

ЗООЛОГИЯ И МИКРОБИОЛОГИЯ

УДК 551.481.1

МИКРОБНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ В ЩЕЛОЧНЫХ СОЛЕННЫХ ОЗЕРАХ ПРИОНОНЬЯ (ЗАБАЙКАЛЬЕ)

© **Абидуева Елена Юрьевна**

доктор биологических наук, профессор, старший научный сотрудник,
Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,
Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6
E-mail: abidueva_l@mail.ru

© **Зайцева Светлана Викторовна**

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

Представлены результаты физико-химического и микробиологического исследования щелочных соленых озер Приононья, характеризующихся высокими значениями рН (до 10,1) и минерализации (до 470 г/л). В воде и донных осадках изучены численности бактерий-деструкторов органического вещества. Установлено, что доминирующими филумами в микробном сообществе изученных озер являются *Proteobacteria* (30–52%), *Firmicutes* (5–20%), *Bacteroidetes* (11–24%), с отличиями на уровне классов и родов. В микробном сообществе высокоминерализованного озера Борзинское выявлена существенная доля архебактерий класса *Euryarchaeota* (33%).

Ключевые слова: щелочные соленые озера, физико-химическая характеристика, микробное разнообразие.

На обширной части Забайкальского края распространены многочисленные озера, от солоноватых до гиперсоленых, которые являются экстремальными водными системами и характеризуются высокими значениями рН и широким диапазоном минерализации [1–4]. Исследования проведены в трех щелочных соленых озерах Приононья: Хилганта, Горбунка, Борзинское.

Для определения условий среды обитания микроорганизмов были проведены измерения физико-химических показателей воды в озерах (табл. 1). Температура воды в период отбора проб в озерах колебалась от 9,8 °С (оз. Горбунка) до 13,7 °С (оз. Борзинское). Значения общей суммы солей в озерах варьировали от 36 г/л (оз. Хилганта) до 470 г/л (оз. Борзинское). Высокое содержание солей в минеральных озерах обусловлено характером их водно-солевого питания (в основном, за счет атмосферных осадков) и климатическими условиями Забайкалья, которые определяют их территориальным местоположением. Резко-континентальный климат аридной зоны отличается выпадением небольшого количества осадков, высокой солнечной инсоляцией в летнее время, в результате чего процессы испарения преобладают над количеством выпавших осадков, и происходит концентрация солей в водах озер [5]. Значения кислотности среды в исследованных озерах находились в щелочной области и варьировали от 9,5 (оз. Борзинское) до

10,1 (оз. Хилганта). Тип вод этих озёр обусловлен, в первую очередь, процессом углекислотного выщелачивания силикатных пород водосборной площади метеорными водами.

Таблица 1

Физико-химические параметры воды исследуемых озёр

Озеро	Дата отбора	t ⁰ C	pH	Минерализация, г/л
Хилганта	сентябрь, 2015	10,8	10,1	36
Горбунка	сентябрь, 2015	9,8	9,9	58
Борзинское	сентябрь, 2015	13,7	9,5	470

В пробах озёр определен многокомпонентный состав воды (табл. 2). Преобладающим катионом в водах всех озёр является ион натрия, максимальное количество его было определено в озере Борзинское. Кроме того, в исследуемых озёрах определено относительно высокое содержание ионов магния, калия и кальция.

Таблица 2

Многокомпонентный состав проб воды исследуемых озёр, мкг/л

Элемент / Озеро	Хилганта	Горбунка	Борзинское
	мкг/л	мкг/л	мкг/л
Na	5282490	12306550	129633790
Mg	676100	921730	12160
K	35940	92660	175490
Ca	18040	34070	40080

Наличие органических и минеральных веществ в воде и донных отложениях исследуемых озёр благоприятствует широкому распространению различных физиологических групп микроорганизмов. В воде и донных отложениях озёр определена численность бактерий-деструкторов, участвующих в разложении органического вещества.

Среди исследуемых групп бактерий-деструкторов наиболее многочисленными были целлюлолитические и протеолитические бактерии. Их численность в донных осадках исследуемых озёр достигала $10^6 - 10^7$ кл/мл. Численности бактерий в илах на 1-2 порядка выше, чем в воде. Максимальная численность сульфатредуцирующих бактерий не превышала 10^4 кл/мл.

Исследования разнообразия микробных сообществ донных осадков озёр Приононья, проведенные с использованием высокопроизводительного секвенирования, выявили сходство и различия в их составе. Доминирующими филумами в микробном сообществе всех озёр являются *Proteobacteria* (30–52%), *Firmicutes* (5–20%), *Bacteroidetes* (11–24%), с отличиями на уровне классов и родов. В микробном сообществе высокоминерализованного озера Борзинское выявлена существенная доля архебактерий класса *Euryarchaeota* (33%). Общей чертой микробных сообществ минеральных озёр является весомая доля бактерий, участвующих на разных этапах в биогеохимическом цикле серы.

Проведенные исследования в щелочных соленых озерах Приононья показывают, что водоемы характеризуются высокими значениями рН, минерализации и разнообразным многокомпонентным составом, которые определяют разнообразие бактерий.

Работа поддержана бюджетным проектом № АААА-А17-117011810034-9(ЕГИСУ); ИСГЗ ФАНО: 0337-2016-0004.

Литература

1. Замана Л. В., Борзенко С. В. Гидрохимический режим соленых озер Юго-Восточного Забайкалья // География и природные ресурсы. 2010. № 4. С. 100–107.
2. Микробное сообщество лонных осадков солоноватого щелочного озера Белое (Забайкалье) / С. В. Зайцева [и др.] // Микробиология. 2014. Т. 83. № 6. С. 722–729.
3. Захарюк А. Г., Козырева Л. П., Намсараев Б. Б. Численность и активность бактерий-деструкторов органического вещества содово-соленого озера Хилганта (Южное Забайкалье) в градиенте рН-соленость // Сибирский экологический журнал. 2010. Т. 17. № 4. С. 641–648.
4. Абидуева Е. Ю., Сыренжапова А. С., Намсараев Б. Б. Функционирование микробных сообществ в содово-соленых озерах Онон-Керуленской группы (Забайкалье и Северо-Восточная Монголия) // Сибирский экологический журнал. 2006. Т. 13. № 6. С. 707–716.
5. Заварзин Г. А., Жилина Т. Н. Содовые озера — природная модель древней биосферы континентов // Природа. 2000. № 2. С. 45–55.

MICROBIAL DIVERSITY IN ALKALINE SALT LAKES
OF PRIONONYA (TRANSBAIKAL REGION)

Elena Yu. Abidueva

Dr. Sci. (Biol), Senior researcher
Institute of General and Experimental Biology SB RAS
6 Sakhyanovoy St., Ulan-Ude 670047, Russia
E-mail: abidueva_l@mail.ru

Svetlana V. Zaitseva

Cand. Sci. (Biol.), Researcher
Institute of General and Experimental Biology SB RAS
6 Sakhyanovoy St., Ulan-Ude 670047, Russia
E-mail: svet_zait@mail.ru

The results of physico-chemical and microbiological researches of Priononye's mineral lakes present in article. The lakes water is characterized by pH value to 10,1 and mineralization value to 470 g/l. The environment and quantity of organic matter bacteria-destroyers in the water and bottom sediments were studied. It is established that the dominant phylums in the microbial community of the studied lakes are *Proteobacteria* (30-52%), *Firmicutes* (5-20%), *Bacteroidetes* (11-24%), with differences at the level of classes and genera. In the microbial community of the highly mineralized Lake Borzinskoe, a significant proportion of Archebacteria of the *Euryarchaeota* class (33%) was detected.

Keywords: alkaline saltlakes, physico-chemical characteristic, microbial diversity.

References

1. Zamana L.V., Borzenko S.V. Гидрохимический режим соленых озер Юго-Восточного Забайкалья // Geography and Natural Resources. 2010. № 4. P. 100-107.
2. Microbial Community of the Bottom Sediments of the Brackish Lake Beloe (Transbaikal Region) / S.V. Zaitseva, E.Yu. Abidueva, B. B. Namsaraev, L. Wang, L. Wu // Microbiology. 2014. V. 83. № 6. P. 722–729.
3. Zakharyuk A. G., L. P. Kozyreva, B. B. Namsaraev. Abundance and Activity of the Bacteria-Destructors of Organic Matter in Saline-and-Soda Lake Khilganta (South Transbaikalia) in the pH-Salinity Gradient // Contemporary Problems of Ecology. 2010. V. 17. № 4. P. 641–648.
4. Abidueva E.Yu., Syrenzhapova A. S., Namsaraev B. B. Functioning of microbial communities in soda-salt lakes of the Onon-Kerulen group (Transbaikalia and North-Eastern Mongolia) // Contemporary Problems of Ecology. 2006. V. 13. № 6. P.707–716.
5. Zavarzin G. A., Zilina T. N. Soda Lakes — a natural model of the ancient biosphere of the continents // Nature. 2000. № 2. P. 45–55.