

УДК 579.26

DOI 10.18101/2306-2363-2018-1-38-42

МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОДЫ ХОЛОДНОГО ИСТОЧНИКА БУКСЫХЕН (БАРГУЗИНСКАЯ КОТЛОВИНА)***© Е. Ц. Дамбинова**

аспирант, лаборатория микробиологии,
Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Россия,
670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6

© Т. Г. Банзаракцаева

кандидат биологических наук, научный сотрудник,
лаборатория микробиологии,
Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Россия
670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6
E-mail: tuyana_banz@mail.ru

© Э. В. Данилова

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
лаборатория микробиологии,
Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Россия,
670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6

© М. К. Чернявский

кандидат географических наук, научный сотрудник,
лаборатория гидрогеологии и геоэкологии,
Геологический институт СО РАН, Россия
670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а

Изучен макро- и микроэлементный состав воды холодного источника Буксыхен Баргузинской котловины (Республика Бурятия). Вода источника является гидрокарбонатной натриево-кальциевой. Низкие значения фтора и кремния свидетельствуют о поверхностном происхождении воды источника и отсутствии контакта с трещинно-жильными термальными водами. Источник, с достаточно высокой уверенностью, можно отнести к трещинно-грунтовым водам. Было определено 57 микроэлементов в составе вод источника. В исследуемых выходах выявлено достаточно высокие концентрации стронция относительно остальных элементов. Установлено, что воды источника могут быть использованы в качестве питьевой воды, а также в бальнеологических целях.

Ключевые слова: минеральные воды; макроэлементный состав; микроэлементы; питьевая вода; бальнеология; масс-спектрометрия; формула Курлова.

На территории Баргузинской котловины (Республика Бурятия) широко распространены холодные источники с низкой степенью минерализации [1]. Подобные холодные пресные и слабоминерализованные источники являются важным природным питьевым ресурсом, и нередко воды этих источников используются в лечебно-оздоровительных целях [2]. В связи с этим, существенный интерес представляет изучение не только макроэлементного состава воды холодных источников, но и микроэлементного состава, который формирует вкусовые и бальнеологические качества.

Цель работы — определение микроэлементного состава воды холодного слабоминерализованного источника Буксыхен.

Объекты и методы исследования

Источник Буксыхен расположен по северо-западному борту Баргузинской впадины на территории Курумканского района, вблизи поселения Элысун. Разгрузка вод источника Буксыхен осуществляется линейно из-под скального выступа пятью грифонами. Традиционно воды исследуемого источника используются местными жителями в бальнеологических целях. Каждый из пяти выходов носит название в соответствии с предполагаемыми лечебными свойствами: «глазной», «сердечный», «щитовидный», «желудочный», «печеночный».

Физико-химические параметры воды измеряли *in situ* с помощью портативных приборов: температуру — сенсорным электротермометром Prima (Португалия), кислотность среды (рН) — потенциометрическим рН-метром рНер2 (Португалия), общее количество растворенных в воде соединений (TDS) — тестер-кондуктометром Dist 1 (Hanna Instruments, Румыния), окислительно-восстановительный потенциал — ОВП-метром (Hanna Instruments, Румыния).

Микроэлементный анализ проводился в лаборатории инструментальных методов анализа ГИН СО РАН посредством магнитно-секторной масс-спектрометрии с индуктивной связанной плазмой (SF-ICP-MS Element XR).

Результаты и обсуждение

Все пять выходов воды исследуемого источника Буксыхен характеризовались низкой температурой, щелочной реакцией среды и низкой минерализацией (табл. 1). Окислительно-восстановительный потенциал воды был положительный и достигал 410 мВ.

Таблица 1
Физико-химические параметры воды источника Буксыхен

Источник	T, °C	рН	E _h , мВ	M, мг/л
глазной	7,5	8,09	410	139
щитовидный	7,8	8,01	361	135
сердечный	6,6	8,16	351	135
желудочный	6,9	8,34	335	135
печеночный	9,7	8,29	334	135

По данным определения ионного состава вода исследуемого источника гидрокарбонатно-натриево-кальциевая. Ниже представлена формула Курлова, отображающая основные химические свойства воды.

$$M\ 0,139 \frac{HCO_3\ 69\ Cl\ 19\ SO_4\ 7}{Na\ 45\ Ca\ 37\ Mg\ 18}$$

Вода источника содержит фтор и кремний (элементы, содержание которых напрямую зависит от температуры воды на глубине формирования) в низких

концентрациях (0,5 и 27,7 мг/л). Низкие значения фтора и кремния, отсутствие выявленных молодых локальных открытых разломов, по которым вода могла бы погружаться в глубокие слои земной коры, низкая температура — все это свидетельствует о поверхностном происхождении воды источника и отсутствии контакта с трещинно-жильными термальными водами. Источник, с достаточной уверенностью, можно отнести к трещинно-грунтовым водам.

Известно, что на миграцию элементов и концентрирование их в растворе оказывают влияние внутренние и внешние факторы. Внутренние факторы определяются физико-химическими особенностями элементов, а внешние — условиями среды, в которых происходит миграция. Для источника Буксыхен зоной питания вод являются юго-восточные склоны Баргузинского хребта. Несмотря на то, что по западному борту долины вдоль Баргузинского хребта, проходит крутопадающий Западно-Баргузинский разлом северо-восточного простирания, он является закрытым и не оказывает влияния на воды источника. Подстилающими кристаллическими породами в зоне разгрузки вод источника являются гранитоиды рифейского баргузинского комплекса, сама разгрузка осуществляется из верхне-четвертичных отложений сложенных грубозернистыми песками с включениями гравия.

В ходе исследования микроэлементного состава вод источника Буксыхен были определены концентрации 57 элементов. В настоящей работе мы рассмотрим элементы с содержанием ≥ 1 мкг/дм³ во всех исследуемых выходах воды источника Буксыхен (табл. 2).

Таблица 2
Микроэлементный состав вод источника Буксыхен (мкг/дм³)

Элемент	глазной	сердечный	щитовидный	желудочный	печеночный
Zn	1252,57	27,01	28,94	33,40	21,16
Cr	228,24	1,56	1,59	1,45	1,10
Al	111,39	7,21	4,70	25,32	2,86
Sr	144,90	631,15	605,77	375,02	301,65
Cu	72,06	1,79	4,99	2,22	1,38
P	57,61	30,80	41,94	13,22	38,26
Ba	13,71	42,01	40,13	32,88	27,34
B	12,11	10,17	9,94	8,06	7,08

Сравнительный анализ вод всех 5 выходов выявил, что воды источника «глазной» в основном содержат более высокие концентрации всех рассматриваемых микроэлементов. Вероятно, это связано с низким дебитом воды в данном источнике и соответственно здесь возможно увеличена степень взаимодействия воды с горной породой, что и способствует аккумуляции микроэлементов в воде. Необходимо отметить, что воды именно этого источника используются в бальнеотерапии местными жителями только как наружное средство.

Результаты определения микрокомпонентного состава показали, что воды всех исследуемых выходов имеют достаточно высокие концентрации стронция относительно остальных элементов (144,9–631,1 мкг/дм³). Стронций имеет высо-

кую миграционную способность, он легко выщелачивается из горных пород, что подтверждается максимальными среди микроэлементов концентрациями [3]. Тем не менее, эти значения не превышают нормативы ПДК для подземных вод, используемых для водоснабжения населения [4].

С концентрацией более 10 мкг/дм³ в водах источника содержатся Ва, Р и Zn. У бария химическая активность намного ниже, чем у стронция. Поэтому, несмотря на то, что распространенность элементов во вмещающих породах одного порядка, содержание бария в водах может быть намного ниже. В целом, все представленные микроэлементы находятся в воде в количествах ниже пределов допустимой нормы для вод хозяйственно-питьевого назначения. Отмечается только превышение по фосфору, но данные концентрации не влияют на вкусовые качества. Общее токсическое действие солей фосфорной кислоты возможно лишь при весьма высоких дозах [5]. В методике оценки экологической ситуации, принятой Госкомэкологией РФ, рекомендован норматив содержания растворимых фосфатов в воде — 50 мкг/дм³.

Таким образом, проведенные исследования химического состава вод холодного источника Буксыхен подтвердили возможность использования его в качестве питьевой воды. Наличие широкого спектра микроэлементов также позволяет применять воду и в бальнеотерапии.

Работа выполнена в рамках темы госзадания ФАНО № АААА-А17-117011810034-9

Литература

1. Минеральные воды Южной части Восточной Сибири / под общ. ред. Н. А. Власова, В. Г. Ткачук, Н. И. Толстихина. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. Т. 2. 200 с.
2. Буслов С. П. Рекреационные ресурсы бассейна оз. Байкал и перспективы их использования // Взаимодействие социально-экономического развития и охраны природы в Байкальском регионе. Новосибирск, 1990. 186 с.
3. Намсараев Б. Б., Хахинов В. В., Гармаев Е. Ж. и др. Водные системы Баргузинской котловины. Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2007. 154 с.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01.
5. Логинова Е. В., Лопух П. С. Гидроэкология: курс лекций. Минск: Изд-во Белорус. гос. ун-та, 2011. 300 с.

MACRO- AND MICROELEMENTAL COMPOSITION OF COLD SPRING WATER BUKSYKHEN (BARGUZIN DEPRESSION)

E. Ts. Dambinova

postgraduate, Laboratory of Microbiology,
Institute of General and Experimental Biology SB RAS
6a, Sakhyanovoy, Ulan-Ude, Russia, 670047

T. G. Banzaraksyaeva

Candidate of Biological Sciences,
Senior researcher, Laboratory of Microbiology,
Institute of General and Experimental Biology SB RAS
6, Sakhyanovoy, Ulan-Ude, Russia, 670047
E-mail: tuyana_banz@mail.ru

E. V. Danilova

Candidate of Biological Sciences,
Senior researcher, Laboratory of Microbiology,
Institute of General and Experimental Biology SB RAS
6, Sakhyanovoy, Ulan-Ude, Russia, 670047

M. K. Chernyavsky

Candidate of Geographical Sciences,
Senior researcher, Laboratory of Hydrogeology and Geoecology,
Geological Institute SB RAS
6a, Sakhyanovoy, Ulan-Ude, Russia, 670047

Macro- and microelemental composition of cold spring water Buksykhen of the Barguzin depression (Buryat Republic) was studied. The spring water is sodium-calcium bicarbonated. Low values of fluorine and silicon indicate the surface origin of the spring water and the absence of contact with the fractured-vein thermal waters. With high confidence the spring can be attributed to the fractured groundwater. 57 trace minerals were fixed in the composition of the spring water. In the studied results a sufficiently high concentration of strontium was compared to other elements. It is established that the spring water can be used as drinking water, as well as for balneological purposes.

Keywords: mineral water; macroelemented composition; microelements; drinking water; balneology; mass spectrometry; Kurlov formula.