

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 551.481.1(571.54)
DOI: 10.18101/2587-7143-2018-1-82-86

СОДОВЫЕ ОЗЕРА ЮЖНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ — УНИКАЛЬНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ*

Б. Б. Намсараев, Д. Д. Бархутова

© **Намсараев Баир Бадмабазарович**
доктор биологических наук, профессор,
Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН
Россия, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6
E-mail: darima_bar@mail.ru

© **Бархутова Дарима Дондоковна**
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН
Россия, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6
E-mail: darima_bar@mail.ru

В степной зоне Южного Забайкалья встречаются содовые озера. Отличительными признаками вод содовых озер являются высокая минерализация и экстремально-щелочные значения рН. Такие условия обуславливают развитие в воде и донных осадках алкалофильных микроорганизмов, способных проводить биохимические реакции в щелочных условиях среды. Основную роль в продукции органического вещества в этих экосистемах играют цианобактерии, являющиеся структурной основой микробных матов. Содовые озера Забайкалья являются местами лечения и отдыха местного населения. Лечебный эффект содовых озер обусловлен физиологическим действием щелочной воды, концентрированным раствором солей рапы и комплексным воздействием иловых отложений. В создании биологически активных веществ в воде, рапе и илах участвуют аэробные и анаэробные микроорганизмы.

Ключевые слова: Забайкалье; содовые озера; алкалофильные микроорганизмы; фотосинтезики; цианобактерии; бактерии-деструкторы.

*Уважаемый читатель, редколлегия представляет Вам статью Баира Бадмабазаровича Намсараева совместно со своей ученицей Д. Д. Бархутовой, посвященной биологии и экологии соленых озер Забайкалья. В статье даны очень информативные и пионерные сведения по химическому составу вод, численности бактерий и структуре микробного мата содового оз. Хилганта, одной из уникальных и реликтовых экосистем планеты. Именно с этой небольшой публикации началось формирование успешной в России микробиологической научной школы профессора Б. Б. Намсараева. Текст печатается по: Намсараев Б. Б., Бархутова Д. Д. Содовые озера Южного Забайкалья — уникальные экосистемы // Экосистемы Южного Забайкалья: история изучения, оценка и проблемы сохранения биоразнообразия. Материалы научно-практической конференции. Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 1998. С. 73–77.

В степной зоне Южного Забайкалья встречаются содовые озера. Они являются частью Великой степи, раскинувшейся от Черного моря до отрогов Хингана. Об их общепланетарном значении свидетельствует тот факт, что объем воды содово-соленых озер мира составляет 104 тыс. км² (Hammer, 1986).

В Забайкалье содовые озера расположены в основном в Даурии, Агинской степи, Селенгинской Даурии и Баргузинской долине. Степень озерности Восточного Забайкалья в этих зонах чрезвычайно высока, она достигает 15,8 при значении этого параметра для Забайкалья 0,5 (Локоть и др., 1991). Есть отдельные содовые озера в Кижингинском, Иволгинском и других районах Бурятии, а также в Улетовском районе Читинской области.

По химическому составу вод содовые озера Забайкалья различаются на карбонатные, сульфатно-магниевые. Тип вод этих озер обусловлен, в первую очередь, процессом углекислотного выщелачивания силикатных пород водосборной площади метеорными водами. Химический состав вод зависит также от усиленного испарения вод, что связано с высокой солнечной инсоляцией в этих широтах, процесса вымораживания вод в зимнее время и приноса химических элементов с атмосферными осадками.

Отличительными признаками вод содовых озер являются высокая минерализация и экстремально-щелочные значения рН. Значение концентрации солей в водах этих озер составляет от 2 до 140 г/л. В их составе преобладают NaHCO₃ (сода), Na₂SO₄ (мирабилит), NaCl (поваренная соль) и другие. Значение концентрации ионов водорода в водах содовых озер варьирует от 8,87 до 11,2. Эти значения рН обуславливают развитие в водах и донных осадках этих озер алкалофильных микроорганизмов, способных проводить биохимические реакции в щелочных условиях среды (Горленко и др., 1998). Численность аэробных и анаэробных алкалофильных бактерий в иловых отложениях содовых озер Забайкалья составляет 10–1000000 кл/мл (табл. 1).

Таблица 1

Численность бактерий в содовых озерах Забайкалья
(lg клеток в мл)

Группа	1	2	3	4	5	6
Аэробные						
Пептолители	4-5	3-6	4-5	4-6	3-5	4-5
Амилолители	4-5	4-6	4	5-6	4-5	3-5
Целлюлолитики	3-4	2-4	3-6	1-4	2-5	1-3
Анаэробные						
Пептолители	3-5	3-5	5	3	2-5	3-5
Целлюлолитики	1-2	1-4	2	1-2	1-2	3
Сульфатредукторы	1-2	1-2	2-3	1-2	1-5	1-5
Метаногены.	2-3	1-3	2-3	3	2-4	3-4

Примечание: 1 — Баруун Торей; 2 — Дабаса; 3 — Верхнее Белое; 4 — Цадом; 5 — Горбунка; 6 — Хилганта

В содовых озерах наблюдаются тесные взаимоотношения между бактериями-продуцентами органического вещества и бактериями-деструкторами, что обеспечивает устойчивость алкалофильного прокариотного сообщества. Компоненты

этого микробного сообщества участвуют в замкнутых биогеохимических циклах углерода, азота, серы и фосфора. Основную роль в продукции органического вещества в этих экосистемах играют цианобактерии, являющиеся структурной основой микробных матов. В озере Хилганта выявлены цианобактериальные маты толщиной до 3 см (табл. 2). Самый верхний слой 0–0,1 см мата состоит из цианобактерий, под ними развиваются фототрофные зубактерии. В деструкции синтезированного ими органического вещества участвуют различные виды бактерий-деструкторов. Между слоями их развития отлагаются карбонаты и сульфиды.

По предположению академика Заварзина (1993), сообщества алкалофильных микроорганизмов являются реликтовым. Оно сохранилось в содовых озерах с архея и имеет возраст примерно 3,5 млрд лет. Устойчивость этих алкалофильных прокариотных сообществ обусловлена, в первую очередь, функционированием в них полных, замкнутых биогеохимических циклов С, N, S, и P, тесным сосуществованием продуцентов и деструкторов и эффективным использованием солнечной энергии.

Таблица 2

Описание микробного мата из озера Хилганта

Слой	Горизонт, мм	Толщина, мм	Описание	Микроорганизмы	Минералы
1	0–0,3	0,3	Светло-зеленый, салатовый	Фотосинтетики	
2	0,3–1,8	1,5	Пурпурный, розовый, плотный, гранулярный	Пурпурные серные	
3	1,8–4,8	3	Темно-зеленый, рыхлый	Фотосинтетики	
4	4,8–6,8	2	Зеленый, плотный	Деструкторы	Карбонат
5	6,8–8,1	1,3	Буро-коричневый	Деструкторы	Карбонат
6	8,1–9,1	1	Белесый с зеленоватым оттенком	Деструкторы	
7	9,1–9,2	0,1	Темно-зеленая прослойка	Фотосинтетики	
8	9,2–9,7	0,5	Зеленый гранулированный	Деструкторы	
9	9,7–9,8	0,1	Темно-зеленый	Фотосинтетики	
10	9,8–10,8	1	Темно-изумрудный, бирюзовый оттенок	Фотосинтетики	
11	10,8–11,8	1	Зеленый	Фотосинтетики	
12	11,8–12,8	1	Светло-зеленый, гранулированный	Фотосинтетики	
13	12,8–14,3	1,5	Темно-изумрудный, плотный	Фотосинтетики	Карбонат
14	14,3–18,5	4	Черно-зеленый, рыхлый	Деструкторы	Сульфид

Содовые озера Забайкалья издавна используются местным населением как места лечения и отдыха (табл. 3). К ним относятся Киран, Хужирта, Горбунка и

другие. Лечебный эффект содовых озер обусловлен физиологическим действием щелочной воды, концентрированным раствором солей рапы и комплексным воздействием иловых отложений. В создании биологически активных веществ в воде, рапе и илах участвуют аэробные и анаэробные микроорганизмы. Важными лечебными факторами, в синтезе которых участвуют бактерии, являются сероводород, сульфиды, органические кислоты, аминокислоты, витамины и т. д. Лечение на этих озерах показано при заболеваниях органов опоры и движения, нарушения обмена веществ, нервных, гинекологических и кожных заболеваниях.

Таблица 3

Лечебно-содовые озера Забайкалья

Озеро	Район	РН	М, г/л	Тип воды	NaCl, г/л
Киран	Кяхтинский, Бурятия	9,1	14	Гидрокарбонатно-хлоридная	3,2
Хужирга	Кижингинский, Бурятия	10,18	3	Гидрокарбонатно-натриевая	0,5
Угдан	Читинская область		7	Сульфатно-карбонатная	
Горбунка	Агинский округ	9,13	6,5	Сульфатно-магниевая	0
Бормашовое	Баргузинский, Бурятия		2	Карбонатная	
Халза Нор	Ононский, Читинская область		78	Карбонатная	
Холбон	Борзинский		4	Карбонатная	
Холбо	- « -		4	- « -	
Барун Шибертуй	- « -	9,27	31	Сульфатно-натриевая	
Шихалин Нур	- « -	9,88	94	- « -	
Амыкей	- « -		114	Карбонатная	

Примечание: М — общая минерализация воды

Ресурсы содовых озер также используются для подкормки и лечения овец, получения химических солей (сода, поваренной соли и мирабилита) для различных отраслей промышленности.

Исследования содовых озер Забайкалья, начатые в 20-х годах нашего столетия, продолжаются. Необходимо объединение усилий специалистов различных направлений — микробиологов, гидробиологов, химиков, геологов и т. д. — для рационального использования ресурсов содовых озер.

Литература

Горленко В. М., Намсараев Б. Б., Кулырова А. В. и др. Активность сульфатредуцирующих бактерий в донных осадках содовых озер Юго-Восточного Забайкалья // Микробиология. 1999. Т. 68. № 5. С. 664–670.

Заварзин Г. А. Эпиконтинентальные содовые водоемы как предполагаемые реликтовые биотопы формирования наземной биоты // Микробиология. 1993. Т. 62. Вып. 5. С. 789–800.

Содовые озера Забайкалья: Экология и продуктивность / Локоть Л. И., Стрижова Т. А., Горлачева Е. П. и др. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-е, 1991. 216 с.

Saline lake ecosystems of the world / by U. Theodore Hammer. Dordrecht; Boston: Dr. W. Junk Publishers, 1986. 616 p.

SODA LAKES OF THE SOUTHERN TRANSBAIKAL — UNIQUE ECOSYSTEMS

B. B. Namsaraev, D. D. Barhutova

Bair B. Namsaraev

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of laboratory of Microbiology,
Institute of General and Experimental Biology SB RAS
6, Sakhyanovoy, Ulan-Ude, 670047, Russia

Darima D. Barkhutova

candidate of biological sciences, senior research,
Institute of General and Experimental Biology SB RAS
6, Sakhyanovoy, Ulan-Ude, 670047, Russia
E-mail: darima_bar@mail.ru

Soda lakes are found in the steppe zone of the Southern Transbaikal. Distinctive features of waters of soda lakes are high mineralization and extreme alkaline values of pH. Such conditions cause the development in the water and bottom sediments of alkalophilic microorganisms capable of carrying out biochemical reactions in the alkaline conditions of the medium. The main role in the production of organic matter in these ecosystems is played by cyanobacteria, which are the structural basis of microbial mats. Soda lakes of Transbaikalia are places of treatment and recreation for the local population. The therapeutic effect of soda lakes is due to the physiological action of alkaline water, a concentrated solution of brine salts and the complex effect of mud sediments. In the creation of biologically active substances in water, brine and mud, aerobic and anaerobic microorganisms participate.

Keywords: Transbaikalia, soda lakes, alkalophilic microorganisms, photosynthetic bacteria, cyanobacteria, bacteria-destructors.