

меченные сезонные колебания температуры связаны с сезонными колебаниями температуры воздуха. Как следствие, из-за зависимости растворимости кислорода от температуры воды фиксируются изменения в концентрации кислорода.

Впервые проведенные в источнике Ута-Булаг микробиологические исследования показали достаточно высокую численность гидролитических бактерий. При этом было выявлено, что низкие температуры являются лимитирующим фактором для развития аэробных и анаэробных гидролитических бактерий.

Литература

1. Гидрохимия экстремальных водных систем с основами гидробиологии: учеб. пособие / В.В. Хахинов и др. – Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2007. – 148 с.

2. Бархутова Д.Д., Намсараев Б.Б. Экологические условия среды и активность микроорганизмов в холодных сероводородных водах Бахлайта (Забайкалье) // Экология. – 2008. – №6. – С. 217-221.

3. Влияние экологических условий на распределение функциональных групп микроорганизмов в минеральных источниках Хойто-Гол (Восточные Саяны) / Э.В. Данилова и др. // Сибирский экологический журнал. – 2009. – Т.16. – №1. – С. 45-53.

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

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

Хахинов Вячеслав Викторович, доктор химических наук, профессор, Байкальский институт природопользования СО РАН, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, e-mail:khakhinov@mail.ru

Banzaraktsaeva Tuyana Gennadyevna, candidate of biological sciences, senior researcher, Laboratory of Microbiology, Institute of General and Experimental Biology SB RAS, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanova Str., 6

Inkenzhinova Anna Dmitrievna, postgraduate student, Laboratory of Microbiology, Institute of General and Experimental Biology SB RAS, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanova Str., 6

Khakhinov Vyacheslav Viktorovich, doctor of chemical sciences, professor, Baikal Institute of Nature Management SB RAS, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanova Str., 6, e-mail:khakhinov@mail.ru

УДК 551.481.1.

© Е.Ю. Абидуева, Линху Ви, Чжао Жи, Шудин Вай,
В.В. Хахинов, Б.Б. Намсараев

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ БАКТЕРИЙ-ДЕСТРУКТОРОВ В МИНЕРАЛЬНЫХ ОЗЕРАХ МОНГОЛЬСКОГО ПЛАТО

Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционного гранта СО РАН №94.

Представлены результаты физико-химического и микробиологического исследования минеральных озер Монгольского плато, характеризующихся высокими значениями pH (до 10,2). В воде и донных осадках изучена численность различных физиологических групп бактерий-деструкторов органического вещества.

Ключевые слова: минеральные озера, бактерии-деструкторы

**E.Yu.Abidueva, Linhu Vi, Jie Zhao, Shudin Vai,
V.V. Khakhinov, B.B. Namsaraev**

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS AND DISTRIBUTION OF BACTERIA-DESTRUCTORS IN THE MINERAL LAKES OF MONGOLIAN PLATO

The results of physical and chemical and microbiological researches of Mongolian Plato's mineral lakes are presented in the article. The lakes water is characterized by high value of pH (up to 10,2). The number of different physiological groups of organic matter (OM) bacteria-destructors in the water and bottom sediments have been studied.

Keywords: mineral lakes, bacteria-destructors.

На обширной части Монгольского плато – от Забайкальских степей до Хинган – широко распространены минеральные озера [1]. Характерными особенностями минеральных озер являются высокая концентрация солей и щелочные условия, что создает экстремальные условия для развития биоты в водной толще и донных отложениях. Физико-химические условия содово-соленых водоемов препят-

ствуют развитию в них эукариотного сообщества, при этом прокариотная микробная популяция представлена крайне разнообразно [2].

Цель работы – изучение физико-химических параметров воды и распространения различных физиологических групп бактерий-деструкторов органического вещества (ОВ) в минеральных озерах Монгольского плато: Сахюрта, Шабхалантын Нуур, Дардай Нуур, Бус Нуур, Биндэрэй Нуур, Тосон (Аварга) Нуур, Улянсунь.

Методы исследования

Пробы воды и донных осадков для исследований отбирали в стерильную посуду. Кислотность среды измеряли прибором pH/EC/TDS Waterproof family (Италия), значения общей минерализации – тестер-кондуктометром TDS-4 (Сингапур).

Определение численности бактерий проводили методом предельных разведений в жидкой среде следующего состава (г/ дм³): KN₂PO₄ – 0,2; MgCl₂·H₂O – 0,1; NH₄Cl – 0,5; KCl – 0,2; дрож. экстракт – 0,05; NaCl – 1,5% [3, 4]. В среду вносили по 1,5% соответствующих субстратов: для целлюлолитиков – фильтровальная бумага, протеолитиков – пептон, амилолитиков – крахмал. Посевы инкубировали в термостате при 30 °С.

Результаты и обсуждение

Исследования проводили в минеральных озерах Китая, Монголии и Забайкальского края в течение 2011–2012 гг. Для определения условий среды обитания микроорганизмов были проведены измерения физико-химических показателей воды в озерах (табл. 1).

Таблица 1

Физико-химические показатели воды исследуемых озер

Озеро	Дата отбора	Местоположение	М, г/ дм ³	pH
Сахюрта	09.2011	Забайкальский край	1,1	9,0
Талын Нуур	06.2011	Монголия	0,8	9,2
Цэгээнэй Нуур	06.2011	Монголия	38,7	10,2
Шабхалантын Нуур	08.2011	Внутренняя Монголия	15,2	7,5
Дардай Нуур	09.2011	Монголия	8,1	8,0
Бус Нуур	06.2011	Монголия	7,9	8,7
Бус Нуур	05.2012	Монголия	3,1	8,8
Биндэрэй Нуур	06.2011	Монголия	2,8	9,5
Улянсунь	09.2012	Внутренняя Монголия	12,0	8,8
Тосон (Аварга) Нуур	06.2012	Внутренняя Монголия	3,9	9,9

Значения минерализации воды озер в период исследований варьировали от 0,8 до 38,7 г/дм³. Значения pH воды находились в щелочной области и варьировали от 7,5 до 10,2. Наименьшие значения минерализации 0,8 и 2,8 г/ дм³ выявлены в озерах Талын Нуур и Биндэрэй Нуур, отбор проб в которых был проведен в начале июня. В это время в озера поступает талая вода снега с горных хребтов Хэнтэя. Вода оз. Цэгээнэй Нуур характеризовалась наибольшими показателями минерализации и pH среди исследуемых водоемов, до 38,7 г/дм³ и 10,2 соответственно. Озеро Шабхалантын Нуур с минерализацией воды до 15,2 г/ дм³ используется местным населением для лечения заболеваний органов опорно-двигательного аппарата и кожи и характеризуется наименьшим значением pH (7,5). Показатели минерализации оз. Бус Нуур значительно отличались в различные годы исследования.

Автохтонное и аллохтонное органическое вещество подвергается деструкции. Согласно современным представлениям, микробное сообщество содовых озер имеет все основные группы микроорганизмов, осуществляющих деструкцию органического вещества вплоть до полного его разложения [2]. Распространение алкалофильных бактерий-деструкторов органического вещества было изучено в воде и донных осадках исследуемых озер. Определена численность протеолитических, целлюлолитических и амилолитических бактерий в пробах воды и ила исследуемых озер (табл. 2).

Таблица 2

Максимальная численность бактерий-деструкторов в озерах, кл/мл

Озеро	Проба	протеолитики		целлюлолитики		амилолитики	
		аэробы	анаэробы	аэробы	анаэробы	аэробы	анаэробы
Сахюрта	Вода	10 ⁶	10 ⁶	10 ³	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶
	Ил	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁵
Шабхалантын нуур	Вода	10 ³	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁶	10 ³	10 ⁶
	Ил	10 ⁴	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁴
Дардай нуур	Вода	10 ⁶	10 ³	10 ⁴	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁶
Бус нуур	Ил	10 ³	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁴

Исследуемые водные экосистемы характеризовались высокими значениями численности микроорганизмов. Наиболее многочисленными были анаэробные целлюлолитические и протеолитические бактерии, количество которых было равно 10⁶ кл/мл. Преобладание данных групп бактерий, возможно, связано с широким распространением легкогидролизуемого субстрата. Количество амилолитических бактерий в воде и донных осадках на 1-2 порядка ниже, чем целлюлолитических и протеолитических. Сравнительный анализ показал, что в воде и донных отложениях исследуемых озер анаэробных клеток амилолитиков было больше, чем аэробных. Кроме того, накопительные культуры аэробных целлюлолитиков, выделенных из проб воды исследуемых озер, имели окрашивание кораллового цвета, что, по-видимому, связано с выделением в воду различных веществ.

Изучение физико-химических параметров воды исследованных озер позволило выявить, что значения рН находились в щелочной области (до 10,2). Значения минерализации достигали от 0,8 до 38,7 г/дм³. Микробиологические исследования показали, что в воде и донных отложениях исследуемых озер распространены различные физиологические группы алкалофильных бактерий-деструкторов, максимальная численность которых достигала 10⁶ кл/мл.

Литература

1. Zheng Xiyu Salt lakes on the Inner Mongolian Plateau of China // Chinese geographical science. – Science Press, Beijing, China, 1991. – Т. 1. – С. 83-94.
2. Заварзин Г.А., Жилина Т.Н., Кевбрин В.В. Алкалофильное микробное сообщество и его функциональное разнообразие // Микробиология. – 1999. – Т.65. – №5. – С. 579-599.
3. Практикум по микробиологии: учеб. пособ. для студентов высших учебных заведений / А.И. Нетрусов и др. – М.: Академия, 2005. – 607 с.
4. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. – Л.: Наука, 1974. – 197 с.

Абидуева Елена Юрьевна, доктор биологических наук, профессор, старший научный сотрудник, лаборатория микробиологии, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6.

Лин Ху, доктор философии, колледж окружающей среды и ресурсов, университет Внутренней Монголии, Китай, 010021, Хух-Хото, ул. Западного университета, 235.

Чжао Жи, профессор, доктор философии, декан Колледжа окружающей среды и ресурсов, Университет Внутренней Монголии, 010021, Хух-Хото, ул. Западный университет, 235.

Шудин Вай, доктор философии, колледж окружающей среды и ресурсов, университет Внутренней Монголии, Китай, 010021, Хух-Хото, ул. Западного университета, 235.

Хахинов Вячеслав Викторович, доктор химических наук, профессор, Байкальский институт природопользования СО РАН, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6.

Намсараев Баир Бадмабазарович, доктор биологических наук, профессор, зав. лабораторией микробиологии, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6.

Abidueva Elena Yurievna, doctor of biological sciences, professor, senior researcher, Laboratory of Microbiology, Institute of General and Experimental Biology SB RAS, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanova Str., 6.

Linhu Vi, doctor of philosophy, College of Environment and Resources, Inner Mongolia University, China, 010021, Huhhot, West University Str., 235.

Chzhao Zhi, professor, doctor of philosophy, Dean of College of Environment and Resources, Inner Mongolia University, 010021, Huhhot, West University Str., 235.

Shudin Vai, doctor of philosophy, College of Environment and Resources, Inner Mongolia University, China, 010021, Huhhot, West University Str., 235.

Khakhinov Vyacheslav Viktorovich, doctor of chemical sciences, professor, Baikal Institute of Nature Management SB RAS, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanova Str., 6.

Namsaraev Bair Badmabazarovich, doctor of biological sciences, professor, Head of the Laboratory of Microbiology, Institute of General and Experimental Biology SB RAS, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanova Str., 6.

УДК 579.266.2

© Р.В. Колосов, С.П. Бурюхаев

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЬДА ОЗЕРА ДОРОНИНСКОЕ (ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционного гранта СО РАН №56 и №94; Минобрнауки РФ ФЦП – кадры Соглашение 8116

Проведены гидрохимические и микробиологические исследования в ледовом покрове озера Доронинское в 2009 и 2012 гг. Значение рН льда составляло 9.9-10.7, минерализация изменялась от 2.09 до 5.15 и 3.28-4.37 г/л. Общая численность микроорганизмов в керне льда в марте 2009 варьировала от 110 до 420 тыс. кл мл⁻¹, в апреле 2012 г. численность была на порядок ниже и составляла 24–42 тыс. кл/мл. Скорость темновой фиксации в талой воде льда колебалась от 10.51 до 28.97 мкг С/(дм³ сут).

Ключевые слова: активность микробных процессов, темновая ассимиляция.

R.V. Kolosov, S.P. Buryukhaev

PHYSICAL AND CHEMICAL AND MICRIBIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF ICE OF LAKE DORONINSKOYE (TRANSBAIKALIA)

Hydrochemical and microbiological researches in the ice covering of Lake Doroninskoye were carried out in 2009 and 2012. Thickness of the ice was 122-125 sm. The pH value of the ice was 9.9-10.7, mineralization varied from 2.09 to 5.15 g/l and from 3.28 to 4.37. The total amount of microorganisms in the ice core in March 2009 varied from 110 thousand up to 42·10⁴ cells/ml, in April 2012 the amount was much lower and it reached 24-42 thousand cells/ml. Speed of dark fixing in ice water varied from 10.51 to 28.97 mkg C/(dm per day).

Keywords: activity of microbial processes, dark fixing of CO₂.

В последние десятилетия стратифицированные водоемы привлекают к себе внимание исследователей разных направлений, поскольку характер протекания здесь физических, химических и биологических процессов отличается от подобных процессов в типичных перемешиваемых водоемах [1]. В Забайкалье широко распространены содово-соленые водоемы с различной минерализацией [2]. Особое место среди них занимает озеро Доронинское, которое имеет ярко выраженную стратификацию по ряду физико-химических и биологических параметров [3–5].

Объекты и методы

Объект исследования – стратифицированное озеро Доронинское, расположенное в 154 км от г. Читы в бассейне реки Ингода. Площадь водной поверхности озера 4,5 км², глубина около 6 м. Вода характеризуется высокой степенью минерализации.

Пробы льда отбирали из разных горизонтов, включая поверхностный слой. Лед хранили в полиэтиленовых пакетах в темноте при температуре ниже нуля. Перед проведением анализов лед помещали в стерильную посуду и растапливали при комнатной температуре.

Концентрацию карбонат- и гидрокарбонат-ионов определяли титриметрическим методом [6]. рН определяли рН-метром рНер («Нанпа», Италия). Соленость определяли кондуктометром DIST 1 («Нанпа», Италия).

Для определения общей численности микроорганизмов воду, полученную при растапливании льда, фильтровали через нитро-целлюлозные фильтры с диаметром пор 0,22 мкм («Владисарт», Россия), окрашивали 5% раствором эритрозина и просматривали на микроскопе Axiostar Plus («ZEISS», Германия) при увеличении 1,25x10x100 в двадцати полях зрения. Расчет численности бактерий производился по формуле:

$$N=n \cdot K/V, \text{ кл/мл,}$$

где n – среднее число бактерий в одном поле зрения; K – отношение фильтрующей площади фильтра S (мкм) к просчитываемой площади поля зрения s; V – объем профильтрованной воды (мл) [7].