



5. Яковлев С. В. Современное значение цефалоспоринов в стационаре // РЖМ. Антибиотики. 2005. Т. 13, № 10. С. 1125–1129.
6. Агаджанян Н. А., Тель Л. З., Циркин В. И., Чеснокова С. А. Физиология человека. СПб.: СОТИС, 1998. 537 с.
7. Кулапина Е. Г., Баринаова О. В., Кулапина О. И., Утц И. А., Снесарев С. В. Современные методы определения антибиотиков в биологических и лекарственных средах // Антибиотики и химиотерапия. 2009. Т. 54, № 9–10. С. 53–60.
8. Алексеев В. Г. Бионеорганическая химия пенициллинов и цефалоспоринов. Тверь: Изд-во Тверск. гос. ун-та, 2009. 40 с.
9. Никольский Б. П., Матерова Е. А. Ионоселективные электроды. Л.: Химия, 1980. 240 с.
10. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. М.: Техносфера, 2007. 368 с.
11. Бегн Э. Клиническая фармакология. М.: Бином, 2004. 104 с.
12. Гончаров И. Б., Ковачевич И. В., Репенкова Л. Г., Кондратенко С. Н., Стародубцев А. К. Влияние антиортогостатической гипокинезии на фармакокинетику ацетаминофена и распределение его в слюне здоровых добровольцев // Хим.-фарм. журн. 2009. Т. 43, № 5. С. 3–6.
13. Стародубцев А. К., Золкина И. В., Кондратенко С. Н., Белякова Г. А. Изучение фармакокинетики пентоксифиллина по динамике его распределения в крови и слюне здоровых добровольцев // Хим.-фарм. журн. 2008. Т. 42, № 1. С. 3–5.

УДК 543.54:547

О КАТИОННОМ СОСТАВЕ НЕКОТОРЫХ ПИТЬЕВЫХ И ПРИРОДНЫХ ВОД

Е. И. Селифонова, Р. К. Чернова, О. С. Евсеева

Саратовский государственный университет
E-mail: selif-ei@yandex.ru

Методом капиллярного электрофореза исследовано 15 проб бутилированных, питьевых и природных вод на содержание ионов Li^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ . Из всех исследованных вод лишь в бутилированной воде «НОВОТЕРСКАЯ» отмечено превышение ПДК по всем указанным ионам, за исключением Mg^{2+} ; ионы бария в водах не обнаружены. Очистка воды с помощью фильтра «ГЕЙЗЕР» понижает содержание Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} и значительно K^+ .

Ключевые слова: капиллярный электрофорез, электрофореграмма, катионы металлов, вода, способы очистки.

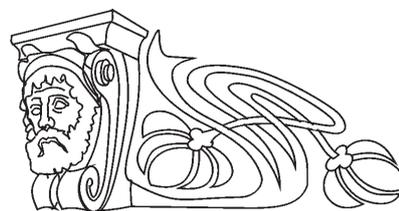
About Cationic Composition of Some Drinking and Natural Waters

E. I. Selifonova, R. K. Chernova, O. S. Yevseyeva

15 sample of bottled, drinking and natural waters were examined for content of cations Li^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ by the method of a capillary electrophoresis. Excess of maximum permissible concentration is noted over all specified ions, except for Mg^{2+} only in bottled water «NOVOTERSKAY», Ba^{2+} in waters is not found in any of the test water. Water purification by means of the «GEYSER» filter lowers the content of Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} and K^+ is considerably.

Key words: capillary electrophoresis, electrophoretogram, metal cations, water purification methods.

Природные и питьевые воды обычно содержат набор катионов щелочных и щелочно-земельных элементов. Так, ионы натрия, калия, кальция и магния присутствуют во всех при-



родных водах. Количество ионов натрия может колебаться от нескольких мг/л (ультрапресные воды) до десятков и даже сотен г/л (рассолы). Содержание ионов калия в природных водах обычно значительно меньше, что объясняется повышенной сорбцией калия поглощающим комплексом почв и пород, а также расходом его на питание растений [1]. Ионы кальция и магния обуславливают жесткость воды – показатель крайне важный с точки зрения экологической безопасности. Превышение нормативов по жесткости чревато заболеваниями желудочно-кишечного тракта, почек, провоцирует появление экзем. Поэтому обычно устраняют повышенную жесткость воды [2]. Низкое качество питьевой воды провоцирует также заболевания сердечно-сосудистой и костной систем [3].

Присутствие в поверхностных водах ионов аммония связано, главным образом, с процессами биохимической деградации белковых веществ, дезаминирования аминокислот, разложения мочевины под действием уреазы. Основными источниками поступления ионов аммония в водные объекты являются животноводческие фермы, хозяйственно-бытовые сточные воды, поверхностный сток с сельхозугодий при использовании аммонийных удобрений,



а также сточные воды предприятий пищевой, коксохимической, лесохимической и химической промышленности. Ионами аммония обычно обогащены воды нефтяных месторождений, в которых их содержание может превышать 100 мг/л. Повышенное содержание солей аммония в водном объекте указывает на ухудшение его санитарного состояния [4].

Такие элементы, как литий, стронций, барий относятся ко второму классу опасности. Ис-

точником этих токсичных элементов является артезианская вода.

В настоящей работе методом капиллярного электрофореза определено содержание Li^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ в 15 пробах питьевых и природных вод г. Саратова и оценена эффективность некоторых применяемых в быту способов очистки воды.

В табл.1 представлены места отбора проб воды и способы их очистки.

Таблица 1

Типы отобранных проб и примененные способы очистки воды

№	Исследуемый тип воды	Место отбора пробы	Способ очистки воды	Применяемые ГОСТы
1	Водопроводная	Фрунзенский р-н, ул. Рахова/Белоглинская, д. 75/81	Без очистки	<ul style="list-style-type: none"> Общие требования к отбору проб по ГОСТ Р 51592-2000 Отбор проб питьевых вод производился по ГОСТ Р 51593-2000 Отбор проб из источников водоснабжения – по ГОСТ 17.1.5.05-85 Аттестованная методика «Измерения массовых концентраций катионов» ПНД Ф 14.1:2.4.267-2000
2			Фильтрование через фильтр «Гейзер» (3 ступени очистки: 1 – взвеси, 2 – растворенные хим.примеси, хлор, тяж. металлы, бактерии, 3 – органические примеси)	
3			Фильтрование («Гейзер»), кипячение в электрочайнике «Tefal express»	
4			Фильтрование («Гейзер»), кипячение в чайнике «Peterhof» на газу	
5		Кировский р-н, ул. Астраханская, 83, 9-й корп. СГУ, лаб. № 7	Кипячение в электрочайнике «Bork»	
6			Отстаивание	
7			Без очистки	
8	Талая (снег)	Фрунзенский р-н, ул. Рахова/Белоглинская, д. 75/81	Без очистки	
9		Кировский р-н, ул. Астраханская, д. 83, 9-й корп. СГУ	Без очистки	

В табл. 2 представлены исследованные бутилированные воды.

Пробоотбор вод осуществляли согласно ГОСТ (см. табл.1). Объем отбираемых проб составлял не менее 100 см³. Отобранную и подготовленную пробу анализировали в течение 1 сут.

ПДК на исследуемые катионы представлены в табл. 3.

Измерения массовой концентрации катионов проводили с помощью системы капиллярного электрофореза «Капель-103РТ» (внутренний диаметр капилляра 75 мкм, длина капилляра 60 см), оснащенной специализированным программным обеспечением на основе персональ-

ного компьютера Wintel, архитектура x86-64. Эксплуатацию системы «Капель-103РТ» осуществляли согласно [5].

Анализируемую пробу подготавливали фильтрованием в сухую посуду через целлюлозно-ацетатный фильтр (размер пор 0,2 мкм), отбрасывая первые 1,0 см³ фильтрата. В сухую пробирку Эппендорфа помещали 1,0 см³ подготовленной пробы, центрифугировали в течение 5 мин при 5000 об/мин и регистрировали электрофореграммы подготовленных проб. На рис.1, 2 соответственно представлены примеры электрофореграмм бутилированных вод «Новотерская», «Peggie».



Таблица 2

Исследуемые типы бутилированных вод

№	Торговое название воды	Характеристика воды (производитель)	Применяемые ГСО
1	«Новотерская»	Минеральная целебная природная питьевая лечебно-столовая (ЗАО «Кавминводы» Ставропольский край) ГОСТ 54316-2011	ГСО состава растворов катионов: – аммония (1 мг/см ³) ГСО 7015-93
2	«Белый ключ»	Питьевая артезианская натуральная (Саратовская обл.) ГОСТ Р 52109-2003	– бария (1 мг/см ³) ГСО 7107-94 – калия (1 мг/см ³) ГСО 8092-94
3	«Нартсана»	Минеральная природная столовая (ОАО «Каббалкресурсы» г Нальчик) ТУ 9185-006-03413524-05	– кальция (1 мг/см ³) СО 8065-94
4	«Peggie»	Минеральная природная питьевая столовая (источник Перье, Франция)	– лития (1 мг/см ³) ГСО 7780-2000
5	«Малиновый родник»	Питьевая артезианская (Саратовский р-н) ГОСТ Р 52109-2003	– магния (1 мг/см ³) ГСО 7190-95
6	«Аквामинерале»	Питьевая, первой категории группы компаний «ПЕПСИ-КОЛА» (г. Екатеринбург) ТУ 0131-001-17998155	– натрия (1 мг/см ³) ГСО 8062-94 – стронция (1 мг/см ³) ГСО 7146-95

Таблица 3

ПДК исследуемых катионов для питьевых вод, мг/л

Катионы	c(NH ₄ ⁺)	c(K ⁺)	c(Na ⁺)	c(Li ⁺)	c(Mg ²⁺)	c(Sr ²⁺)	c(Ba ²⁺)	c(Ca ²⁺)
ПДК	2,6	Суммарно 200		0,03	40	7	0,7	160

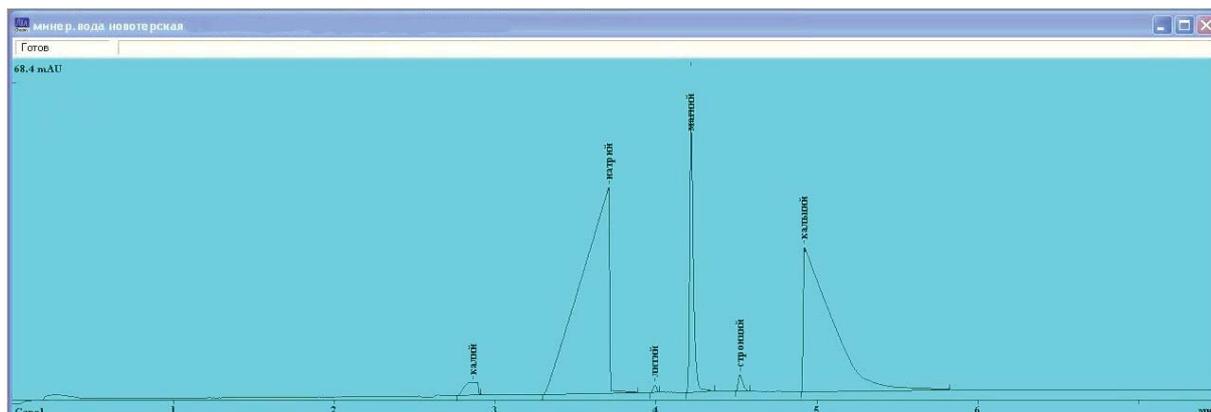


Рис 1. Электрофореграмма бутилированной воды «Новотерская»

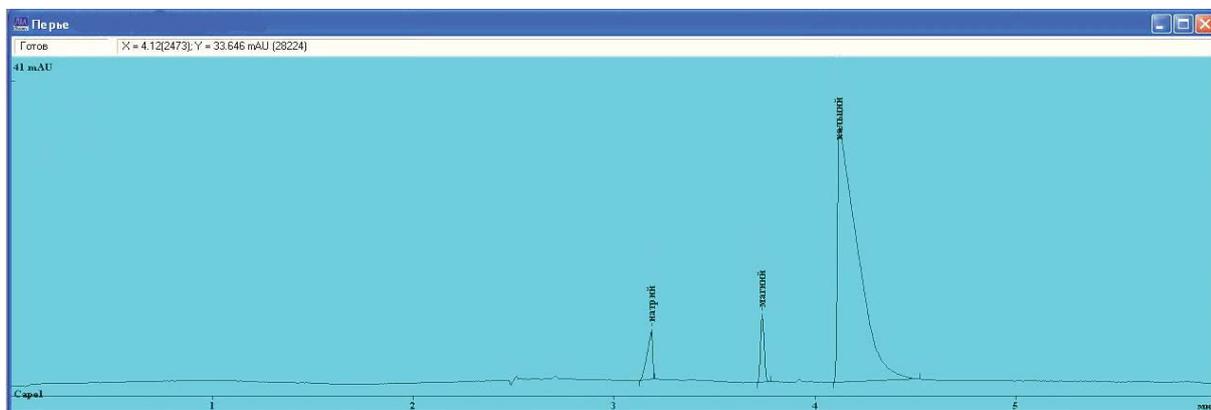


Рис. 2. Электрофореграмма бутилированной воды «Peggie»



Анализ полученных электрофореграмм показал, что во всех бутилированных водах содержатся ионы Na^+ , Mg^{2+} и Ca^{2+} , ионы Li^+ обнаружены в воде «Новотерская», ионы K^+ отсутствуют в водах «Белый ключ», «Perrier», «Нартсана», ионы Sr^{2+} обнаружены в водах «Новотерская», «Белый ключ» и «Нартсана» (табл. 4).

По окончании анализа проверяли правильность автоматической разметки пиков. Прово-

дили идентификацию компонентов в пробе по совпадению времен миграции компонентов в пробе и методом добавок по [6]. Расчет массовых концентраций определяемых ионов проводили согласно [6].

Полученные результаты измерений массовых концентраций анализируемых катионов в пробах питьевых и природных вод представлены в табл. 4.

Таблица 4

Массовые концентрации катионов в пробах вод

Тип воды – водопроводная							
№	Место отбора проб	Способ очистки воды	Массовые концентрации обнаруженных катионов, мг/л				
			K^+	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
1	Фрунзенский р-н, ул. Рахова/Белоглинская, 75/81	Без обработки	1.9±0.4	14±1	10±1	48±5	
2		Фильтрование через фильтр «Гейзер»	–	13±1	9±1	31±3	
3		Фильтрование («Гейзер»), кипячение в чайнике «Tefal Express»	–	21±2	10±1	36±4	
4		Фильтрование («Гейзер»), кипячение в чайнике «Peterhof»	–	65±5	3.5±0.5	9±1	
5	Кировский р-н, ул. Астраханская, 83, 9-й корп. СГУ, лаб. № 7	Без обработки	1.9±0.4	14±1	11±1	49±5	
6		Отстаивание	2.1±0.3	14±1	19±2	49±5	
7		Кипячение в чайнике «Bork»	2.0±0.4	14±1	11±1	52±5	
Тип воды – талая (снег)							
№	Место отбора проб	Массовые концентрации обнаруженных катионов, мг/л					
		NH_4^+	K^+	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	
8	Фрунзенский р-н, ул. Рахова/Белоглинская, 75/81	0.72±0.12	0.63±0.12	0.73±0.12	0.41±0.08	3.1±0.4	
9	Кировский р-н, ул. Астраханская, 83, 9-й корп. СГУ, лаб. № 7	–	9±1	21±2	2.0±0.4	21±2	
Тип воды – бутилированная							
№	Торговое название	Массовые концентрации обнаруженных катионов, мг/л					
		K^+	Na^+	Li^+	Mg^{2+}	Sr^{2+}	Ca^{2+}
10	Новотерская	28±3	$(4.3\pm0.4)\cdot 10^2$	0.44±0.09	31±3	8±1	$(1.8\pm0.14)\cdot 10^2$
11	Белый ключ	–	$(1.19\pm0.12)\cdot 10^2$	–	11±1	0.59±0.12	65±7
12	Perrier	–	9±1	–	3.7±0.5	–	$(1.09\pm0.11)\cdot 10^2$
13	Акваминерале	0.5±0.1	5.9±0.8	–	0.11±0.02	–	0.98±0.19
14	Малиновый родник	2.3±0.3	27±3	–	8.2±1.1	–	35±3
15	Нартсана	–	0.88±0.18	–	8.4±1.2	0.29±0.06	46±5



Примененные способы очистки воды оказывают определенное влияние на содержание исследуемых катионов. Так, использование фильтра «Гейзер» приводит к полной очистке воды от катионов калия, несколько уменьшает содержание катионов натрия, магния и значительно – катионов кальция (см. табл. 4, п. 1, 2).

Кипячение фильтрованной пробы воды в чайнике без накипи «Peterhof» на газу в течение 5 мин показало значительное уменьшение содержания ионов кальция и магния, что было ожидаемым результатом (см. табл. 4, п. 4). Однако кипячение той же фильтрованной пробы воды в электрическом чайнике «Ворг» с накипью привело к увеличению содержания ионов как натрия, так и магния и кальция (см. табл. 4, п. 3). Аналогичные тенденции – увеличение ионов кальция и магния при кипячении в чайниках с накипью – были зафиксированы при работе с нефилтрованной пробой воды (см. табл. 4, п. 5, 7), что можно объяснить частичным растворением уже имеющихся в чайнике солей аналогичных ионов.

При изучении состава питьевых бутилированных вод можно отметить минеральную воду «Новотерская» по превышению уровня ПДК всех обнаруженных катионов, кроме ионов магния (см. рис. 1, табл. 4, п. 10). В пределах ПДК обнаружены ионы калия в пробах вод «Аквामинерале» (см. табл. 4, п. 13) и «Малиновый родник» (см. табл. 4, п. 14), а ионов стронция только в пробе воды «Белый ключ» (см. табл. 4, п. 11).

В импортной бутилированной воде «Perrier» (Франция) были обнаружены катионы натрия, магния и кальция в пределах ПДК (см. рис. 2, табл. 4, п. 12).

При исследовании проб снега, собранных в поверхностных слоях во дворе жилого дома (см. табл. 1, п. 8) были обнаружены ионы аммония, калия, натрия, магния и кальция меньше ПДК (см. табл. 4, п. 8). Те же катионы, исключая NH_4^+ , были обнаружены в пробе снега на территории университетского городка СГУ (см. табл. 4, п. 9).

Катионы бария не были обнаружены ни в одной из исследуемых проб воды. Выдержка водопроводной воды в течение суток (для удаления хлора), как и следовало ожидать, не привела к изменению солевого состава воды (см. табл. 4, п. 6).

Таким образом, фильтр «Гейзер» слабо понижает жесткость воды, но практически полностью удаляет ионы калия. Бутилированные воды содержат ионы металлов в пределах ПДК, за исключением воды «Новотерская», для которой отмечено превышение по ПДК содержания ионов Li^+ , Na^+ , Sr^{2+} , Ca^{2+} .

Список литературы

1. Шнейзер Г. М., Минеева Л. А. Руководство по химическому анализу воды : метод. пособие. Иркутск, 2006.
2. Резников А. А., Муликовская Е. П., Соколов И. Ю. Методы анализа природных вод. М., 1970.
3. Карюхина Т. А., Чурбанова И. Н. Химия воды и микробиология. М., 1974.
4. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. Л., 1984.
5. Комарова В., Каменцев Я. С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель». СПб., 2006.
6. Аттестованная методика «Измерения массовых концентраций катионов» (ПНД Ф 14.1:2:4.267-2000). СПб., 2000.