

*Е.Г. Ильина***Определение качества питьевых вод,
расфасованных в емкости***E.G. Ilyina***Determination of Pre-packed Drinking Water Quality**

Изложены результаты участия в организации и проведении производственного контроля питьевой воды, расфасованной в емкости, приведен обзор литературных данных по новым критериям качества такой воды, предлагаемым современными исследователями.

Ключевые слова: питьевая бутилированная вода, контроль качества, жесткость, общая минерализация, определение.

Проблема питьевой воды является одной из основных проблем в современном мире и в России в частности. Проблема обусловлена недостатком пресной воды в целом на Земле и неравномерностью распределения ее во многих регионах земного шара, глобальным антропогенным загрязнением водных источников.

В последние годы все чаще используют питьевую воду, разливаемую в бутылки (бутилированную воду) и продаваемую через торговую сеть. Это связано с повсеместным ухудшением качества водопроводной воды из-за загрязнения источников водоснабжения. Качество расфасованной в емкости воды должно соответствовать гигиеническим нормативам как при ее разливе, транспортировании, хранении, так и в течение всего разрешенного срока реализации в оптовой и розничной торговле.

Все показатели качества питьевой воды, расфасованной в емкости, а также формы и сроки контроля регламентированы санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами – СанПиН 2.14 1116-02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества» [1, с. 1–27], а методики определения показателей качества прописаны в ГОСТ Р 52109-03 «Вода питьевая, расфасованная в емкости» [2, с. 1–5]. Согласно этому ГОСТу к питьевым водам предъявляются строгие требования. Питьевые воды подвергаются тщательному контролю со стороны контролирующих органов и в собственных лабораториях предприятий-изготовителей (контроль питьевых вод осуществляется как минимум по 90 показателям); питьевая вода, расфасованная в емкости, подлежит обязательной сертификации. Перечень информации (согласно ГОСТ

The article considers the results of participation in controlling drinking bottle water, represents literature data review on new quality parameters of above-mentioned water offered by modern researchers.

Key words: drinking bottle water, quality control, hardness, general mineralization, determination.

Р 51074-2003 «Информация для потребителей»), необходимой для размещения на этикетках питьевых вод, шире по сравнению с минеральными.

При производстве расфасованной воды допускается использовать любые технологии водоподготовки (реагентную, безреагентную, смешанную), обеспечивающие нормативы безопасности и безвредности очищенной воды и благоприятные органолептические свойства. Питьевую воду рекомендуется корректировать по микроэлементному составу, доводя ее химический состав до физиологически полноценного [2, с. 3].

Анализ литературных данных по современным исследованиям качества воды показал, однако, что регламентированные СанПиНами критерии не могут гарантировать безопасность и полезность употребления питьевой бутилированной воды.

Первое, проблема качества бутилированных питьевых вод связана не только с их химическим составом, радиационной безопасностью, но и с эффектом растворения материала емкости. Известно, что емкости изготавливают чаще всего из полиэтилентерефталата, который благодаря прозрачности и прочности получил широкое применение для упаковки пищевых продуктов. Полиэтилентерефталат может претерпевать тепловую деградацию, продуктом которой является ацетальдегид. На интенсивность миграции альдегидов влияют температура и солнечный свет, продолжительность и условия хранения, концентрация углекислого газа [3, с. 403–405].

Воды, расфасованные в полиэтилентерефталатовые бутылки, индуцируют цитогенетические нарушения независимо от условий хранения. Токсический эффект проявляется спустя 8 недель после расфасовки,

но это время находится в пределах рекомендуемого для хранения [4, с. 28]. Кроме того, при хранении воды более одного месяца получены положительные результаты по тесту Эймса – наиболее распространенному тесту на обнаружение мутагенной активности. Эта активность возростала при хранении воды на свету [5, с. 15].

В настоящее время эти показатели качества не регламентированы, и компании, производящие бутилированную воду, их не анализируют.

Второе, не нормирован такой параметр, как окислительно-восстановительный потенциал, определяющий меру активности химических элементов (ионов, молекул, радикалов) в электрохимических процессах, т.е. таких процессах, которые связаны с изменением зарядов благодаря переносу электронов. В то же время современные исследования показывают, что окислительно-восстановительные реакции влияют на все метаболические процессы в клетках живых организмов и определяют здоровье и продолжительность жизни человека. Окислительно-восстановительный потенциал важен и для водоподготовки, так как нужно учитывать количество окислителя (кислорода воздуха, или озона), необходимого для перевода в окисленные формы двухвалентного железа, трехвалентного азота, двухвалентной серы, деструкции органических веществ исходной воды из скважин [6, с. 198–208].

Третье, процесс водоподготовки играет все более важную роль из-за возросшего в последние десятилетия антропогенного загрязнения подземных вод, которые являются обычным источником бутилированной воды. Современные исследования показали, что стремление применять для характеристики воды при выборе технологии водоподготовки обобщенные показатели, такие как сухой остаток, мутность, цветность, рН, нефтепродукты, железо общее, оказывается в большинстве случаев неэффективным. Одна из причин этого – неоднозначность причин формирования этих показателей, взаимное влияние химических и микробных ингредиентов [7, с. 18–25]. В качестве эффективных показателей предлагают окислительно-восстановительный потенциал E_h , водородный показатель рН, стабильность или содержание углекислоты, содержание $Fe_{\text{общ}}$ (при анализе с разложением мешающих компонентов), содержание Fe^{2+} , Mn^{2+} , щелочность, жесткость или минерализацию, количество органических веществ (хотя бы интегральные показатели: бихроматную или перманганатную окисляемость) [6, с. 200–208]. Предложена и новая классификация примесей (загрязнителей) в воде не по размеру частиц, а по свойствам, определяющим их удаление тем или иным методом [8, с. 3–17].

Четвертое, к факторам окружающей среды, способным воздействовать на состояние и развитие человеческого организма как на клеточном, так и на макроуровне, следует отнести «физиологическую

полноценность» питьевой воды. С питьевой водой человек может получить до 20% суточной дозы кальция, до 25% магния, до 50–80% фтора, до 50% йода. В целях охраны здоровья населения нужно принять меры по восполнению дефицита биогенных элементов за счет организации производства и продажи населению расфасованной питьевой воды с оптимальным содержанием таких элементов [2, с. 278].

Производственный контроль качества питьевой воды организуют и осуществляют организации, эксплуатирующие системы водоснабжения и отвечающие за качество подаваемой потребителю питьевой воды. Выделяют сокращенный, сокращенный периодический, полный периодический контроль.

При проведении сокращенного анализа, т.е. анализа, осуществляемого еженедельно, определяют следующие параметры: запах при 20, при 60°, привкус, рН, содержание фторидов, иодидов, диоксида углерода. Сокращенный периодический анализ проводится не реже чем раз в месяц, к параметрам, исследуемым при сокращенном анализе, добавляются цветность, мутность, окисляемость перманганатная. Полный периодический контроль проводится раз в год. В ходе данного вида контроля определяются нормативы физиологической полноценности макро- и микроэлементного состава воды, показатели радиационной безопасности, критерии безвредности химического состава: показатели органического загрязнения, галогены, токсичные металлы и неметаллические элементы, показатели солевого и газового состава – минимум 90 параметров [1, с. 3–27].

Одной из задач данной работы было участие в организации и выполнении контроля качества питьевой воды, расфасованной в емкости, в лаборатории компании, производящей воду. Работа осуществлялась в лаборатории «Барнаульской водяной компании», производящей воду «Легенда», расфасованную в емкость по 19 л.

В данном исследовании были отработаны методики определения следующих параметров: вкус, цветность, общая жесткость, перманганатная окисляемость, сухой остаток и общая минерализация, окислительно-восстановительный потенциал E_h , рН, содержание фторидов и гидрокарбонатов, калия и натрия, кальция и магния, общее содержание железа. Их количество больше, чем это предусмотрено СанПиНом 2.14 1116-02 [1, с. 1–27]. Это связано со стремлением повысить гарантию качества продукции, а выбор самих параметров обусловлен характеристикой исходной воды и водоподготовкой и должен обеспечить контроль показателей, вызывающих опасение несоответствия СанПиНу 2.14 1116-02 или изменяющихся во времени.

Кроме того, было интересно сравнить результаты определения указанных параметров у нескольких питьевых вод, широко употребляемых на территории

Алтайского края, в частности в Барнауле. Для проведения сравнительного анализа использовались питьевые воды: «Алтайская золотая», приобретенная в магазине сети «Мария-Ра»; «Меркурий», «Студеная», купленные в гипермаркете «Алтай», а также вода «Легенда», которую брали на месте ее розлива – в «Барнаульской водяной компании».

Методики определения показателей, использованные в работе, регламентированы ГОСТ Р 52109-03 [2, с. 1–5] и ГОСТ 8.563-96 [9, с. 1–19].

Характер и интенсивность вкуса и привкуса определяли органолептическим методом, цветность воды – фотометрическим [9, с. 4–6], для выявления жесткости использовали комплексонометрический метод [10, с. 3–15]. Проводили прямое определение содержания ионов кальция с использованием ионо-селективного кальциевого электрода; зная значение жесткости воды и содержание кальция, вычисляли содержание магния [11, с. 315]. Содержание фторид-ионов находили потенциометрически с применением ионоселективного электрода [12, с. 2–7], содержание гидрокарбонат-ионов – титрованием соляной

кислотой в присутствии индикатора метилового оранжевого [13, с. 3–12], содержание общего железа – фотометрическим методом [14, с. 4–10].

Общая минерализация представляет собой суммарный количественный показатель содержания растворенных в воде веществ. Очень часто этот параметр путают с сухим остатком. В СанПиНе 2.1.4.1116-02 [1, с. 19–20] приводятся сведения об общей минерализации и сухом остатке как об одном показателе. Действительно, эти параметры очень близки между собой, но методика нахождения сухого остатка такова, что в результате не учитываются более летучие органические соединения, растворенные в воде. Это приводит к тому, что общая минерализация и сухой остаток могут различаться на небольшую величину (как правило, не более 10%). В ГОСТе 3351-74 [2, с. 1–5] не указаны методики вычисления общей минерализации. В нашей работе предложен экспресс-метод ее определения. Для этого измеряется относительная плотность при помощи ареометра и при фиксированной температуре. Результаты исследований приведены в таблицах 1–3.

Таблица 1

Определение pH и других показателей качества в водах, расфасованных в емкости

Название образца	pH	Вкус, балл	Цветность, градус	Общая жесткость, моль/м ³	Eh, мВ
Легенда	7,01±0,03	0	3,08±0,07	2,95±0,06	267±9
Меркурий	7,50±0,02	0	3,09±0,07	1,26±0,06	295±6
Студеная	7,63±0,02	0	1,8±0,1	4,03±0,06	320±1
Алтайская золотая	7,71±0,03	0	1,8±0,06	6,44±0,06	366±6
Нормативное значение	6,50–8,50	0	5	7	–

Таблица 2

Определение сухого остатка и других показателей в водах, расфасованных в емкости

Название образца	Суммарная минерализация, мг/дм ³	Сухой остаток, мг/дм ³	Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /дм ³	C _{Fe³⁺} , мг/дм ³
Легенда	389	325,2±0,5	0,61±0,03	0,08±0,02
Меркурий	426	400,0±0,5	0,81±0,04	0,10±0,02
Студеная	294	122,0±0,5	1,22±0,03	0,05±0,02
Алтайская золотая	452	334,0±0,5	0,89±0,02	0,07±0,02
Нормативное значение	200–400	100–1000	2–3 мгО ₂ /л	0,3

Таблица 3

Определение содержания ионов кальция и других показателей в водах, расфасованных в емкости

Название образца	C _{гидрокарбонат-иона²⁻} , мг/дм ³	C _{Ca²⁺} , мг/дм ³	C _{Mg²⁺} , мг/дм ³	C _{F⁻} , мг/дм ³
Легенда	357±13	52±2	33±1	0,59±0,01
Меркурий	154±13	24±2	13±1	0,24±0,03
Студеная	357±13	79±1	51±1	0,37±0,02
Алтайская золотая	333±13	131±2	74±1	0,44±0,05
Нормативное значение	400	25–130	5–65	1,5

Несмотря на то, что окислительно-восстановительный потенциал играет важную роль при оценке качества воды, в настоящее время значение этого параметра не нормировано и не определяется для воды, расфасованной в емкости. Остальные показатели в основном соответствуют нормативным. Содержание кальция и магния превышает норму у образца «Алтайская золотая».

Таким образом, по проделанной работе можно сделать следующие выводы.

1. Анализ литературных данных показал, что бутилированные питьевые воды, произведенные в соответствии с утвержденными нормативами и токсикологически безопасные по результатам химического анализа, могут оказывать вредное воздействие на животные организмы и их клетки.

2. Законодательно регламентированные критерии качества бутилированных питьевых вод, к сожалению, не учитывают всех возможных негативных последствий для организма человека.

3. Следует обратить внимание на ошибочную трактовку в санитарно-эпидемиологических правилах и нормативах общей минерализации и сухого остатка как общего параметра. Метод нахождения общей минерализации по плотности позволяет экспрессно определить этот показатель.

4. Проведенный анализ некоторых питьевых вод, расфасованных в емкости, показал, что предлагаемая крупными торговыми точками бутилированная вода в целом соответствует СанПиНу, регламентирующему ее качество.

Библиографический список

1. СанПиН 2.1.4.1116-02. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества. – Введ. 2000-03-02. – М., 2000.
2. ГОСТ 3351-74. Вода питьевая, расфасованная в емкости. – Введ. 1998-01-02. – М., 1998.
3. Архипчук В.В., Гончарук В.В. Проблемы качества питьевых бутилированных вод // Химия и технология воды. – 2004. – №4.
4. Когановский А.М., Смолин С.К. Проблемы качества питьевых вод, расфасованных в емкости // Вода и экология. – 2005. – №4.
5. Ризо Е.Г. Вода. Проблемы. Часть 1 // Вода и экология. – 2005. – №1.
6. Мейлахс А.Г., Скоробогатов Г.А. Химическое загрязнение водопроводной воды и поиск реагентов для ее очистки // Экологическая химия. – 2001. – Т. 10, №3.
7. Лямаев Б. Ф. О водопроводной, доочищенной и бутилированной воде // Вода и экология. – 2003. – №1.
8. Лукашевич О.Д. Классификация природных вод для целей питьевого водоснабжения (по их способности к очистке) // Вода и экология. – 2005. – №4.
9. ГОСТ 8.563-96. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. – Введ. 1996-06-03. – М., 1996.
10. ГОСТ 4151-72. Вода питьевая. Метод определения общей жесткости. – Введ. 1998-01-02. – М., 1998.
11. Государственный контроль качества минеральной воды и напитков : справочник ТК по стандартизации. – Введ. 2003-09-16. – М., 2003.
12. ГОСТ 4386-89. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации фторидов. – Введ. 2001-01-02. – М., 2001.
13. ГОСТ 4151-52. Вода питьевая. Метод определения содержания гидрокарбонатов. – Введ. 1998-01-02. – М., 1998.
14. ГОСТ 8.556-91. Методики определения состава и свойств проб воды. Общие требования к разработке. – Введ. 1992-01-02. – М., 1992.