

Прослои карбоната кальция, образованные в фотозоне, при захоронении претерпевают ряд превращений, связанных с жизнедеятельностью присутствующих здесь микроорганизмов. С одной стороны, здесь возможна мобилизация Са при образовании органических кислот первичными анаэробами, с другой – разложение органических кислот вторичными анаэробами, метаногенами и сульфидогенами может привести к новому отложению СаСО<sub>3</sub>.

Полученные результаты показывают, что микроорганизмы играют важную роль в круговороте кремния, а также в осаждении и растворении силикатных минералов и аморфных твердых веществ. Формирование кремнистых отложений происходит не только внеклеточно, но и внутриклеточно, что свидетельствует о том, что окремнение иногда может быть биоконтролируемым, а не только биоиндуцированным [3, 4].

Таким образом, среди минералов микробных матов изученных источников выявлены кальцит, кремнезем и силикаты разного состава.

#### Литература

1. Намсараев Б.Б., Горленко В.М., Хахинов В.В. Геохимическая деятельность микроорганизмов гидротерм Байкальской рифтовой зоны. – Новосибирск: Гео, 2011. – 302 с.
2. Борисенко И.М., Замана Л.В. Минеральные воды Бурятской АССР. – Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1978. – 162 с.
3. Морис П. Поверхность и межфазные границы в окружающей среде. От наноуровня к глобальному масштабу. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 540 с.
4. Герасименко Л.М., Орлеанский В.К., Ушатинская Г.Т. О последовательности осаждения фосфатов, карбонатов и кремнезема в присутствии бактерий в природных условиях и в эксперименте // Минералогические перспективы: материалы междунар. минералогического семинара. – Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2011. – 372 с

**Будагаева Валентина Григорьевна**, аспирант, лаборатория микробиологии, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, e-mail: valmpa@mail.ru

**Бархутова Дарима Дондоковна**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6

**Доржиева Сэсэгма Гэлэгжамсуевна**, кандидат химических наук, научный сотрудник, лаборатория оксидных систем, Байкальский институт природопользования СО РАН, ул. Сахьяновой, 6

**Budagaeva Valentina Grygoryevna**, postgraduate student, Laboratory of Microbiology, Institute of General and Experimental Biology SB RAS, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanova Str., 6, e-mail:valmpa@mail.ru

**Barkhutova Darima Dondokovna**, candidate of biological sciences, senior research worker, Laboratory of Microbiology, Institute of General and Experimental Biology SB RAS, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanova, str., 6

**Dorzhieva Sesegma Gelegzhamsyuevna**, candidate of chemical sciences, research worker, Baikal Institute of Nature Management SB RAS, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanova str., 6

УДК 551.481.1

© **Е.Ю. Абидуева, В.А. Суворова, В.В. Хахинов, Лисин Ванг, Джингу Ли**

## ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ БАКТЕРИЙ-ДЕСТРУКТОРОВ В МИНЕРАЛЬНЫХ ОЗЕРАХ МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО

*Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ 12-05-00871-а и интеграционного проекта СО РАН №5*

*Установлено, что для изученных озер Монгольского плато характерна невысокая минерализация 0,2 – 17,5 г/дм<sup>3</sup> и щелочные значения pH (7,3-9,9). Преобладающими ионами воды являются натрий, хлор и сульфат. Несмотря на экстремальность условий, выявлено широкое распространение алкалифильных бактерий-деструкторов.*

**Ключевые слова:** минеральные озера, Монгольское плато, ионный состав, бактерии-деструкторы.

**E.Yu. Abidueva, V.A. Suvorova, V.V. Khakhinov, Lixing Wang, Jingyu Li**

## HYDRO-CHEMICAL PARAMETERS AND DISTRIBUTION OF BACTERIA-DESTRUCTORS IN SOME MINERAL LAKES OF THE MONGOLIAN PLATEAU

*It was established, that the investigated lakes of the Mongolian plateau are characterized by low salinity from 0.2 to 17.5 g/dm<sup>3</sup> and alkaline pH (7.3-9.9). Sodium, chloride and sulfate are predominant ions in the water of the lakes. Alkaliphilic bacteria-destructors are widespread, despite the extreme conditions.*

**Keywords:** mineral lakes, Mongolian Plateau, ionic composition, alkaliphilic bacteria-destructors.

Цель работы – изучение гидрохимических параметров воды минеральных озер Монгольского плато и распространения в них различных групп гало- и алкалифильных бактерий-деструкторов, что позволит расширить представление о природе генезиса и функционировании этих экстремальных экосистем.

### Методы исследования

В полевых условиях использовали для измерения кислотности среды – портативный рН-метр рНер2 (Португалия), минерализации – кондуктометр TDS-4 (Сингапур).

Концентрацию карбонатов, гидрокарбонатов, ионов хлора, кальция и магния в воде определяли титриметрическим методом, сульфатов – турбидиметрическим, сульфидов – калориметрическим [1, 2]. Концентрацию катионов натрия и калия определяли пламенно-фотометрическим методом на атомно-адсорбционном спектрофотометре AAC SOLAAR MG [2]. Органический углерод в донных осадках анализировали методом мокрого сжигания по Тюрину [3].

Учет численности гидролитических бактерий проводили методом предельных разведений [4, 5].

### Результаты исследования и их обсуждение

Пробы для проведения микробиологических и гидрохимических исследований были отобраны 2011-2012 гг. в 10 минеральных озерах на территории Забайкалья, северо-восточной Монголии и Внутренней Монголии (Китай) (табл.1).

Таблица 1

Физико-химические показатели исследуемых озер

№	Озеро	Дата отбора проб	Местоположение	М, г/дм <sup>3</sup>	рН
1	Бус нуур	август, 2011	Монголия	5,80	8,5
2	Горбунка	август, 2011	Забайкальский край	7,80	8,7
3	Луу нуур	август, 2011	Китай	1,18	8,9
4	Ножей	август, 2011	Забайкальский край	5,20	9,2
5	Эжийн нуур	август, 2011	Китай	9,04	7,3
6	Дардай нуур	сентябрь, 11	Монголия	8,10	8,0
7	Сахюрта	август, 2011	Забайкальский край	1,10	9,0
8	Шабхалантын нуур	август, 2011	Монголия	15,20	7,5
9	Тоссон	июнь, 2012	Монголия	0,20	9,9
10	Бус нуур'12	июнь, 2012	Монголия	3,10	8,8
11	Улянсун 1	сентябрь, 2012	Китай	1,79	7,9
12	Улянсун 2	сентябрь, 2012	Китай	12,0	8,8
13	Улянсун 3	сентябрь, 2012	Китай	17,50	8,9

Значения общей суммы солей в озерах варьируют от 0,2 (оз. Тоссон) до 17,5 г/дм<sup>3</sup> (оз. Улянсун). Значения кислотности среды в исследованных озерах находятся в щелочной области и варьируют от 7,3 (оз. Эжийн нуур) до 9,9 (оз. Тоссон). Катионно-анионный состав воды определен в пробах воды 5 озер: Бус Нуур'12, Горбунка, Ножей, Луу нуур, Эжийн нуур. Максимальные количества определяемых ионов зафиксированы в оз. Эжийн нуур, что и объясняет его высокую минерализацию (табл. 1, 2). По результатам сравнительного анализа анионного состава исследуемые озера отнесены к содово-солевым, так как в них зарегистрировано большое содержание ионов хлора: от 494,0 (оз. Луу нуур) до 32955,6 мг/дм<sup>3</sup> (оз. Эжийн нуур). Присутствует также сульфат, концентрация которого сильно варьирует – от 30,0 (оз. Луу нуур) до 28800,0 мг/дм<sup>3</sup> (оз. Эжийн нуур). Содержание ионов карбоната в пробах воды исследуемых озер невысоко 2,4 (оз. Эжийн нуур) – 76,8 мг/дм<sup>3</sup> (оз. Горбунка). Концентрация гидрокарбоната варьирует от 200,08 (оз. Луу нуур) до 414,8 мг/дм<sup>3</sup> (оз. Эжийн нуур).

Таблица 2

Катионно-анионный состав вод исследуемых озер, мг/дм<sup>3</sup>

Озера	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl
Бус нуур	195,0	2070,0	240,0	732,0	43,2	305,0	5100,0	1265,2
Горбунка	279,0	13200,0	40,0	1512,0	76,8	268,4	1800,0	17893,6
Луу нуур	24,0	408,0	16,0	38,4	12,0	200,1	30,0	494,0
Ножей	72,0	717,0	20,0	108,0	52,8	366,0	60,0	783,2
Эжийн нуур	2700,0	25000,0	3000,0	2400,0	2,4	414,8	28800,0	32955,6

По катионному составу преобладают ионы натрия, его концентрация варьирует от 408 (оз. Луу нуур) до 25000 мг/дм<sup>3</sup> (оз. Эжийн нуур), что в сочетании с высокими значениями ионов карбоната и гидрокарбоната придает щелочной характер воде изучаемых озер. Содержание остальных катионов значительно ниже содержания ионов натрия. Так, концентрация ионов калия колеблется от 24 (оз. Луу нуур) до 2700 мг/дм<sup>3</sup> (оз. Эжийн нуур), ионов кальция варьирует от 16,00 (оз. Луу нуур) до 3000 мг/дм<sup>3</sup> (оз. Эжийн Нуур), ионов магния – в пределах 38,4 (оз. Луу нуур) – 2400 мг/дм<sup>3</sup> (оз. Эжийн нуур).

Содержание органического углерода в донных осадках определено в 9 пробах из 5 озер: Бус нуур'12, Сахюрта, Шабхалантын нуур, Тоссон (1, 2 и 3 точки) и Улянсун (1, 2 и 3 точки) (рис.). Максимальное содержание органического углерода зафиксировано в донных осадках озера Бус нуур'12 – 1,10%, минимальное – в оз. Тоссон (3 точка) – 0,07%.

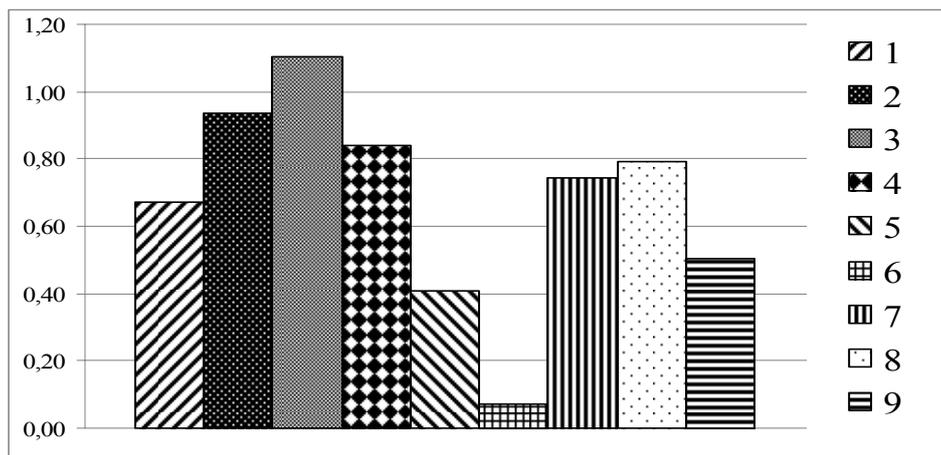


Рис. 1. C<sub>орг</sub> в донных осадках исследуемых озер, %. 1 – Сахюрта; 2 – Шабхалантын нуур; 3 – Бус нуур'12; 4 – Тоссон 1; 5 – Тоссон 2; 6 – Тоссон 3; 7 – Улянсун 1; 8 – Улянсун 2; 9 – Улянсун 3.

Наличие органических и минеральных веществ в воде и донных отложениях озер благоприятствует широкому распространению различных физиологических групп микроорганизмов. В воде и донных отложениях озер изучено распространение аэробных и анаэробных гидролитических бактерий. Максимальная численность протеолитических бактерий в водной толще составляла 10<sup>7</sup> кл/мл, в донных осадках – 10<sup>9</sup> кл/мл. Численность амилитических бактерий достигала 10<sup>7</sup> кл/мл, целлюлолитических – 10<sup>6</sup> кл/мл. Полученные данные о численности органотрофных бактерий свидетельствуют об активном участии микробного сообщества в деструкции органического вещества в аэробных и анаэробных условиях.

Таким образом, изученные минеральные озера Монгольского плато невелики по площади и мелководны. Для исследуемых озер характерна различная минерализация (0,2-17,5 г/дм<sup>3</sup>) и щелочные значения pH (7,3-9,9). Изучение гидрохимических характеристик позволяет выявить, что в воде исследуемых водоемов преобладают ионы натрия, хлора и сульфата.

Микробиологические исследования показывают, что в изученных озерах Монгольского плато широко распространены алкалофильные бактерии-деструкторы, чья геохимическая деятельность влияет на формирование состава вод и донных отложений озер.

**Литература**

1. Намсараев Б.Б., Бархутова Д.Д., Хахинов В.В. Полевой практикум по водной микробиологии и гидрохимии: метод. пособие. – М.-Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2006. – 68 с.
2. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. – Л.: Наука, 1973. – С.56-82.
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Наука. – С. 39-58.
4. Практикум по микробиологии / отв. редактор А.И. Нетрусов. – М.: Академия, 2005. – 608 с.
5. Эколого-микробиологическая характеристика некоторых минеральных озер Забайкалья и Монголии / Е.Ю. Абидуева, Жи Чжао, В.А. Суворова, Т.Б. Самбуева // Вестник Бурятского госуниверситета. – № 3. – 2013. – С. 30-33.

**Абидуева Елена Юрьевна**, доктор биологических наук, лаборатория микробиологии, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, e-mail: abidueva\_l@mail.ru

**Суворова Валентина Андреевна**, аспирант, Бурятский госуниверситет.

**Хахинов Вячеслав Викторович**, доктор химических наук, профессор, Байкальский институт природопользования СО РАН.

**Лисин Ванг**, профессор, Университет Внутренней Монголии, 010021, Хух-Хото, ул. Западного университета, 235, Китай.

**Джингу Ли**, профессор, Университет Внутренней Монголии, 010021, Хух-Хото, ул. Западного университета, 235, Китай.

**Abidueva Elena Yurievna**, doctor of biological sciences, senior research scientist, Laboratory of Microbiology Institute of General and Experimental Biology SB RAS, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanovoy St., 6.

**Suvorova Valentina Andreevna**, postgraduate student, Buryat state university, 670000, Ulan-Ude, Smolina St., 24.

**Khakhinov Vyacheslav Viktorovich**, doctor of chemical science, Baikal Institute of Nature Management SB RAS, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanovoy St., 6.

**Lixin Wang**, professor, Inner Mongolia University, 010021, Huhhot, West University Str., 235, China.

**Jingyu Li**, professor, Inner Mongolia University, 010021, Huhhot, West University Str., 235, China.

УДК 579.68

© С.Б. Басагаев, Б.Б. Батоболотова, З.Б. Намсараев

## ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В СОДОВО-СОЛЕНОМ ОЗ. ХИЛГАНТА (ЮГО-ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-04-31187-мол\_а.*

*Температура воды и донных отложений является одним из важных факторов среды и влияет на химические и биологические процессы. Изучены межгодовые, сезонные и суточные изменения температуры в оз. Хилганта. Температура в илу изменяется от  $-27^{\circ}\text{C}$  до  $+32^{\circ}\text{C}$ .*

**Ключевые слова:** содово-соленое озеро, влажный и засушливый периоды, температура.

S.B. Basagaev, B.B. Batobolotova, Z.B. Namsaraev

## DINAMICS OF TEMPERATURE CHANGES IN SODA-SALINE LAKE KHILGANTA (SOUTH-EASTERN ZABAIKALIE)

*The temperature of water and sediments is one of the important environmental factors and it influences the chemical and biological processes. The interannual, seasonal and daily temperature changes were studied in Lake Khilganta. The mud temperature of Lake Khilganta varies from  $-27^{\circ}\text{C}$  to  $+32^{\circ}\text{C}$ .*

**Keywords:** soda-saline lake, damp and droughty periods, temperature.

Оз. Хилганта, расположенное Юго-Восточном Забайкалье, является объектом длительных гидрохимических и микробиологических исследований [1-3]. Многолетние наблюдения показали, что водный режим озера зависит от атмосферных осадков. С 1999 г. оно периодически высыхает, что связано со снижением годовой суммы атмосферных осадков в регионе [4]. С 2012 г. в регионе наблюдается окончание 12-летнего цикла засухи и начало «влажной» фазы.

*Цель работы* – изучение межгодовых, сезонных и суточных изменений температуры в оз. Хилганта в переходный от засушливого во влажный период.

### Объект и методы исследования

Объектом наших исследований являлось содово-соленое оз. Хилганта, расположенное между реками Ага и Онон (Агинский округ) [2]. Непосредственно на месте отбора проб измеряли температуру, pH и минерализацию воды. Измерение температуры воды проводили сенсорным электротермометром Prima (Португалия), pH потенциометрически с помощью портативного pH-метра pHep2 (Португалия), общую минерализацию воды – портативным рефрактометром Master PM (Atago, Япония).

Во время экспедиции на оз. Хилганта 5 апреля 2012 г. были установлены 3 автоматических датчика температуры Thermochron IButton (Maxim Integrated (США)), которые вели съемку больше года. Контрольный датчик был установлен на берегу, на глубине 1 см под почвой (Хилганта почва). Два датчика – в середине озера в илу на глубине 1 см (точка 1 – Хилганта озера 1, точка 2 – Хилганта озера 2). Расстояние между датчиками составляло 4 м. В момент установки датчиков вода в озере отсутствовала. Дно озера было покрыто коркой солей.

### Результаты и обсуждение

Краткая физико-химическая характеристика озера за период исследования представлена на таблице 1. Температура воды озера в этот период варьировала от 13 до  $22^{\circ}\text{C}$ . Значения pH находились в щелочной области (9,2-10). Минерализация воды была равна 6,4-30 г/л.