



УДК 576.8

Гидробиологические исследования содово-соленых озер Забайкалья

Д. Д. Цыренова¹, А. В. Брянская², Б. Б. Намсараев¹

¹ Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ

² Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

E-mail: baldanovaD@rambler.ru

Аннотация. Проведены гидробиологические исследования содово-соленых озер Забайкалья. Большинство озер относились к щелочному высокоминерализованному гидрокарбонатному типу. Выявлена количественная связь между содержанием хлорофилла *a*, численностью и биомассой фитопланктона. Была получена прямая зависимость при выражении хлорофилла *a* через численность.

Ключевые слова: численность, хлорофиллсодержащие организмы, биомасса, хлорофилл *a*.

Содержание фотосинтетических пигментов, в частности хлорофилла *a*, в водоемах позволяет судить о продукции фитопланктона, так как этот пигмент ответствен за новообразование органического вещества при фотосинтезе [1]. Содержание хлорофилла часто коррелирует с численностью и биомассой микроорганизмов.

Наблюдается закономерное увеличение общей численности и биомассы с повышением трофического статуса озера. При этом с достижением биомассы максимальных значений (150 мкг/г хлорофилла *a* численность бактерий оставалась на одном уровне или снижалась при «цветении» водоема [2]. Целью настоящей работы являлось изучение гидробиологических характеристик содово-соленых озер Забайкалья.

Материал и методы

Исследованиям в июле 2006 г. были подвергнуты содово-соленые озера Онон-Борзинского бассейна (Забайкальский край): Бабье, Горбунка, Зун-Торей, Зун-Холво, Хилганта, Шулуутайн Ехэ Тором. К гидробиологическим исследованиям относились определение физико-химических параметров, хлорофилла *a*, численности и биомассы хлорофиллсодержащих организмов. Озера отличались между собой по цветности, прозрачности, активной реакции воды, температуре, минерализации и другим физико-химическим характеристикам.

Кислотность среды (рН) определяли потенциометрическим портативным рН-метром рНер2 (Португалия). Значения общей минерализации получены при помощи портативного тестер-кондуктометра TDS-4 (Сингапур). Концентрацию гидрокарбонатов и карбонатов оп-

ределяли общепринятыми титриметрическими методами [7]. Содержание растворенного в воде кислорода определяли скляночным методом.

Для определения хлорофилла *a* пробы на месте отбора фиксировали глицерином или 96%-ным спиртом. Содержание хлорофилла *a* (Схл. *a*) определяли по стандартной методике [5], расчеты проводили по формуле:

$$\text{Схл. } a = 13,9 \cdot (\text{ОП}_{665} - \text{ОП}_{\text{сп.665}}) \cdot V_{\text{экстр.}} / \text{лкюв} \cdot l / V_{\text{обр.}}, \text{ мг/мл,}$$

где ОП₆₆₅ – оптическая плотность экстракта при длине волны 665 нм; ОП_{сп.665} – оптическая плотность спирта при длине волны 665 нм; V_{экстр.} – объем экстракта, мл; l – толщина кюветы, (1 см); V_{обр.} – объем вносимого образца, мл.

Для определения общей численности микроорганизмов (ОЧМ) в цианобактериальных матах готовили исходную болтушку грунта: в колбу со стерильной водопроводной водой (100 мл) вносили навеску грунта (1 г). Суспензию гомогенизировали на дезинтеграторе, отстаивали одни сутки. Суспензию фильтровали на фильтровальной установке через мембранные фильтры («Millipore», диаметр пор 0,22 мкм, диаметр фильтрующей площади 19 мм) с подложкой из фильтровальной бумаги. На фильтр помещали 3–5 мл суспензии. После фильтрации добавляли 10 мл безбактериальной водопроводной воды для равномерного распределения бактерий. Фильтры вместе с подложкой подсушивали на фильтровальной бумаге в чашке Петри. Затем фильтры окрашивали 5%-ным эритрозином и просматривали на микроскопе Axiostar Plus («ZEISS», Германия) при увеличении 1,25×10×100 в 20 полях зрения по диагонали. Площадь поля зрения – 3,14×10⁴ мкм².

Расчет общей численности микроорганизмов (кл/мл) в 1 г сырого грунта производился по формуле:

$$N=n \cdot K \cdot A/V,$$

где n – среднее число микроорганизмов в одном поле зрения; K – отношение фильтрующей площади фильтра S (мкм) к просчитываемой площади поля зрения s (мкм); V – объем профильтрованной суспензии (мл); A – множитель для пересчета численности микроорганизмов из разведения на 1 г.

Биомассу (Б) определяли с учетом объемов клеток отдельных видов микроорганизмов [3, 4].

Результаты и обсуждение

Большинство исследованных озер являлись мелководными водоемами с глубиной от 3,0–5,0 (табл. 1). Озера Хилганта и Горбунка в момент исследования были пересохшими, отбор проб воды, ила и мата проводили из чаши высохших озер. Озера имели большую площадь от 85–300 км², кроме оз. Шулуутайн Ехэ Тором. Значения рН от 7,2 до 9,7. Минимальные значения минерализации отмечены в оз. Шулуутайн Ехэ Тором (3,0 г/л), максимальные в оз. Бабье (276 г/л).

Содержание кислорода находилось от 0,25 до 0,75 г/л, в большинстве из озер он отсутствовал. Содержание карбонатов в исследованных озерах не превышало 3,82 г/л (оз. Зун-Холво), минимальное 0,37 г/л (оз. Зун-Торей). Содержание гидрокарбонатов варьировало от 1,15 до 3,70 г/л. По анионному составу воды озера относятся к гидрокарбонатному типу.

Для указанных выше озер с помощью метода регрессионного анализа была оценена зависимость общей численности хлорофиллсодержащих организмов и биомассы от трофического статуса озер. Критерием трофического статуса было выбрано содержание хлорофилла a в планктоне. Значения хлорофилла a изменялись в диапазоне от 41,98 до 5971,83 мг/мл (табл. 2). Согласно трофической градации [6], все рассмотренные озера являются эвтрофными. Менее эвтрофировано озеро Горбунка (Схл. a = 41,98 мг/мл). Максимальные концентрации хлорофилла a зафиксированы для озер Шулуутайн Ехэ Тором и Хилганта (5971,83 и 1070,95 мг/мл, соответственно), воды которых используются для водопоя скота и сельскохозяйственных нужд.

Таблица 1

Физико-химические параметры исследованных водоемов

Озеро	h, м	S, км ²	M г/л	pH	O ₂ , г/л	CO ₃ ²⁻ , г/л	HCO ₃ ⁻ , г/л
Шулуутайн Ехэ Тором	5,0	2,5	3,0	9,24	–	–	–
Хилганта* Ст. 1	–	–	128,0	7,5	н.о.	2,45	1,75
Ст. 2	–	–	152,0	7,2	н.о.	н.о.	1,80
Зун Холво	3,5	150	10,0	9,2	0,74	3,82	1,20
Горбунка*	–	–	90,0	7,5	н.о.	Н.о.	3,70
Зун Торей	3,0	300	5,0	9,7	0,25	0,37	2,84
Бабье	5,0	85	276,0	8,7	–	1,88	1,15

Примечание: h – глубина озера; S – площадь водного зеркала M – минерализация; «–» – анализ не был проведен, н.о. – не обнаружено; * – в период исследований озеро было пересохшим, анализ проводили в воде из прикопок; «–» – анализ не был проведен

Таблица 2

Биологические характеристики содово-соленых озер Забайкалья

Озеро	ОЧБ·106, кл/мл	Б·106, мкм ³ /мл	Схл. а, мг/мл
Хилганта, станция 1	95,55	5,73	221,49
Хилганта, станция 2	201,15	39,63	348,72
Хилганта, сухой мат	166,43	1,40	1070,95
Горбунка	137,51	0,83	41,98
Бабье	142,72	1,17	246,77
Зун-Торей	177,0	1,45	235,86
Зун-Холво	87,75	0,72	304,14
Шулуутайн Ехэ Тором	100,43	0,92	5971,83

Значения численности и биомассы хлорофиллсодержащих организмов в исследуемых водоемах широко варьировали. Максимальная численность и биомасса ($201,15 \cdot 10^6$ кл/мл и $39,63 \cdot 10^6$ мкм³/мл, соответственно) была отмечена в оз. Хилганта, станция 2 (табл. 2), в видовом составе которого доминировали цианобактерии. Озеро Бабье, где наблюдались высокие численность и биомасса, наиболее подвержено «цветению» водоема. Наименьшая численность ($87,75 \cdot 10^6$ кл/мл) и соответственно наименьшая биомасса ($0,72 \cdot 10^6$ мкм³/мл) были зарегистрированы в озере Зун-Холво.

Нами было получено уравнение, описывающее количественную связь общей численности с концентрацией хлорофилла *a*. Оно имеет следующий вид:

$$\text{Схл. } a = 1,0742 \cdot N + 0,4164, R^2 = 0,5991,$$

где R^2 – уровень достоверности аппроксимации.

Данное уравнение является более достоверным, чем уравнение, полученное для оценки количественной связи биомассы с концентрацией хлорофилла *a*:

$$\text{Схл. } a = 0,9966 \cdot B + 0,4729, R^2 = 0,5098,$$

что можно объяснить большим вкладом мелких организмов в трансформацию органического вещества по сравнению с более крупными, а поэтому обуславливающими практически 60 % биомассы. Следует также отметить, что количественные связи между численностью, биомассой и содержанием хлорофилла *a* в планктоне сделаны по малым выборкам, однако и они создают предпосылку для прогноза степени развития фитопланктона в озерных экосистемах с учетом трофических условий [2].

Таким образом, большинство из изученных озер являются высокоминерализованным щелочным экосистемами. ОЧБ находились в пре-

делах $87,75 \cdot 10^6 - 201,15 \cdot 10^6$ кл/мл, биомасса – $0,83 \cdot 10^6 - 39,63 \cdot 10^6$ мкм³/мл, хлорофилл *a* – $41,98 - 5971,83$ мг/мл.

Уравнения, описывающие количественную связь между этими параметрами, показали, что наиболее достоверным является выражение хлорофилла *a* через численность.

Работа выполнена при поддержке гранта Президиума РАН «Происхождение эволюции биосферы», гранта «Научная школа БГУ» (рук. Намсараев Б. Б.), проекта МО РФ №РНП.2.1.1. НОЦ «Байкал», Интеграционного проекта № 24 СО РАН.

Литература

1. Брянская А. В. Влияние экологических условий на видовое разнообразие и функциональную активность цианобактерий водоемов Южного Забайкалья : автореф. дис. ...канд. биол. наук / А. В. Брянская. – Улан-Удэ : БГУ, 2002. – 22 с.
2. Бульон В. В. Взаимосвязь между численностью бактерий и содержанием хлорофилла в планктоне пресных вод / В. В. Бульон, Е. Б. Павельева // Микробиология. – 1998. – Т. 67, № 2. – С. 261–266.
3. Вассер С. П. Водоросли: справочник / С. П. Вассер, Н. В. Кондратьева, Н. П. Масюк и др. – Киев : Наукова думка, 1989. – С. 170–188.
4. Кожова О. М. К методике определения объемов клеток фитопланктона / О. М. Кожова, Н. А. Шастина, Н. А. Заусаева // Экологические исследования водоемов Сибири. – Иркутск, 1978. – С. 110–123.
5. Методы химического анализа в гидробиологических исследованиях – Владивосток : АН СССР ДВНЦ, Ин-т биол. моря, 1979. – 126 с.
6. Общие основы изучения водных экосистем / под ред. Г. Г. Винберга. – Л. : Наука, 1979. – 272 с.
7. Намсараев Б. Б. Полевой практикум по водной микробиологии и гидрохимии : метод. пособие / Б. Б. Намсараев, В. М. Горленко, З. Б. Намсараев и др. // отв. ред. Вайнштейн М. Б. – Улан-Удэ : Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2005. – 68 с.

Hydrobiological analysis of soda-salt lakes in Transbaikalia

D. D. Tsyrenova¹, A. V. Bryanskaya², B. B. Namsaraev¹

¹ Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude

² Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Novosibirsk

Abstract. Hydrobiological researches of transbaikalian soda-salt lakes have been conducted. The majority of lakes concerned to alkaline, highmineral gidrocarbonat type. Quantitative communication between chlorophyll *a*, abundance and a phytoplankton biomass were revealed. The most authentic results turn out at expression of a chlorophyll *a* through abundance.

Key words: abundance of bacteria, biomass, chlorophyll *a*.

*Цыренова Дулма Доржиевна
Институт общей и экспериментальной
биологии СО РАН
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6
младший научный сотрудник лаборатории
микробиологии
тел. (3012) 43-42-11, факс (3012) 43-30-34
E-mail: baldanovaD@rambler.ru*

*Брянская Алла Викторовна
Институт общей и экспериментальной
биологии СО РАН
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6
кандидат биологических наук, старший научный
сотрудник лаборатории микробиологии
тел. (3012) 43-42-11, факс (3012) 43-30-34*

*Намсараев Баир Бадмабазарович
Институт общей и экспериментальной
биологии СО РАН
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6
доктор биологических наук, профессор
заведующий лабораторией микробиологии
тел. (3012) 43-42-11, факс (3012) 43-30-34
E-mail: bair_n@mail.ru*

*Tsyrenova Dulma Dorzhievna
Institute of General and Experimental
Biology SB RAS
670047, Ulan-Ude, 6, Sakhyanovoi St.
research scientist, Laboratory of Microbiology
phone: (3012) 43-42-11, fax: (3012) 43-30-34
E-mail: baldanovaD@rambler.ru*

*Bryanskaya Alla Viktorovna
Institute of General and Experimental
Biology SB RAS
670047, Ulan-Ude, 6, Sakhyanovoi St.
Ph.D. in Biology, senior research scientist,
Laboratory of Microbiology
phone: (3012) 43-42-11, fax: (3012) 43-30-34*

*Namsaraev Bair Badmabazarovitch
Institute of General and Experimental
Biology SB RAS
670047, Ulan-Ude, 6, Sakhyanovoi St.
D.Sc. in Biology, Prof., Head of Laboratory
of Microbiology
phone: (3012) 43-42-11, fax: (3012) 43-30-34
E-mail: bair_n@mail.ru*