

ДЕЯКІ ВАЖЛИВІ ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РЯДУ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД, ЯКІ ШИРОКО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В ПОБУТІ

Ю.Ю. Петруша¹, О.Ф. Рильський^{1*}, П.І. Гвоздяк²

¹Запорізький національний університет, Запоріжжя, Україна

²Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАНУ, Київ, Україна

*Corresponding author: rylsky@ukr.net

Received 5 March 2018; Accepted 11 May 2018

Проблематика. Якість води є одним із найважливіших факторів, що мають визначальний вплив на організм людини.

Мета. Дослідження низки фізико-хімічних важливих показників мінеральної води, які визначають її вплив на організм людини.

Методика реалізації. Вивчали основні критерії, що стосуються якості питної води: рН, окисно-відновний потенціал (ОВП), загальну твердість, загальне мікробне число. Також важливе значення має показник загальної токсичності води, який визначається методом біотестування та надає об'єктивну оцінку впливу досліджуваного зразка на організми.

Результати. Отримані результати свідчать, що рН досліджуваної води знаходиться в межах, встановлених існуючими нормативами для питної води. Всі зразки мають слабколужну реакцію рН (7,1–8,39). Загальна твердість води знаходиться в межах 1,5–7 ммоль.екв/дм³ та відповідає даним виробника і встановленим існуючим нормативам. Винятком є вода марки “Smarty Family”, жорсткість якої трохи нижча показника, зазначеного на етикетці. Всі вивчені проби дитячої мінеральної води мали значення показників схожості та енергії проростання, вищі за контроль (дистильована вода). Це вказує на відсутність загальної токсичності та на збалансованість вмісту солей у досліджуваному зразку. Значення цих показників у зразках мінеральної природної столової та мінеральної природної лікувально-столової води нижчі, ніж у контролі. Виняток становить вода “Миргородська лагідна”, показники якої майже не відрізняються від контролю. Що стосується показника ОВП, жодна марка води не відповідає величинам ОВП біологічних рідин організму людини, зокрема й дитини. Більшість зразків мінеральних природних столових і мінеральних лікувально-столових вод (за винятком води марок “Поляна квасова” та “Боржомі”) мають підвищений вміст мікроорганізмів та не відповідають встановленим нормативам для фасованої води.

Висновки. Досліджувані мінеральні природні столові та мінеральні природні лікувально-столові води можуть вживатись за призначенням, але за мікробіологічним показником та ОВП потребують подальшого контролю.

Ключові слова: вода; окисно-відновний потенціал; загальна твердість; рН; мікробне число.

Вступ

Добре відомо, що вода є розчинником і транспортером продуктів обміну, поживних, біологічно активних та інших речовин у клітинах живих істот, а для багатьох організмів – ще й середовищем існування. Всі біохімічні процеси будь-яких організмів – рослин, тварин, мікроорганізмів – відбуваються за участю води, що виступає як субстратом, так і метаболітом [1].

Забезпечення населення якісною питною водою є однією з нагальних проблем. За офіційними даними, у світі 80 % хвороб населення пов'язується із вживанням недоброякісної питної води [2, 3]. Вода як універсальний розчинник здатна розчинити різноманітні речови-

ни, кисень, мінерали, з якими вона контактує, накопичувати поряд із корисними небажані або надлишкові для організму людини концентрації розчинених речовин органічного походження, іонів важких металів тощо. Це стає особливо актуальним із посиленням техногенного забруднення довкілля.

Тому для нормального функціонування організму необхідно постійно поповнювати воду, що виділяється. В процесі життєдіяльності організм людини втрачає багато солей та мікроелементів, і саме мінеральні води можуть стати адекватним джерелом їх поповнення. Постійний системний контроль якості питної води всіх призначень також є дуже важливим фактором нормального функціонування організму людини.

В Україні Наказом Міністерства охорони здоров'я № 400 від 12.05.2010 р. затверджено Державні санітарні норми та правила “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною” (ДСанПіН 2.2.4-171-10) [4]. 1 січня 2020 р. наберуть чинності нормативні вимоги до низки нових показників якості питної води, зокрема до загального органічного вуглецю, і з цього моменту якість питної води для українців контролюватиметься за 76 показниками. При цьому сьогодні більшість лабораторій аналізу якості питної води України не має обладнання та кваліфікованого персоналу для проведення аналізів якості води за новими показниками.

Останнім часом зростає інтерес до вивчення окисно-відновного потенціалу (ОВП) води, який пропонується включити до переліку критеріїв якості питної води. Дослідженнями доведено, що вживання питної води з від'ємним значенням ОВП покращує стан крові [5]. Оптимальне значення окисно-відновного потенціалу води має наближатися до ОВП біологічних рідин організму людини: крові, плазми, сироватки: від -50 до -100 мВ [6]. Якщо в організм поступає вода з високим значенням ОВП, вона відбирає електрони від клітинних мембран, органел, ензимів тощо, які зазнають окисної деградації, та при регулярному вживанні може призводити до погіршення стану здоров'я [7]. Тому для щоденного вживання рекомендовано застосовувати воду з профілактичним рівнем ОВП від -100 до $+30$ мВ [8].

З огляду на це, метою нашої роботи було дослідження низки фізико-хімічних важливих показників мінеральної води, які визначають її вплив на організм людини.

Матеріали і методи

Для дослідження було відібрано 4 марки негазованої дитячої мінеральної води (“Малиш”, “Малютко”, “Моршинська спортік”, “Smarty Family”), 3 марки мінеральної природної столової води (“Миргородська лагідна”, “Моршинська”, “Buvette”) та 2 марки мінеральної природної лікувально-столової води (“Поляна квасова”, “Боржомі”), що широко представлені на ринку України, зокрема в м. Запоріжжі.

Визначення рН води проводили на рН-метрі-мілівольтметрі рН-150МА, використовуючи скляний комбінований електрод ЕСК-10301 [9].

Визначення загальної токсичності води здійснювали методом біотестування, який базується на вивченні характеристик проростання

насіння (схожості та енергії проростання), що знаходиться в чашках Петрі з фільтрувальним папером, зволженим водою. За контроль брали дистильовану воду, оскільки водопровідна питна вода може містити цілий комплекс мікроконцентрацій токсичних речовин. Тест-об'єктом слугував овес посівний, який є універсальною індикаторною культурою. Насіння вівса посівного пророщували в термостаті за температури $25-27$ °С. Через 3 доби визначали схожість насіння та енергію проростання. Токсичність води визначали за такою шкалою: $0-20$ % пригнічення ростових процесів – відсутність або низький ступінь токсичності; $20,1-40$ % – середній рівень токсичності; $40,1-60$ % – токсичність вище середнього рівня; $60,1-80$ % – висока токсичність; $80,1-100$ % – максимальна токсичність [9].

Встановлення загальної твердості води проводили методом комплексонометричного титрування [9].

Визначення ОВП питних мінеральних вод проводили за допомогою ОВП-метра (Ezodo MP-103).

Загальне мікробне число визначали в 1 см³ води за кількістю колоній, що виростили на 3,5%-му м'ясо-пептонному агарі за температури 37 °С протягом 24 год [10]. Також проводили фарбування за Грамом для визначення грам-негативних і грам-позитивних бактерій.

Статистичну обробку результатів проводили методом обчислення середньої арифметичної помилки, середнього квадратичного відхилення. Вірогідність відмінностей між середніми величинами оцінювали за критерієм Ст'юдента [11].

Результати

Фасовані мінеральні води залежно від загальної мінералізації, наявності специфічних біологічно активних компонентів та сполук поділяються на такі: мінеральні природні столові, мінеральні розведені столові, мінеральні природні лікувально-столові та мінеральні розведені лікувально-столові.

Усі досліджувані марки води мають строк зберігання 1 рік за температури $5-20$ °С. Згідно з даними виробника, досліджувана вода характеризується вмістом макро- і мікроелементів, концентрації яких відповідають значенням, встановленим чинними вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною” [4]. Цю досліджувану воду слід віднести до фізіологічно повноцінних, оскільки у своєму складі вона

містить основні іони, які є показником повноцінності мінерального складу води.

Відомо, що якість води, яка надходить до рослин, тварин і людини, значною мірою залежить від величини рН. З урахуванням того, що рН більшості внутрішніх середовищ (плазма крові, лімфа, міжклітинна та внутрішньосуглобова рідини) організму людини знаходиться в межах 7,26–7,45 та є одним із найбільш стабільних параметрів гомеостазу, рН оптимальної води має бути близьким до зазначених меж, тобто бути слабколужним. Отримані нами результати зведено в табл. 1.

Таблиця 1: Показники рН досліджуваних мінеральних вод

Марка води	рН
“Малиш”	7,49
“Малятко”	7,31
“Smarty Family”	7,87
“Моршинська спортік”	7,11
“Миргородська лагідна”	8,27
“Моршинська”	7,10
“Поляна квасова”	8,39
“Buvette”	8,00
“Боржомі”	8,34

Також зараз набуває важливого значення показник загальної токсичності води, який включено до комплексного підходу дослідження, розробленого в Інституті колоїдної хімії та хімії води НАН України, та до критеріїв дослідження стану води водних об’єктів і який визначається методом біотестування [12]. Використання біотестів уможливорює одержання об’єктивної оцінки впливу досліджуваного зразка на організми. Біотести виявляють токсичні властивості водного середовища, диференціюють різні марки фасованих вод за ступенем їх ризику для організму людини. Результати визначення загальної токсичності мінеральних вод наведено в табл. 2.

Як відомо, твердість води визначається вмістом катіонів кальцію та магнію. Результати дослідження загальної твердості мінеральних вод наведено в табл. 3.

Результати дослідження ОВП відібраних марок мінеральних вод наведено в табл. 4.

Результати мікробіологічного дослідження мінеральних природних столових і мінеральних природних лікувально-столових вод наведено в табл. 5.

Таблиця 2: Результати визначення загальної токсичності мінеральних вод

Марка води	Схожість		Енергія проростання	
	%	Відносно контролю, %	%	Відносно контролю, %
“Малиш”	85	21,43	65	18,20
“Малятко”	90	28,57*	80	45,45*
“Smarty Family”	90	28,57*	80	45,45*
“Моршинська спортік”	95	35,78*	80	45,45*
“Миргородська лагідна”	88	0*	76	–5,00
“Моршинська”	60	–31,81*	56	–30,00*
“Поляна квасова”	0	–100*	0	–100*
“Buvette”	50	–40,90*	40	–50,00*
“Боржомі”	40	–54,55*	12	–85,00*
Контроль	88	–	80	–

* $P < 0,05$ відносно контролю. Контроль (дистильована вода) покладається за нуль.

Таблиця 3: Результати визначення загальної твердості мінеральних вод

Марка води	Загальна твердість, ммоль-екв/дм ³
“Малиш”	2,8
“Малятко”	2,2
“Smarty Family”	4,8
“Моршинська спортік”	1,2
“Миргородська лагідна”	4,16
“Моршинська”	2,04
“Поляна квасова”	4,16
“Боржомі”	4,12
“Buvette”	3,1

Таблиця 4: Результати визначення окисно-відновного потенціалу мінеральних вод

Марка води	Окисно-відновний потенціал, мВ
“Малиш”	+160,5
“Малятко”	+183,3
“Smarty Family”	+153,4
“Моршинська спортік”	+187,7
“Миргородська лагідна”	+160,5
“Моршинська”	+180,0
“Поляна квасова”	+198,1
“Buvette”	+168,1
“Боржомі”	+197,1

Таблиця 5: Результати мікробіологічного аналізу води

Марка води	КУО*/см ³	Характеристика мікроорганізмів
“Миргородська лагідна”	3050 ± 295	Грамнегативні бактерії паличкоподібної форми, колонії бежевого кольору
“Моршинська”	2876,6 ± 167,5	Грамнегативні бактерії паличкоподібної форми, колонії бежевого кольору Грампозитивні бактерії паличкоподібної форми, колонії білого кольору
“Поляна квасова”	23,75 ± 1,5	Грампозитивні бактерії, сарцини, колонії жовтого кольору Граммнегативні бактерії паличкоподібної форми, колонії бежевого кольору Граммнегативні бактерії паличкоподібної форми, колонії блідо-рожевого кольору
“Buvette”	386 ± 26,3	Грампозитивні бактерії кулеподібної форми Грампозитивні бактерії паличкоподібної форми
“Боржомі”	32,5 ± 2,8	Граммнегативні бактерії паличкоподібної форми, колонії бежевого кольору Грампозитивні бактерії, тетракоки, колонії жовтого кольору

*КУО – колонієутворювальні одиниці.

Обговорення

Усі зразки мають слабколужну реакцію (7,1–8,39) та знаходяться в межах, встановлених існуючими нормативами для питної води (6,5–8,5).

Серед досліджених зразків дитячих мінеральних вод найменші показники схожості та енергії проростання виявилися у воді марки “Малиш”, але всі вивчені проби мали значення показників, вищі за контроль (дистильована вода). Це вказує на відсутність загальної токсичності та на збалансованість вмісту солей у досліджуваних зразках. Показники схожості та енергії проростання у зразках мінеральних природних столових та мінеральних природних лікувально-столових вод нижчі, ніж у контролі. Виняток становить вода “Миргородська лагідна”, показники якої майже не відрізняються від контролю. Отримані дані свідчать про необхідність більш глибокого вивчення якості цих марок води.

Загальна твердість досліджуваних вод знаходиться в інтервалах існуючих нормативів для питної води (1,5–7 ммоль-екв/дм³) та відповідає даним виробника. Виняток становить вода марки “Smarty Family”, яка, за нашими даними, має твердість 4,8 ммоль-екв/дм³, що трохи нижче показника, зазначеного на етикетці (5,3 ммоль-екв/дм³).

Для досліджуваних нами вод середнє значення ОВП становило +175,96 мВ. Для порівняння, ОВП води централізованого водопостачання у м. Києві [6] знаходиться в межах від +350 до +450 мВ, а більшості фасованих вод – від +200 до +400 мВ. Цими ж авторами вияв-

лено також тенденцію до вищих значень ОВП серед газованих вод і напоїв порівняно із негазованими. Таким чином, наведений вище порівняльний аналіз свідчить, що показник ОВП досліджуваних вод зіставний з таким для фасованих мінеральних вод.

Встановлено, що більшість зразків мають значно підвищений вміст мікроорганізмів та не відповідають встановленим нормативам для фасованої води (колонієутворювальних одиниць на сантиметр кубічний не більше 20) [4], що може вказувати навіть на фальсифікацію зазначених марок фасованої води.

Висновки

Згідно з державними нормами досліджувана дитяча вода може бути рекомендована для дитячого харчування, а також як основа для приготування напоїв і як додатковий засіб при прийомі ліків. Досліджувані мінеральні природні столові та мінеральні природні лікувально-столові води також можуть вживатись за призначенням, але за мікробіологічним показником деякі з них потребують подальшого контролю. Однак за значенням показника ОВП жодна марка води не відповідає величинам ОВП біологічних рідин організму людини, в тому числі й дитини. Тому необхідно проводити подальші дослідження стосовно впливу ОВП питної води на організм людини, які дають змогу оцінити необхідність введення ОВП як одного з основних показників якості питної води. В подальшому планується проводити дослідження водних розчинів лікарських трав із найбільш дослідженим і відомим складом біологічно активних речовин.

References

- [1] Gvozdyak PI. Biochemistry of water as a promising scientific direction. Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine. 2006;9:21-3.
- [2] Bystrykh VV. Hygienic assessment of the influence of drinking water on the health of the population. Hygiene and Sanitation. 1998;6:20-2.
- [3] Goncharuk VV, Pshinko GH, Rudenko AO, Pleteneva TV, Syroeshkin AV, Uspenskaya EP, et al. Genetically safe drinking water. Requirements and methods of quality control. J Water Chem Technol. 2018;1:32-41.
- [4] Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption: State sanitary rules and regulations 2.2.4-171-10: Ministry of Health of Ukraine; 2010. Order № 400.
- [5] Matsiyevska O. Influence of redox potential of different water quality on the human blood. Technological Audit and Production Reserves. 2017; 1/3:34-8.
- [6] Peresichny M, Fedorova D. Electroactivated water in human nutrition. Goods and Markets. 2013;1:70-86.
- [7] Khubutiya MSh, Evseev AK, Kolesnikov VA, Goldin MM, Davydov AD, Volkov AG, et al. Measurements of the potential of a platinum electrode in blood, plasma and serum. Electrochemicals. 2010;46(5):569-73.
- [8] Grishchuk V, Ashbakh D. Water for children. Ecology of Man and the Environment. New Methods and Means of Recovery. Minsk 2014. p. 10-20.
- [9] Fedorova AI, Nikolskaya AN. Workshop on ecology and environment protection. Moscow: Vldos; 2001. 288 p.
- [10] Kovaleva OO. Methodical instructions for independent work and practical classes in the discipline “Sanitary-hygienic bases of water supply and drainage” (for students of the 6th year of full-time education of specialty 8.17020201 – Labor protection (by branches)). Kharkiv; 2015. 55 p.
- [11] Lakin GF. Biometrics: A manual for biological specialties of high schools. Moscow: High School; 1990. 352 p.
- [12] Drinking water: Requirements and methods of quality control. Kyiv: MinEconomyDevelopment of Ukraine; 2014. 30 p. SSTU 7525:2014.

Ю.Ю. Петруша, А.Ф. Рыльский, П.И. Гвоздяк

НЕКОТОРЫЕ ВАЖНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЯДА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД, КОТОРЫЕ ШИРОКО ИСПОЛЬЗУЮТСЯ В БЫТУ

Проблематика. Качество воды является одним из важнейших факторов, которые имеют определяющее влияние на организм человека.

Цель. Исследование ряда физико-химических важных показателей минеральной воды, которые определяют ее влияние на организм человека.

Методика реализации. Изучали основные критерии, которые относятся к качеству питьевой воды: окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), pH, общую жесткость, общее микробное число. Также важное значение имеет показатель общей токсичности воды, который определяется методом биотестирования и дает объективную оценку влияния исследуемого образца на организмы.

Результаты. Полученные результаты свидетельствуют, что pH исследуемой воды находится в пределах, установленных существующими нормативами для питьевой воды. Все образцы имеют слабощелочную реакцию pH (7,1–8,39). Общая жесткость воды находится в пределах 1,5–7 ммоль·экв/дм³ и соответствует данным производителя и установленным существующим нормативам. Исключение составляет вода марки “Smarty Family”, которая имеет жесткость чуть ниже показателя, указанного на этикетке. Все изученные пробы детской минеральной воды имели значения показателей всхожести и энергии прорастания выше контроля (дистиллированная вода). Это указывает на отсутствие общей токсичности и на сбалансированность содержания солей в исследуемых образцах. Значение этих показателей в образцах минеральной природной столовой и минеральной природной лечебно-столовой воды ниже, чем в контроле. Исключение составляет вода “Миргородская лагидна”, показатели которой почти не отличаются от контроля. Что касается показателя ОВП, ни одна марка воды не соответствует величинам ОВП биологических жидкостей организма человека, в частности и ребенка. Большинство образцов минеральных природных столовых и минеральных природных лечебно-столовых вод (исключая воду марок “Поляна квасова” и “Боржоми”) имеют повышенное содержание микроорганизмов и не соответствуют установленным нормативам для бутилированной воды.

Выводы. Исследуемые минеральные природные столовые и минеральные природные лечебно-столовые воды могут употребляться по назначению, но по микробиологическому показателю и ОВП нуждаются в дальнейшем контроле.

Ключевые слова: вода; окислительно-восстановительный потенциал; общая жесткость; pH; микробное число.

Yu.Yu. Petrusha, O.F. Rylsky, P.I. Gvozdyak

SOME OF THE IMPORTANT PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF A NUMBER OF MINERAL WATERS WIDELY USED IN EVERYDAY LIFE

Background. Water quality is one of the most important factors that have a decisive influence on the human body.

Objective. The aim of the paper is the research of important physical and chemical properties of mineral water determining its influence on the human body.

Methods. Main criteria relating to drinking water quality are studied: redox potential (ROP), pH, total hardness, total microbial count. The indicator of overall water toxicity should be taken into account as well determined by bioassay and provides an objective assessment of the influence of the sample on the organisms.

Results. The obtained results indicate that the pH of the water under investigation is within the limits established by the existing norms for drinking water. All samples have a weak alkaline reaction pH (7.1–8.39). Total water hardness is within 1.5–7 mmol·ekv/dm³ and corresponds to the data set by the manufacturer and the existing regulations. The exception is the water of the brand "Smarty Family". Its hardness is a little bit below the index indicated on the label. All studied samples of mineral water for children had similarity values and germination energy higher than control (distilled water). This indicates a lack of general toxicity and balance of salt content in the samples. The values of these indices in samples of mineral natural dining and mineral natural medical dining water are lower than in the control. The exception is water "Myrgorodska Lagidna", which indicators are almost the same as control. As to the ROP indicator value, no water brand corresponds to the ROP values of the human body biological fluids, in particular the children's biological fluids. Most samples of natural mineral dining and natural mineral medical-dining water (except water brands "Polyana Kvasova" and "Borjomi") have a high content of microorganisms and don't meet the standards for bottled water.

Conclusions. Investigated mineral natural dining and mineral natural medical dining water can be used in the line functions, but on a microbiological index and ROP needs further control.

Keywords: water; redox potential; total hardness; pH; microbial number.