

ЯРОСЛАВ АЛЕКСАНДРОВИЧ КУЧКО

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных, Институт биологии Карельского научного центра РАН (Петрозаводск, Российская Федерация)
y-kuchko@mail.ru

НИКОЛАЙ ВИКТОРОВИЧ ИЛЬМАСТ

доктор биологических наук, заведующий лабораторией экологии рыб и водных беспозвоночных, Институт биологии Карельского научного центра РАН, профессор кафедры зоотехники, рыбоводства, агрономии и землеустройства Института биологии, экологии и агротехнологий, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
ilmast@petrsu.karelia.ru

ТАМАРА ЮРЬЕВНА КУЧКО

кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии Института биологии, экологии и агротехнологий, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
kuchko@petrsu.karelia.ru

НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ МИЛЯНЧУК

аспирант лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных, Институт биологии Карельского научного центра РАН (Петрозаводск, Российская Федерация)
milyanchuk90@mail.ru

ЗООПЛАНКТОН КАК КОРМОВАЯ БАЗА ЕВРОПЕЙСКОЙ РЯПУШКИ ШХЕРНОГО РАЙОНА СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА*

Представлены данные о современном состоянии зоопланктона шхерного района северной части Ладожского озера. Показано, что наибольшее значение в составе зоопланктона литоральной зоны имеют виды тепловодного комплекса. В пелагиали наряду с круглогодичными эвритечными видами большой численности достигают сезонные умеренно-тепловодные виды. По величине количественных характеристик планктонной фауны исследуемый район Ладожского озера можно отнести к а-мезотрофному типу. Кормовые условия для роста личинок и молоди, а также для нагула взрослых особей ряпушки можно оценить как благоприятные. Ведущую роль в питании ряпушки играют веслоногие и ветвистоусые ракообразные, соотношение которых в пищевом спектре зависит от сезона года и определяется температурным режимом водоема.

Ключевые слова: зоопланктон, видовой состав, численность, биомасса, ихтиофауна, европейская ряпушка, Ладожское озеро

ВВЕДЕНИЕ

Состояние биологических ресурсов водоемов Европейского Севера России зависит от многих факторов, среди которых все более значимую роль играют различные формы хозяйственной деятельности человека [1], [2], [16], [20].

Ладожское озеро – крупнейший пресноводный водоем Европы. Его площадь составляет 17700 км². В административных границах Республики Карелия находится 40 % его акватории. Водоем глубоководный, наибольшая глубина – 228 м, глубины более 100 м характерны для северной части озера. Средняя глубина озера составляет 51 м. Являясь важным рыбопромысловым водоемом Северо-Запада РФ, озеро принимает сток с водосборного бассейна площадью 258 км² [14].

Природные условия сформировали экосистему озера с высоким качеством воды, однако

в начале 1960-х годов в озере стали наблюдаться признаки антропогенного эвтрофирования. Как известно, район водосбора Ладожского озера характеризуется высоким уровнем экономического развития с концентрацией промышленного производства выше общероссийского [7]. В результате усиления хозяйственной деятельности человека на водосборной территории в последние десятилетия отмечается увеличение содержания соединений азота и фосфора в водах Северного Приладожья [13].

Наиболее четко процессы эвтрофирования проявляются в заливах озера, подвергающихся наибольшему загрязнению. Так, на территории Северного Приладожья развиты сельскохозяйственное и промышленное (предприятия деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, лесозаготовительной отраслей, черной металлургии) производства. Признаки биогенного и токсичес-

кого загрязнения вод по гидробиологическим показателям отмечается вблизи г. Питкяранты [3]. В настоящее время в прилегающих к г. Сортавале шхерных районах расположено несколько форелевых хозяйств. Действующие рыбоводные фермы являются локальными, но весьма значимыми источниками эвтрофирования водоема. Перечисленные факторы оказывают влияние на развитие кормовой базы водоема, что отражается на состоянии популяций промысловых видов рыб.

Цель работы – оценка современного состояния зоопланктона северной части шхерного района Ладожского озера как кормового ресурса для местной популяции европейской ряпушки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились в летний и осенний периоды 2016 года в северной части Ладожского озера. Пробы зоопланктона отбирались на 4 станциях в глубоководной части Якимвартского залива на глубинах до 15 м и на 5 станциях в зоне зарослевой лitorали на глубинах до 1,5 м. Для отбора проб в пелагиали использовали планктобатометр Руттнера объемом 2 л, на лitorальных станциях применяли процеживание 50 л воды через планктонную сеть (диаметр ячей 0,064 мм). Пробы концентрировались до 100 мм^3 и фиксировались 4 % формалином. Камеральная обработка проводилась согласно общепринятым методикам гидробиологического мониторинга [12], [18]. Зоопланктон оценивался по видовому составу, численности (N), биомассе (B), индексу Шеннона, рассчитанному по численности (H_N), индексу доминирования Бергера – Паркера ($I_{B/P}$), трофический статус водоема приводится по шкале трофности С. П. Китаева [9]. При определении планктонных ракообразных и коловраток использовался ряд руководств [15], [22].

Материал по ихтиофауне собран из сетевых уловов (сети с ячейей 15–60 мм). Обработку ихтиологических проб проводили по общепринятым методикам [6], [17], [19]. Рыб измеряли, взвешивали, устанавливали пол, степень зрелости половых гонад. Возраст рыб определяли по чешуе, жаберным крышкам и отолитам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам наших наблюдений в составе зоопланктона исследованного района Ладожского озера было отмечено 39 таксонов коловраток и ракообразных: *Rotifera* – 12, *Copepoda* – 10 (в том числе *Calaniformes* – 4, *Cyclopiformes* – 6), *Cladocera* – 17 (табл. 1).

Таксономический состав типичен для фауны водоемов Европейского Севера [11]. В число массовых видов ракообразных входят широко распространенные в карельских водоемах представители эвритермного и умеренно тепловодного комплексов: *Heterocope appendiculata*, *Eudiaptomus gracilis*, *Mesocyclops leuckarti*,

Thermocyclops oithonoides, *Daphnia cristata*, *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*. Из элементов зоны смешанных лесов отмечены *Diaphanosoma brachyurum* и *Bosmina coregoni*. Холодноводный стенотермный реликт морского происхождения *Limnocalanus macrurus*, обычный для открытой части Ладожского озера, занимает субдоминирующую положение и не играет заметной роли в образовании общей биомассы.

К числу доминирующих видов коловраток *Rotifera* относятся *Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, которые являются типичными представителями ротаторного северного планктонного комплекса.

В июне 2016 года основа биомассы зоопланктона в пелагиали создается коловратками (50 %), главным образом крупной *A. priodonta* (табл. 2). На долю ракообразных *Cladocera* и *Copepoda* приходится 13 и 37 % соответственно. По численности доминирование коловраток возрастает до 67 %, мелкие циклопиды *Mesocyclops* и *Thermocyclops*, представленные главным образом в этот период науплиальными и младшими копеподитными стадиями, занимают субдоминирующую положение (до 20 %). В лitorальной зоне количественные показатели зоопланктона существенно выше, чем в центральной части залива, что может быть связано как с более ранними сроками прогревания воды, так и наличием большего числа экологических ниш. За счет развития фитофильных и придонно-бентических видов (*Syda crystallina*, *Polypheustes pediculus*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Macrocylops albidus*, *Megacyclops viridis*) доля ракообразных в общей численности и биомассе зоопланктона возрастает до 70 и 75 % соответственно.

В осенний период (октябрь) в пелагиали численность мелких циклопов *Mesocyclops* и *Thermocyclops*, являющихся обычными компонентами летнего планктона, снижается, и их место занимает более холодалюбивый вид *Eudiaptomus gracilis* (до 37 % от общей биомассы). Доля коловраток в образовании численности и биомассы зоопланктона также уменьшается и составляет 26 %.

Несмотря на выпадение из планктонного комплекса теплолюбивых форм, в пелагиали сохраняются высокие количественные показатели зоопланктона за счет взрослых и эфиопиальных самок кладоцер (*Holopedium gibberum*, *Daphnia*, *Bosmina*) и сохранения достаточно высокой численности крупных видов коловраток (*Asplanchna*) и веслоногих (*Eudiaptomus*) (табл. 3).

В лitorальной зоне в осенний период также сохраняются достаточно высокие количественные показатели зоопланктона. Основа биомассы (61 %) создается ветвиустыми ракообразными (виды родов *Daphnia*, *Bosmina*, *Ch. sphaericus*), на долю циклопид и каланид приходится 10 и 14 % соответственно.

Видовой состав и встречаемость видов зоопланктона

Таблица 1

Таксон	03–06.06.2016	07–11.10.2016
Тип Rotifera Коловратки		
Класс Eurotatoria (De Ridder, 1957)		
<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson, 1925)	+	++
<i>P. euryptera</i> (Wierzejski, 1891)	+	
<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof, 1891)	++	++
<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse, 1850)	+++	+++
<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+
<i>E. triquetra</i> (Ehrenberg, 1838)	+	+
<i>Brachionus angularis</i> (Gosse, 1851)	++	+
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	++	++
<i>K. quadrata</i> (Muller, 1786)	+	+
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	+++	+++
<i>Conochilus unicornis</i> (Rousselet, 1892)	+	+
<i>Filinia longisetosa</i> (Ehrenberg, 1834)	+	
Тип Arthropoda		
Класс Maxillopoda (Edwards, 1840)		
Подкласс Copepoda (Edwards, 1840)		
Отряд Calaniformes (Dussart, Defaye, 2002)		
<i>Limnocalanus macrurus</i> (Sars, 1892)	+	+
<i>Eurytemora lacustris</i> (Poppe, 1887)	+	+++
<i>Heterocope appendiculata</i> (Sars, 1863)	++	++
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars, 1863)	+++	+++
Отряд Cyclopiformes (Burmeister, 1834)		
<i>Macrocylops albidus</i> (Jurine, 1820)	+	
<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars, 1863)	+++	+++
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	+++	+++
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	+	
<i>Cyclops strenuus strenuus</i> (Fischer, 1851)	+	+
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+	+
Класс Branchiopoda (Latreille, 1816)		
Надотряд Cladocera		
<i>Syda crystallina</i> (O. F. Muller, 1776)	++	+
<i>Limnosa frontosa</i> (Sars, 1862)	+	+
<i>Holopedium gibberum</i> (Zaddach, 1855)	+	++
<i>Daphnia cristata</i> (Sars, 1862)	+++	+++
<i>D. longispina</i> (O. F. Muller, 1785)	++	+
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O. F. Muller, 1785)		
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin, 1848)	+	
<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Muller, 1785)	+++	+++
<i>Acroporus harpae</i> (Baird, 1834)	+	+
<i>Pleuroxus truncatus</i> (O. F. Muller, 1785)	+	+
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O. F. Muller, 1776)	+	
<i>Eurycerus lamellatus</i> (O. F. Muller, 1776)	+	+
<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O. F. Muller, 1785)	+++	+++
<i>B. (Eubosmina) coregoni</i> (Baird, 1857)	+++	+++
<i>B. (Eubosmina) longispina</i> (Leydig, 1860)	+	
<i>Polypheus pediculus</i> (Linne, 1761)	+	
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	+	

Примечание. Встречаемость: +++ – вид широко распространен (> 50 % проб); ++ – вид обычен (25–50 % проб); + – вид редок (< 25 % проб).

Сравнение полученных результатов с данными мониторинговых исследований 1992–1998 годов, проводимых в северном районе Ладожского озера [11], показывает значительное сходство в видовом составе, соотношении групп и показа-

телях количественного развития зоопланктона в летний период. Так, в июне отмечается значительное развитие коловраток, которые доминируют по численности (60–80 %) и создают значительную долю биомассы (до 40–65 %) главным

Средние количественные показатели зоопланктона в июне 2016 года

Таблица 2

Группы	Пелагиаль				Литораль			
	N	%	B	%	N	%	B	%
Rotifera	6,24	67	0,150	50	11,98	30	0,400	25
Cladocera	0,59	6	0,039	13	7,21	18	0,549	35
Cyclopiformes	1,45	15	0,030	10	19,40	48	0,571	36
Calaniformes	0,36	4	0,078	26	0,58	1	0,052	3
Nauplii	0,72	8	0,002	1	1,25	3	0,002	1
Всего	9,36	100	0,299	100	40,42	100	1,574	100

Средние количественные показатели зоопланктона в октябре 2016 года

Таблица 3

Группы	Пелагиаль				Литораль			
	N	%	B	%	N	%	B	%
Rotifera	9,45	23	0,296	26	2,53	7	0,256	14
Cladocera	6,15	15	0,249	22	20,0	58	1,102	61
Cyclopiformes	9,12	23	0,151	13	8,4	24	0,178	10
Calaniformes	10,38	26	0,424	37	3,2	9	0,262	14
Nauplii	5,19	13	0,017	2	0,64	2	0,003	1
Всего	40,29	100	1,137	100	34,8	100	1,801	100

образом за счет *A. priodonta*. Из кладоцер к ценообразующим видам относятся *D. cristata* и виды р. *Bosmina*. В пелагиали возрастает роль *Eudiaptomus* и *Limnocalanus*. Для зоны прибрежья характерной чертой является значительная вариабельность численности и биомассы, что связано с типом формаций высшей водной растительности и степенью ее развития, наличием загрязняющих стоков и защищенностью от ветрового и волнового воздействия.

В табл. 4 приводятся показатели развития зоопланктона и ряд индексов, характеризующих видовую структуру сообщества. Показатели обилия и видового разнообразия зоопланктона тесно связаны с особенностями температурного режима водоема. Как известно, мелководные участки быстрее прогреваются в раннелетний период и, соответственно, осенью быстрее остывают. По нашим данным, разница температур составляла 4–5 °C между зоной литорали и эпилимнионом

более глубоких районов. Таким образом, в июне более благоприятные условия для развития зоопланктона складываются в литоральной зоне. В осенний период, несмотря на общее понижение температуры воды, сохраняются высокие количественные показатели планктонной фауны, что в условиях умеренных широт часто является признаком дополнительного поступления биогенов в водоем.

Различия в условиях обитания проявляются и в соотношениях показателей обилия систематических групп зоопланктона в обоих биотопах. В литоральной зоне по численности отмечается преобладание ветвистоусых ракообразных над веслоногими, в пелагической части соотношение меняется в сторону доминирования веслоногих ракообразных (показатель *Nclad/Ncop*). В озерной части в группе копепод по биомассе доминируют крупные каланиды *Eudiaptomus*, *Eurytemora* и *Limnocalanus*, которые являются ценными в пи-

Структурные показатели сообщества зоопланктона

Таблица 4

Показатель	Июнь 2016 года		Октябрь 2016 года	
	Пелагиаль	Литораль	Пелагиаль	Литораль
Число видов в пробе Snр.	13,9 ± 3,31	15,6 ± 3,25	17,6 ± 1,36	13,2 ± 2,25
Индекс Шеннона (<i>H_N</i>), бит/экз.	1,84 ± 0,23	1,98 ± 0,42	2,43 ± 0,08	1,78 ± 0,26
Индекс Бергера – Паркера	0,45 ± 0,09	0,36 ± 0,08	0,18 ± 0,02	0,38 ± 0,08
Средняя численность, тыс. экз./м ³ (min-max)	9,36 (5,36–19,1)	40,43 (19,5–129,7)	40,30 (15,83–64,8)	34,8 (17,2–62,9)
Средняя биомасса, г/м ³ (min-max)	0,299 (0,132–0,572)	1,574 (0,570–3,090)	1,14 (0,373–1,853)	1,80 (0,552–3,502)
Bcycl/Bcal	0,64	11,0	0,36	0,68
Nclad/Ncop	0,23	2,94	0,25	1,63
Bcrus/Brot	0,99	2,94	2,84	6,03

щевом отношении объектами (показатель B_{cycl}/B_{cal}).

Ихтиофауна Ладожского озера представлена 44 видами, принадлежащими к 16 семействам [10]. Первостепенное промысловое значение имеют такие виды, как сиг, ряпушка, корюшка, окунь, плотва, судак, лещ, щука, ерш, налим. Анализ промысловой статистики показывает, что в водоеме наблюдаются периодические колебания величин уловов, что связано как с изменением состояния запасов промысловых видов, так и с производственной базой рыбодобывающих организаций и долговременными колебаниями производственного потенциала Ладожского озера. Запасы мелкочастиковых рыб (плотва, окунь, ерш и др.) находятся в удовлетворительном состоянии, но используются не полностью. В среднем промышленный вылов для всего озера за последние 5 лет составил 2–3 тыс. т, средний ежегодный вылов в карельской части – 550 т (колебания от 118 т в 2014 году до 1345 т в 2010 году) (рис. 1).

Ряпушка *Coregonus albula* в Ладожском озере распространена по всему озеру и представлена двумя формами (мелкая форма и крупная – рипус). В водоеме имеются локальные стада ряпушки, каждое из которых характеризуется принадлежностью к определенному району. В карельской части водоема выделяются три отдельные популяции: шхерная, мантсинсарская и восточная.

Анализ данных вылова шхерной популяции ряпушки (2016 год) показал, что в уловах доминировали рыбы на третьем – четвертом году жизни (около 70 %). Предельный возраст рыб составлял 10+. Половозрелой ряпушке становится на втором году жизни при достижении длины тела 10–14 см (в среднем 12 см) и массы 9–17 г (в среднем 12 г). По показателям линейно-весового роста ряпушка шхерной популяции занимает промежуточное положение среди трех стад Северной Ладоги (рис. 2). В целом среднегодовой вылов ряпушки в карельской части озера составляет 90 т.

Ряпушка по типу питания является типичным планктофагом [21]. Основу летнего и осеннего питания на втором и третьем году жизни ряпушки составляли веслоногие ракообразные, из которых в желудках преобладают *Eudiaptomus gracilis*, *Eurytemora lacustris*, *Limnocalanus macrurus*, *Mesocyclops leuckartii*, *Thermocyclops oithonoides*. Доля ветвистоусых ракообразных колеблется в пределах 10–20 %, в небольших количествах встречаются коловратки и прочие организмы (рис. 3). Индексы наполнения желудков невысокие.

ВЫВОДЫ

Полученные данные подтверждают выводы ряда авторов о высоком уровне развития зоопланктона шхерного района северной части Ладожского озера [5], [11].

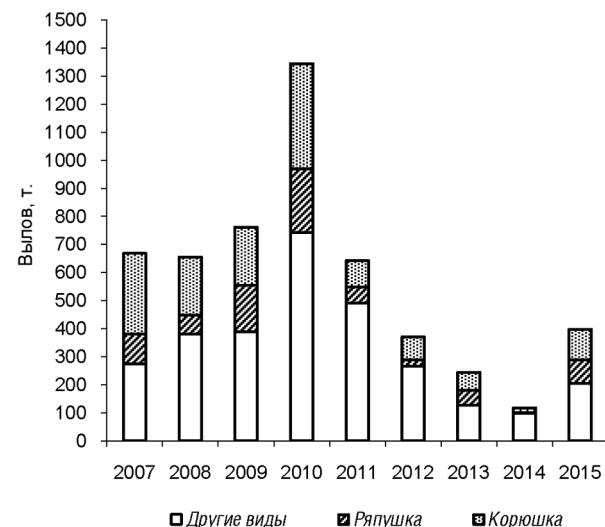


Рис. 1. Промышленный вылов рыбы (т) в карельской части Ладожского озера

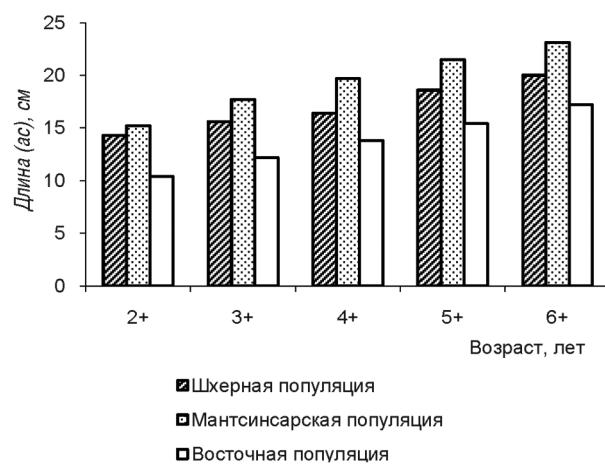


Рис. 2. Линейный рост ряпушки Ладожского озера (шхерная популяция – наши данные, мантсинсарская и восточная – по [8])

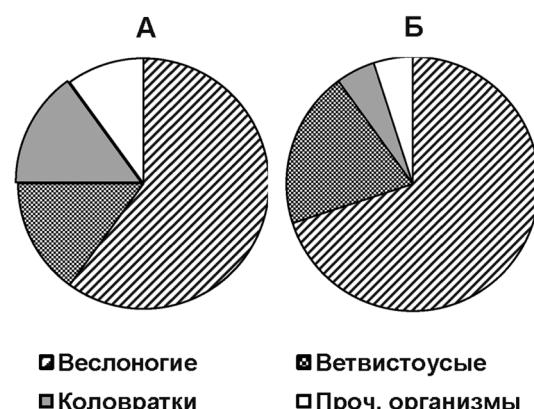


Рис. 3. Питание ряпушки северной части Ладожского озера: А – лето, Б – осень

В зоне зарослевой литорали наибольшее значение в составе зоопланктона имеют эвритермные виды тепловодного комплекса (*S. crystallina*, *P. pediculus*, *C. quadrangula*, *M. albidus*, *M. viridis*). В пелагиали распространение этого комплекса заметно слабее и в основном приурочено к эпи- и металимниону. Наряду с круглогодичными эвритермными видами (*D. cristata*, *E. gracilis*, *C. strenuus* и др.) летом большой численности здесь достигают многие сезонные умеренно-тепловодные виды (*H. gibberum*, *B. coregoni kessleri*, *B. longirostris*, *D. longispina*).

По величине количественных характеристик планктонной фауны в раннелетний и осенний периоды 2016 года исследуемый район Ладожского озера можно отнести к α -мезотрофному типу [9]. Средние индексы сапробности составили 1,68 в июне и 1,76 в октябре, что

соответствует классу β -мезосапробных водных объектов (умеренно загрязненные природные воды).

В целом основа общей биомассы зоопланктона (60–75 %) создается за счет крупных форм ветвистоусых и веслоногих ракообразных, ценных в пищевом отношении. Таким образом, кормовые условия для роста личинок и молоди, а также на гула взрослых особей рыб-планктофагов можно оценить как благоприятные. Большинство перечисленных кормовых объектов относятся к эвритермным видам и присутствуют в планктоне на протяжении всего периода открытой воды. В рационе ряпушки Ладожского озера ведущую роль играют веслоногие и ветвистоусые ракообразные, их соотношение в пищевом спектре зависит от сезона года и определяется температурным режимом водоема.

* Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания № 0221-2014-0005, программы Президиума РАН № 21 «Биоразнообразие природных систем. Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» (проект № 0221-2015-0003).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов А. Ф., Богуцкая Н. Г., Орлова М. И. и др. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: Товарищество науч. изданий КМК, 2004. 436 с.
2. Алимов А. Ф., Бульон В. В., Голубков С. М. Динамика структурно-функциональной организации экосистем континентальных водоемов // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами: Сборник научных статей. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. С. 241–253.
3. Андроникова И. Н. Зоопланктон как индикатор эколого-токсикологического состояния районов загрязнений прибрежной зоны Ладожского озера // Тез. докл. 2-й Всесоюз. конф. по рыбохозяйственной токсикологии. СПб., 1991. Т. 1. С. 17–18.
4. Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных тропических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
5. Андроникова И. Н., Распопов И. М. Литоральный зоопланктон доминирующих сообществ макрофитов в Ладожском озере // Ладожское озеро. Мониторинг, исследование современного состояния и проблемы управления Ладожским озером и другими большими озерами / Под ред. Н. Н. Филатова. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2000. С. 207–215.
6. Дебуадзе Ю. Ю., Чернова О. Ф. Чешуя костистых рыб как диагностическая и регистрирующая структура. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 315 с.
7. Драбкова В. Г., Вильяне М. Современное состояние экосистемы Ладожского озера и тенденции его изменения // Ладожское озеро. Мониторинг, исследование современного состояния и проблемы управления Ладожским озером и другими большими озерами / Под ред. Н. Н. Филатова. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2000. С. 8–17.
8. Дятлов М. А. Рыбы Ладожского озера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2002. 281 с.
9. Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 390 с.
10. Кудерский Л. А. Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным наукам. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. 526 с. (Сб. науч. тр. ФГНУ «ГосНИОРХ». Вып. 342. Т. 3.)
11. Куликова Т. П., Власова Л. И. Зоопланктон северного шхерного района Ладоги (мониторинговые исследования 1992–1998 гг.) // Ладожское озеро. Мониторинг, исследование современного состояния и проблемы управления Ладожским озером и другими большими озерами / Под ред. Н. Н. Филатова. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2000. С. 207–215.
12. Кучко Я. А., Ильмас Н. В., Кучко Т. Ю. Методы сбора и обработки проб зоопланктона на пресноводных водоемах: Учеб. пособие. Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2016. 26 с.
13. Мартынова Н. Н., Лозовик П. А. Северный район Ладожского озера и его притоки. Химический состав воды притоков // Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С. 64–77.
14. Озера Карелии: Справочник. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 464 с.
15. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / Под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолихина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.
16. Павлов Д. С., Стригина Б. Р. Биологические ресурсы России и основные направления фундаментальных исследований // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами: Сб. науч. ст. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. С. 4–20.
17. Прядин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
18. Практическая гидробиология. Пресноводные экосистемы / Под ред. В. Д. Федорова, В. И. Капкова. М.: ПИМ, 2006. 367 с.
19. Решетников Ю. С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 301 с.
20. Стерлигова О. П., Павлов В. Н., Ильмас Н. В. и др. Экосистема Сямозера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2002. 120 с.
21. Стерлигова О. П., Ильмас Н. В., Савосин Д. С. Круглоротые и рыбы пресных вод Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2016. 224 с.

22. Radwan S., Bielanska - Grajner I., Ejsmont - Karabin J. Wrotki (Rotifera) / S. Radwan (red.). Lodz: Oficina Wydawnicza Tercja, 2004. 447 p.

Kuchko Ya. A., Institute of Biology, Karelian Research Centre of RAS (Petrozavodsk, Russian Federation)

Il'mast N. V., Institute of Biology, Karelian Research Centre of RAS, Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

Kuchko T. Yu., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

Milyanchuk N. P., Institute of Biology, Karelian Research Centre of RAS (Petrozavodsk, Russian Federation)

ZOOPLANKTON AS A FOOD BASE OF EUROPEAN VENDACE FOUND IN THE SKERRY PARTS OF THE NORTHERN LADOGA LAKE

Multiple research data on the current state of zooplankton found in the northern skerry area of the Lake Ladoga are presented. It is shown that eurythermic warm water species' complex consisting of zooplankton found in the littoral zone of the lake is of great value. Along with the year-round eurythermic species, seasonal warm-water species reach high numerical strength in the pelagic zone of the lake. By quantitative indicators of zooplankton the study area of the Lake Ladoga can be referred to α -mesotrophic type. Nutrition circumstances for the growth of larvae, fry, and adult vendace can be assessed as favourable. The leading role in the diet of vendace was played by Copepods and Cladocera. Their ratio in the food spectrum depends on the season and is determined by the temperature regime of the water body.

Key words: zooplankton, species composition, abundance, biomass, fish fauna, European vendace, Lake Ladoga

REFERENCES

1. Alimov A. F., Bogutskaya N. G., Orlova M. I. i dr. *Biologicheskie invazii v vodnykh i nazemnykh ekosistemakh* [Biological invasions in water and land ecosystems]. Moscow, 2004. 436 p.
2. Alimov A. F., Bul'yon V. V., Golubkov S. M. Dynamics of the structurally functional organization of ecosystems of continental reservoirs [Dinamika strukturno-funktional'noy organizatsii ekosistem kontinental'nykh vodoemov]. *Fundamental'nye osnovy upravleniya biologicheskimi resursami: Sbornik nauchnykh statey*. Moscow, 2005. P. 241–253.
3. Andronikova I. N. Zooplankton as an indicator of an ekologo-toxicological condition of areas of pollution of a coastal zone of Lake Ladoga [Zooplankton kak indikator ekologo-toksikologicheskogo sostoyaniya rayonov zagryazneniy pribrezhnoy zony Ladozhskogo ozera]. *Tez. dokl. 2-y Vsesoyuz. konf. po rybokhozyaystvennoy toksikologii*. St. Petersburg, 1991. Vol. 1. P. 17–18.
4. Andronikova I. N. *Strukturno-funktional'naya organizatsiya zooplanktona ozernykh ekosistem raznykh tropicheskikh tipov* [Structurally functional organization of zooplankton of lake ecosystems of different tropical types]. St. Petersburg, 1996. 189 p.
5. Andronikova I. N., Raspopov I. M. Littoral zooplankton of the dominating communities of makrofitov in Lake Ladoga [Litoral'nyy zooplankton dominiruyushchikh soobshchestv makrofitov v Ladozhskom ozere]. *Ladozhskoe ozero. Monitoring, issledovanie sovremennoego sostoyaniya i problemy upravleniya Ladozhskim ozerom i drugimi bol'shimi ozerami*. Petrozavodsk, 2000. P. 207–215.
6. Dgebuadze Yu. Yu., Chernova O. F. *Cheshuya kostistykh ryb kak diagnosticheskaya i registriruyushchaya struktura* [Scales of bony fishes as the diagnostic and registering structure]. Moscow, 2009. 315 p.
7. Drabkova V. G., Vil'yanen M. Current status of an ecosystem of Lake Ladoga and tendency of his change. [Sovremennoe sostoyanie ekosistemy Ladozhskogo ozera i tendentsii ego izmeneniya]. *Ladozhskoe ozero. Monitoring, issledovanie sovremennoego sostoyaniya i problemy upravleniya Ladozhskim ozerom i drugimi bol'shimi ozerami*. Petrozavodsk, 2000. P. 8–17.
8. Dyatlov M. A. *Ryby Ladozhskogo ozera* [Fishes of Lake Ladoga]. Petrozavodsk, 2002. 281 p.
9. Kitayev S. P. *Osnovy limnologii dlya gidrobiologov i ikhtiologov* [Fundamentals of limnology for hydrobiologists and ichthyologists]. Petrozavodsk, 2007. 390 p.
10. Kuderskiy L. A. *Issledovaniya po ikhtiologii, rybnomu khozyaystvu i smezhnym naukam* [Researches on ichthyology, fishery and interdisciplinary sciences]. Moscow, St. Petersburg, 2013. 526 p.
11. Kulikova T. P., Vlasova L. I. Zooplankton of the northern shkherny region of Lake Ladoga (monitoring researches of 1992–1998) [Zooplankton severnogo shkhernogo rayona Ladogi (monitoringoye issledovaniya 1992–1998 gg.)]. *Ladozhskoe ozero. Monitoring, issledovanie sovremennoego sostoyaniya i problemy upravleniya Ladozhskim ozerom i drugimi bol'shimi ozerami*. Petrozavodsk, 2000. P. 207–215.
12. Kuchko Ya. A., Il'mast N. V., Kuchko T. Yu. *Metody sbora i obrabotki prob zooplanktona na presnovodnykh vodoemakh: Uchebnoe posobie* [Methods of collecting and processing of samples of zooplankton in fresh-water reservoirs. Work-book]. Petrozavodsk, 2016. 26 p.
13. Martynova N. N., Lozovik P. A. Northern region of Lake Ladoga and its inflows. Chemical composition of water of inflows [Severnyy rayon Ladozhskogo ozera i ego pritoki. Khimicheskiy sostav vody pritokov]. *Sostoyanie vodnykh ob'ektov Respubliki Kareliya. Po rezul'tatam monitoringa 1998–2006 gg.* Petrozavodsk, 2007. P. 64–77.
14. Ozera Karelii: Spravochnik [Lakes of Karelia. Reference book]. Petrozavodsk, 2013. 464 p.
15. Opredelitel' zooplanktona i zoobenthosa presnykh vod Evropeyskoy Rossii. T. 1. Zooplankton [Identification guide of zooplankton and zoobenthos of fresh waters of the European Russia. Vol. 1. Zooplankton]. Moscow, 2010. 495 p.
16. Pavlov D. S., Striganova B. R. Biological resources of Russia and main directions of basic researches [Biologicheskie resursy Rossii i osnovnye napravleniya fundamental'nykh issledovaniy]. *Fundamental'nye osnovy upravleniya biologicheskimi resursami: Sbornik nauchnykh statey*. Moscow, 2005. P. 4–20.
17. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [Guideline for studying of fishes]. Moscow, 1966. 376 p.
18. Prakticheskaya gidrobiologiya. Presnovodnye ekosistemy [Practical hydrobiology. Fresh-water ecosystems]. Moscow, 2006. 367 p.
19. Reshetnikov Yu. S. *Ekologiya i sistematika sigovykh ryb* [Ecology and systematization of whitefishes]. Moscow, 1980. 301 p.
20. Sterligova O. P., Pavlov V. N., Il'mast N. V. i dr. *Ekosistema Syamozero* [Ecosystem of Lake Syamozero]. Petrozavodsk, 2002. 120 p.
21. Sterligova O. P., Il'mast N. V., Savosin D. S. *Kruglorotye i ryby presnykh vod Karelii* [Cyclostomatous and fishes of fresh waters of Karelia]. Petrozavodsk, 2016. 224 p.
22. Radwan S., Bielanska - Grajner I., Ejsmont - Karabin J. Wrotki (Rotifera) / S. Radwan (red.). Lodz: Oficina Wydawnicza Tercja, 2004. 447 p.