.

Первостепенная роль воды в жизни всех живых существ, и человека в том числе, связана с тем, что она является универсальным растворителем огромного количества химических веществ. Ткани животных и растений содержат от 50 до 80% воды, практически все биохимические реакции идут при непосредственном участии воды. Строительный материал для постоянного обновления организма (то есть для синтеза белков) и источники энергии (углеводы), кислород, гормоны и ферменты циркулируют в межклеточном пространстве и поступают в клетки, будучи растворенными в воде, поэтому состав вод, используемых в питьевых целях, является актуальной проблемой для изучения.

Питьевая вода необходима человеку для поддержания нормальной жизнедеятельности. С водой организм человека получает целый комплекс минеральных веществ, без которых человек может столкнуться с различными медико-биологическими проблемами.

Баланс активных в метаболическом отношении химических соединений, содержащихся в питьевой воде, является важным фактором поддержания здоровья человека. По данным Всемирной организации здравоохранения свыше 80% заболеваний связано с употреблением недоброкачественной питьевой воды.

Питьевая вода по составу микроэлементов должна соответствовать ГОСТу. Качество питьевой воды в Брестской области не всегда удовлетворительное (наличие железа, мутность, запах и др.). Допустимые количества микроэлементов в питьевой воде определяются нормами санитарно-эпидемиологических стандартов [1].

Стандарт Беларусі либо соответствуют зарубежным, либо устанавливает нормативы в одних случаях более жесткие, в других – более мягкие.

В соответствии с действующими стандартами и нормами под термином питьевая вода высокого качества подразумевают:

- вода с соответствующими органолептическими показателями – прозрачная, без запаха и с приятным вкусом;
- вода с $pH = 7-7,5$ и жесткостью не выше 7 ммоль/л;
- вода, в которой суммарное количество полезных минералов 1 г/л;
- вода, в которой вредные химические примеси либо составляют десятые-сотые доли их ПДК, либо вообще отсутствуют;
- вода, в которой практически нет болезнетворных бактерий и вирусов [2].

В структуре водопользования большая часть поверхностных вод используется в промышленности и энергетике, а добываемые пресные подземные воды из артезианских скважин расходуются на нужды хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Питьевое водоснабжение большинства сельского населения основывается на использовании грунтовых вод из шахт колодцев и неглубоких индивидуальных скважин. Колодцами и индивидуальными скважинами до настоящего времени пользуется и часть населения в городах и пригородах. Качество грунтовых вод и по химическому составу и по микробиологическим показателям порой не отвечает требованиям ГОСТа, а в некоторых случаях являются даже опасными для здоровья.

Определенная часть сельского населения имеет возможность пользоваться системами центрального водоснабжения, однако вода в них подается иногда без водоподготовки и имеет не всегда удовлетворительные качественные показатели.

В настоящем исследовании нами изучались питьевые водоисточники различных районов Брестской области.

Материал и методы исследования

Материалом исследования послужили пробы питьевой воды из различных водоисточников Брестского, Барановичского, Пинского, Дрогичинского, Каменецкого, Кобринского, Малоритского районов.

Содержание химических элементов Р, Fe, Cu, Mn, определяли с использованием фотоколориметра КФК фотоколориметрическим методом [3].

Методика определения железа основана на образовании в области $pH\ 3-9$ комплексного соединения с о-фенантролином (красно-оранжевый цвет). Интенсивность окраски пропорциональна концентрации железа. Для измерения использовали фотоэлектроколориметр с длиной волны 490 нм.

Определение меди основано на взаимодействии ионов двухвалентной меди с диэтилдитиокарбонатом натрия в слабо аммиачном растворе с образованием соединения, окрашенного в желто-коричневый цвет. Измерение проводили на фотоколориметра с синим светофильтром.

Определение нитратов основано на реакции нитратов с салициловокислым натрием в присутствии серной кислоты с образованием соли нитросалициловой кислоты, окрашенной в желтый цвет. Чувствительность метода 0,1 мг/л нитратного азота. Определению нитратов может мешать цветность воды, влияние которой устраняли добавлением 3 мл суспензии гидроксоалюмината к 150 мл исследуемой воды.

Суммарный остаточный хлор в пробах воды определялся йодометрическим методом, основанным на окислении йодида активным хлором до йода, который титровался тиосульфатом натрия.

Определение суммарного содержания фтора в изучаемых пробах воды производилось потенциометрическим методом, в котором использовали ионселективный фторидный электрод.

Результаты и их обсуждение

При изучении качества воды в Брестской области на содержание некоторых микроэлементов определяли также жесткость воды. Жесткость воды – это показатель, указывающий на содержание в ней растворенных солей щелочноземельных металлов (кальция и магния). Для здоровья полезно пить мягкую воду, так как жесткая вода может негативно сказаться на состоянии волос и кожи. Жесткость воды измеряется в мл-экв/л на 1 л (1 мл-экв/л жесткости соответствует содержанию 28 мл/л CaO или 20,16 мл/м MgO), а также выражается в градусах (1 мл-экв/л жесткости равен 2,8°). Вода, имеющая до 3,5 мл-экв/л (10°) жесткости, считается мягкой; от 3,5 до 7 мл-экв/л (10-20°) жесткости – средней жесткости; свыше 7 мл-экв/л (20°) – жесткой и свыше 14 мл-экв/л – очень жесткая.

Общая жесткость воды в исследуемых образцах не превышала 6,5 мл-экв/л в водопроводах и была ниже (4,9 мл-экв/л) в колодцах.

По наличию минеральных соединений допустимая доля содержания в питьевой воде хлоридов составляет 350 мг/л, сульфатов – 500 мг/л, фосфатов – 3,5 мг/л.

При исследовании водоисточников Брестской области на содержание фосфора были выявлены следующие показатели. В 17% исследуемых источников наблюдается пониженное содержание фосфора. В 57% не зафиксировано превышение нормы (0,1 мг/л), из них 65% составляют водопроводные воды, что объясняется их очисткой на водоканале. Наибольшее загрязнение показали пробы из колодцев (0,68 мг/л, г. Лунинец; 0,58 мг/л, Столинский район; 0,35 мг/л, Кобринский район), что можно объяснить высоким залеганием грунтовых вод и загрязнением их остатками фосфорных удобрений.

Биологическая роль фтора различна в зависимости от его концентрации в воде. Фториды – неорганические соединения, необходимые прежде всего для укрепления зубов. Недостаток фторидов в питьевой воде так же опасен, как и его избыток. Если фторида в воде недостаточно (менее 0,5 мг/л), то это может привести к кариесу зубов, а если очень много – флюорозу, т.е. к потемнению зубной ткани. Кроме того, избыток фтора оказывает неблагоприятное влияние на костную, нервную и ферментативную системы организма. Норма фторидов в воде 0,7 – 1 мг/л. Больше всего фтора обнаружено в воде г. Луненца (1,9 мг/л) и г. Кобрин (1,9 мг/л). Значительно отличаются концентрации фтора в грунтовых водах (1,5 – 1,9 мг/л) и межпластовых артезианских водах (0,6 – 0,7 мг/л).

По существующим нормам в воде может содержаться связанного хлора от 0,8 до 1,2 мг/л, а свободного – от 0,3 до 0,5 мг/л. В исследуемых образцах воды не было выявлено избыточной концентрации хлора. В городе Бресте его содержание составило 0,12 мг/л, в городе Березе – 0,1 мг/л, в Барановичском районе – 0,05 мг/л. Наиболее низкие концентрации обнаружены в пробах воды из колодцев удаленных от города населенных пунктов Дрогичинского, Столинского и Брестского районов.

Часто низкое качество питьевой воды связано с повышенным содержанием в ней железа и марганца. Избыток железа природного происхождения характерен для подземных грунтовых вод (0,5 – 50 мг/л). Кроме того, концентрация железа в питьевой воде повышается в результате коррозии стальных и чугунных водопроводных труб. Наличие железа в питьевой воде (колодцев и скважин), не прошедшей фильтры воды для обезжелезивания, ухудшает ее свойства. Вода приобретает запах и окрашивается в бурый цвет. При употреблении такой воды возрастает опасность различных заболева-

ний внутренних органов и, в первую очередь, печени и почек. Избыточное количество железа неблагоприятно воздействует на кожу человека, может быть причиной аллергических реакций. Превышение нормы наблюдалось в Каменецком (0,79 мг/л), Дрогичинском (0,35 мг/л), Столинском (0,38 мг/л), Пинском (0,45 мг/л), Брестском (0,36 мг/л) районах. Низкие концентрации железа обнаружены в городе Бресте (0,15 мг/л), Ивацевичском (0,12 мг/л) районе [4]. Вода колодцев как наиболее поверхностная содержит незначительное количество железа.

Марганец включен в число 11 особо значимых для организма элементов, так как является важной частью ферментов. Накопление марганца в организме токсически влияет на центральную нервную систему. Исследование питьевой воды на содержание марганца выявило превышение его содержания по отношению к норме (0,1 мг/л) в трех из двенадцати проб. Такие превышения концентрации обнаружены в воде города Бреста (0,12 – 0,15 мг/л, м-н «Граевка») и города Барановичи (0,78 мг/л). Исследование питьевой воды Ивацевичского района не выявило превышение нормы.

Медь – сравнительно ограниченно распространенный металл в природе. Около 15% меди находится в виде кислородных соединений (карбонатов, окислов, силикатов и др.), являющихся продуктами выветривания первичных сульфидных медных руд.

Медь образует до 240 минералов, 40% из них имеют промышленное значение. Кроме нужд тяжелой промышленности, связи, транспорта, медь, главным образом в виде солей, потребляется для приготовления минеральных пигментов, борьбы с вредителями и болезнями, в качестве микроудобрений.

В организме человека медь является необходимым элементом окислительных процессов, входит в состав ферментов, у растений медь участвует в электронно-донорных цепях фотосинтеза [5].

Результаты исследований по содержанию меди в образцах питьевой воды представлены в таблице №1.

Таблица 1 – Содержание меди (мг/л) в образцах питьевой воды

№ пробы	Объект исследования	Содержание Cu (мг/л)
Брестский район		
1	д. Мотыкалы	0
2	д. Чернавчицы	0
3	д. Скоки	0,015
4	д. Черни	0
г. Брест		
5	ул. Набережная	0,05
6	ул. Кирова	0,015
7	м-н «Восток»	0,05
8	м-н «Граевка»	0,045
9	м-н «Киевка»	0
10	ул. Московская	0,045
Брестская область		
11	г. Барановичи	0,015
12	г. Лунинец	0
13	г. Белозерск	0
14	г. Береза	0,03
15	г. Пинск	0,04
16	д. Завидчицы (Пинский р-н)	0,07

17	д. Ванищи (Пинский р-н)	0,015
18	д. Лисовчицы (Каменецкий р-н)	0,03
19	д. Ставы (Каменецкий р-н)	0,015
20	д. Гошево (Дрогичинский р-н)	0,02
21	д. Хотисла (Малоритский р-н)	0
22	д. Октябрь (Кобринский р-н)	0,02

Анализ полученных данных свидетельствует о незначительном содержании ионов меди в водах Брестской области. Предельно допустимой концентрацией ионов меди в питьевой воде является показатель 1,0 мг/л. Результаты свидетельствуют о недостатке ионов меди в воде Брестского региона: в 32% проб содержание меди не обнаружено, в 24% – содержание не более 0,015 мг/л, концентрации 0,03 мг/л – 20%, остальные пробы содержали концентрации от 0,07 до 0,01 мг/л (24%). Длительный дефицит меди в организме приводит к анемии (нарушается метаболическое превращение железа в органически связанную форму для синтеза гемоглобина), ускорению атеросклеротических изменений в кровеносных сосудах, тканях сердца.

В настоящее время значительную опасность для окружающей среды представляет загрязнение ее азотсодержащими соединениями. Вследствие возросшего применения удобрений, увеличения объема производств, дающих азотсодержащие отходы, деятельность азотобактеров отстает и даже подавляется в условиях избытка нитратов, цианатов и некоторых тяжелых металлов [6].

В больших дозах – свыше 45 мг/л (ПДК) – в воде нитраты являются токсичными. Эти соединения угнетают активность пищеварительных ферментов. Установлено, что нитраты, а также продукты их превращения – нитриты являются исходными веществами для синтеза нитрозаминов – канцерогенных веществ, способных вызывать опухолевый рост [7].

Концентрации нитратов исследовались в 25 пробах питьевой воды г. Бреста и Брестской области. Полученные данные представлены на рисунке 1.

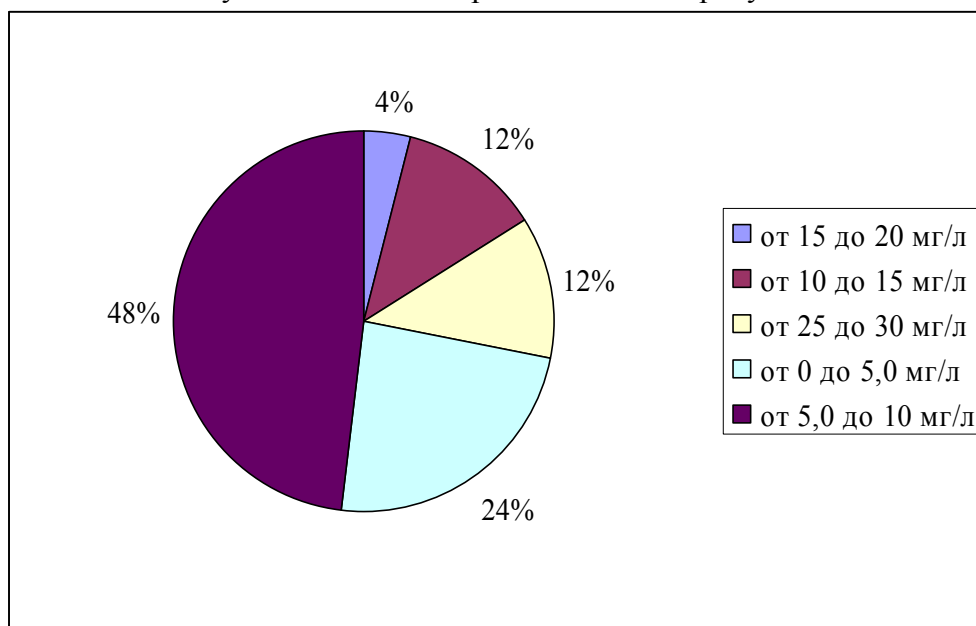


Рисунок 1 – Диаграмма содержания нитратов в питьевой воде г. Бреста и Брестской области

Результаты свидетельствуют о том, что в водоисточниках Брестской области не обнаружено превышения ПДК (45 мг/л) нитратов. Наибольшее содержание нитратов (от 25 до 30 мг/л) наблюдается в пробах воды из шахтных колодцев д. Гошево (Дрогичинский р-н) – 28 мг/л и д. Завидчицы (Пинский р-н) – 26,6 мг/л. Очевидно это связано с проникновением нитратов в грунтовые воды из окружающих сельскохозяйственных угодий: азотистые удобрения вымываются из почв дождевыми и талыми снеговыми водами. Питьевая вода городских населенных пунктов Брестской области содержит незначительные концентрации азотистых соединений (5,0–10,0 мг/л). В сравнении с данными по концентрациям нитратов 80-х годов уровни их содержания в питьевых водах нормализованы.

Выводы

Анализируя полученные результаты, можно отметить:

- вода колодцев как наиболее поверхностная содержит незначительное количество железа, меди, марганца, хлорид- и фторид-ионов;
- в исследуемых образцах воды не было выявлено избыточной концентрации хлора;
- содержание ионов меди и фосфора в водах Брестской области незначительно;
- вода централизованного водоснабжения городских населенных пунктов Брестской области содержит безопасные концентрации исследуемых нами метаболитически активных элементов.
- наличие в пробах питьевой воды гипо- и гипермикроэлементов указывает на необходимость систематического мониторинга грунтовых и межпластовых вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахманов, М.А. Вода, которую мы пьем / М.А. Ахманов. – М. : Эксмо, 2006. – 178с.
2. Кульский, Л.А. Чистая вода и перспективы ее сохранения / Л.А. Кульский, В.В. Даль. – К. : «Навукова думка», 1978. – 227 с.
3. Сборник Государственных стандартов. Вода питьевая. Методы анализа. – М., 1984. – 273 с.
4. Бочай, М.Ю. Исследование содержания некоторых метаболитов в питьевых водоисточниках г. Бреста / М.Ю. Бочай, И.В. Бульская, Ю.Г. Мисюта, Л.И. Равленко, Е.М. Шитова // Вестник БрГУ Серия 5. Химия. Биология. Науки о Земле, 2007. – С. 60–68.
5. Фетисова, Г.К. Роль минеральной составляющей питьевой воды в формировании неинфекционных патологий населения / Г.К. Фетисова // Гигиена и санитария. – №1. – 2004. – С.20–22.
6. Смоляр, В.И. Гипо- и гипермикроэлементозы / В.И. Смоляр. – Киев : Здоровье, 1989. – 152 с.
7. Никитин, Д.П. Окружающая среда и человек / Д.П. Никитин, Ю.В. Новиков. – М. : Высш. шк., 1986. – 415 с.

L.I. Ravlenko Metabolically Active Elements Content in the Soil Waters of Brest Region

The article contains the materials of the investigation of soil and inter-layer waters that are used for drinking purposes as to their chemical elements P, Cl, F, Fe, Cu, Mn content, which are active in a metabolic respect. The data about the above-mentioned chemical elements content deviation from the state standard in the drinking water are received. The results are of great importance in physiological prognostication of the populations metabolic divergences and the estimation of the drinking water quality.