

УДК 574.3  
doi: 10.18101/2306-2363-2017-1-18-23

## **ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА МИКРОБНОЕ СООБЩЕСТВО ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ**

© **Дагурова О. П.**

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

© **Гаранкина В. П.**

кандидат биологических наук, младший научный сотрудник,  
Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН  
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6  
E-mail: g\_val\_82@mail.ru

© **Зайцева С. В.**

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

В условиях эксперимента изучено влияние изменения температуры и добавления органических веществ на характеристики микробного сообщества прибрежной воды озера Байкал. Изменение температуры практически не влияло на показатели численности и состава микробного сообщества. Добавление органических легко-разлагаемых веществ стимулировало рост бактерий и изменяло состав сообщества.

**Ключевые слова:** озеро Байкал, температура, прибрежная зона, органические вещества, микробное сообщество, численность микроорганизмов, бактерии.

Озеро Байкал является одним из величайших озер мира [1–2]. Прибрежная зона озера Байкал является индикаторной, экотонной зоной, которая подвергается автохтонным и аллохтонным воздействиям, где биологические сообщества быстро реагируют на изменения экосистем, в том числе поступление органических веществ [3]. Температура среды является важным физическим фактором, определяющим не только интенсивность развития, но и возможность существования микроорганизмов [4]. В глубинной части озера Байкал температура является стабильно низкой (около 4°C), в прибрежной части температура варьирует в зависимости от сезона года, достигая в июле и августе 18–24°C [5]. Ранее установлена зависимость интенсивности микробных процессов в грунтах мелководных заливов озера Байкал от сезонных изменений температуры [6].

Цель работы: определить влияние изменения температуры и органических легко-разлагаемых веществ на формирование микробных сообществ прибрежной воды озерам Байкал в условиях эксперимента

### Объекты и методы исследования

Пробы воды были отобраны в зоне уреза воды озера Байкал на участке туристско-рекреационного пользования у п. Горячинск (восточное побережье озера). Физико-химические показатели воды — температуру, рН, окислительно-восстановительный потенциал, минерализацию, содержание кислорода — определяли соответствующими портативными приборами. Общая численность бактерий определялась подсчетом бактерий на мембранных фильтрах с диаметром пор 0,22 мкм, окрашенных эритрозином. Численность органотрофных бактерий определялась по росту колоний на среде РПА, разведенной в 10 раз. Выделение ДНК производили с помощью коммерческого набора AxyPrepBacterialGenomic DNA MiniprepKit (Axygen, США). Параллельное секвенирование ампликонов было проведено в Центре коллективного пользования СО РАН «Геномика» (Новосибирск, Россия). Таксономическое разнообразие микробного сообщества оценивали с помощью пакета программ RDP.

Для постановки эксперимента в колбы объемом 500 мл была помещена отобранная природная вода в объеме 200 мл. Колбы закрывались ватными пробками и инкубировались при температуре 4°C в холодильнике и при температуре 30°C в термостате. Для инкубации проб с органическими добавками в колбы предварительно вносили смесь субстратов — глюкозы в количестве 1% и пептона в количестве 1%. Колбы инкубировали в течение 5 суток, периодически помешивая. Подготовку и анализ проб после эксперимента для определения численности и разнообразия производили так же, как и подготовку и анализ нативного образца (контроля).

### Результаты и обсуждение

Значения физико-химических показателей воды в месте отбора были сопоставимы со средними для озера [1–2] (табл.). Температура при отборе составляла 6°C. Величины продукции и деструкции органического вещества были незначительны. Общая численность бактерий составляла 276 тыс. кл/мл, концентрация органотрофных бактерий, потребляющих легкоразлагаемые органические субстраты, была высока и составляла 94% от общей численности бактерий.

В ходе эксперимента было исследовано изменение общей численности и численности органотрофов после инкубации сообщества при 4°C и при 30°C, а также с добавками органических веществ (рис. 1).

После инкубации при 4°C общая численность бактерий и численность органотрофов снижались. При 30°C общая численность бактерий возрастала, численность органотрофных бактерий была сопоставима с таковой после инкубации при 4°C. Добавки органических веществ стимулировали рост численности как при 4°C, так и при 30°C. При 30°C с добавками наблюдались максимальные показатели численности. Таким образом, изменение температуры практически не влияло на показатели численности бактерий, в отличие от изменения условий добавлением органических легкоразлагаемых веществ,

что стимулировало рост бактерий, причем при обогащении органическими субстратами больший рост наблюдался при более высокой температуре.

Таблица 1

Физико-химические и функциональные показатели  
прибрежной воды озера Байкал (п. Горячинск)

t, °C	6,0
pH	9,2
Общая минерализация, мг/л	73,2
Окислительно-восстановительный потенциал, мВ	152
O <sub>2</sub> , мг/л	11,5
HCO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	65
Общая численность бактерий, тыс. кл/мл	276
Численность органотрофных бактерий, тыс. КОЕ/мл	261
Продукция органического вещества, мг O <sub>2</sub> /л ч	0,029
Деструкция органического вещества, мг O <sub>2</sub> /л ч	0

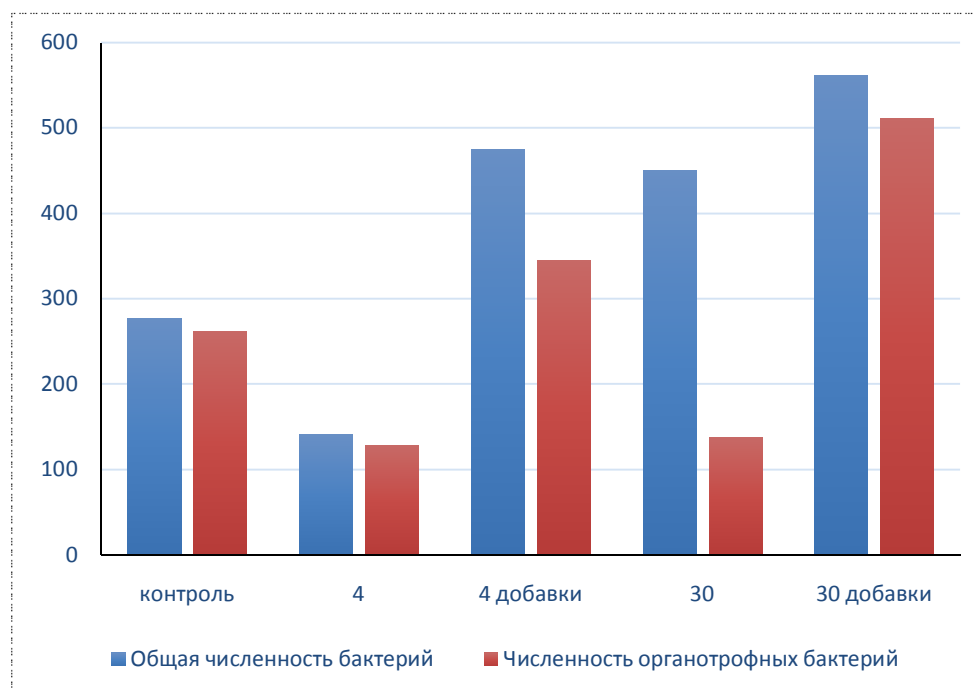


Рис. 1. Численность природного бактериального сообщества прибрежной воды озера Байкал (контроль), после инкубации при температурах 4°C и 30°C (обозначения 4 и 30), после инкубации с органическими субстратами (обозначения 4 добавки и 30 добавки)

Структура сообщества после инкубации при температурах 4°C и 30°C без добавок также осталась практически неизменной (рис. 2).

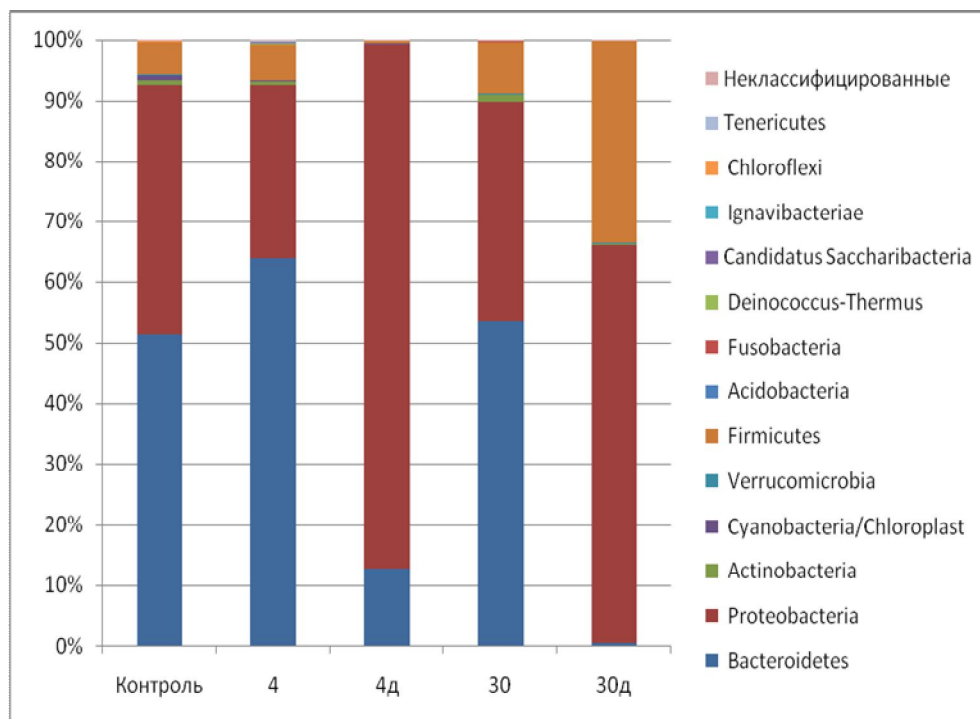


Рис. 2. Структура природного бактериального сообщества прибрежной воды озера Байкал (контроль), после инкубации при температурах 4°C и 30°C (обозначения 4 и 30), после инкубации с органическими субстратами (обозначения 4д и 30д)

Основу сообщества прибрежной воды составляют представители бактериальных филумов *Bacteroidetes* (51%) и *Proteobacteria* (41%). Субдоминантом был представлен филум *Firmicutes* в количестве 5%. Доля остальных филумов в сообществе была незначительна.

Добавление органических веществ значительно меняло структуру сообщества. При 4°C доля протеобактерий возросла и составляла основную часть сообщества (85%), доля бактериоидов снижалась и составляла около 13%. При 30°C доля протеобактерий также была очень высока (67%), а бактериоиды вытеснялись филумом *Firmicutes* (около 33%). Вероятно, доля протеобактерий повышается с увеличением поступления субстратов и температуры окружающей среды.

Сложность сообщества также уменьшалась — количество детектированных родов бактерий уменьшилось до 55 при температуре 4°C (при этой же температуре культивирования без добавок — 69), и при температуре 30°C — уменьшилось до 60 (при этой же температуре культивирования без добавок — 86). Состав доминирующих родов также изменялся. При 4°C в сообществе

наблюдалось доминирование представителей родов *Pseudomonas* *Flavobacterium*, при 30°C- *Aeromonas Lactococcus*.

Таким образом, изменение температуры в условиях эксперимента практически не влияло на показатели численность и состав бактерий прибрежной зоны озера Байкал. Добавление органических легкоразлагаемых веществ стимулировало рост бактерий и изменяло состав сообщества.

*Работа выполнена при поддержке Комплексной программы ФНИ СО РАН № П-2П, проект 2П/У1.55-1и гранта РФФИ №16-48-030881 p\_a*

#### **Литература**

1. Атлас Байкал. [Карты] / Гл. ред. Г.И. Галазий. — М.: ФСГК, 1993. — 160 с
2. Байкал: природа и люди: энциклопедический справочник / отв. ред. А. К. Тулохонов. — Улан-Удэ: ЭКОС: Изд-во БНЦ СО РАН, 2009. — 608 с.
3. Тимошкин О. А., Сутурин А. Н., Бондаренко Н. А. и др. Биология прибрежной зоны озера Байкал. Сообщение 1. Заплесковая зона: первые результаты междисциплинарных исследований, важность для мониторинга экосистемы // Изв. Иркутского государственного университета. Сер. Биология. Экология. — 2011. — Т. 4, № 4. — С. 75–110.
4. Кузнецов С. И., Саралов А. И., Назина Т. Н. Микробиологические процессы круговорота углерода и азота в озерах. — М.: Наука, 1985. — 213 с.
5. Шимараев М. Н. Температурный режим, течения и водообмен // Байкал: природа и люди: энциклопедический справочник / отв. ред. А. К. Тулохонов. — Улан-Удэ: ЭКОС: Изд-во БНЦ СО РАН, 2009. — С. 68–70
6. Намсараев Б. Б., Дагурова О. П., Гаранкина В. П. Влияние температуры на активность микробного сообщества озера Байкал // Вестник Бурятского государственного университета. — 2015. — № 3. Химия, физика. — С. 63–67

#### THE CHANGE EFFECT OF TEMPERATURE AND ORGANIC SUBSTANCES ON THE MICROBIAL COMMUNITY OF THE COASTAL ZONE OF LAKE BAIKAL

*Dagurova O. P.*

Candidate of Biological Sciences, Research Scientist,  
Institute of General and Experimental Biology SB RAS  
6 Sakhyanovoy Str., Ulan-Ude 670047, Russia  
E-mail: dagur-ol@mail.ru

*Garankina V. P.*

Candidate of Biological Sciences, Research Scientist,  
Institute of General and Experimental Biology SB RAS  
6 Sakhyanovoy Str., Ulan-Ude 670047, Russia  
E-mail: g\_val\_82@mail.ru

*Zaitseva S. V.*

Candidate of Biological Sciences, Research Scientist,  
Institute of General and Experimental Biology SB RAS  
6 Sakhyanovoy Str., Ulan-Ude 670047, Russia  
E-mail: svet\_zait@mail.ru

Under the experimental conditions, the influence of the temperature changes and the addition of organic substances on the characteristics of the microbial community of the Lake Baikal coastal water was studied. The change in temperature had practically no effect on the numbers and composition of microbial community. The addition of organic readily decomposable substances stimulated the growth of bacteria and changed the composition of the community.

*Keywords:* Lake Baikal, coastal zone, organic substances, microbial community, number of microorganisms, bacteria