



УДК 574.5(285.2)

К вопросу о роли диатомовых водорослей в планктонном сообществе озера Байкал

А. В. Мокрый, Г. И. Кобанова

Научно-исследовательский институт биологии при Иркутском госуниверситете, Иркутск
E-mail: mokry@list.ru

Аннотация. Проанализирована динамика доли диатомовых водорослей в фитопланктоне Южного Байкала за 48 лет наблюдений (период 1951–1999 гг., за исключением 1991 г.). Выборка составила 1 281 день отбора проб, что в сумме дало более 6 500 проб для слоя 0–50 м. Среднегодовая доля диатомовых водорослей в общей биомассе фитопланктона за период 1973–1999 гг. колеблется от 23 % до 78 % со среднемноголетним 48 % и медианой 44 %. Динамика доли диатомовых водорослей на данном временном отрезке характеризуется отсутствием линейного тренда и наличием U-образного параболического тренда.

Ключевые слова: фитопланктон, диатомовые, многолетняя динамика, Байкал.

Введение

Анализ литературных данных по истории изучения альгофлоры Байкала показывает, что уже в первые годы (начало XX в.) сформировалась теория о безраздельном господстве диатомовых водорослей [1; 3; 7; 8; 12; 14; 16]. Это заключение распространяется не только на литоральный, но и на пелагический планктон. Такое мнение о планктонном сообществе Байкала в общих чертах сохраняется и в настоящее время. В частности, сообщается, что «современный фитопланктон оз. Байкал представлен в основном диатомовыми водорослями, в весенний, наиболее продуктивный период на их долю приходится до 90% численности и до 95 % биомассы (без учета пикопланктона)» [14]. В то же время различными авторами приводятся данные о значительной роли других таксономических групп в озере: динофитовых [9], золотистых [2], а также пикопланктона [4; 13; 15].

В данной работе мы даем оценку доли диатомовых водорослей в фитопланктоне оз. Байкал на основе изучения ее сезонной и долговременной динамики. Необходимо отметить, что в настоящее время происходит бурная таксономическая ревизия водорослей на базе ультраструктурных исследований, но мы не ставим цели отразить все существующие систематические преобразования.

Материалы и методы

Динамика планктонного сообщества рассматривается в верхнем трофогенном слое 0–

50 м, где в течение большей части года создается основная часть первичной продукции и концентрируется основная масса зоопланктона [7; 8]. Материал проанализирован за 48 лет наблюдений (период 1951–1999 гг., за исключением 1991 г., для которого в системе не было данных).

Режимные наблюдения за фитопланктоном оз. Байкал осуществляются НИИ биологии при ИГУ с начала 50-х гг. прошлого века. В работе использованы данные ГИС «Планктон» НИИ биологии при ИГУ, собранные у западного побережья Южного Байкала на пелагической постоянной станции № 1, расположенной против пос. Большие Коты на расстоянии 2,7 км от берега над глубиной 800 м (51°52' с. ш., 105°05' в. д.). Отбор проб производится каждые 7–10 дней в течение круглого года (за исключением периодов ледостава и вскрытия озера ото льда). Пробы фитопланктона отбирают батометром по горизонтам: 0, 5, 10, 25, 40, 50 м, фиксируют раствором Утермеля (с 1973 г.) и обрабатывают счетным методом [10]. Для проанализированных 48 лет выборка составляет 1 281 день отбора проб, что в сумме дает более 6 500 проб для слоя 0–50 м. Для определения сырой биомассы рассчитывали средний объем клетки каждого вида, приравнивая ее к наиболее близкой геометрической фигуре. Удельный вес водорослей принимали равным единице.

Результаты и обсуждение

В первой половине рассматриваемого периода (1951–1972 гг.) доля диатомовых в

планктоне варьирует от 90 до 100 % (рис. 1, А). Начиная с 1970-х годов доля диатомового фитопланктона в Байкале существенно уменьшается, а максимальную долю диатомей вряд ли можно объяснить их действительным преобладанием в фитопланктоне. В первую очередь это связано с совершенствованием методов исследования, так как до 1973 г. для фиксации проб использовали формалин и многие водоросли, особенно нежные жгутиковые, разрушались при консервировании. Применение йодного фиксатора в последующие годы, безусловно, отразилось на разнообразии и количестве выявляемых водорослей. В пробах стали регулярно учитывать доминантные крупноклеточные беспанцирные перидинеи (*Gymnodinium baicalense* Antip., *G. coeruleum* Antip.) и достигающие высокой численности мелкоклеточные

пикопланктонные водоросли (в основном сине-зеленые – виды родов *Synechocystis* и *Synechococcus*). Также был обнаружен новый для Байкала массовый вид отдела криптофитовых – *Rhodomonas pusilla* (Bachm.) Javor. (первоначально определялся как *Chroomonas acuta* Uterm.) и массовая золотистая водоросль – вид рода *Chrysochromulina* [11] (определенная вначале как *Chrysidalis* spp. [6]).

Таким образом, очевидно, что реальное представление о доле диатомовых водорослей в общей биомассе фитопланктона можно получить по данным, начиная с 1970-х гг. (рис. 1, Б). В то же время оценку динамики собственно диатомовых можно производить, используя данные всего периода наблюдений (с 1951 г. и по настоящее время).

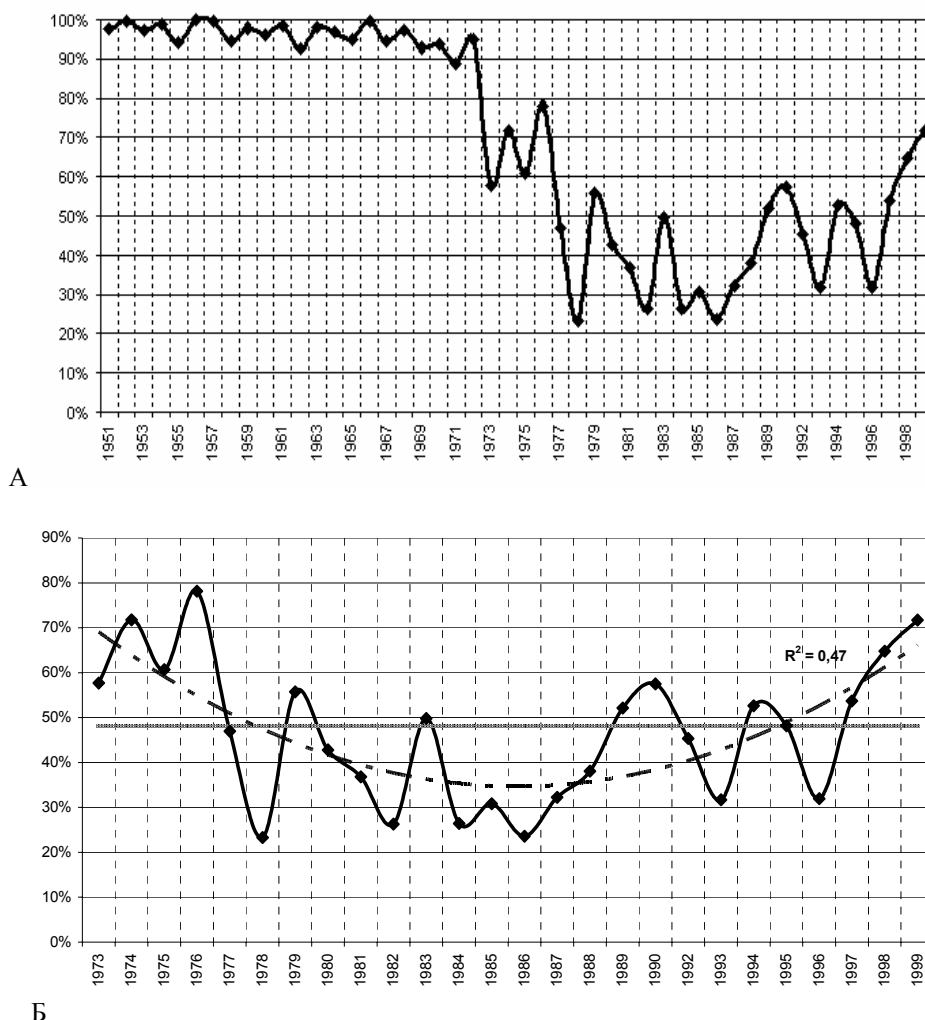


Рис. 1. Доля диатомовых водорослей в общей биомассе фитопланктона: (А) – 1951–1999 гг.; (Б) – 1973–1999 гг.

— — среднемноголетняя доля диатомовых в общей биомассе
 - - - линия тренда

За период 1973–1999 гг. среднегодовая доля диатомовых в общей биомассе фитопланктона колебалась от 23 % (1978 г.) до 78 % (1976 г.) со среднемноголетним значением 48 % и медианой 44 % (табл.). Динамика доли диатомовых на данном временном отрезке характеризуется отсутствием линейного тренда и наличием U-образного параболического тренда (достоверность аппроксимации $R^2 = 0,48$) (рис. 1, Б). Минимальные значения доли диатомовых приходились на период 1984–1987 гг., варьируя от 25 % в 1986 г. до 32 % в 1987 г., со средним значением 28 % и медианой 18 %. Это говорит о том, что крупноклеточные диатомовые в 80-е гг. не получили заметного развития. В эти годы они почти не участвуют в формировании пиков биомассы и не служат причиной возникновения специфичных для Байкала «мелозирных» лет. Интересно отметить, что космополитная и известная для Байкала с первых лет исследований как обычный вид *Synedra acus* Kütz. также малочисленна. Однако в этот период в большом количестве развиваются мелкие по размерам одноклеточные виды рода *Stephanodiscus* и тонкоструктурная диатомея, которую с помощью методов световой микроскопии долгие годы определяли как *Nitzschia acicularis** (Kütz.) W. Sm. [17].

Начиная с 1997 г. среднегодовая доля диатомовых в общей биомассе фитопланктона вновь начинает возрастать, достигая 72 % в 1999 г.

Доля диатомовых водорослей в общей биомассе фитопланктона была изучена и по биологическим сезонам (рис. 2), границы которых определены согласно М. М. Кожову [7].

В подледный период (февраль – апрель) среднесезонная доля диатомовых колебалась от 6 % (1986 г.) до 93 % (1976 г.) со среднемноголетним значением 34 % и медианой 23 % (табл.). При этом в 11 годах из 26 исследуемых средняя за сезон доля диатомовых в общей биомассе составляла менее 20 %, и в 19 годах – менее 40 % (из них 17 лет за период 1980–1999 гг.). Тренд – U-образный параболический с достоверностью аппроксимации $R^2 = 0,32$ (рис. 2 А).

Биологической весной (переходный период май – июнь) среднесезонная доля диатомовых колебалась от 17 % (в 1985 г.) до 98 % (1974 г.) со среднемноголетним значением 63 % и медианой 67 % (табл.). При этом в 13 годах из 26

исследуемых средняя за сезон доля диатомовых в общей биомассе фитопланктона составляла более 60 % и в 7 годах – более 80 %. Тренд – U-образный параболический с достоверностью аппроксимации $R^2 = 0,27$ (рис. 2, Б). Период минимума приходился на 1985–1988 гг. (среднее значение за период 27 %, медиана 25 %).

Биологическим летом (июль–сентябрь) среднесезонная доля диатомовых колебалась от 9 % (1984 г.) до 64 % (1999 г.) со среднемноголетним значением 35 % и медианой 27 % (табл.). В 8 годах из 26 исследуемых средняя за сезон доля диатомовых в общей биомассе фитопланктона составляла менее 20 % и в 18 годах – менее 40 %. Тренд – U-образный параболический с достоверностью аппроксимации $R^2 = 0,30$ (рис. 2, В). Данные значения обусловлены появлением и ростом численности в летний период теплолюбивых общесибирских форм.

В осенне-зимний период (октябрь – январь) среднесезонная доля диатомовых колебалась от 5 % (1982 г.) до 93 % (1998 г.) со среднемноголетним значением 66 % и медианой 75 % (табл.). При этом в 19 годах из 25 исследуемых средняя за сезон доля диатомовых в общей биомассе фитопланктона составляла более 60 % и в 8 годах – более 80 %. Тренд – U-образный параболический с достоверностью аппроксимации $R^2 = 0,21$ (рис. 2, Г).

Заключение

Среднегодовая доля диатомовых в общей биомассе фитопланктона за период 1973–1999 гг., когда стали регулярно учитываться разрушающиеся при фиксации формалином водоросли (в том числе пикопланктон), колебалась от 23 % до 78 % со среднемноголетним 48 % и медианой 44 %. Динамика доли диатомовых на данном временном отрезке характеризуется отсутствием линейного тренда и наличием U-образного параболического тренда. Доля диатомовых в конце 1990-х (1997–1999 гг.) имеет тенденцию к увеличению, приближаясь к показателям середины 1970-х годов (1973–1976 гг.), что ставит перед исследователями следующий вопрос: имеет ли U-образный параболический тренд периода 1973–1999 гг. случайный характер, вызванный, например, антропогенным стрессом, или же является частью более долгопериодного естественного процесса, характеризующегося синусоидальной кривой. Для ответа на данный вопрос требуются дальнейшие исследования

* Применение методов электронной микроскопии позволило выявить в Байкале *Nitzschia draveillensis* Coste et Ricard. и поставить под сомнение наличие в Байкале *Nitzschia acicularis* [14]. Позднее *Nitzschia draveillensis* была сведена в синонимичку *Nitzschia graciliformis* Lange-Bentalot et Simonsen [5].

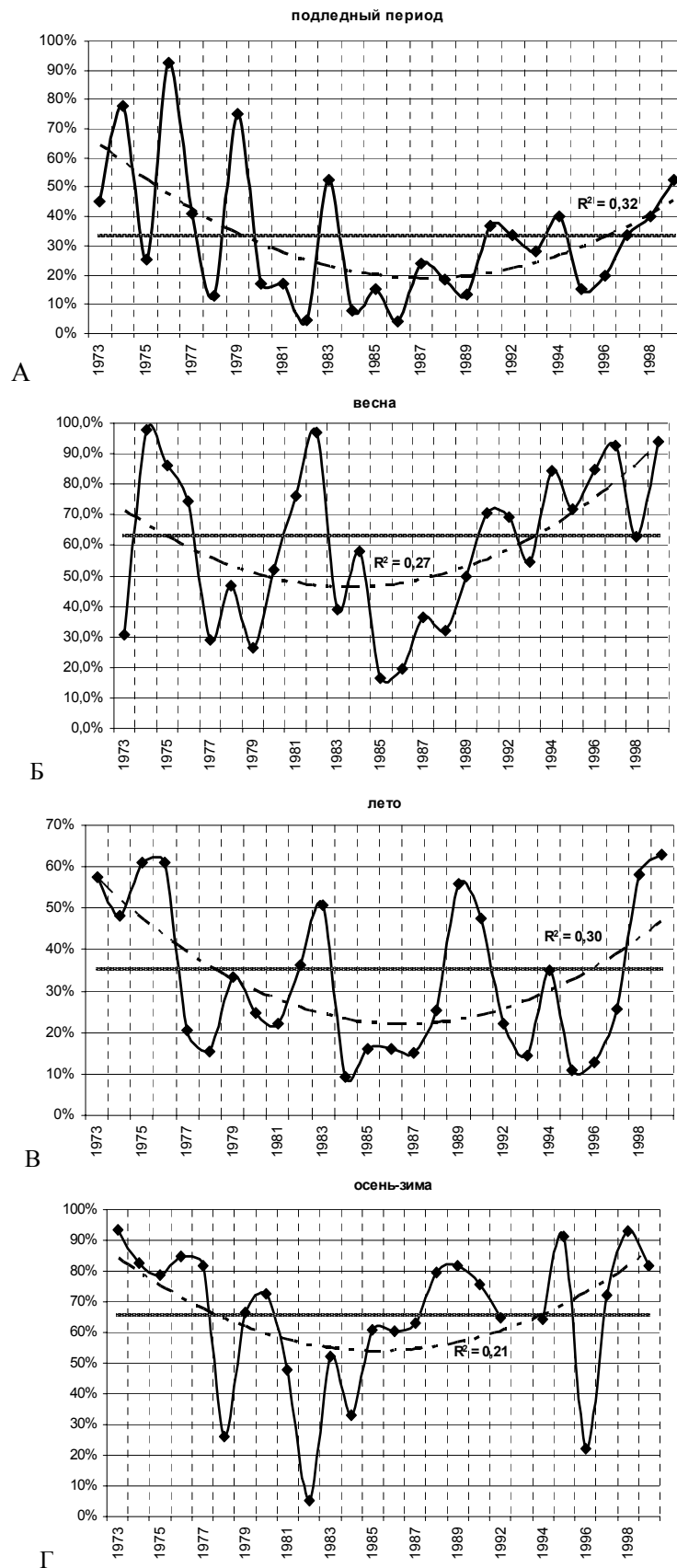


Рис. 2. Сезонная динамика доли диатомовых водорослей в общей биомассе фитопланктона (1973–1999 гг.)
 – среднемноголетнее значение сезонной доли диатомовых в общей биомассе фитопланктона;
 – линия тренда

Работа выполнена при финансовой поддержке Аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2010 гг.)» проект № 2.1.1/1359 и гранта 111-09-053/Б1 для поддержки НИР аспирантов и молодых сотрудников ИГУ по тематике научно-образовательного центра «Байкал».

Литература

1. Антипова Н. Л. Сезонные и годовые изменения фитопланктона в оз. Байкал / Н. Л. Антипова // Тр. Лимнол. ин-та / Ирк. ЛИН. – 1963. – Т. 2 (22), ч. 2. – С. 12–28.
2. Антипова Н. Л. О планктонных золотистых водорослях открытой части Южного Байкала / Н. Л. Антипова // Продуктивность Байкала и антропогенные изменения его природы. – Иркутск, 1974. – С. 106–110.
3. Антипова Н. Л. Материалы по сезонным и годовым колебаниям численности руководящих форм фитопланктона оз. Байкал / Н. Л. Антипова, М. М. Кожов // Тр. Иркут. ун-та. – 1953. – Т. 7, № 1–2. – С. 63–68.
4. Вотинцев К. К. Круговорот органического вещества в озере Байкал / К. К. Вотинцев, А. И. Мещерякова, Г. И. Поповская. – Новосибирск : Наука, 1975. – 190 с.
5. Генкал С. И. О морфологической изменчивости некоторых представителей рода *Nitzschia* (Bacillariophyta) / С. И. Генкал, Г. И. Поповская // Биология внутр. вод. – 2003. – № 3. – С. 54–59.
6. Измestьева Л. Р. Структура и сукцессии фитопланктона / Л. Р. Измestьева, О. М. Кожова // Долгосрочное прогнозирование состояния экосистем. – Новосибирск : Наука, 1988. – С. 97–129.
7. Кожов М. М. Биология озера Байкал / М. М. Кожов. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – 316 с.
8. Кожов М. М. Очерки по байкаловедению / М. М. Кожов. – Иркутск : Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1972. – 254 с.
9. Кожова О. М. О подледном «цветении» озера Байкал / О. М. Кожова // Бот. журн. – 1959. – Т. 44, № 7. – С. 1001–1004.
10. Кожова О. М. Инструкция по обработке проб планктона счетным методом / О. М. Кожова, Н. Г. Мельник. – Иркутск : Изд-во Иркут. ун-та, 1978. – 50 с.
11. Кобанова Г. И. Фитопланктон Байкала в период позднего лета / Г. И. Кобанова, Л. Р. Измestьева, Л. С. Кращук // Изв. Самар. науч. центра РАН. Вып 5 : Актуальные проблемы экологии. – 2006. – Т. 8, № 1 (15). – С. 197–204.
12. Мейер К. И. Введение во флору водорослей озера Байкал / К. И. Мейер // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1930. – Т. 39, вып. 3–4. – С. 179–396.
13. Поповская Г. И. Роль ультрамикропланктонных водорослей в олиготрофных водоемах на примере озера Байкал / Г. И. Поповская // Материалы XIV конф. по изучению внутр. водоемов Прибалтики. – Рига, 1968. – Т. 3, ч. 1. – С. 144–149.
14. Поповская Г. И. Диатомовые водоросли планктона оз. Байкал / Г. И. Поповская, С. И. Генкал, Е. В. Лихошвай. – Новосибирск : Наука, 2002. – 168 с.
15. Поповская Г. И. Этапы изучения автотрофного пикопланктона озера Байкал / Г. И. Поповская, О. И. Белых // Гидробиол. журн. – 2003. – Т. 39(6). – С. 12–24.
16. Яснитский В. Н. Результаты наблюдений над планктоном Байкала в районе биологической станции за 1926–1928 гг. / В. Н. Яснитский // Изв. БГНИИ при ИГУ. – 1930. – Т. 4, № 3–4. – С. 85–101.
17. Kozhova O. M. Ecological peculiarities of diatoms in lake Baikal / O. M. Kozhova, G. I. Kobanova // Proceedings 2001 / ed. A. Economou-Amilli. – University of Athens, Greece, 2001. – P. 279–290.

On the role of diatom algae in Lake Baikal phytoplanktonic community

A. V. Mokry, G. I. Kobanova

Research Institute for Biology, Irkutsk State University, Irkutsk

Abstract. Dynamics of the diatom algae part in total Lake Baikal phytoplankton mass for the period 1951–1999 was analyzed. For 1973–1999 in the upper layer 0–50 m average share of diatoms in total plankton phytomass varied from 23 % (1978) to 78 % (1976) with long-term average 48 % and median 44 %. There is no linear trend for diatom algae share dynamics, but there is U-shaped well expressed parabolic trend with $R^2 = 0,48$. Minimal share of diatoms was observed 1984–1987 (from 25 % in 1986 to 32 % in 1987) with average 28 %. Starting from 1997 yearly average share of diatoms increases, reaching 72 % in 1999.

Key words: Phytoplankton, diatom algae, long-term dynamics, Lake Baikal.

Мокрый Андрей Викторович
Научно-исследовательский институт биологии
при Иркутском государственном университете
664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, а/я 24
аспирант
тел. (3952)24-30-77
E-mail: mokry@list.ru

Mokry Andrey Victorovitch
Irkutsk State University
Research Institute for Biology
3 Lenin St., Irkutsk, 664003
doctoral student
phone: (3952)24-30-77
E-mail: mokry@list.ru

Кобанова Галина Ивановна
Научно-исследовательский институт биологии
при Иркутском государственном университете
664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, а/я 24
кандидат биологических наук, ведущий научный
сотрудник
тел. (3952)24-30-77
E-mail: kobanov@iszf.irk.ru

Kobanova Galina Ivanovna
Irkutsk State University
Research Institute for Biology
3 Lenin St., Irkutsk, 664003
Ph. D. of Biology
leading research scientist
phone: (3952)24-30-77
E-mail: kobanov@iszf.irk.ru