



УДК 574.583

Динамика биомассы фитопланктона, эпишуры и циклопа в годы их максимальной численности в пелагиали Южного Байкала

Е. В. Пислегина

Иркутский государственный университет, Иркутск
E-mail: Helga_64@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена динамика биомассы фитопланктона, доминирующего эндемичного вида байкальского зоопланктона *Epischura baicalensis* Sars (Copepoda, Calanoida) и массового холодолюбивого вида *Cyclops kolensis* Lill. (Copepoda, Cyclopoida) в годы максимальной численности последних в слое 0–50 м в пелагической зоне Южного Байкала за период 1981–2007 гг. Подтверждено, что фитопланктон, как первичное продуцирующее звено трофической цепи водоёма, определяет динамику всей трофической цепи.

Ключевые слова: фитопланктон, эпишура, циклоп, сезонные сукцессии, пелагиаль, Южный Байкал.

Введение

В статье рассмотрена динамика биомассы фитопланктона, оцениваемого по концентрации хлорофилла «а», и двух видов байкальского зоопланктона: доминирующего эндемичного вида *Epischura baicalensis* Sars (Copepoda, Calanoida) и массового холодолюбивого вида *Cyclops kolensis* Lill. (Copepoda, Cyclopoida) в годы максимальной численности последних в слое 0–50 м пелагической зоны Южного Байкала за период 1981–2007 гг. За 27-летний период численность циклопа была максимальной в 2002 г., а эпишуры – в 2005 г. Внутригодовая динамика этих лет и была изучена с точки зрения сезонных сукцессий и набора доминирующих видов в зависимости от предпочтения в питании. Так, известно о трёх типах лет – «предмелозирные», «мелозирные» и «послемелозирные» со специфическими сезонными сукцессиями планктона и набором доминирующих видов [7]. «Мелозирные» годы характеризуются депрессией эпишуры и доминированием водорослей рода *Aulacoseira* (= *Melosira*) на фоне благоприятных условий для развития популяции циклопа. «Послемелозирные» годы отличаются от предыдущего доминированием водорослей из рода *Synedra* и эпишуры (преимущественно летней генерации); «предмелозирные» – доминированием водоросли *Cyclotella minuta* и эпишуры (преимущественно зимне-весенней генерации).

Если эпишура по типу питания относится к растительноядным фильтраторам и в кишечниках рачков копепоидитных стадий и взрослых

особей наиболее часто (в 95 % случаев) встречаются такие массовые виды планктонных водорослей, как *Cyclotella baicalensis*, *Aulacoseira* (= *Melosira*) *baicalensis* и перидиниевые [5; 6], то циклоп – к необлигатным хищникам: «...В составе пищи старших копепоидитных и взрослых рачков обнаружены: науплиусы и ранние копепоидитные стадии эпишуры, зелёные зёрнышки невыясненного происхождения, диатомовые водоросли *Melosira* и *Cyclotella*, науплиусы и ранние копепоидиты циклопов и коловратки...» (цит. по: [8], с. 115–116). Подсчитано, что в Байкале около 60 % рациона циклопа составляют науплиусы эпишуры и её ранние копепоидитные стадии. Соответственно, в годы массового развития циклоп может существенно повлиять на численность не только эпишуры, но и других представителей байкальского зоопланктона.

Материал и методы

Материалом для настоящей работы послужили круглогодичные (за исключением времени ледостава и вскрытия озера ото льда) сборы проб зоо- и фитопланктона (продуктивность последнего оценивается по концентрации хлорофилла «а» (Хл «а»)), выполненные в 2002 г. и 2005 г. Станция отбора проб (т. № 1) располагается в Южном Байкале, на расстоянии 2,7 км от берега (N 51°52'48", E 105°05'02") над глубиной 800 м против биостанции Научно-исследовательского института биологии (пос. Большие Коты).

Пробы зоопланктона отбирали послойно: 0–10, 10–25, 25–50 м. Орудием лова служила

планктонная сеть Джеди с диаметром входного отверстия 37,5 см и фильтрующим конусом из мельничного сита № 55 (100 мкм). После фиксации и отстаивания пробы концентрировали; осадок исследовали в счётной камере при помощи светового микроскопа [4]. Для определения видовой принадлежности зоопланктона использовали справочники-определители [1]. Для расчёта биомассы использовались показания сырого веса 1 тыс. экземпляров (в мг), установленные ранее [4].

Пробы воды на концентрацию Хл «а» собраны 7-литровым батометром с горизонтов 0, 5, 10, 25, 50 м и определены автором с помощью стандартного спектрофотометрического метода [11]. Одновременно фиксировались данные температуры воды на этих же горизонтах. При их анализе для слоя 0–50 м использовались средневзвешенные значения, рассчитанные как взвешенная арифметическая средняя [3].

Результаты и обсуждение

В настоящей работе обсуждаются данные по сезонной динамике концентрации Хл «а» в годы максимальной численности основных представителей ракового зоопланктона глубоководной зоны – циклопа (2002 г.) и эпишуры (2005 г.) в слое 0–50 м, которые представлены в многолетнем (1981–2007 гг.) ряду наблюдений.

Сезонная динамика концентрации Хл «а», эпишуры и циклопа в год максимума последнего (2002 г.) представлена на рис. 1.

Численность эпишуры варьировала от 71,2 до 2 514,3 со среднегодовым значением $668,0 \pm 109,5$ тыс. экз./м², что немного выше среднемноголетнего, рассчитанного за 1982–2007 гг.: $600,8 \pm 42,6$ тыс. экз./м² [9].

Численность циклопа изменялась от 4,6 до 2 484,7 со среднегодовым $397,6 \pm 138,7$ тыс. экз./м², что превысило среднемноголетнее значение ($63,7 \pm 16,7$ тыс. экз./м²) в 6,2 раза. Максимумы численности эпишуры и циклопа практически совпали по значениям, но были различны во времени (см. рис. 1).

В подлёдный период 2002 г. пик численности эпишуры зафиксирован после пика концентрации Хл «а». В этот период в зоопланктоне доминируют науплиальные стадии эпишуры, а в их развитии наблюдается весенний максимум.

После вскрытия озера ото льда (май-июнь) отмечены два пика концентрации Хл «а» и один пик численности эпишуры, который приходится на время между двумя первыми. Начиная со второй декады июля 2002 г., численность эпишуры постепенно нарастает и к концу июля отмечается второй годовой пик. В это же время зафиксирован третий пик концентрации Хл «а», который был ниже весеннего в 1,7 раза.

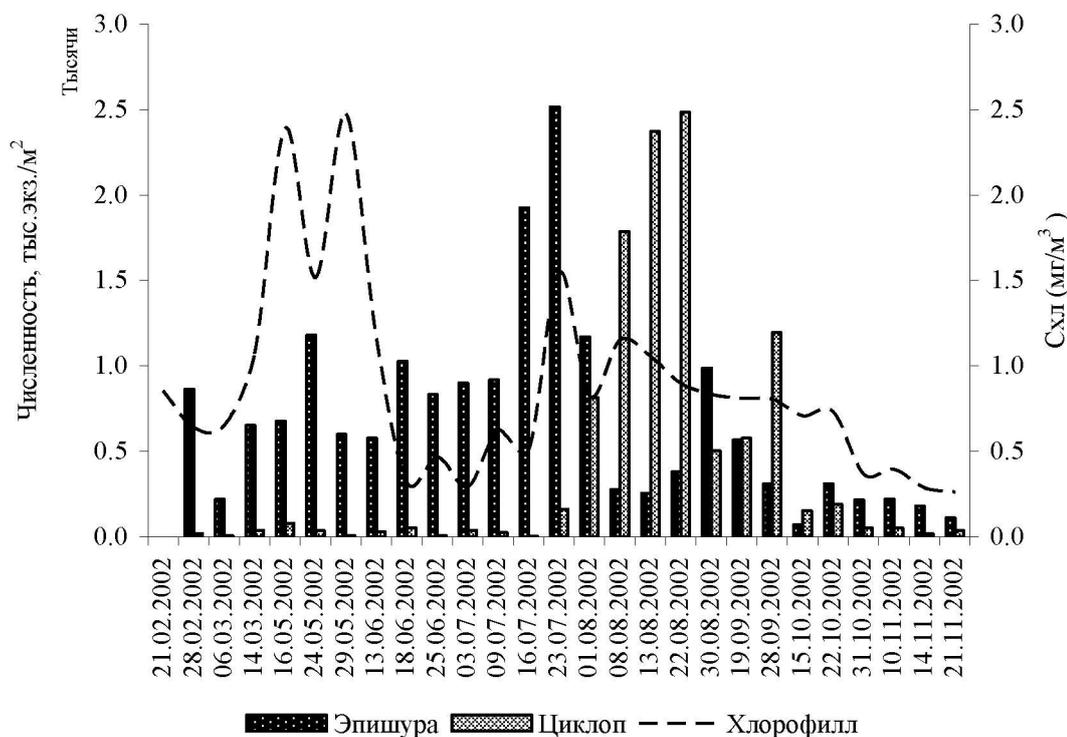


Рис. 1. Сезонная динамика численности эпишуры, циклопа и концентрации Хл «а» в слое 0–50 м глубоководной зоны Южного Байкала в 2002 г.

Первые особи циклопа в 2002 г. начали появляться ещё в подлёдный период и за всё время наблюдений ни разу не выпадали из состава планктона. С середины второй декады июля (см. рис. 1) его численность начала заметно расти и достигла максимума к третьей декаде августа на фоне резкого падения численности эпишуры. Можно предположить, что последнее обусловлено не только фактом выедания циклопом, но и миграцией эпишуры в более глубокие слои из-за некомфортной температуры, установившейся к этому времени в слое 0–50 м. Численность циклопа, напротив, показала тесную связь с температурой воды (рис. 2).

Учитывая то обстоятельство, что циклоп, начиная с 3-й копепоидной стадии, переходит на хищный тип питания, была рассмотрена зависимость биомассы циклопа от количества возможных пищевых объектов, которые он мог бы использовать и которые были встречены в пробах зоопланктона в это время: науплиусы эпишуры и циклопа, коловратки и клadoцеры (рис. 3).

Как видно из диаграммы, здесь существует положительная и довольно существенная, хотя и не полная зависимость. Очевидно, циклоп использовал как те кормовые ресурсы, которые удалось подсчитать, так и неучтённые, но присутствовавшие в составе планктона: яйца эпишуры, гидры, планарии, олигохеты, простейшие, бактерии и т. д. Таким образом, ход сезонной динамики концентрации Хл «а» показал, что в 2002 г. наиболее интенсивно разви-

вался весенний комплекс фитопланктона, который состоит, в основном, из крупноклеточных (20 мкм и более) представителей рода *Aulacoseira* (*Melosira*). Соответственно, по косвенным причинам 2002 г. можно считать «мелозирным», поскольку для него характерно доминирование водорослей рода *Aulacoseira* (= *Melosira*) с депрессией эпишуры и созданием благоприятных условий для развития популяции циклопа.

В 2005 г. численность эпишуры постепенно растёт с февраля, и к середине марта образует первый пик на фоне падения концентрации Хл «а» (рис. 4).

Численность эпишуры в 2005 г. в слое 0–50 м изменялась от 28,5 до 11 956,0 со среднегодовой $1\,274,0 \pm 435,6$ тыс. экз./м², что выше среднегогодового значения ($600,8 \pm 42,6$ тыс. экз./м²) более, чем в 2 раза [9].

О пике численности циклопа в 2005 г. говорить не приходится. Несмотря на то что первые особи встречались еще в подлёдный период, затем он практически выпал из состава планктона до конца августа. Позднее, к концу сентября, численность циклопа возросла, но оказалась ничтожной по сравнению с таковой эпишуры. Как уже упоминалось, за почти 30-летний период исследований численность циклопа была значимой только в 2002 г.

В летне-осенний период зафиксированы три пика концентрации Хл «а» со значением более 1,2 мг/м³ и два пика – менее этого значения.

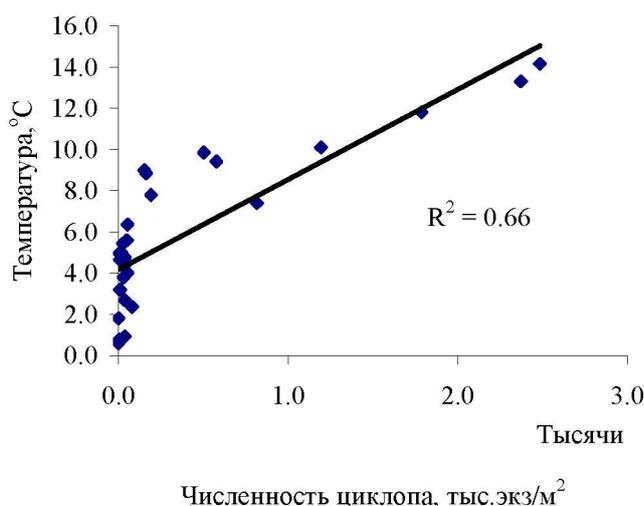


Рис. 2. Зависимость численности циклопа от температуры воды в слое 0–50 м в глубоководной зоне Южного Байкала в 2002 г.

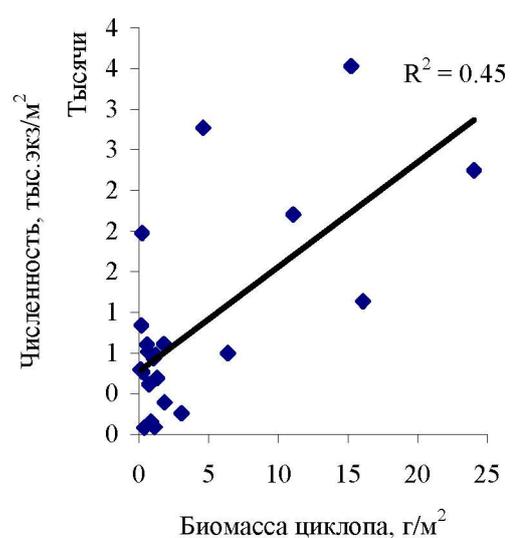


Рис. 3. Зависимость биомассы циклопа (начиная с 3-й копепоидной стадии) от суммарной численности возможных объектов питания (науплиусы эпишуры и циклопа, коловратки и клadoцеры) в слое 0–50 м в глубоководной зоне Южного Байкала в 2002 г.

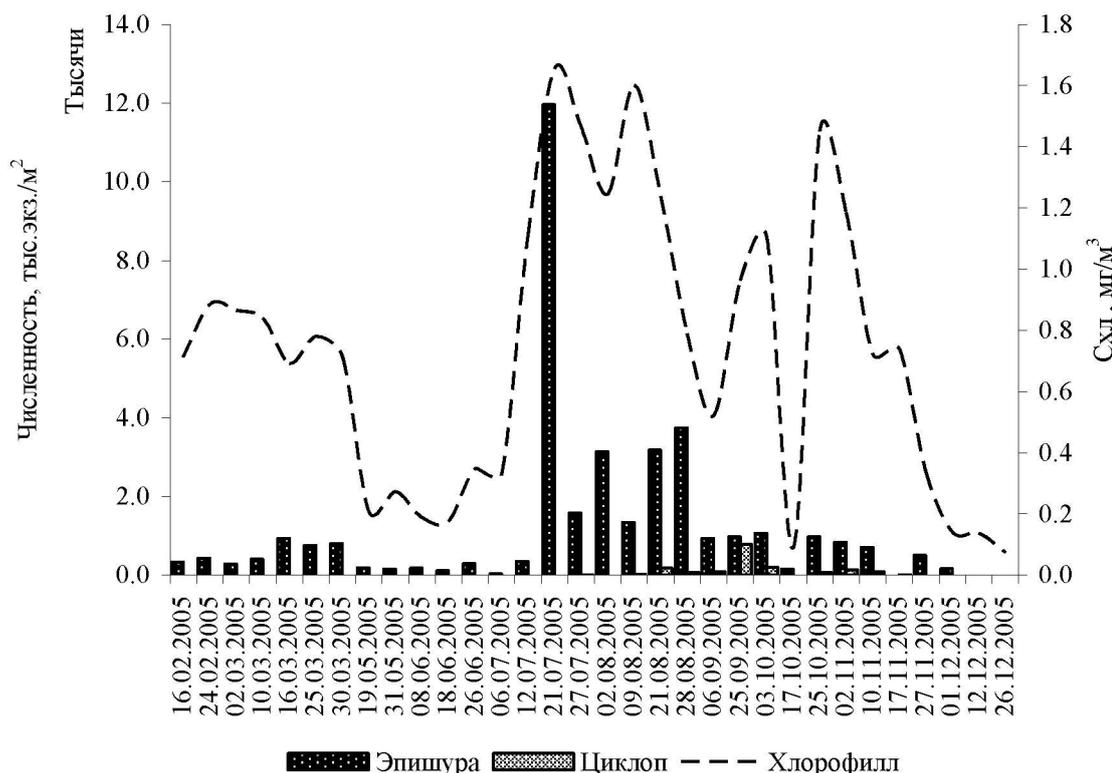


Рис. 4. Сезонная динамика численности эпишуры, циклопа и концентрации Хл «а» в слое 0–50 м глубоководной зоны Южного Байкала в 2005 г.

В период открытой воды рост численности эпишуры, циклопа и увеличение концентрации Хл «а» были разнохарактерными и зависели, возможно, не только от особенностей пищевых взаимоотношений, но и от метеоусловий в районе отбора проб. Так, в течение летне-осеннего периода динамика всех исследованных объектов имела многовершинный характер, который не может быть объяснён только наличием благоприятных (или неблагоприятных) трофических условий в районе исследования. Например, численность эпишуры от одной даты отбора проб до другой (7–10 дней) увеличилась в этом году сначала в 12, затем в 35 раз, а позже упала почти в 8 раз (06 июля – 28,5; 12 июля – 350,0; 21 июля – 12 000,0; 27 июля – 1 580,0 тыс. экз./м³ соответственно). В этот период, по наблюдениям автора, таким сильным колебаниям численности эпишуры и концентрации Хл «а» способствовали метеоусловия в районе отбора проб. Согласно данным наблюдений, зафиксированным в полевом дневнике, с середины первой и до начала второй декады июля 2005 г. стояла штилевая погода с дневными температурами воздуха +25...30 °С. Позднее штиль сменился трёхдневным ветром восточного и северо-восточного направления. В Юж-

ном Байкале ветер этого направления приносит тёплую, богатую планктоном и биогенами воду из района Селенгинского мелководья [10], что могло обусловить резкий подъём численности и биомассы планктона.

Известно, что максимумы развития эпишуры приходятся на «межмелозирные» годы и наблюдаются через 1–2 года после «мелозирного» [2]. Если принять во внимание, что 2002 г. по косвенным признакам был отнесен к «мелозирному», то 2005 г. является «межмелозирным».

Заключение

На примере лет с максимальной численностью двух видов зоопланктона – эпишуры и циклопа – подтверждён ранее сделанный другими исследователями вывод о том, что фитопланктон, как первичное продуцирующее звено трофической цепи водоёма, определяет динамику всей трофической цепи.

Отмечено также, что рост численности эпишуры, циклопа и концентрации хлорофилла «а» могут зависеть не только от характера пищевых взаимоотношений, но и от метеоусловий в районе отбора проб.

Автор благодарен Н. П. Блохиной, осуществившей обработку проб зоопланктона.

Публикация статьи осуществлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 13-04-06068-з.

Литература

1. Атлас и определитель пелагиобионтов Байкала (с краткими очерками по их экологии) (Справочники и определители по фауне и флоре озера Байкал) / О. А. Тимошкин [и др.]; отв. ред. О. А. Тимошкин. – Новосибирск : Наука, 1995. – 694 с.
2. Евстафьев В. К. Анализ многолетней динамики основных звеньев трофической сети в пелагиали озера Байкал / В. К. Евстафьев, Н. А. Бондаренко, Н. Г. Мельник // Изв. Иркут. ун-та. Сер. Биология. Экология. – 2010. – Т. 3, № 1. – С. 3–11.
3. Закс Л. Статистическое оценивание / Л. Закс. – М. : Статистика, 1976. – 598 с.
4. Инструкция по обработке проб планктона счетным методом / О. М. Кожова, Н. Г. Мельник. – Иркутск : Изд-во Иркут. ун-та, 1978. – 50 с.
5. Кожова О. М. Питание *Epischura baicalensis* Sars (Copepoda, Calanoida) в оз. Байкал / О. М. Кожова // Докл. АН СССР. – 1953. – Т. 90, № 2. – С. 299–301.
6. Кожова О. М. К биологии *Epischura baicalensis* Sars (Copepoda, Calanoida) в оз. Байкал / О. М. Кожова // Изв. БГНИИ при ИГУ. – 1956. – Т. 90, № 2. – С. 299–301.
7. Кузеванова Е. Н. Циклические процессы и сукцессии в планктоне Южного Байкала / Е. Н. Кузеванова // Проблемы экологии Прибайкалья : тез. докл. III Всесоюз. науч. конф. (Иркутск, 5–10 сент. 1988 г.). – Иркутск, 1988. – Ч. 3. – С. 18.
8. Мазепова Г. Ф. Циклопы озера Байкал / Г. Ф. Мазепова. – Новосибирск : Наука, Сиб. отделение, 1978. – 144 с.
9. Пислегина Е. В. Многолетняя (1981–2007 гг.) динамика зоопланктона в пелагиали Южного Байкала / Е. В. Пислегина // Изв. Иркут. ун-та. Сер. Биология. Экология. – 2010. – Т. 3, № 3. – С. 92–94.
10. Пислегина Е. В. Влияние ветра на обилие планктона в период прямой термической стратификации 2009 г. в Южном Байкале (р-н пос. Большие Коты) / Е. В. Пислегина, К. С. Шапов, Л. Р. Измestьева // Изв. Иркут. ун-та. Сер. Биология. Экология. 2011. – Т. 4, № 1. – С. 67–72.
11. Report of SCOR–UNESCO working group 17. Determination of photosynthetic pigments. – Paris: UNESCO, 1964. – 12 p.

Biomass dynamics of phytoplankton, *Epischura* and *Cyclops* in years of the maximum number in pelagic zone of Southern Baikal

E. V. Pislegina

Irkutsk State University, Irkutsk

Abstract. Biomass dynamics of phytoplankton, of a dominating endemic species of the Baikal zooplankton of *Epischura baicalensis* Sars (Copepoda, Calanoida) and a mass species *Cyclops kolensis* Lill (Copepoda, Cyclopoida) in years of their maximum number in a layer of 0–50 m in pelagic zone of Southern Baikal during 1981–2007 were studied. It is confirmed that a phytoplankton as primary producer is defining the dynamics of full trophic chain in Baikal.

Keywords: phytoplankton, *Epischura*, *Cyclops*, seasonal succession, pelagic zone, Southern Baikal.

Пислегина Елена Васильевна
кандидат биологических наук, старший
научный сотрудник, Научно-исследовательский
институт биологии
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел (3952) 24–30–77, факс (3952) 34–00–07
E-mail: Helga_64@mail.ru

Pislegina Elena Vasilievna
Ph. D. in Biology, Senior Research Scientist,
Research Institute for Biology
Irkutsk State University
1 K. Marx st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952) 24–30–77, fax (3952) 34–00–07
E-mail: Helga_64@mail.ru