

**ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ДИНАМИКА
ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОРМОВОЙ БАЗЫ РЫБ оз. ЛАЧА. Часть 1. Зоопланктон**

А.П. Новоселов, И.И. Студёнов*, А.К. Козьмин*,
Г.А. Дворянkin*, Е.Н. Имант*, А.Л. Левицкий**

**Северный филиал Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства
и океанографии им. Н.М. Книповича (г. Архангельск)*

Озеро Лача, крупнейшее в Архангельской области, подвержено сукцессионным изменениям как абиотических, так и биотических компонентов водной экосистемы. В статье представлена характеристика кормовой базы озера. Показано богатое видовое разнообразие (55 видов) планктонных беспозвоночных, обычных для северо-западной зоны и широко распространенных в северной части Палеарктики, определен их таксономический статус. По качественному составу зоопланктонное сообщество озера охарактеризовано как кладоцерно-копеподное, представленное в равном количестве ветвистоусыми и веслоногими ракообразными; меньшее значение в общем видовом спектре имеют коловратки. Выявлена межгодовая динамика качественных и количественных показателей зоопланктона, а также его пространственное распределение по акватории водоема. Показано, что в период с середины (60–80-е годы) до конца XX века в составе зоопланктона озера появились и постепенно увеличили свою численность виды коловраток, являющихся индикаторными тест-объектами. Количественные показатели веслоногих ракообразных снизились, ветвистоусых – напротив, возросли. Иными словами, в экосистеме озера в результате появления и развития мелких форм копепод и коловраток происходил рост численности зоопланктона без увеличения его биомассы. В начале XXI века количество коловраток незначительно снизилось, в то же время увеличилась численность крупного зоопланктона (веслоногих ракообразных). Количественные показатели ветвистоусых ракообразных существенных изменений за последние 10 лет не претерпели. Согласно рыбохозяйственной классификации определен трофический статус водоема: по численности и биомассе зоопланктона оз. Лача может считаться мезотрофным средnekормным для рыб-планктофагов водоемом, при этом наиболее продуктивными ассоциациями являются заросли макрофитов. Приведенные сведения могут быть полезны при разработке путей рационального промыслового использования внутренних водоемов Северного рыбохозяйственного бассейна.

Ключевые слова: зоопланктонное сообщество озера Лача, видовое разнообразие зоопланктона, численность зоопланктона, биомасса зоопланктона, пространственное распределение зоопланктона, трофический статус озера Лача.

Контактное лицо: Новоселов Александр Павлович, адрес: 163002, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 17; e-mail: novoselov@pinro.ru

Для цитирования: Новоселов А.П., Студёнов И.И., Козьмин А.К., Дворянkin Г.А., Имант Е.Н., Левицкий А.Л. Видовое разнообразие и динамика показателей кормовой базы рыб оз. Лача. Часть 1. Зоопланктон // Arctic Environmental Research. 2017. Т. 17, № 2. С. 113–122. DOI: 10.17238/issn2541-8416.2017.17.2.113

Озеро Лача, расположенное в юго-западной части Архангельской области, является одним из наиболее крупных внутренних водоемов на севере Европейской России. Котловина озера имеет доледниковое происхождение, возникнув на месте обширных приледниковых озер в пределах юго-восточного склона Балтийского щита и претерпев последующие изменения в результате воздействия ледника. Ее форма близка к овальной и вытянута в северо-южном направлении. Береговая линия водоема имеет плавные очертания, нарушаемые лишь в юго-западной его части (рис. 1) [1, с. 10].

Площадь акватории составляет 345 км², площадь водосбора 12 600 км², длина озера 33 км, ширина в южной части 13–14 км, в северной – 8,5 км. Озеро мелководное: средняя

глубина 1,3 м, максимальная – не превышает 5,3 м. Озеро проточное, из притоков наиболее крупным является р. Свидь, впадающая в южную часть озера и дающая почти половину поверхностного стока. В северной части из озера вытекает р. Онега – одна из крупнейших рек Европейского Северо-Востока России [2, с. 5, 27].

Озеро находится в зоне активной хозяйственной деятельности. Повсеместная вырубка леса на площади водосбора, использование прилегающих земель для нужд сельского хозяйства, применение минеральных удобрений и ядохимикатов способствуют накоплению в водоеме органического вещества. Возникает «культурное» эвтрофирование [3, с. 8], характерное в настоящее время практически для всех крупных пресноводных водоемов. При этом в озерах происходят сукцессионные изменения абиотических факторов среды, влияющие на структуру взаимосвязей основных биологических параметров озерных экосистем и затрагивающие все уровни их организации. Это приводит к перестройке трофической структуры озерных сообществ: начиная от фито- и зоопланктона и заканчивая представителями зообентоса и рыбной части [4, с. 7; 5, с. 8].

В последние десятилетия изменения, свидетельствующие об ускорении процесса эвтрофирования экосистемы оз. Лача, стали более заметны. Водная акватория повсеместно зарастает высшей водной растительностью и становится труднодоступной для нормального передвижения не только теплоходов и катеров, но и используемых населением деревянных лодок. В результате интенсивного развития макрофитов в значительной степени затруднен промышленный лов рыбы на озере закидными неводами [6, с. 48; 7, с. 98]. В складывающейся ситуации решение вопроса о проведении регулирующих мероприятий, направленных на повышение рыбопродуктивности озера, возможно лишь после детального анализа современного состояния его экологических составляющих, прежде всего планктонных и донных сообществ, играющих важную роль в качестве



Рис. 1. Карта-схема оз. Лача

кормовой базы для обитающих в озере рыб. В связи с этим исследования, направленные на изучение современного состояния биоты оз. Лача, имеют определенное научное и практическое значение.

Гидробиологические исследования оз. Лача ранее проводились Вологодско-Архангельской экспедицией в 1972–1975 годах, в рамках проекта переброски вод северных рек. Они были направлены на изучение процессов, протекающих в крупных мелководных водоемах. В рамках работ выполнялись исследования зоопланктона и зообентоса. Были установлены видовой состав гидробиологических сообществ, а также экологический и рыбохозяйственный статус водоема. На момент исследований озеро определялось как эвтрофный водоем со средним уровнем развития кормовой базы для рыб [8, с. 259]. В более поздний период появились публикации, характеризующие оз. Лача как крупнейший промысловый водоем на территории Архангельской области, имеющий рыбохозяйственное значение [1, с. 10], а также освещавшие экологические проблемы, связанные с его интенсивной зарастаемостью макрофитами [6, с. 48; 7, с. 98].

С начала 2000-х годов работы по изучению кормовой базы рыб оз. Лача – часть государственного мониторинга, проводимого Северным филиалом Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича. Цель настоящего исследования – изучение видового и таксономического разнообразия, а также годовой и пространственной динамики количественных показателей зоопланктонного сообщества оз. Лача.

Материалы и методы. Изучены гидробиологические материалы, собранные в августе 2005 и 2015 годов по сетке мониторинговых станций, расположенных равномерно по акватории озера, и результаты исследований других

авторов 60–80-х годов XX века. Объект исследования – зоопланктон, который играет исключительно важную роль в водных экосистемах, выступая в качестве основного кормового ресурса для рыб-планктофагов и молоди практически всех видов рыб, независимо от их трофической специализации. Кроме того, планктонные организмы достаточно быстро реагируют на изменяющиеся условия среды, и их адаптивные реакции способствуют поддержанию экологического баланса водоемов. Зоопланктон активно участвует в процессе самоочищения водоемов, поскольку его фильтрационная деятельность неразрывно связана с процессом питания. В результате в воде снижается количество взвешенного органического вещества, в состав которого входят основные компоненты пищи зоопланктона – фитопланктон, бактериопланктон и детрит [9, с. 166].

В 2005 и 2015 годах было собрано по 12 количественных проб зоопланктона на 12 мониторинговых станциях. Ввиду мелководности водоема гидробиологические пробы отбирали 10-литровым ведром, процеживая поверхностный объем воды (100 л) через сеть Апштейна. Пробы фиксировались 4 %-м раствором формалина. Обработку собранного материала проводили общепринятыми в практике гидробиологических исследований методами¹.

Таксономическую принадлежность организмов устанавливали при помощи соответствующих определителей по коловраткам [10], ветвистоусым и веслоногим ракообразным [11–13], пресноводным беспозвоночным европейской части СССР [12, 14]. В работе использованы методы вариационно-статистической оценки собранного материала². Для оценки рядов данных (средняя арифметическая, ошибка средней арифметической, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации) использовали программу «Excel 2013».

¹Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. СПб., 1992. 318 с; Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. М., 1960. 191 с.

²Плохинский Н.А. Биометрия. Новосибирск, 1971. 364 с; Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск, 2003. 302 с.

Результаты и обсуждение. В ходе анализа собранного материала были рассмотрены видовое разнообразие и таксономический статус зоопланктонного сообщества, современное состояние качественных и количественных показателей зоопланктона (по данным 2015 года), а также временная динамика численности и биомассы зоопланктона за полувеквой период.

Видовое разнообразие и таксономический статус зоопланктона. Зоопланктон оз. Лача представлен обычными для северо-западной зоны видами, широко распространенными в северной части Палеарктики. На современном этапе исследований (2005 и 2015 годы) в озере обнаружено 55 таксонов зоопланктона:

1. Rotatoria:

- 1) *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850);
- 2) *A. herricki* (Guerne, 1888);
- 3) *Bipalpus hudsoni* (Imhof, 1891);
- 4) *Conochilus unicornis* (Rousselet, 1892);
- 5) *Conochilus* sp.;
- 6) *Euchlanis* sp. (Ehrenberg, 1832);
- 7) *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879);
- 8) *Keratella quadrata* (Müller, 1786);
- 9) *Platylabus quadricornis* (Ehrenberg, 1832);
- 10) *Trichocerca* sp. (Lamarck, 1801).

2. Cladocera:

- 11) *Acroperus harpae* (Baird, 1834);
- 12) *Alonopsis elongatus* (Sars, 1862);
- 13) *Bosmina coregoni* (Baird, 1857);
- 14) *B. longirostris* (O.F. Müller, 1785);
- 15) *B. longispina* (Leydig, 1860);
- 16) *B. obtusirostris* (Sars, 1862);
- 17) *Bosmina* sp.;
- 18) *Camptocercus rectirostris* (Sars, 1862);
- 19) *Ceriodaphnia affinis* (Lilljeborg, 1862);
- 20) *Ceriodaphnia* sp.;
- 21) *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1785);
- 22) *Ch. ovalis* (Kurz, 1875);
- 23) *Daphnia cucullata* (Sars, 1862);
- 24) *D. longispina* (O.F. Müller, 1785);
- 25) *D. cristata* (Sars, 1862);
- 26) *D. longiremis* (Sars, 1862);
- 27) *D. galeata* (Sars, 1863);
- 28) *Daphnia* sp.;

- 29) *Leptodora kindtii* (Focke, 1844);
- 30) *Limnosida frontosa* (Sars, 1862);
- 31) *Limnosida* sp.;
- 32) *Polyphemus pediculus* (Linne, 1778);
- 33) *Scapholeberis microcephala* (Lilljeborg, 1900);
- 34) *Sida crystallina* (O.F. Müller, 1776).

3. Copepoda, в т. ч.:

Calanoida:

- 35) *Acanthodiaptomus denticornis* (Wierzejski, 1887);

36) *Diaptomus* sp. (Westwood, 1836);

37) *Eudiaptomus gracilis* (Sars, 1863);

38) *Eudiaptomus* sp.;

39) *Heterocope appendiculata* (Sars, 1863);

40) *Heterocope* sp.;

Cyclopoida:

- 41) *Acanthocyclops languidoides* (Lilljeborg, 1901);

42) *A. languidus* (Sars, 1863);

43) *A. gigas* (Claus, 1857);

44) *A. venustus* (Norman et Scott, 1906);

45) *A. vernalis* (Fischer, 1853);

46) *A. viridis* (Jurine, 1820);

47) *Cyclops scutifer* (Sars, 1863);

48) *C. strenuus* (Fischer, 1851);

49) *Cyclops* sp.;

50) *Eucyclops macrurus* (Sars, 1863);

51) *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857);

52) *M. crassus* (Fischer, 1853);

53) *M. oithonoides* (Sars, 1863);

54) *Macrocyclops albidus* (Jurine, 1820);

55) *M. distinctus* (Richard, 1887).

Анализ обобщенных материалов показал, что основными доминирующими группами в составе зоопланктона являются ветвистоусые (24 вида) и веслоногие (21 вид) ракообразные. Меньшее значение в общем видовом спектре имеют коловратки (10 видов). По качественному составу зоопланктонное сообщество оз. Лача характеризуется как кладоцерно-копеподное.

Качественные и количественные показатели зоопланктона. При оценке уровня развития в озере зоопланктона выделено два биотопа, отличающиеся по качественным и

количественным характеристикам зоопланктонных сообществ. В пелагиали озера массовыми видами являлись *Asplanchna priodonta*, *Conochilus unicornis*, *Bosmina coregoni*, *Daph-*

при средней биомассе 0,911 г/м³. Абсолютные значения количественных показателей развития зоопланктона в летний период 2015 года представлены в таблице.

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА оз. ЛАЧА
В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2015 года (по 12 станциям)**

Группа зоопланктона	Численность (N), тыс. экз./м ³				Биомасса (B), г/м ³			
	<i>M±m</i>	Min-max	σ	<i>K</i> _{вар} , %	<i>M±m</i>	Min-max	σ	<i>K</i> _{вар} , %
Rotatoria	4,3±1,0	0,1–12,2	3,5	81,97	0,086±0,020	≤0,1–0,2	0,08	91,44
Cladocera	16,3±3,9	2,0–48,9	13,5	82,58	0,502±0,090	0,1–1,2	0,33	65,88
Copepoda	10,1±1,7	2,1–19,3	5,8	58,14	0,323±0,080	0,1–1,0	0,27	82,76

Примечание: *M±m* – средняя арифметическая и ошибка средней; σ – среднее квадратическое отклонение; *K*_{вар} – коэффициент вариации.

nia cucullata, *Limnosida frontosa*, *Leptodora kindtii*, *Mesocyclops leuckarti*, *M. oithonoides*, *Eudiaptomus gracilis*. Биомасса зоопланктона открытой воды составила в 2015 году 1,91 г/м³, что позволило отнести эту зону к мезотрофному типу и среднекормному для рыб классу водоемов. В зоне зарослей высшей водной растительности доминировали *Sida crystallina*, *Eurycercus lamellatus*, *Acroperus harpae*, *Percanthes truncata*, *Pleuroxus uncinatus*, *Eucyclops serrulatus*. Биомасса зоопланктона в этой зоне достигала 5,8 г/м³, что по используемой выше классификации дало возможность отнести ее к эвтрофному типу и высококормному классу [8; 15, с. 14].

В целом по численности и биомассе зоопланктона оз. Лача определяется как мезотрофный среднекормный водоем – средневзвешенная биомасса с учетом площадей зарослей отдельных растительных сообществ составила 3,3 г/м³. При этом наиболее продуктивными ассоциациями, занимающими 84 % от общей величины зарослей, являлись рдест и уруть, где средняя биомасса зоопланктона составляла соответственно 6,05 и 9,1 г/м³ [15, с. 21].

По результатам наших исследований средняя по озеру численность составила 30,7 тыс. экз./м³

По численности доминантной группой являлись ветвистоусые ракообразные, на долю которых пришлось 53,3 % от общей численности планктонного сообщества (рис. 2, см. с. 118). Основу этой группы планктеров составили *Daphnia cristata*, *D. cucullata*, виды рода *Bosmina*. Высокой оказалась и роль веслоногих ракообразных (32,8 %), при этом в их составе преобладали ювенальные и науплиальные формы *Cyclopoida*. Кроме них следует отметить *Mesocyclops leuckarti*, а также виды родов *Eudiaptomus* и *Heteroscope*. Среди коловраток преобладали крупная *Asplanchna priodonta* и олигосапробная *Kellicottia longispina*.

Вклад различных групп зоопланктона в формирование биомассы оказался различным. Доминирующая роль принадлежала ветвистоусым ракообразным (в особенности видам родов *Daphnia* и *Bosmina*), на долю которых приходилось более половины (55,1 %) от общей биомассы зоопланктона. Доля веслоногих ракообразных, главным образом ювенальных и науплиальных форм *Cyclopoida*, также была значительной (35,4 %). Роль коловраток (одной из наиболее чувствительных к эвтрофикации групп) в формировании биомассы оказалась незначительной и была сформирована в

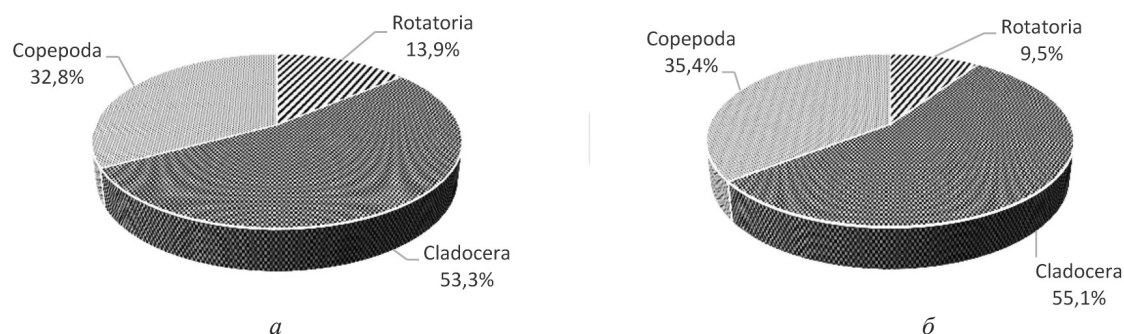


Рис. 2. Соотношение различных групп зоопланктона оз. Лача по численности (а) и биомассе (б) в августе 2015 года

основном за счет крупных коловраток рода *Asplanchna*.

Распределение зоопланктона по акватории озера. Почти по всем станциям в пробах

наблюдалось практически одинаковое соотношение (как по численности, так и по биомассе) ракообразных и коловраток (рис. 3). Наибольшие показатели зафиксированы в юго-западной

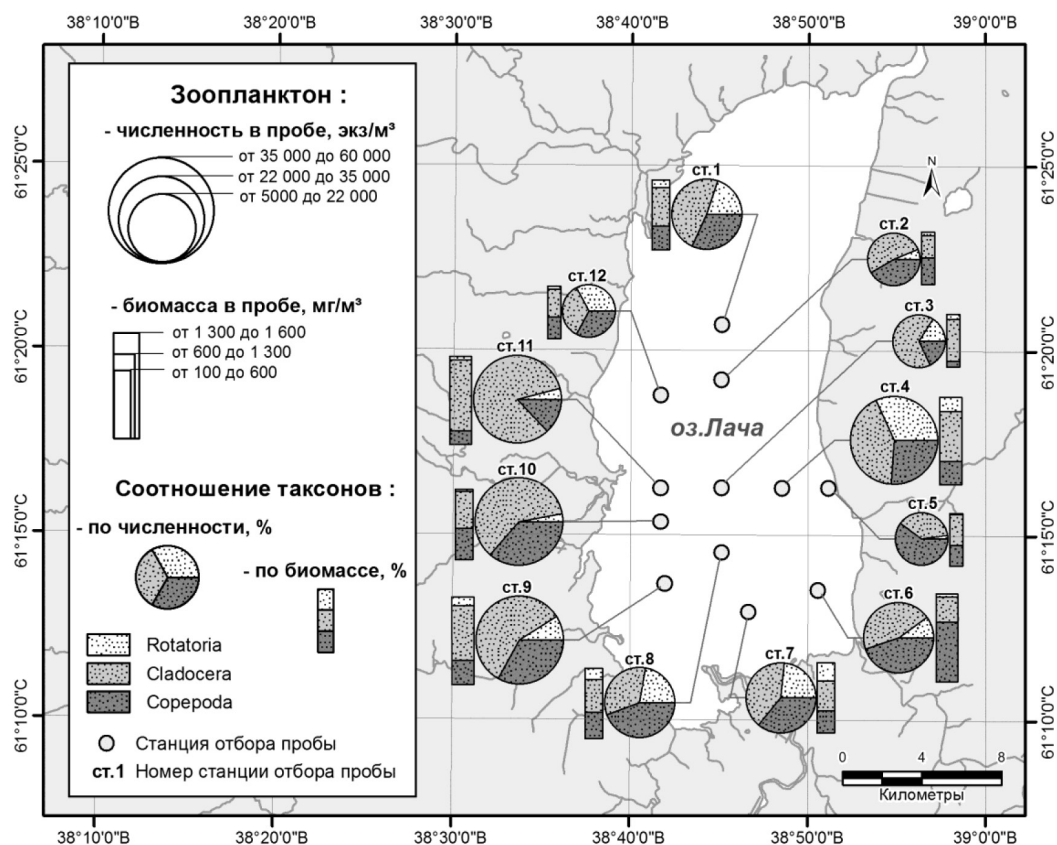


Рис. 3. Распределение численности и биомассы зоопланктона на акватории оз. Лача в августе 2015 года

(станции № 9, 10 и 11) и восточной (станция № 4) частях озера; наименьшие – в северо-западной, центральной частях и в береговой зоне акватории (станции № 2, 3, 5 соответственно).

Выявленная в 2015 году структура зоопланктонного сообщества позволяет сделать вывод о том, что все типичные особенности развития, а также пространственное и временное распределение зоопланктона не выходят в оз. Лача за пределы установленных ранее параметров.

Годовая динамика количественных показателей зоопланктона. Сравнительный анализ видового разнообразия зоопланктона в оз. Лача показал, что почти за 50-летний период (с 1968 по 2015 годы) качественный его состав практически не изменился и был представлен основными таксономическими группами: коловратками, ветвистоусыми и веслоногими ракообразными. В то же время их количественные характеристики претерпели изменения (рис. 4).

В период с середины (60–80-е годы) до конца XX века в составе зоопланктона оз. Лача произошли изменения, затронувшие как структурную сторону зоопланктонного сообщества, так и количественное соотношение составляющих его групп. В составе зоопланктона появились и постепенно увеличили свою численность виды

коловраток, которых можно считать индикаторными тест-объектами при растущей эвтрофированности водоемов (*Keratella cochlearis hispida*, *K. cochlearis testa*, *Trichocerca capucina*, *T. cylindrica*, *Filinia longiseta*). Структурные изменения качественного состава зоопланктона проявились и в смене доминирующих групп животных. Так, значение веслоногих ракообразных в общей численности снизилось с 58,9 до 34,9 %, по биомассе – с 88,0 до 15,0 %. В то же время ситуация с ветвистоусыми ракообразными имела обратную картину: их доля увеличилась по численности с 26,8 до 32,0 %, по массе – с 10,7 до 84,2 %. Таким образом, в экосистеме озера наблюдалась ситуация, при которой в результате появления и развития мелких форм копепод и коловраток происходило увеличение численности зоопланктона без увеличения его биомассы.

В начале XXI века (с 2005 по 2015 годы) наблюдалось незначительное снижение доли коловраток: по численности – с 16,4 до 13,9 %, по биомассе – с 11,8 до 9,5 %. В то же время показатели крупного зоопланктона – веслоногих ракообразных – увеличились соответственно с 30,5 до 32,8 % по численности и с 34,9 до 35,4 % по биомассе. Количественные показатели ветвистоусых ракообразных существенных изменений за последние 10 лет не претерпели.

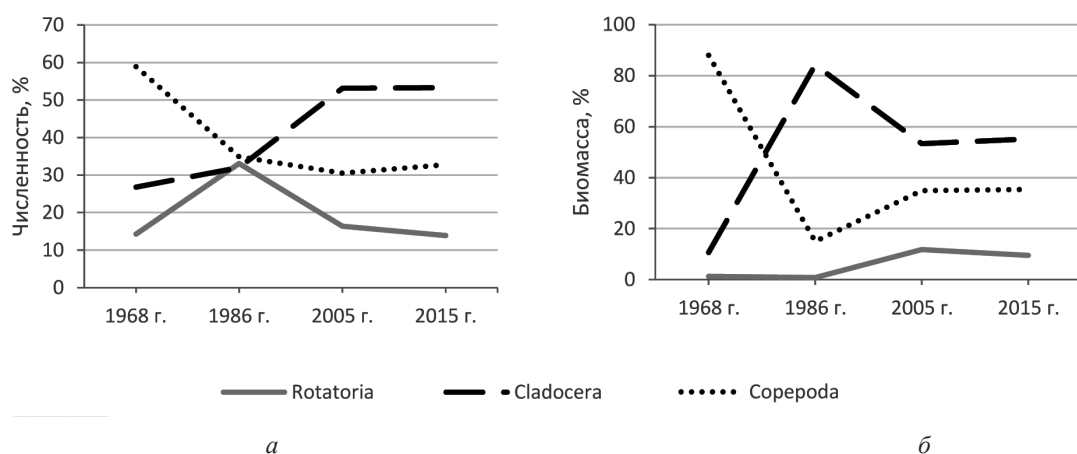


Рис. 4. Многолетние изменения численности (а) и биомассы (б) основных групп зоопланктона в оз. Лача

Заключение. Оз. Лача характеризуется значительным видовым богатством планктонного сообщества. Зоопланктон озера представлен 55 таксонами планктонных беспозвоночных, обычных для северо-западной зоны и широко распространенных в северной части Палеарктики. По качественному составу зоопланктонное сообщество оз. Лача характеризуется как кладоцерно-копеподное, представленное в равном количестве ветвистоусыми и веслоногими ракообразными. Меньшее значение в общем видовом спектре имеют коловратки.

Озеро находится в зоне активной хозяйственной деятельности, что вызывает сукцессионные изменения как абиотических факторов среды, так и компонентов биотической части водной экосистемы. В период с середины (60–80-е годы) до конца XX века в составе зоопланктона озера появились и постепенно увеличили свою численность виды коловраток, являющихся индикаторными тест-объектами.

Количественные показатели веслоногих ракообразных снизились, ветвистоусых – напротив, возросли. Таким образом, в экосистеме озера в результате появления и развития мелких форм копепод и коловраток происходило увеличение численности зоопланктона без увеличения его биомассы. В начале XXI века незначительно снизилось количество коловраток, в то же время численность крупного зоопланктона – веслоногих ракообразных – увеличилась. Количественные показатели ветвистоусых ракообразных существенных изменений за последние 10 лет не претерпели.

По численности и биомассе зоопланктона оз. Лача может быть отнесено к мезотрофным среднекормным для рыб-планктофагов водоемам, при этом наиболее продуктивными ассоциациями являются заросли рдеста и урути.

Приведенные сведения могут быть полезны при разработке путей рыбохозяйственного использования внутренних водоемов Северного рыбохозяйственного бассейна.

Список литературы

1. Козьмин А.К., Шатова В.В. Рыбохозяйственная характеристика озер Архангельской области. Архангельск, 1997. 80 с.
2. Гидрология озер Воже и Лача (в связи с переброской северных вод в бассейн р. Волги). Л., 1979. 288 с.
3. Буйановская А.А. Проблема антропогенного эвтрофирования в Академии наук СССР // Антропогенное эвтрофирование природных вод. Черноголовка, 1977. Т. 1. С. 7–12.
4. Решетников Ю.С. Изменчивость рыб и экологическое прогнозирование // Изменчивость рыб пресноводных экосистем. М., 1979. С. 5–12.
5. Решетников Ю.С. Изменение озерных экосистем // Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. М., 1982. С. 5–16.
6. Новоселов А.П., Козьмин А.К. О необходимости проведения рыбохозяйственной мелиорации озера Лача // Экологические проблемы рационального использования и охраны водных ресурсов Северо-Запада Европейской части РСФСР. Вологда, 1990. С. 48–49.
7. Novoselov A. Reasonability of the Lacha Lake Technical Melioration (Arkhangelsk Region, Russia) // European Large Lakes Symposium. Tartu, Estonia, 2006. P. 98.
8. Гидробиология озер Воже и Лача (в связи с прогнозом качества вод, перебрасываемых на юг). Л., 1978. 276 с.
9. Андроникова И.Н. Продукция зоопланктона // Биологическая продуктивность озера Красного и условия ее формирования. Л., 1976. С. 160–178.
10. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. Л., 1970. 744 с.
11. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР. М.; Л., 1964. 328 с.

12. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л., 1977. 510 с.
13. Рылов В.М. Пресноводные Cladocera СССР. Л., 1930. 288 с (Сер.: Определители организмов пресных вод СССР. Вып. 1).
14. Рылов В.М. Ракообразные. Cyclopoida пресных вод. М.; Л., 1948. 318 с (Сер.: Фауна СССР. Т. III, вып. 3).
15. Михайлов Ю.Д., Андроникова И.Н., Власов В.П. Оценка возможных изменений в экосистеме озера Лача при переброске стока из Онежской губы Белого моря. 26 с. Деп. в ВИНТИ 26.02.88, № 2052-В.

References

1. Koz'min A.K., Shatova V.V. *Rybokhozyaystvennaya kharakteristika ozer Arkhangel'skoy oblasti* [Fishery Characteristics of Lakes of the Arkhangelsk Region]. Arkhangelsk, 1997. 80 p.
2. *Gidrologiya ozer Vozhe i Lacha (v svyazi s perebroskoy severnykh vod v basseyn r. Volgi)* [Hydrology of the Vozhe and Lacha Lakes (in Connection with the Northern Waters Transfer to the Volga River Basin)]. Leningrad, 1979. 288 p.
3. Buyanovskaya A.A. Problema antropogennogo evtrofirovaniya v Akademii nauk SSSR [The Problem of Anthropogenic Eutrophication in the Academy of Sciences of the USSR]. *Antropogennoe evtrofirovanie prirodnikh vod* [Anthropogenic Eutrophication of Natural Waters]. Chernogolovka, 1977, vol. 1, pp. 7–12.
4. Reshetnikov Yu.S. *Izmenchivost' ryb i ekologicheskoe prognozirovanie* [Fish Variability and Ecological Prediction]. *Izmenchivost' ryb presnovodnykh ekosistem* [Fish Variability in the Freshwater Ecosystems]. Moscow, 1979, pp. 5–12.
5. Reshetnikov Yu.S. *Izmenenie ozernykh ekosistem* [Changes in the Lake Ecosystems]. *Izmenenie struktury rybnogo naseleniya evtrofirovannogo vodoema* [Changes in the Fish Population Structure in the Eutrophicated Reservoir]. Moscow, 1982, pp. 5–16.
6. Novoselov A.P., Koz'min A.K. O neobkhodimosti provedeniya rybokhozyaystvennoy melioratsii ozera Lacha [On the Need of Fishery Management of the Lacha Lake]. *Ekologicheskie problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya i okhrany vodnykh resursov Severo-Zapada Evropeyskoy chasti RSFSR* [Ecological Problems of the Rational Use and Protection of Water Resources of the North-West of the European Part of the RSFSR]. Vologda, 1990, pp. 48–49.
7. Novoselov A. Reasonability of the Lacha Lake Technical Melioration (Arkhangelsk Region, Russia). *European Large Lakes Symposium*. Tartu, Estonia, 2006, p. 98.
8. *Gidrobiologiya ozer Vozhe i Lacha (v svyazi s prognozom kachestva vod, perebrasyvaemykh na yug)* [Hydrobiology of the Vozhe and Lacha Lakes (in Connection with the Quality Forecast of Waters Transferring to the South)]. Leningrad, 1978. 276 p.
9. Andronikova I.N. *Produktsiya zooplanktona* [Zooplankton Production]. *Biologicheskaya produktivnost' ozera Krasnogo i usloviya ee formirovaniya* [Biological Productivity of the Red Lake and Conditions of Its Formation]. Leningrad, 1976, pp. 160–178.
10. Kutikova L.A. *Kolovratki fauny SSSR* [Rotifers of the USSR Fauna]. Leningrad, 1970. 744 p.
11. Manuylova E.F. *Vetvistsyue rachki fauny SSSR* [Cladocerans of the USSR Fauna]. Moscow; Leningrad, 1964. 328 p.
12. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Evropeyskoy chasti SSSR* [The Freshwater Invertebrates Indicator of the European Part of the USSR]. Leningrad, 1977. 510 p.
13. Rylov V.M. *Presnovodnye Cladocera SSSR (Ser.: Opredeliteli organizmov presnykh vod SSSR. Vyp. 1)* [Freshwater Cladocera of the USSR. (Ser.: Indicators of Fresh Water Organisms in the USSR. Iss. 1)]. Leningrad, 1930. 288 p.
14. Rylov V.M. *Rakoobraznye. Cyclopoida presnykh vod. (Ser.: Fauna SSSR. T. III. Vyp. 3)* [Crustaceans. Cyclopoida of Fresh Waters (Ser.: Fauna of the USSR. Vol. III. Iss. 3)]. Moscow; Leningrad, 1948. 318 p.
15. Mikhaylov Yu.D., Andronikova I.N., Vlasov V.P. *Otsenka vozmozhnykh izmeneniy v ekosisteme ozera Lacha pri perebroske stoka iz Oнежskoy guby Belogo morya* [Assessment of Possible Changes in the Lacha Lake Ecosystem During the Runoff Transfer from Onega Bay of the White Sea]. 26 p. Dep. in the All-Union Institute of Scientific and Technical Information 26.02.88, no. 2052-V.

Aleksandr P. Novoselov, Igor' I. Studenov*, Aleksey K. Koz'min*,
Gennadiy A. Dvoryankin*, Ekaterina N. Imant, Aleksandr L. Levitskiy**

*Northern branch of the Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography
(Arkhangelsk, Russian Federation)

SPECIES DIVERSITY AND DYNAMICS OF THE FISH FOOD BASE INDICATORS OF THE LACHA LAKE. Part 1. Zooplankton

The largest in the Arkhangelsk region Lacha Lake is the subject to succession changes of abiotic and biotic components of the aquatic ecosystem. The article describes food base characteristics of the lake. A rich species diversity (55 species) of planktonic invertebrates common to the northwestern zone and widespread in the northern part of the Palaearctic is described; their taxonomic status is determined. By the qualitative composition, the zooplankton community of the lake is characterized as a "Cladocera and Copepoda" type, represented in an equal number by cladocerans and copepods; rotifers have a lower value in the general spectrum. The interannual dynamics of qualitative and quantitative zooplankton indices and its spatial distribution over the water area of the reservoir have been revealed. In the period from the middle (1960–1980s) up to the end of the 20th century, rotifers species appeared as a part of the lake zooplankton and gradually increased their number, being the indicator test objects. The quantitative indices of copepods decreased, and cladocerans, on the contrary, increased. In other words, because of the appearance and development of small forms of copepods and rotifers, zooplankton abundance increased without increasing its biomass in the ecosystem of the lake. At the beginning of the 21st century, the number of rotifers decreased insignificantly, while the number of large zooplankton (copepod) increased. The quantitative indices of cladocerans have not been changed significantly in the last 10 years. According to the fishery classification, the trophic status of the reservoir is determined: the Lacha lake can be considered as the mesotrophic medium-food pond for fish-plankton feeders by the zooplankton number and biomass. Macrovegetation is the most productive association. The above information can be useful in developing the rational commercial use of inland waters of the Northern Fishery Basin.

Keywords: *zooplankton community of the Lacha Lake, species diversity of zooplankton, abundance of zooplankton, zooplankton biomass, spatial distribution of zooplankton, trophic status of the Lacha Lake.*

Поступила 23.01.2017
Received on January 23, 2017

Corresponding author: Aleksandr Novoselov, address: ul. Uritskogo, 17, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation;
e-mail: novoselov@pinro.ru

For citation: Novoselov A.P., Studenov I.I., Koz'min A.K., Dvoryankin G.A., Imant E.N., Levitskiy A.L. Species Diversity and Dynamics of the Fish Food Base Indicators of the Lacha Lake. Part 1. Zooplankton. *Arctic Environmental Research*, 2017, vol. 17, no. 2, pp. 113–122. DOI: 10.17238/issn2541-8416.2017.17.2.113