

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА СОРА ЧЕРКАЛОВО (ОЗ. БАЙКАЛ)

Впервые приведены данные экологического и географического анализов фитопланктона сора Черкалово (оз. Байкал).

Ключевые слова: сор; фитопланктон; эколого-географическая характеристика; биоценоз; местообитание; распространение; галобность; активная реакция среды.

Байкальские сора представляют собой мелководные хорошо прогреваемые заливы, более или менее изолированные от озера песчаными косами или системой островов. С открытым Байкалом сора сообщаются при помощи проливов – прорв. Физико-химический режим соров резко отличается от Байкала. На Байкале выделяют пять соров: Посольский, Черкалово (ранее в литературе Истокский), залив Провал (Дубининский), Северобайкальский, озеро-сор Арангатуй. Сора озера Байкал играют большую роль в повышении продуктивности прилегающих к ним районов озера, в вылове рыб, являются местами откорма молоди генеративно-речных видов.

В последние годы, в связи с интенсивным хозяйственным освоением региона, возникает необходимость проведения наблюдений за состоянием биологического разнообразия водной среды. Приоритетное значение отводится исследованиям состояния фитопланктона как первичного звена трофической цепи, во многом определяющего структуру и функционирование водной экосистемы в целом [1. С. 1]. Знание особенностей видового состава водорослей планктона, основных закономерностей их количественного

развития по сезонам и межгодовой динамики необходимо для понимания процессов, протекающих в водоеме, и для познания вопроса кормовой базы.

Залив-сор Черкалово расположен в 20 км южнее дельты р. Селенги. От Байкала он отделен песчаной косой островов Карга Бабы. Коса расчленена несколькими небольшими прорвами – Малой и Большой. Внутри сора находится низкий заболоченный остров Чаячий. В сор впадает несколько мелких дельтовых протоков р. Селенги. Длина сора около 11 км, ширина – 5 км, общая площадь водяного зеркала – 370 км². Наибольшая глубина – 2,5 м, преобладающая – 1,5–1,7 м (рис. 1). От других соров и заливов оз. Байкал сор Черкалово отличается большей изолированностью и влиянием вод дельтовых протоков р. Селенги. Воды сора относятся к гидрокарбонатному типу группы кальция. Сумма ионов в течение 2002 г. изменилась почти в 2 раза, максимальные значения отмечались в феврале (184 мг/л), минимальные – в мае (94,4 мг/л) [2. С. 741]. Активная реакция воды сора Черкалово слабощелочная. Летом 2002–2003 гг. pH изменялась от 7,4 до 8,6. Осенью понижалась до 7,9–8,1.



Рис. 1. Карта-схема отбора проб в соре Черкалово

Первые отрывочные сведения по фитопланктону сора Черкалово содержатся в работе В.Н. Яснитского и А.П. Скабичевского [3. С. 233–239], в которой обобщены

результаты многолетних исследований по фитопланктону различных участков оз. Байкал. Дальнейшие более полные данные получены в результате работ

Г.И. Поповской, проводимых с июня 1958 г. по сентябрь 1959 г. [4. С. 104–116]. Некоторые сведения об изменении в составе планктонных водорослей этого водоема, в связи с подъемом уровня воды в оз. Байкал, приведены в работе Г.Ф. Загоренко и Г.В. Помазкиной [5. С. 64–66]. Однако ни одна из приведенных выше работ не содержит сведений об экологической приуроченности и географическом распространении водорослей сора Черкалово.

В 2002–2003 гг. в рамках проекта «Комплексное исследование состояния и динамики развития экосистемы дельты р. Селенги как естественного биофильтра и индикатора современного состояния в условиях интенсификации антропогенного загрязнения озера Байкал» проводились исследования фитопланктона сора Черкалово. Целью данной работы являлось создание полной картины качественного и количественного развития фитопланктона в соре Черкалово. Материалом для работы послужили пробы, отобранные в 2002–2003 гг. в соре Черкалово. При сборе и обработке материала использовали общепринятые в альгологических исследованиях методики [6. С. 42; 7. С. 1489–1490; 8. С. 3–40].

За период исследования в составе фитопланктона сора Черкалово обнаружено 169 видов, разновидностей и форм, относящихся к 8 отделам, 12 классам, 20 порядкам, 36 семействам и 78 родам (табл. 1), что выше, чем в Посольском, Северобайкальском, Дубининском

сорах [9. С. 110–129; 10. С. 104–116; 11. С. 156–175; 12. С. 55]. Доминирующей группой водорослей по числу видов в 2002–2003 гг., как и в предыдущих исследованиях [9. С. 123–226; 10. С. 104–116], являлись зеленые, составляющие около 50% от общего числа видов фитопланктона. Второе место по разнообразию принадлежало диатомовым (17%), третье – синезеленым (14%), четвертое – золотистым (10%). Число видов криптофитовых и эвгленовых не превышало 3% [2. С. 741; 13. С. 356–357;]. Видовой состав фитопланктона сора Черкалово носит смешанный характер [2. С. 741; 9. С. 110–129; 14. С. 3–90] и состоит из видов, выносимых дельтовыми протоками р. Селенги, видов, характерных для самого сора, и, частично, видов байкальского комплекса. Смешанный состав фитопланктона отмечался ранее для залива Провал и Посольского сора [10. С. 104–116; 14. С. 3–90]. Большое влияние на состав фитопланктона сора Черкалово, что характерно и для залива Провал [10. С. 104–116], оказывают дельтовые протоки р. Селенги, впадающие в него. Из 169 форм водорослей, обнаруженных в исследуемом водоеме, около 60% встречается в дельтовых протоках р. Селенги.

Экологический анализ фитопланктона сора Черкалово был проведен по общепринятым, характерным показателям: местообитанию, распространению, галобности и отношению к активной реакции среды (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

Таксономическая структура фитопланктона сора Черкалово в 2002–2003 гг.

Отдел	Число				
	классов	порядков	семейств	родов	таксонов видового и внутривидового ранга
<i>Cyanophyta (Cyanoprocarvota)</i>	2	3	6	8	24
<i>Chrysophyta</i>	1	2	3	9	17
<i>Bacillariophyta</i>	2	6	8	15	28
<i>Xanthophyta</i>	1	1	1	2	2
<i>Cryptophyta</i>	1	1	1	2	6
<i>Dinophyta</i>	1	2	2	3	4
<i>Euglenophyta</i>	1	1	1	2	5
<i>Chlorophyta</i>	3	4	14	37	83
Всего	12	20	36	78	169

Т а б л и ц а 2

Эколого-географическая характеристика фитопланктона сора Черкалово в 2002–2003 гг.

Параметры		Отделы							
		Синезеленые (Цианобактерии)	Золотистые	Диатомовые	Желтозеленые	Криптофитовые	Динофитовые	Эвгленовые	Зеленые
Местообитание	P	13	12	19	2	3	1	2	61
	B	–	–	–	–	–	–	–	–
	L	1	–	4	–	–	–	–	–
	Ob	–	–	3	–	–	–	–	–
Распространение	k	13	9	18	2	3	1	2	53
	b	–	1	5	–	–	–	–	–
	a-a	–	–	2	–	–	–	–	–
Галобность	oh	–	1	–	1	–	–	–	6
	hl	2	–	2	–	1	–	–	1
	i	11	11	21	1	2	1	2	47
	hb	–	–	1	–	–	–	–	–
	mh	–	–	–	–	–	–	–	–
Отношение к pH	alf	5	–	16	–	–	–	–	2
	ind	1	2	1	1	2	1	2	11
	acf	–	–	–	–	–	–	–	–

Примечание. P – планктонный, B – бентосный, L – литоральный, Ob – обростатель; k – космополит, b – бореальный, a-a – арктоальпийский; oh – олигогалоб, hl – галофил, i – индифферент, hb – галофоб, mh – мезогалоб; alf – алкакалифил, ind – индифферент, acf – ацидофил.

Экология и географическое распространение водорослей даны по наиболее часто применяемой альгологамии системе [15. С. 73–90; 16. С. 50–113; 17. С. 65–98; 18. С. 2–50; 19. С. 575–580; 20. С. 52; 21. С. 44–68; 22. С. 1–14; 23. С. 26–34; 24. С. 84–96; 25. С. 42–51], галобность – по системе Р. Кольбе [26. С. 186–205; 27. С. 80–150], отношение к pH – по шкале Ф. Хустедта в понимании Н.Н. Давыдовой [28. С. 10–40]. При проведении эколого-географического анализа учитывались не только виды, но и разновидности, формы, т.к. некоторые обладают характерной экологией и распространением.

Анализ флоры на принадлежность к биоценозам, проведенный для 121 таксона, показал, что большего разнообразия достигали планктонные водоросли – немногим более 93%, из которых 50% составляли зеленые водоросли. На долю литоральных водорослей и видов-обрастателей приходилось около 7%.

Фитогеографический анализ фитопланктона выявил, что 94% водорослей сора, для которых определено географическое распространение, являются широко распространенными. На некоторую специфику флоры исследуемого водоема указывают найденные бореальные (5%) и арктоальпийские (2%) виды, относящиеся к отделам *Bacillariophyta* и *Chrysophyta*. Среди широко распространенных видов массовыми для толщи вод сора Черкалово были *Stephanodiscus makarovae* Genkal, *S. minutulus* (Kütz.) Cleve et Möller, *Nitzschia graciliformis* Lange-Bertalot et Simonsen emend Genkal et Popovskaya, *Synedra acus* Kütz. subsp. *radians* (Kütz.) Skabitsch., *Dinobryon divergens* Imh., *Actinastrum hantzschii* Lagerheim, *A. hantzschii* var. *subtile* Woloszynska, *Dictyosphaerium pulchellum* Wood, *D. tetrachotomum* Printz. Некоторые массовые для сора широко распространенные виды, такие как *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Brebisson, *Monoraphidium contortum* (Thur.) Komarkova-Legnerova, населяют самые разнообразные места на земном шаре [20. С. 52]. В какой-то мере показателем суровых природных условий является присутствие в планктоне сора *Hannaea arcus* (Ehr.) Patrick и *Dynobryon bavaricum* Imh. Отметим, что приуроченности представителей бореальных и арктоальпийских организмов к каким-либо участкам исследуемого водоема не наблюдалось.

Минерализация воды является важным экологическим фактором для развития фитопланктона. Флора планктона сора Черкалово представлена в основном

пресноводными видами – 86% (около 1% – галофобы и 85% – индифференты) и пресноводно-солонатоводными видами – 14% (из них галофилы – 6% и олигогалофобы – 8%) (см. табл. 2). Солонатоводных видов в водоеме не обнаружено. Такое распределение водорослей по группам галобности отражает, как отмечалось выше, невысокую степень минерализации вод исследуемого водоема. Индифференты – самая большая группа водорослей фитопланктона сора. Среди галофилов в толще воды отмечались *Gloecapsa minor* (Kütz.) Hollerb. ampl., *Merismopedia tenuissima* Lemm., *Chrysococcus rufescens* Klebs, *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Ag., *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Melosira varians* Ag., *Cryptomonas ovata* Ehr., *Cryptomonas reflexa* (Marsson) Skuja. Галофобы в планктоне водоема были представлены одним видом – *Meridion circulare* (Grev.) C. Agardh.

При экологической характеристике водорослей существенное значение имеет анализ их распределения в зависимости от активной реакции воды. Водородный показатель (pH) – важный экологический фактор, регулирующий процессы роста и размножения водорослей [20. С. 53]. Устойчивость разных видов и форм водорослей к изменениям кислотности вод различна, и водоросли распределены на несколько групп по отношению к pH среды: индифференты, алкалобионты, ацидобионты, алкалофилы и ацидофилы. Анализ распределения водорослей в зависимости от активной реакции показал, что большинство водорослей сора Черкалово – это алкалофилы (52%). Индифференты составляют 48%. Присутствие ацидофилов в планктоне сора не обнаружено. В целом воды исследуемого водоема имеют слабощелочную реакцию, несущественно изменяющуюся в течение года, поэтому значительно доля алкалофилов, их преобладание отмечено по всему водоему. К ним относятся такие доминирующие в планктоне сора виды, как *S. minutulus*, *M. varians*, *Aulacoseira granulate* (Ehr.) Simonsen, *A. ambigua* (Grun.) Simonsen, *Asterionella formosa* Hass., *Anabaena contorta* Bachm., *A. spiroides* Kleb. f. sp. Среди индифферентов чаще других в планктоне встречались *C. rufescens*, *C. biporus* Skuja, *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr., *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh., *C. ovata* и *S. quadricauda*.

Таким образом, экологический анализ фитопланктона сора Черкалово показал преобладание широко распространенных, пресноводных и алкалофильных по отношению к кислотности среды видов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Габышев В.А. Водоросли планктона реки Лены в зоне влияния г. Якутска: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Якутск, 1999. 17 с.
2. Ташилькова Н.А., Томберг И.В. Фитопланктон сора Черкалов (оз. Байкал) в 2002 г. // Сибирский экологический журнал. 2006. Т. 13, № 6. С. 741–751.
3. Яснитский В.Н. и др. Фитопланктон Байкала // Труды Байкальской лимнологической станции. 1957. Т. 15. С. 212–261.
4. Поповской Г.И. Фитопланктон Посольского и Истокского соров оз. Байкал // Изв. СО АН СССР. 1961. № 9. С. 104–116.
5. Загоренко Г.Ф., Помазкина Г.В. Об изменениях фитопланктона Истокского и Посольского соров оз. Байкал // Новые материалы по флоре и фауне Байкала. Иркутск, 1976. С. 64–66.
6. Кузьмин Г.В. Водоросли планктона Шекснинского и сопредельной территории Рыбинского водохранилища // Биология, морфология и систематика водных организмов. Л.: Наука, 1976. С. 41–63.
7. Макарова И.В., Пичкилы Л.О. К некоторым вопросам методики вычисления биомассы фитопланктона // Ботанический журнал. 1970. Т. 55, № 10. С. 1488–1493.
8. Садчиков А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона. М.: Университет и школа, 2003. 157 с.
9. Поповская Г.И. Фитопланктон Селенгинского мелководья, прилегающих участков открытого Байкала // Известия СО АН СССР. 1961. № 10. С. 110–129.
10. Поповская Г.И. Фитопланктон озерно-соровой зоны // Лимнология прибрежно-соровой зоны Байкала. Новосибирск: Наука, 1977. С. 156–175.
11. Поповская Г.И. Фитопланктон Ангаро-Кичерского региона // Озера Прибайкальского участка зоны БАМ. Н.: Наука, 1981. С. 123–145.

12. Полонных А.К., Сокольников Ю.А. Влияние зоопланктона на размерный состав фитопланктона Посольского сора // Биопродуктивность, охрана и рациональное использование сырьевых ресурсов рыбохозяйственных водоемов Восточной Сибири: Тез. докл. регион. конф. Улан-Удэ, 1989. С. 55–56.
13. Таилюкова Н.А. Современное состояние фитопланктона сора Черкалово (Байкал) // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Материалы II Междунар. конф. Минск, 2003. С. 355–358.
14. Поповская Г.И. и др. Диатомовые водоросли планктона озера Байкал. Новосибирск: Наука, 2002. 168 с.
15. Кузьмин Г.В. Фитопланктон. Видовой состав и обилие // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. С. 73–90.
16. Корнева Л.Г. Фитопланктон Рыбинского водохранилища: состав, особенности распределения, последствия эвтрофирования // Современное состояние экосистемы Рыбинского водохранилища. СПб., 1993. С. 50–113.
17. Корнева Л.Г. Фитопланктон как показатель кислотных условий в небольших лесных озерах // Структура и функционирование экосистемы кислотных. СПб., 1994. С. 65–98.
18. Васильева И.И., Ремизайло П.А. Водоросли Вилюйского водохранилища. Якутия: Якут. Фил. СО АН СССР, 1982. 116 с.
19. Науменко Ю.В. Видовое разнообразие фитопланктона Оби // Сибирский экологический журнал. 1994. № 6. С. 575–580.
20. Науменко Ю.В. Эколого-географическая характеристика фитопланктона Оби // Ботанический журнал. 1997. Т. 82, № 7. С. 51–56.
21. Оглы З.П. Фитопланктон и первичная продукция // Экология городского водоема. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. С. 44–68.
22. Охапкин А.Г. История и основные проблемы исследований речного фитопланктона // Ботанический журнал. 2000б. Т. 85, № 10. С. 1–14.
23. Ляшенко О.А. Планктонная альгофлора Ивановского и Угличского водохранилищ // Ботанический журнал. 2001. Т. 86, № 10. С. 26–34.
24. Охапкин А.Г., Старцева Н.А. Состав и экология массовых видов фитопланктона малых водоемов городских территорий (диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли) // Ботанический журнал. 2003. Т. 88, № 9. С. 84–96.
25. Трифонова И.С. и др. Состав и сукцессия диатомовых водорослей (*Bacillariophyta*) в планктоне городских водоемов Санкт-Петербурга // Ботанический журнал. 2003. Т. 88, № 11. С. 42–51.
26. Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли – показатели солености // Диатомовый сборник. Л., 1953. С. 186–205.
27. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л.: Наука, 1969. С. 80–150.
28. Давыдова Н.Н. Диатомовые водоросли – индикаторы природных условий водоемов в голоцене. Л.: Наука, 1985. 244 с.

Статья представлена научной редакцией «Биология» 22 сентября 2009 г.