

УДК 663.64:005.6(470.620)

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ ТОРГОВЫХ ТОЧЕК ГОРОДА КРАСНОДАРА

Харьков Д.С., Глехусеж М.А.

*Кубанский государственный технологический университет, Краснодар,  
e-mail: x-wing10@rambler.ru*

Минеральная вода содержит в своем составе растворённые соли, микроэлементы, а также некоторые биологически активные компоненты. Среди минеральных вод выделяют минеральные природные питьевые воды, минеральные воды для наружного применения и другие. Нами проведена оценка качества минеральной воды с помощью физико-химических методов исследования: качественного анализа, определения кислотности, электропроводности среды, а также органолептических свойств. В исследуемой минеральной воде методом качественного анализа были идентифицированы ионы, заявленные производителем: сульфат-, гидрокарбонат- и карбонат- ионы, иодид- и хлорид- ионы, а также ионы магния, кальция, натрия, калия. Было произведено сравнение информации о составе минеральных вод, указанных на этикетках, с данными экспериментального исследования. Сделаны выводы о составе и свойствах минеральных вод разных образцов.

**Ключевые слова:** минеральная вода, физико-химический анализ

## THE STUDY OF THE QUALITY OF MINERAL WATER RETAIL OUTLETS OF THE CITY OF KRASNODAR

Kharkov D.S., Tlekhusezh M.A.

*Kuban state technological university, Krasnodar, e-mail: x-wing10@rambler.ru*

Mineral water contains dissolved salts, microelements, and also some biologically active components. Among mineral waters, there are mineral natural drinking water, mineral waters for outdoor use and others. We conducted an assessment of the quality of mineral water using physical and chemical methods of investigation: qualitative analysis, determination of acidity, electrical conductivity of the medium, and also organoleptic properties. In the mineral water under investigation, the ions claimed by the producer were identified by the qualitative analysis method: sulfate, hydrogen carbonate and carbonate ions, iodide and chloride ions, and magnesium, calcium, sodium, and potassium ions. A comparison was made of the information on the composition of the mineral waters indicated on the labels with the data of the experimental study. Conclusions are made about the composition and properties of mineral waters of different samples.

**Keywords:** mineral water, physicochemical analysis

По статистике, сегодня каждый житель России выпивает около 10 литров бутилированной воды в год. Рынок сейчас изобилует различными напитками. На многих из них написано: «Природная лечебная вода». Согласно ГОСТ Р 54316–2011, к минеральным водам относятся природные воды, оказывающие на организм человека действие, обусловленное основными ионно-солевым и газовым составом, повышенным содержанием биологически активных компонентов и специфическими свойствами (радиоактивность, температура, реакция среды). Данная информация, а также название предприятия – изготовителя и номер скважины должны быть указаны на этикетке.

Главная ценность минеральных вод заключается в том, что их «приготовила» и наделила целебными свойствами сама природа. Вроде бы, любую минеральную воду можно воссоздать. Однако искусственно минерализованная вода не способна заменить природную, т.к. не обладает её вол-

шебным действием. Любая минеральная вода тесно связана с тем местом, где она добывается или изливается на поверхность. Выходя из недр земли, она не только насыщается солями, но и проходит сквозь различные гравитационные, магнитные, биологические поля.

Актуальность исследования: в настоящее время остро стоит вопрос очистки воды и выявления подделки продуктов питания с целью сохранения здоровья подрастающего поколения. Для оценки качества воды ее подвергают физико-химическому анализу.

Цель работы. Исследовать физико-химические показатели минеральных вод, предпочитаемых студентами нашего университета; научиться разбираться в многообразии видов минеральной воды и делать правильный выбор в зависимости от цели использования.

Для достижения цели поставлены следующие задачи: изучить научную литературу по данной теме; исследовать химический

состав и минерализацию воды, сравнив информацию, приведенную на этикетках, с данными экспериментального исследования методами качественного анализа; исследовать электропроводимость минеральной воды.

### Теоретическая часть

#### *Минеральная вода и её назначение*

Минеральные воды – это, прежде всего подземные (иногда поверхностные) воды, характеризующиеся повышенным содержанием биологически активных минеральных (реже органических) компонентов и (или) обладающие специфическими физико-химическими свойствами (химический состав, температура, радиоактивность и др.), благодаря которым они оказывают на организм человека лечебное действие. Именно поэтому минеральную воду используют в зависимости от ее химического состава и физических свойств – в качестве наружного или внутреннего лечебного средства.

#### *Общая характеристика минеральных вод*

По своему назначению минеральные воды делятся на два вида: питьевые и бальнеологические (для наружного использования). К основным критериям оценки лечебных минеральных вод, отличающих их от пресной воды и определяющих их терапевтическое действие, относятся: общая минерализация, ионный состав, наличие газов, наличие биоактивных элементов, микроорганизмов и органических веществ, реакция среды (рН), радиоактивность [1].

По степени минерализации (содержанию минеральных веществ) выделяют столовую, столово-лечебную и лечебную минеральные воды (степень минерализации обычно указана на бутылке). Не содержащие биологически активных компонентов воды с минерализацией не более 2 г на 1 л считаются столовыми водами. Солесодержание до 2 г на 1 л соответствует рекомендациям Всемирной организации здравоохранения по качеству питьевой воды. Столовую воду можно пить без ограничений. Исключение составляют воды с минерализацией менее 2 г/л, но содержащие в повышенных количествах какие-либо специфические компоненты. Тогда их относят к лечебным. Столово-лечебные минеральные воды содержат от 2 до 8 г минеральных веществ на 1 л. Степень минерализации лечебной минеральной воды гораздо выше – от 8 до 12 г/л. Такие

минеральные воды оказывают на организм человека сильное действие, применяются исключительно в лечебных целях по назначению врача и в строго оговоренном количестве. Согласно этикетке, вода образцов № 1, 3, 6, 7 является столовой, образцы № 2 и 5 – лечебно-столовая, а № 4 – лечебная минеральная вода. [2].

Ионный состав. Лечебные свойства минеральной воды, ее химическую сущность определяют семь основных ионов: Четыре катиона – калий ( $K^+$ ), натрий ( $Na^+$ ), кальций ( $Ca^{2+}$ ), магний ( $Mg^{2+}$ ) – играют важную роль в жизнедеятельности организма. Даже небольшие отклонения их концентрации в тканях и в крови нарушают все физиологические процессы и требуют срочной коррекции. По катионам минеральные воды могут быть: натриевыми ( $Na^+$ ); кальциевыми ( $Ca^{2+}$ ); магниевыми ( $Mg^{2+}$ ); смешанными кальциево-магниевыми; кальциево – магниево-натриевыми и др. Три аниона – хлор ( $Cl^-$ ), сульфат ( $SO_4^{2-}$ ) и гидрокарбонат ( $HCO_3^-$ ), которые постоянно соединяются и разъединяются, образуя различные соли.

Наличие газов и газонасыщенность. Все подземные минеральные воды содержат в том или ином количестве природные газы – спонтанные или растворенные. Газонасыщенность минеральной воды – общее содержание в минеральной воде газов (в миллилитрах на 1 л). Состав и количество газов зависит от геологических и геохимических условий формирования вод. Выходя на поверхность, перенасыщенная углекислым газом вода попадает в зону с более низким давлением, поэтому, вспенивая воду, улетучивается из нее. Углекислый газ делает воду приятной на вкус, газированная, она лучше утоляет жажду. «От двух стаканов этой воды происходит опьянение, за которым следует глубокий сон», – писал о «Нарзане» в 1784 году путешественник Яков Рейнегг

Реакция среды (рН). Водородный показатель определяется концентрацией в воде водородных ионов и характеризуется величиной рН. По величине рН минеральные воды делятся: на кислые (рН = 3,5–6,5), нейтральные (рН = 6,7–7,2), щелочные (рН = 7,3–8,5) [3].

Радиоактивность воды определяется наличием в воде радона (Rn) и продуктов его распада, гораздо реже – радия (Ra) [7].

Органические вещества и микроэлементы. Наличие органических веществ – битумов и гуминов – оказывает положительное

воздействие на организм человека в целом. При содержании микроэлементов в минеральной воде в физиологически значимых количествах соответственно выделяют железистые (содержание железа не менее 20 мг/л), мышьяковистые (содержание мышьяка не менее 0,2 мг/л), йодные (содержание йода не менее 5 мг/л), бромные (содержание брома не менее 25 мг/л), кремнистые и др. [4].

**Экспериментальная часть**

**Качественный анализ минеральной воды**

В начале работы мы изучили данные этикеток. Следует отметить, что вся вода произведена согласно технических условий и только образец №1 согласно ГОСТу. Для определения качественного состава минеральной воды и сравнения его с химическим составом, заявленным на этикетке, мы провели качественные реакции (табл. 1)

**Таблица 1**

Результаты качественного определения анионов минеральной воды

Образец	Химический состав, заявленный на этикетке	Результат экспериментального исследования	
1	2	3	
1	Ионный состав	мг/л	
	Гидрокарбонаты	$\text{HCO}_3^-$ 150–350	экспериментально $\text{HCO}_3^-$ слабое выделение газа
	Хлориды	$\text{Cl}^-$ 20–180	$\text{Cl}^-$ появление малозаметного осадка
	Натрий + Калий	$\text{Na}^{++}$ $\text{K}^+$ <100	$\text{Na}^{++}$ $\text{K}^+$ бледно-желтый, бледно-фиолетовый цвета пламени
	Кальций	$\text{Ca}^{2+}$ 50–150	$\text{Ca}^{2+}$ помутнение
		Вывод: соответствует заявленному составу.	
2	Ионный состав	мг/л	экспериментально
	Гидрокарбонаты	$\text{HCO}_3^-$ 250–650	$\text{HCO}_3^-$ слабое выделение газа
	Хлориды	$\text{Cl}^-$ 400–1000	$\text{Cl}^-$ появление белого осадка
	Сульфаты	$\text{SO}_4^{2-}$ 900–1600	$\text{SO}_4^{2-}$ сильная муть (завышена)
	Натрий + Калий	$\text{Na}^{++}$ $\text{K}^+$ 400–1000	$\text{Na}^{++}$ $\text{K}^+$ желтый, бледно-фиолетовый цвета пламени
	Магний	$\text{Mg}^{2+}$ 30–130	$\text{Mg}^{2+}$ помутнение
	Кальций	$\text{Ca}^{2+}$ 50–150	$\text{Ca}^{2+}$ появление прозрачных хлопьев (завышена)
		Вывод: не соответствует заявленному составу (превышает $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{Ca}^{2+}$ ).	
3	Ионный состав	мг/л	экспериментально
	Гидрокарбонаты	$\text{HCO}_3^-$ 500–700	$\text{HCO}_3^-$ слабое выделение газа
	Хлориды	$\text{Cl}^-$ 100–250	$\text{Cl}^-$ появление малозаметного осадка
	Сульфаты	$\text{SO}_4^{2-}$ <25	$\text{SO}_4^{2-}$ нет мути (осадка)
	Натрий + Калий	$\text{Na}^{++}$ $\text{K}^+$ 250–400	$\text{Na}^{++}$ $\text{K}^+$ бледно-желтый, бледно-фиолетовый цвета пламени
	Кальций	$\text{Ca}^{2+}$ <70	$\text{Ca}^{2+}$ нет помутнения
	Магний	$\text{Mg}^{2+}$ <25	$\text{Mg}^{2+}$ появление малозаметных хлопьев
		Вывод: не соответствует заявленному составу (отсутствует $\text{SO}_4^{2-}$ ).	

Окончание табл. 1

1	2			3	
4	Ионный состав		мг/л		экспериментально
	Гидрокарбонаты	$\text{HCO}_3^-$	5000–7000	$\text{HCO}_3^-$	бурное выделение газа
	Хлориды	$\text{Cl}^-$	1200–2200	$\text{Cl}^-$	появление белого осадка
	Сульфаты	$\text{SO}_4^{2-}$	<150	$\text{SO}_4^{2-}$	слабая муть
	Натрий + Калий	$\text{Na}^+ \text{K}^+$	2700–3700	$\text{Na}^+ \text{K}^+$	желтый, бледно-фиолетовый цвета пламени
	Кальций	$\text{Ca}^{2+}$	<150	$\text{Ca}^{2+}$	помутнение
	Магний	$\text{Mg}^{2+}$	<150	$\text{Mg}^{2+}$	появление малозаметных хлопьев
	Спец.компонент	$\text{H}_3\text{BO}_3$	30–80	$\text{H}_3\text{BO}_3$	–
				Вывод: соответствует заявленному составу	
5	Ионный		мг/л		экспериментально
	Гидрокарбонаты	$\text{HCO}_3^-$	1000–2000	$\text{HCO}_3^-$	слабое выделение газа
	Хлориды	$\text{Cl}^-$	200–750	$\text{Cl}^-$	появление белого осадка
	Сульфаты	$\text{SO}_4^{2-}$	900–1700	$\text{SO}_4^{2-}$	сильная муть (осадок)
	Натрий + Калий	$\text{Na}^+ \text{K}^+$	800–1500	$\text{Na}^+ \text{K}^+$	желтый, бледно-фиолетовый цвета пламени
	Кальций	$\text{Ca}^{2+}$	100–350	$\text{Ca}^{2+}$	помутнение
	Магний	$\text{Mg}^{2+}$	<100	$\text{Mg}^{2+}$	появление прозрачных хлопьев
		$\text{H}_2\text{SiO}_3$	30–80	$\text{H}_2\text{SiO}_3$	–
				Вывод: соответствует заявленному составу	
6	Ионный состав		мг/л		экспериментально
	Гидрокарбонаты	$\text{HCO}_3^-$	180–270	$\text{HCO}_3^-$	не наблюдаем
	Хлориды	$\text{Cl}^-$	<25	$\text{Cl}^-$	появление малозаметного осадка
	Сульфаты	$\text{SO}_4^{2-}$	<50	$\text{SO}_4^{2-}$	слабая муть
	Натрий + Калий	$\text{Na}^+ \text{K}^+$	<50	$\text{Na}^+ \text{K}^+$	бледно-желтый, бледно-фиолетовый цвета пламени
	Кальций	$\text{Ca}^{2+}$	40–100	$\text{Ca}^{2+}$	нет помутнения
	Магний	$\text{Mg}^{2+}$	<10	$\text{Mg}^{2+}$	появление малозаметных хлопьев
	Серебро	$\text{Ag}^+$	0,025	$\text{Ag}^+$	белый осадок
	Иод	$\text{I}^-$	0,08–0,2	$\text{I}^-$	желтый осадок
					Вывод: не соответствует заявленному составу (отсутствуют $\text{HCO}_3^-$ , $\text{Ca}^{2+}$ )
7	Ионный состав		мг/л		экспериментально
	Гидрокарбонаты	$\text{HCO}_3^-$	130–250	$\text{HCO}_3^-$	не наблюдаем
	Хлориды	$\text{Cl}^-$	<25	$\text{Cl}^-$	появление малозаметного осадка
	Сульфаты	$\text{SO}_4^{2-}$	<15	$\text{SO}_4^{2-}$	слабая муть
	Натрий + Калий	$\text{Na}^+ \text{K}^+$	<50	$\text{Na}^+ \text{K}^+$	бледножелтый, бледно-фиолетовый цвета пламени
	Кальций	$\text{Ca}^{2+}$	40–80	$\text{Ca}^{2+}$	нет помутнения
	Магний	$\text{Mg}^{2+}$	1,5–5,0	$\text{Mg}^{2+}$	появление малозаметных хлопьев
	Серебро	$\text{Ag}^+$	0,025	$\text{Ag}^+$	белый осадок
	Иод	$\text{I}^-$	0,08–0,2	$\text{I}^-$	желтый осадок
					Вывод: не соответствует заявленному составу (отсутствуют $\text{HCO}_3^-$ , $\text{Ca}^{2+}$ )

Вывод: в ходе проведения качественных реакций было выявлено, что в минеральной воде образца № 2 завышено содержание ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Ca}^{2+}$ . В минеральной воде образца № 3 отсутствуют ионы  $\text{SO}_4^{2-}$ . В образце № 6 и № 7 отсутствуют гидрокарбонат-ионы  $\text{HCO}_3^-$  и катионы  $\text{Ca}^{2+}$ , что не соответствует заявленному составу. Таким образом, исходя из данных табл.1, три наименования полностью подтвердили свой состав: образец № 1, № 4, № 5.

**Исследование щелочности среды**

Величина водородного показателя pH определяется количественным соотношением в воде ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ , образующихся при диссоциации воды. Если ионы  $\text{OH}^-$  в воде преобладают, то  $\text{pH} > 7$ , вода будет иметь щелочную среду. При повышенном содержании ионов  $\text{H}^+$  среда кислая,  $\text{pH} < 7$ . В дистиллированной воде эти ионы должны уравнивать друг друга, и pH будет приблизительно равен 7, т.е. среда нейтральная. При растворении в воде различных химических веществ как природного, так и антропогенного происхождения, этот баланс нарушается, что приводит к из-

менению уровня pH. По этому показателю воды можно условно разделить на несколько групп. Для определения реакции среды нами был использован индикатор лакмус универсальный. Результаты представлены в табл.2. [8].

**Исследование электропроводности минеральной воды**

Минеральные воды – это сложные растворы, в которых компоненты находятся в виде ионов недиссоциированных молекул, коллоидных частиц и растворенных газов. Свойства минеральной воды определяются тем, сколько солей в ней содержится. Эту характеристику иначе называют минерализацией. В домашних условиях о степени минерализации мы судим по ее электропроводности. Электропроводность – есть способность раствора или расплава электролита проводить электрический ток. Проверку электропроводности растворов проводили по яркости свечения лампочки и измеряли при помощи миллиамперметра силу тока в растворе. Результат представлен в табл. 3. [6].

**Таблица 2**

Результат анализа кислотности среды минеральной воды

№ образца	Показатель pH	Окраска индикатора лакмус универсальный
1	$5 < \text{pH} < 6$	желтый
2	$6 < \text{pH} < 7$	розовый
3	$5 < \text{pH} < 6$	желтый
4	$7 < \text{pH} < 8$	зеленоватый
5	$7 < \text{pH} < 8$	зеленоватый
6	$5 < \text{pH} < 6$	желтый
7	$5 < \text{pH} < 6$	желтый

Вывод: образцы исследованной воды № 4 и № 5 имеют слабощелочную среду. Слабокислую реакцию среды показала вода № 2. Остальные образцы – нейтральные воды.

Таблица 3

Результат исследования электропроводности минеральной воды

№ образца	Минерализация, г/л	Электропроводность	Вольтамперная характеристика							
			U, В	I, мА	U, В	I, мА	U, В	I, мА		
1	0,3–0,7	Средней яркости	2	1,2	4	4,2	6	8,4	8	13,3
2	2,0–4,6	Ярко	2	1	4	11	6	27	8	47
3	0,9–1,5	Средней яркости	2	1	4	4,8	6	9,2	8	14,8
4	9,2–13	Сильно ярко	2	2	4	20	6	48	8	80
5	3,0–6,5	Средней яркости	2	2,1	4	7,5	6	16,8	8	32,6
6	0,20–0,45	Тускло	2	0,8	4	2,3	6	4,1	8	6,2
7	0,2–0,4	Тускло	2	0,6	4	1,8	6	3,4	8	5,2

Вывод: наибольшей электропроводностью обладает образец № 4; средней электропроводностью – образцы № 2 № 5, а наименьшую электропроводность имеют образцы № 1, № 3, № 6 и № 7.

Минерализация согласуется с заявленной у образцов воды номеров 1,3,4,5,6,7. Минерализация завышена у образца № 2. Слабоминерализованной водой являются образцы №1, № 3, № 6, № 7. Пробы воды № 2 и № 5 относятся к среднеминерализованным. Проба воды № 4 отнесена нами к сильноминерализованной.

#### Органолептические свойства воды

К органолептическим свойствам воды относятся вкус, цвет, запах, которые определяются органами обоняния и осязания. Хлорид – анионы придают воде соленый вкус, сульфат – анионы – горький вкус, гидрокарбонат – анионы – безвкусные, они нейтрализуют кислоту, попадающую в водоем с атмосферными осадками или образующуюся в результате жизнедеятельности организмов. Этот эксперимент был проведен вместе с однокурсниками нашего университета, устроив дегустацию воды (табл. 4). [5].

Таблица 4

Результаты органолептического исследования

№ образца	Вкус	Цвет	Запах
1	Слабосоленый	бесцветная, прозрачная	не наблюдается
2	Слабосоленый, горький	бесцветная, прозрачная	не наблюдается
3	Слабосоленый	бесцветная, прозрачная	не наблюдается
4	Сильносоленый, кислотаватый	бесцветная, прозрачная, хрустальная	йода, хлора
5	Сильносоленый, горький	бесцветная, прозрачная.	не наблюдается
6	Сладковатый	бесцветная, прозрачная.	йода
	Сладковатый	бесцветная, прозрачная	не наблюдается

### Заключение

Изучение состава и свойств минеральной воды, анализ использованных источников, составленный алгоритм обнаружения ионов, позволили сделать следующие выводы:

1. В исследуемой минеральной воде методом качественного анализа были идентифицированы ионы, заявленные производителем: сульфат – ионы, гидрокарбонат- и карбонат-ионы, иодид- и хлорид-ионы, ионы магния, алыция, натрия, калия.

2. Минеральная вода не всегда отвечает требованиям к качеству минеральных вод.

3. В ходе проведения качественных реакций было выявлено, что в минеральной воде образца № 2 завышено содержание  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ . В минеральной воде образца № 3 отсутствует  $\text{SO}_4^{2-}$ . В минеральной воде образца № 6 и № 7 отсутствуют  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , что не соответствует заявленному составу. Таким образом, только три наименования полностью подтвердили состав: минеральная вода образца №1, №4 и №5.

4. Минерализация подтверждается у образцов № 1, 3, 4, 5, 6, 7, но завышена у образца №2, что не соответствует заявленному составу. Слабоминерализованной водой являются образцы № 1, 3, 6, 7, среднеминерализованной – образцы № 2 и 5, сильноминерализованной – № 4.

Проведенные исследования позволили сформулировать наши рекомендации потребителю минеральной воды:

- выбирайте проверенные, зарекомендовавшие себя марки минеральной воды;
- используйте минеральную воду только по назначению (столовую, лечебно-столовую и лечебную).

### Список литературы

1. Бобров А. Лечебные грязи и целительные источники / А. Бобров. – М.: Алгоритм, Эксмо, 2006. – 290 с.
2. Гавриков Н.А. Лечение на курортах Краснодарского Черноморья / Н.А. Гавриков. – Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1978. – 33 с.
3. Зефирова Н.С. Химическая энциклопедия. / Н.С. Зефирова, И.Л. Кнуныц, Н.Н. Кулов. Т 1. – М.: Советская энциклопедия, 1988. – С. 394–397.
4. Иосифова Е.В. Минеральные воды и лечебные грязи Кубани / Е.В. Иосифова, Ф.И. Головин, С.И. Довжанский. – Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1978. – 30 с.
5. Лебеденко Г.Б. Лечение на курорте Горячий ключ / Г.Б. Лебеденко. – Краснодар: книжное издательство, 1987. – 66 с.
6. Химия. Серия «Эрудит». – М.: ООО ТД «Издательство Мир книги», 2006. – 192 с.
7. Алимарин И.П. Методы обнаружения и разделения элементов (практическое пособие) / И.П. Алимарин, В.И. Фадеева, Е.Н. Дорохова. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 207 с.
8. Алексинский В.Н. Занимательные опыты по химии: пособие для учителей / В.Н. Алексинский. – М.: Просвещение. 1980. – 96 с.