

Химия и микробиология водных систем Байкальского региона

Намсараев Б.Б., Хахинов В.В.

Цель исследования - изучение физико-химических процессов формирования природных вод, структуры и эволюции экосистем водоемов Байкальского региона.

Задачи исследования:

- Изучение физико-химических процессов формирования химического состава и свойств природных вод.
- Изучение структуры и эволюции прокариотных и эукариотных водных организмов.
- Установление взаимосвязи биоты и абиоты водных систем, составление банка данных основных гидрохимических и биологических параметров оз. Байкал, соленых и содовых озер, минеральных источников, болотных и речных систем.

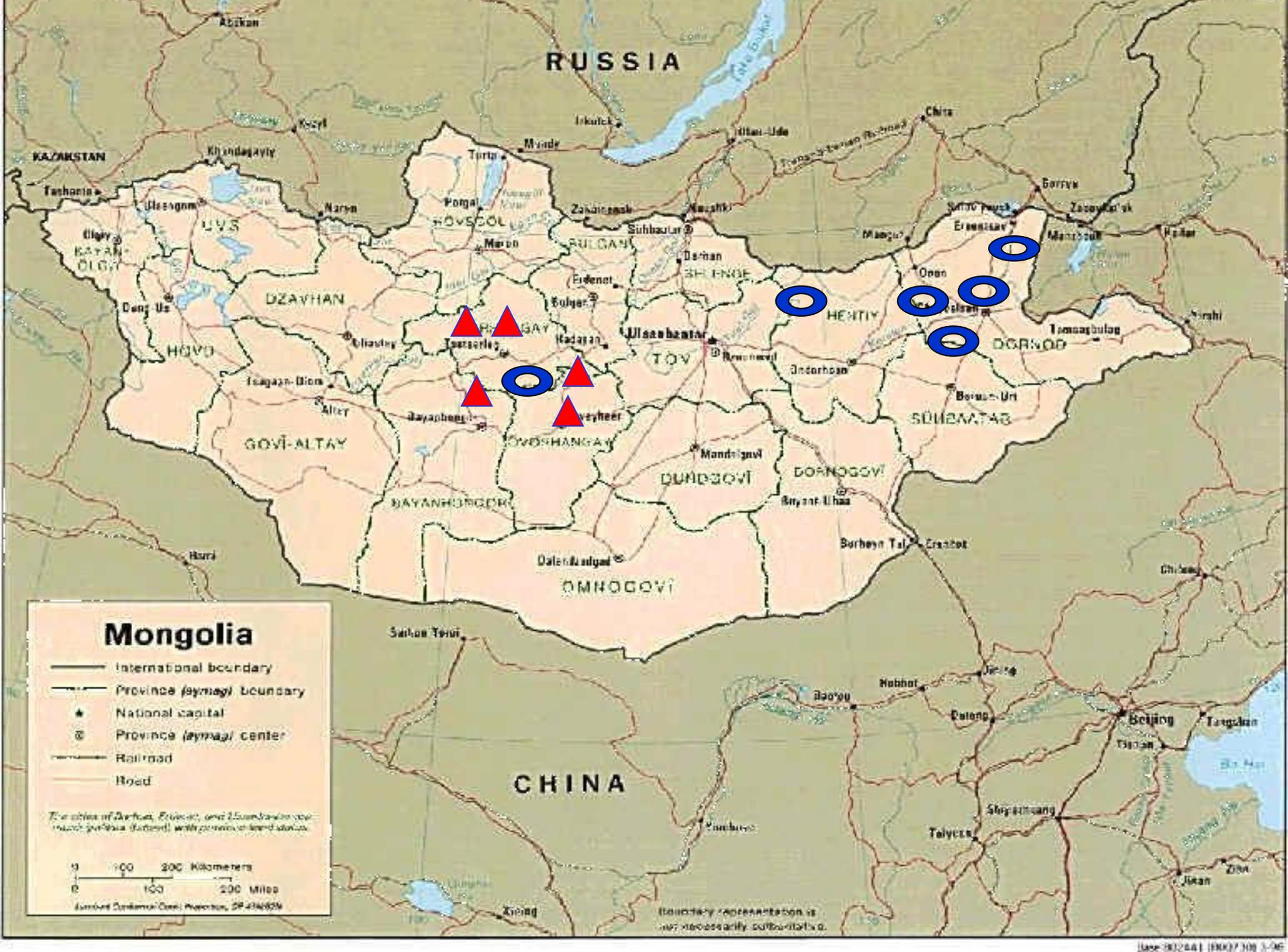
Эволюция биосферы

Эра	Млн.	Геолого-биологические события	Биота
Кайнозой	25 35 67	Образование оз. Байкал Байкальский рифтогенез	Прокариоты+эукариоты
Мезозой	137 230		Прокариоты+эукариоты
Палеозой	285 420 570	Почва	Прокариоты+эукариоты Наземные растения
Протерозой	600 1400 2200 2500	Окисленные осадки Кислород в атмосфере Восстановленные осадки	Животные Водоросли, протисты Грибы
Архей	2600 3500 3800 4500	Строматолиты Автотрофы по $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$	Цианобактерии Прокариоты Мир РНК

Геолого-географическая история озера Байкал (Атлас Байкала, 1993; Мац, 2005)

Время, млн лет	События
0,06	Ангарский сток, современный уровень озера
0,12-0,15	Тектоническая активность подъем уровня озер
0,6-0,8	Уровень озера на 120-140 м
1,6-1,8	Оледенение, айсберги
3,5	Заполнение Северной впадины, подъем уровня до 500 м и более
1,8-10	Горный рельеф, тектоническая активность
10-27	Равнинный рельеф
27-30	Равнинный рельеф, образование озера Байкал
30-35	Начало Байкальского рифтогенеза
35-70	Равнинный рельеф, мелкие пресные и





RUSSIA

CHINA

Mongolia

- International boundary
- Province (*aymag*) boundary
- National capital
- Province (*aymag*) center
- Railroad
- Road

The cities of Darhan, Erdenet, and Ulaanbaatar are marked with stars (starred), with provincial level cities marked with circles.

0 100 200 Kilometers
0 100 200 Miles

London: Cambridge University Press, 2004

Boundary representation is not necessarily authoritative.



Байкальский рифт:

Тепловой поток

Гидротермы

Метановые венты

Байкальская впадина: глубина озера 1637 м

10 км толща донных отложений

Термальный источник Сеюя (Курумканский район)



Термальный источник Гарга



Физико-химические параметры минеральных источников

Типы гидротерм	Источник	T, °C	pH	S ²⁻ , мг/дм ³
Азотные	Алла	79	9,9	15,6
	Большая Речка	74	9,8	13,4
	Гарга	75	7,7	0,1
	Сеюя	49	9,7	5,0
	Уро	69	8,8	0,1
	Шаргулжуут	90	8,0	10,0
Метановые	Сухая Загза	48	9,1	21,0
Углекислые	Хойто Гол	34	7,5	20,4

Микробные сообщества щелочных гидротерм



Типы матов: цианобактериальные, серные, пурпурные

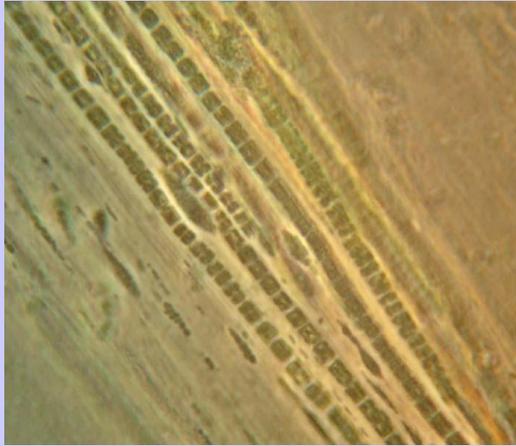
Доминирующие виды:
цианобактерии родов
Phormidium, *Oscillatoria*;
бесцветные серные бактерии родов:
Thiotrix, *Thiophysa*

Продукция: до 21,2 г С/(м² сут)

Деструкция: до 3,5 г С/(м² сут)



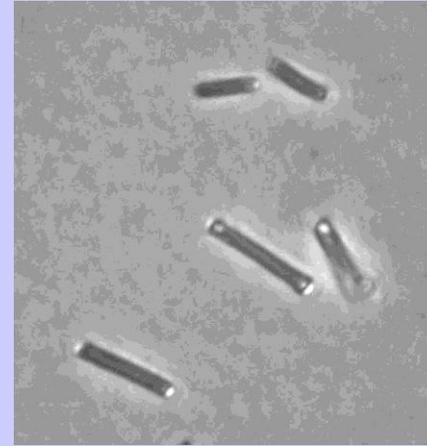
Цианобактерии



Phormidium



Anabaena



Synechococcus

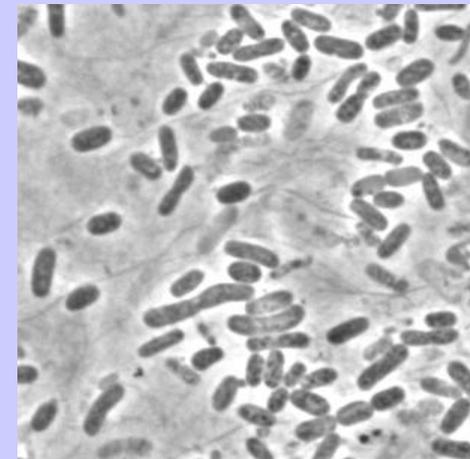


Oscillatoria

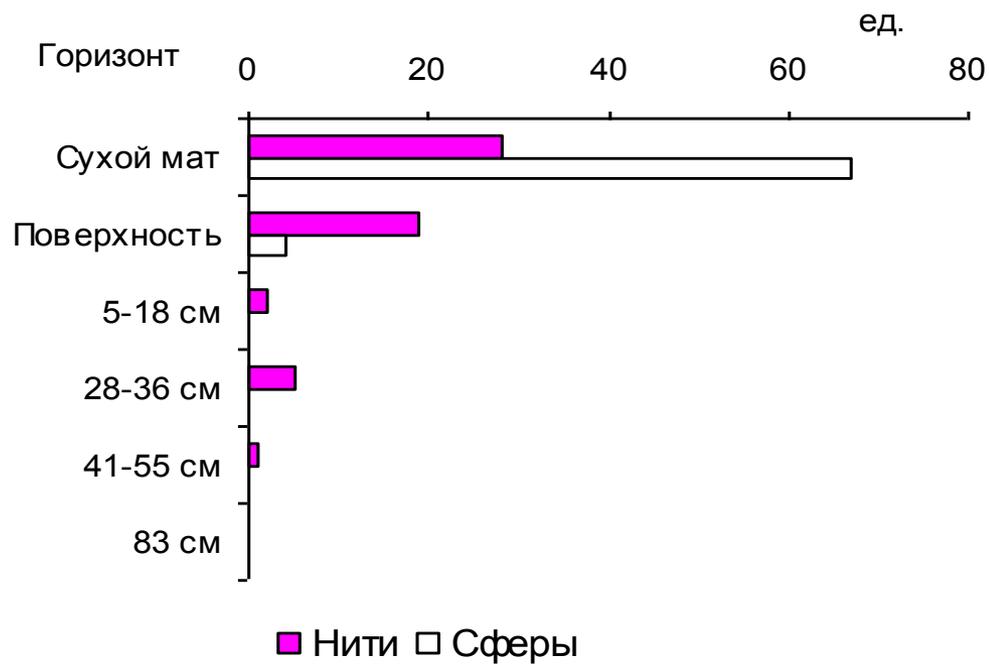
Аноксигенные фототрофные бактерии



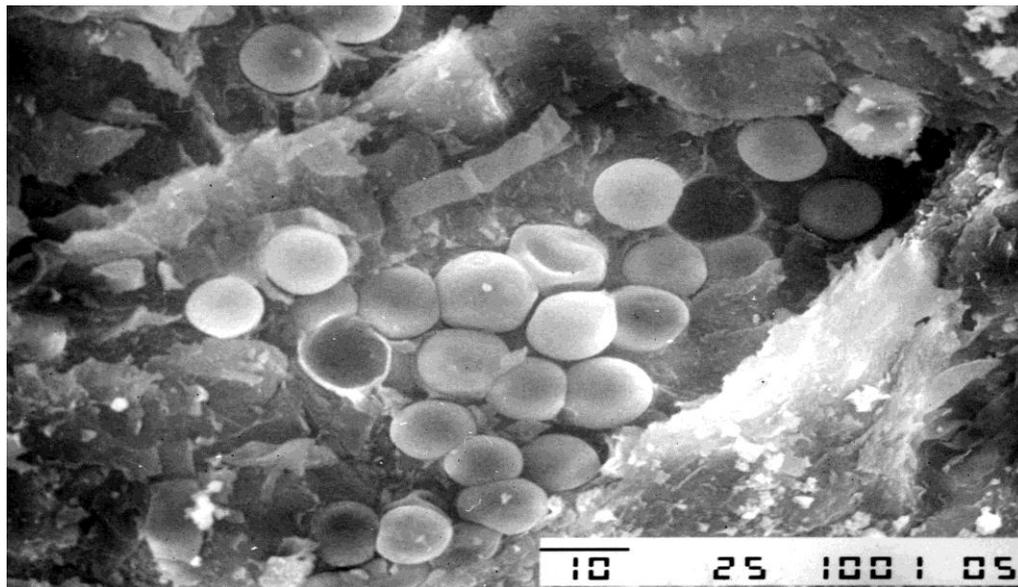
Chloroflexus aurantiacus



Ectothiorhodospira shaposhnikovii



Изменение состава и численности микрофоссилий в циано-бактериальном мате и травертине источника Гарга



Фотографии МФ из травертина и высохшего мата источника Гарга

Озеро Хара-Модон (Баргузинская долина)



Озеро Хилганта

Циано-бактериальный мат



Физико-химические параметры минеральных озер

Тип воды	Озеро	М, г/дм³	рН
Сульфатно-хлоридное	Хилганта	38-253	8,9-9,8
	Горбунка	6-10	8,9-9,1
	Дабас нур	11-208	8,0-9,4
Гидрокарбонатно-сульфатное	Барун Торей	9,9	9,0
Хлоридно-карбонатное	Верхнее Белое	5,9-9,0	9,6-9,9
Гидрокарбонатно-хлоридное	Соленое (Киран)	10,1	10,2-10,9
Карбонатно-хлоридное	Хотонтын нуур	360	9,7

Микробные сообщества содовых и содово-соленых озер



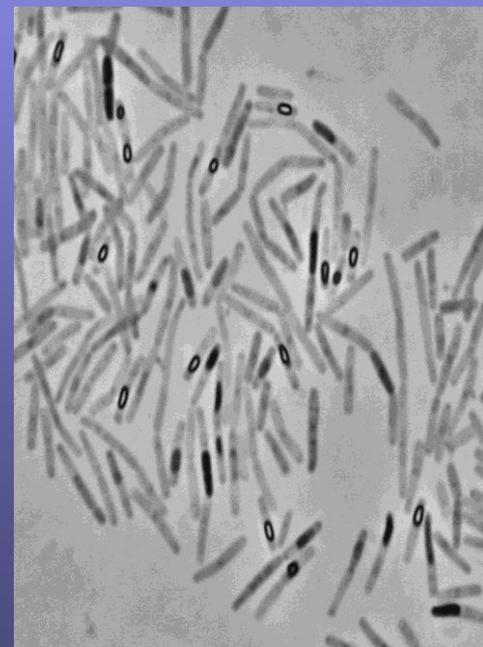
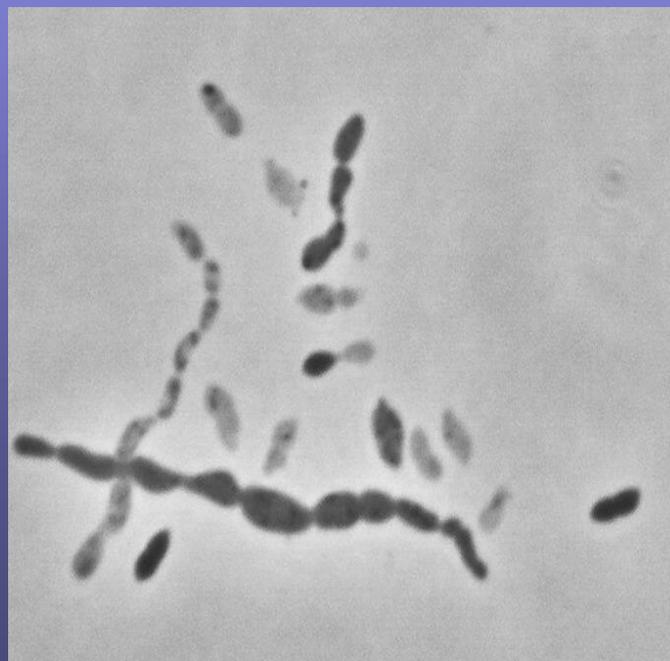
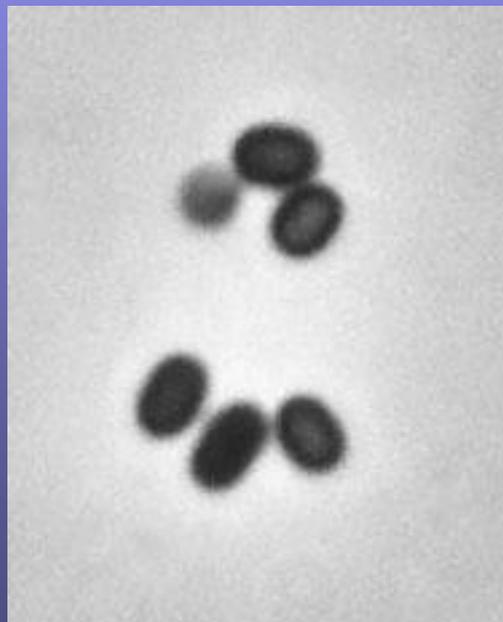
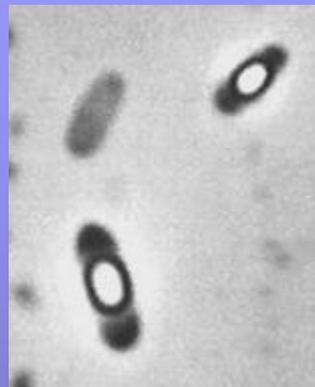
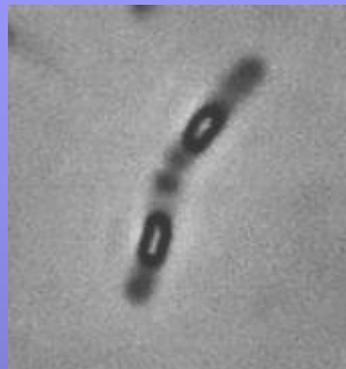
Типы матов: цианобактериальные, пурпурные

Доминирующие виды:
алкалофильные цианобактерии родов
Microcoleus, *Oscillatoria*;
пурпурные бактерии, нитчатые зеленые
бактерии

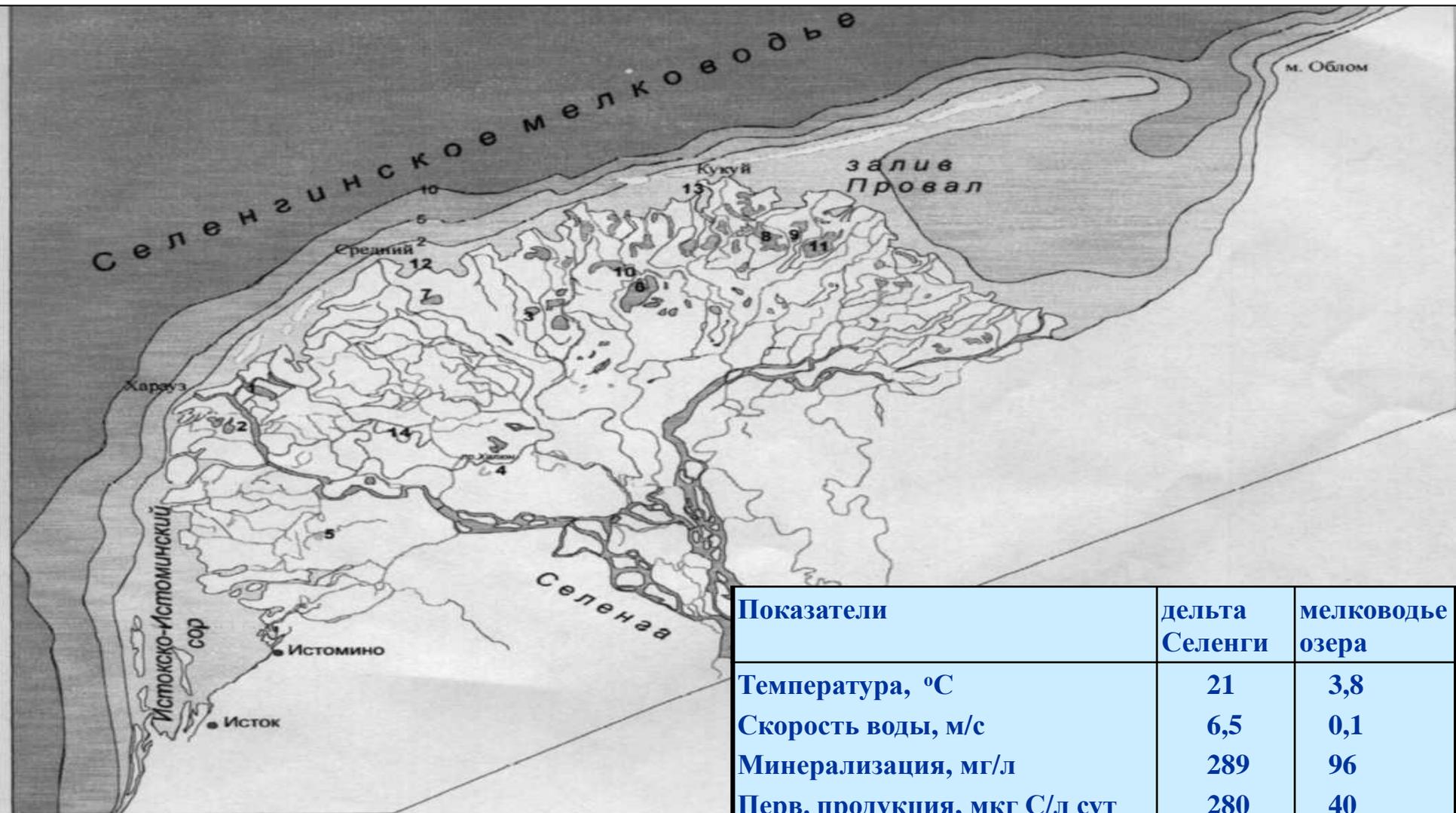
Продукция: до 890 мг С/(м² сут)
(в матах)

Деструкция до 450 мг С/(м² сут)

Морфологическое разнообразие гало-алкалофильных бактерий-деструкторов



Карта-схема дельты Селенги

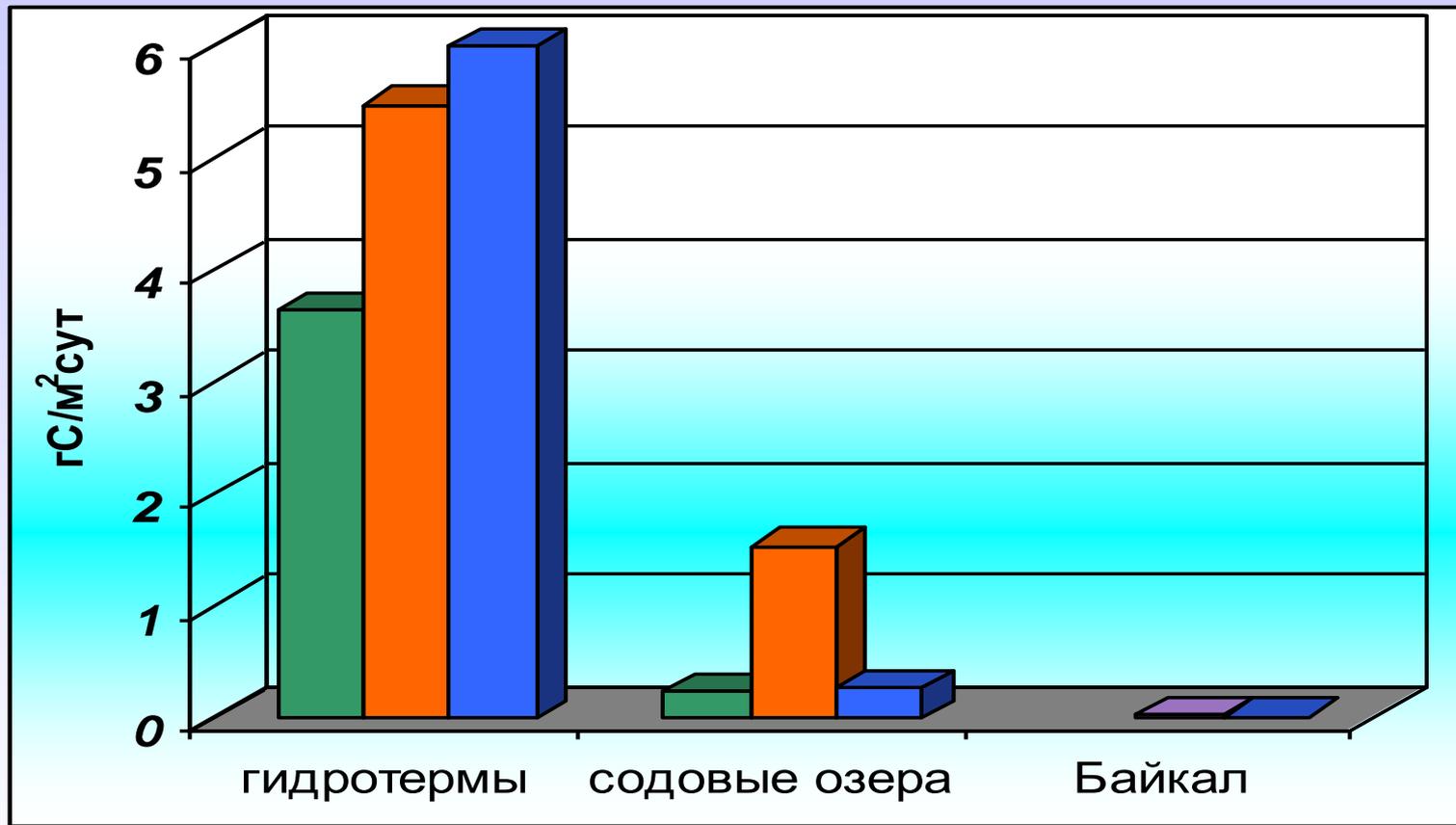


Показатели	дельта Селенги	мелководье озера
Температура, °С	21	3,8
Скорость воды, м/с	6,5	0,1
Минерализация, мг/л	289	96
Перв. продукция, мкг С/л сут	280	40
Метаногенез, мкг С/кг сут	0,13-0,73	0,1-7,2
Сульфатредукция, мкг С/кг сут	0,3-17,6	0,01-0,5

Физико-химические параметры болотных экосистем Байкальского региона

Болото	Тип болотной воды	pH	M, г/дм³
Арангатуйское	Нейтральный	6.7-7.8	0,095-0,208
Кулиное	Щелочной	9.0-9.4	0,297
Посольское	Нейтральный	6.4-8.3	0,01
Оронгойское	Щелочной	9.5	7,2-8,4

Процессы продукции



Оксигенный фотосинтез



Аноксигенный фотосинтез

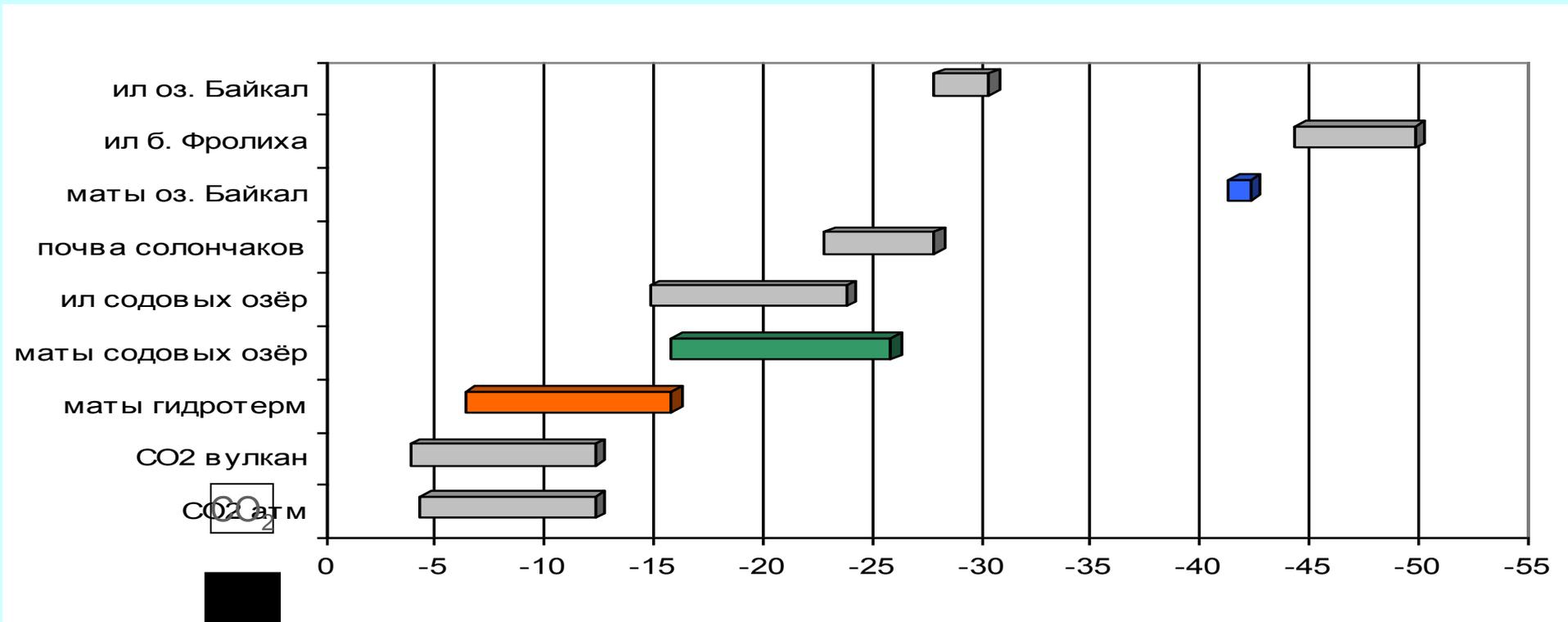


Темновая фиксация



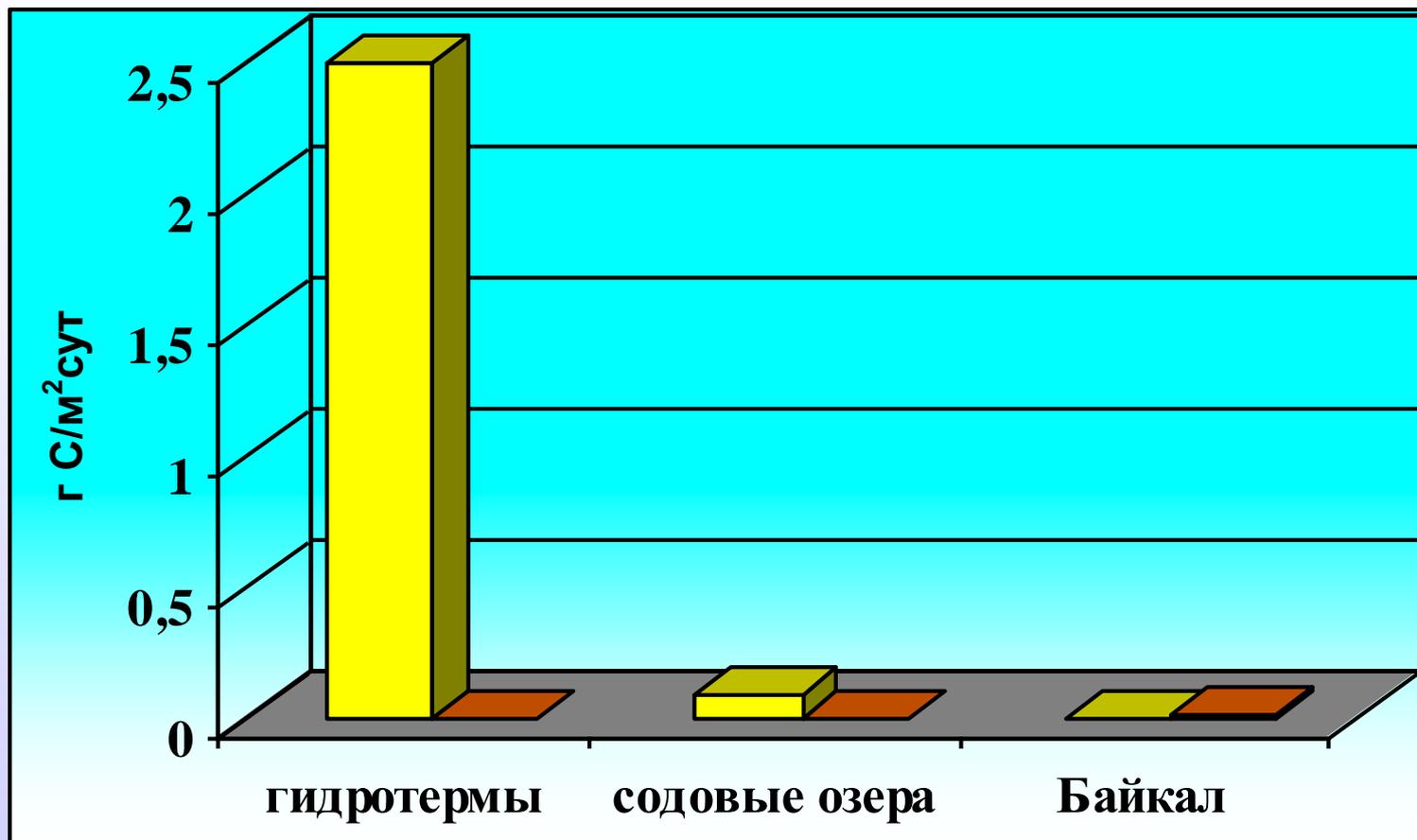
Хемосинтез

Изотопный состав органического вещества водных систем Байкальского региона



Продуценты термофильного мата используют вулканогенную и атмосферную CO₂, алкалофильного мата – CO₂ – продукт деструкции ОВ, серного мата озера Байкал – продукты метаболизма метанотрофов.

Процессы деструкции

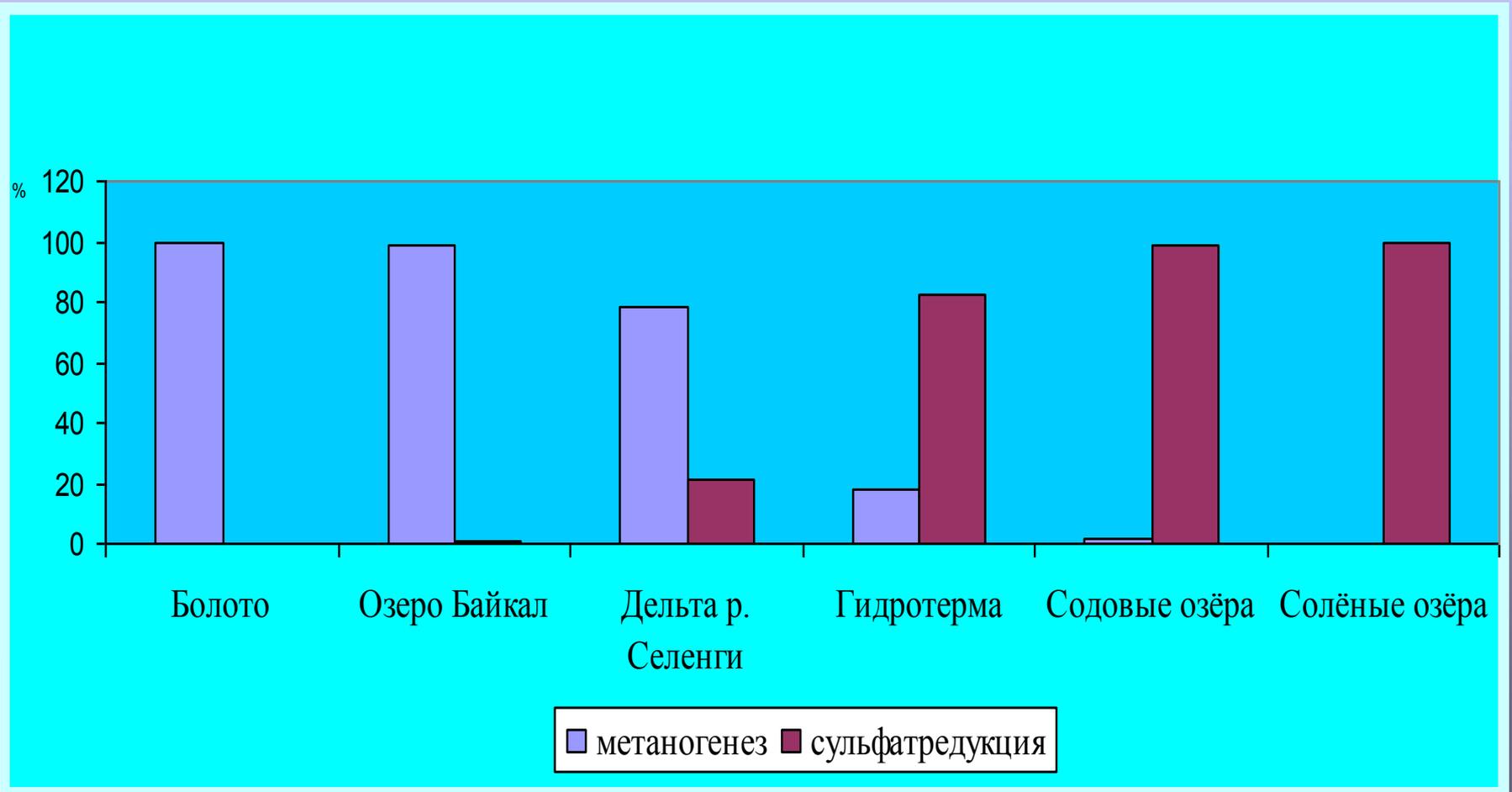


Сульфатредукция



Метаногенез

Микробная деструкция органического вещества в донных отложениях и микробных матах водных систем Байкальского региона



Микробные маты

Байкальский регион

Микробный мат	T, C	pH	M, г/л	Природные системы Байкальского региона
Циано-бактериальный	- 10- +70	5.5-10.4	0.2-360	Гидротермы, содовые, соленые озера.
Зеленый	+20- +72	6.2-10.4	0.2-10	Гидротермы, содовые озера.
Пурпурный	- 10- +65	8.5-10.6	0.5-360	Содовые и соленые озера, гидротермы.
Серный	- 10- +90	6.5-9.2	0.2-15	Гидротермы, источники, содовые озера.
Серно-диатомовый	- 10- +30	3.4-8.5	0.1-8	Холодные и горячие источники
Альго-бактериальный	- 10- +45	3.5-8.5	0.1-50	Гидротермы, пресные, содовые и соленые озера, болота

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ:

- Геологические и физико-химические условия определяют структурно-функциональную организацию микробных сообществ экстремальных природных систем Байкальского региона.
- Микробные маты водных систем Байкальской рифтовой зоны являются модельными системами, имитирующими условия существования биологических сообществ в докембрии.
- Микробные сообщества водных и наземных систем Байкальского региона активно участвуют в глобальном круговороте химических элементов.
- В водных системах Забайкалья и Монголии обнаружены и описаны неизвестные ранее фототрофные и хемотрофные прокариоты (12 родов, 65 видов).

Благодарности:

- *Сотрудникам лаборатории микробиологии ИОЭБ СО РАН*
- *Сотрудникам химического факультета БГУ*

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!