

**Крестьянинова Ксения Александровна, инженер-исследователь,
Хорошева Елена Владимировна, н.с.,
Ремнева Галина Александровна, н.с.**
ВНИИПБиВП - филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова»
РАН, г. Москва

СОДЕРЖАНИЕ БОРАТОВ - ВАЖНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Аннотация. Для подтверждения целесообразности включения боратов в предварительно формируемые идентификационные комплексы проведена математическая обработка результатов химических испытаний около 1000 минеральных вод и рассолов различных гидрохимических типов. Рассчитана процентная доля вод содержащих бораты в водах различных гидрохимических типов в зависимости от величины показателя «общая минерализация». Показано, что в водах с одинаковым значением показателя «общая минерализация», концентрация боратов в натриевых водах выше, чем в кальциевых или магниевых водах. Сделан вывод о целесообразности включения боратов в идентификационные комплексы при проведении экспертизы натриевых вод.

Ключевые слова: минеральные воды, идентификационные комплексы, бораты.

**Krestyaninova Kseniya Alexandrovna, Research Engineer,
Khorosheva Elena Vladimirovna, Researcher,
Remneva Galina Alexandrovna, Researcher**

All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

BORATES CONTENT - IMPORTANT INDICATOR FOR MINERAL WATERS IDENTIFICATION

Annotation. To confirm feasibility of including borates in pre-formed identification complexes, mathematical processing of chemical tests results of about 1000 mineral waters and brines of various hydrochemical types were carried out. The percentage of waters, containing borates in waters of various hydrochemical types was calculated depending on the value of “total mineralization” indicator. Shown that in waters with the same value of “total mineralization” indicator, borates concentration in sodium waters is higher than in calcium or magnesium-calcium waters. Concluded that it is advisable to include borates in identification complexes during sodium waters examination.

Key words: mineral waters, identification complexes, borates.

Декларируемое постоянство химического состава минеральных вод обусловлено процессами их формирования. Эти процессы происходят на протяжении истории развития литосферы. Химический состав воды конкретного водоносного горизонта постоянен за счет установившегося равновесия в системе «вода \Leftrightarrow порода» и выражается формулой: вода \Leftrightarrow неорганические соединения \Leftrightarrow органические соединения \Leftrightarrow газы. [1] Неизменность состава минеральных вод обуславливает задачу не только стабилизации их состава при разливе, но и служит основанием при подтверждении тождественности сырья и готовой продукции.

Разработке алгоритма проведения экспертизы по идентификации минеральных вод были посвящены работы [2,3]. На основе анализа многолетних экспериментальных данных химического состава минеральных вод различных типов были разработаны идентификационные комплексы, состоящие из показателей, концентрации и соотношения которых характерны только для исследуемых вод. Одним из таких показателей является бор. Бор широко распространен в природе. В земной коре его содержание $1 \cdot 10^{-3}\%$, в природных водах оно колеблется от долей микрограммов до сотен миллиграммов в литре. [4] В минеральных водах соединения бора – бораты принято указывать в пересчете на ортоборную кислоту (ГОСТ Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые. ОТУ» [5]).

Для подтверждения целесообразности включения боратов в предварительно формируемые идентификационные комплексы провели математическую обработку результатов химических испытаний около 1000 минеральных вод и рассолов различных гидрохимических типов со значениями показателей «общая минерализация» от 0.2 г/л до 250 г/л. Рассчитали процентную долю вод, содержащих бораты, в водах различных гидрохимических типов. Для репрезентативности результатов выбрали и обработали протоколы испытаний минеральных вод, вскрытых на территории регионов Российской Федерации и бывшего СССР - Московской, Тверской, Новгородской, Псковской, Владимирской, Рязанской, Тульской, Калужской, Брянской, Липецкой, Белгородской, Пензенской, Саратовской областях; Сибири, Алтайского края, Кавказского региона, Камчатки, Сахалина, а также Республик бывшего СССР - Украины, Казахстана, Армении, Грузии.

Исследования показали, что содержания боратов в минеральных водах мало подвержены сезонным колебаниям и индивидуальны для различных водоносных горизонтов. Отмечена зависимость содержания боратов в минеральных водах от их катионного состава. Прежде всего, это тенденция к повышению содержания боратов с увеличением показателя «общая минерализация», а также его корреляция с содержанием натрия.

Проанализировали изменения содержания боратов в водах различных типов в зависимости от величины «общая минерализация» и удельного содержания натрия в макрокомпонентном составе, выраженном в мг-экв. %.

Для этого все исследованные воды разделили по величине удельного содержания натрия на три группы:

I - до 20 мг-экв% - кальциевые и магниевые-кальциевые воды;

II – от 20 до 60 мг-экв% - натриево-кальциевые воды;

III - от 60 до 100 мг-экв% - натриевые воды.

Все исследованные воды каждой группы распределили по интервалам минерализации и диапазонам содержания в них боратов. Рассчитали процентные доли вод, содержащих бораты, к общему количеству исследованных вод для каждого интервала минерализации. Результаты представлены в таблицах 1,2,3.

Таблица 1 – Относительные количества кальциевых и магниевых-кальциевых вод, содержащих бораты

Общая минерализация, г/л	Диапазоны содержания боратов, мг/л			
	Менее 3	3-5	5-10	10-30
<0.5	98%	2%	0%	0%
0.5-1.0	94.4%	4.1%	1%	0.5%
1.0-2.0	50%	20%	15%	15%
2.0-4.0	40.7%	14.8%	29.6%	14.8%

Из данных таблиц видно, что для каждой из трех групп исследованных вод, характерно свое процентное распределение вод, содержащих бораты, в зависимости от интервала значений показателей «общая минерализация». Для каждого интервала минерализации существует свой диапазон содержания боратов, на который приходится наивысший процент минеральных вод. Таким образом, уровень минерализации и катионный состав дают возможность предположить не только наличие боратов в минеральной воде, но и возможные диапазоны их концентраций.

Таблица 2 – Относительное количество натриево-кальциевых вод, содержащих бораты

Общая минерализация, г/л	Диапазоны содержания боратов, мг/л				
	Менее 3	3-5	5-10	10-20	20-50
<0.5	87.5%	9.4%	3.1%	0%	0%
0.5-1.0	63.3%	18.4%	10.2%	7.6%	0.5%
1.0-2.0	50.0%	11.1%	27.3%	11.1%	0.5%
2.0-4.0	29.2%	8.3%	25.0%	16.7%	20.8%
4.0-10.0	4.0%	8.0%	16.0%	48.0%	24.0%

Таблица 3 – Относительное количество натриевых вод, содержащих бораты

Общая минерализация, г/л	Диапазоны содержания боратов, мг/л						
	< 3	3-5	5-10	10-20	20-50	50-100	≥100
<0.5	75%	12.5%	12.5%	0%	0%	0%	0%
0.5-1.0	23.1%	36.5%	23.1%	11.5%	3.9%	1.9%	0%
1.0-2.0	10.6%	6.4%	48%	19.1%	8.5%	4.2%	2.1%
2.0-4.0	6.1%	10.6%	10.6%	36.4%	30.3%	4.5%	1.5%
4.0-10.0	1.4%	8.5%	14.1%	22.5%	33.8%	15.5%	4.2%
10.0-25.0	0%	8.3%	8.3%	12.5%	20.8%	37.5%	12.5%
25.0-250.0	0%	0%	2.1%	10.1%	42.9%	14.3%	35.7%

Анализ данных таблицы 1 показывает, что большинство вод I группы в основном содержат бораты в количестве менее 3 мг/л. Более высокие содержания боратов характерны для вод с минерализацией выше 2 г/л.

Для вод II группы характерно иное распределение. Уже начиная с минерализации 0.5 г/л наблюдается увеличение процента вод с содержанием боратов выше 3 мг/л.

Из данных таблицы 3 видно, что в натриевых водах (III группа) происходит значительное увеличение процента вод с более высокими содержаниями боратов в тех же интервалах значений показателя «общая минерализация». Можно предположить, что повышенные концентрации боратов в натриевых водах обусловлены хорошей растворимостью в воде борной кислоты и боратов щелочных металлов. При этом кальций и магний, образуют малорастворимые соединения с бором [6], что обуславливает более низкие содержания боратов в кальциевых или магниевых водах. В водах с одинаковым значением показателя «общая минерализация» концентрация боратов в натриевых водах выше, чем в кальциевых или магниевых водах.

Таким образом, можно оптимизировать проведение экспертизы по идентификации минеральных вод, учитывая полученные данные по распределению боратов для предварительного формирования идентификационных комплексов.

Список литературы

1. Вернадский В.И. Избранные сочинения. Т.4. Кн.2. Москва. Наука. 196, 651 с.
2. Буткова О.Л., Хорошева Е.В. Проблемы идентификации различных минеральных вод // «Пиво и напитки», 2004 г. № 2. С. 68-69
3. Буткова О.Л., Хорошева Е.В. Критерии оценки качества и идентификации минеральных питьевых столовых вод // Пиво и напитки. 2006. № 5. С.52-54
4. Дж. Эмсли «Элементы», Москва Мир 1993, с. 36-37
5. ГОСТ Р 54316-2011 «Воды минеральные природные питьевые. ОТУ» Москва.Стандартинформ.2011
6. Самсонов Г.В., Марковский Л.Я., Жигач Л.Ф., Валяшко М.Г. «Бор, его соединения и сплавы». Киев. Изд. АН СССР, 1960