



УДК 574.583; 592

ЗООПЛАНКТОН ВЕРХНЕГО РЕЧНОГО УЧАСТКА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Обедиентова Елизавета Сергеевна, магистрант кафедры экологии
ИББМ ННГУ им. Н.И. Лобачевского
603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23

Жихарев Вячеслав Сергеевич, ассистент кафедры экологии
ИББМ ННГУ им. Н.И. Лобачевского
603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23

Гаврилко Дмитрий Евгеньевич, к.б.н., преподаватель кафедры экологии
ИББМ ННГУ им. Н.И. Лобачевского
603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23

Шурганова Галина Васильевна, д.б.н., профессор кафедры экологии
ИББМ ННГУ им. Н.И. Лобачевского
603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23

*Работа выполнена при поддержке Русского географического общества в рамках гранта
«Экспедиция Плавающий университет Волжского бассейна» (договор №17/2021-Р)*

Аннотация. В работе проведен анализ современного состояния зоопланктона верхней части Куйбышевского водохранилища. Было идентифицировано 64 таксона, которые являются в большинстве своем типичными для европейской части России. Кроме того, обнаружены как трансконтинентальные виды-вселенцы, так и представители понто-каспийской фауны. Анализ видовой структуры зоопланктона исследованного участка показал трансформацию комплекса доминирующих видов от простого, состоящего только из науплиальных и копепоидных стадий веслоногих ракообразных, до сложного, состоящего из представителей всех трех таксономических групп зоопланктона. Установлено, что в результате прохождения водных масс через Чебоксарский гидроузел происходит сильное количественное и качественное изменение зоопланктона, которое связано с высокой смертностью рачкового зоопланктона.

Ключевые слова: зоопланктон, Куйбышевское водохранилище, таксономическое богатство, смертность зоопланктона, обеднение фауны.

Зоопланктон – важный компонент водных экосистем, который служит основным источником пищи для многих планктоноядных рыб. Организмы зоопланктона способны демонстрировать быстрый отклик на изменяющиеся условия окружающей среды [1, 2]. Глобальное изменение климата, массовое вселение тропических видов в экосистемы

умеренных широт, усиливающийся антропогенный пресс, эвтрофирование и загрязнение вод – факторы, под действием которых, происходит перестройка гидробиоценозов. Прогноз последствий таких процессов возможен только при анализе многолетних данных. Таким образом, современные мониторинговые наблюдения являются важной частью гидроэкологических исследований.

Кроме хищничества, смертность зоопланктона связана со старением, стрессом, изменением окружающей среды, пищевыми ресурсами, болезнями и паразитизмом. Такая смертность зоопланктона называется «не связанной с хищничеством» [3, 4]. Ввиду особенностей жизнедеятельности и окраски красителями, среди организмов зоопланктона наиболее подходящими группами для оценки не связанной с хищничеством смертности являются ветвистоусые (Cladocera) и веслоногие (Copepoda) ракообразные.

Цель исследования – анализ современного состояния зоопланктона верхней части Куйбышевского водохранилища, а также оценка не связанной с хищничеством смертности рачкового зоопланктона при его прохождении с водными массами через Чебоксарский гидроузел.

Исследования проводились в июле 2021 г. на участке от Чебоксарского гидроузла до г. Болгар. Пробы зоопланктона собирали планктонной сетью (ячей 70 мкм) тотальными ловами от дна до поверхности. С целью дифференциации живых и мертвых особей сразу после отбора, пробы окрашивали анилиновым голубым красителем [5-8]. После окрашивания пробы промывали и фиксировали 4%-ным раствором формалина. В качестве показателя не связанной с хищничеством смертности использовали долю численности или биомассы мертвых особей от общей численности или биомассы живых (окрашенных) и мертвых (не окрашенных) рачков, выраженную в процентах [9, 10].

В ходе работы в зоопланктоне верхнего речного участка Куйбышевского водохранилища было идентифицировано 64 таксона, относящихся к трём систематическим группам (Rotifera, Cladocera, Copepoda). Коловраткам принадлежало 27 (42%) от общего числа видов, ветвистоусым ракообразным – 26 (41%) и веслоногим ракообразным – 11 (17%). Большая часть видов являлись космополитами. Анализ экологических групп идентифицированных видов зоопланктона показал, что в целом в фауне зоопланктона верхней речной части Куйбышевского водохранилища чаще других встречались эупланктонные виды.

В составе зоопланктона исследованного участка водохранилища были идентифицированы два трансконтинентальных вида-вселенца из Северной Америки – коловратка *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) и веслоногий рачок *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1892). Кроме того, обнаружены представители понто-каспийской фауны – веслоногие рачки *Eurytemora caspica* (Sukhikh & Alekseev, 2013) и *Heterocope caspia* (Sars G.O., 1897).

Наибольшая численность зоопланктона была отмечена на участке от Камского устья до г. Болгар (табл. 1) и составляла $66,4 \pm 36,8$ тыс. экз./м³. Наиболее низкая – на участке от г. Казань до Камского устья – $49,4 \pm 8,4$ тыс. экз./м³ (табл. 1). Наибольшие значения биомассы зоопланктона, напротив, были зафиксированы на участке от г. Казань до Камского устья, что было связано с массовым развитием двух видов рода *Daphnia* (Müller, 1785) имеющих крупные размеры. Наименьшие показатели биомассы наблюдались на участке от Камского устья до г. Болгар, что связано с массовым развитием некоторых видов коловраток, характеризующихся небольшими значениями индивидуальной массы (табл. 1).

Численность и биомасса коловраток увеличивались с продвижением вниз по течению к озерной части водохранилища (от $2,5 \pm 1,1$ до $26,1 \pm 17,4$ тыс. экз./м³ и от $0,0042 \pm 0,0017$ до $0,0347 \pm 0,0243$ г/м³, соответственно) (табл. 1). При этом количественное развитие веслоногих и ветвистоусых ракообразных на участке от Чебоксарского гидроузла до Камского устья было в 1,5-10 раз выше, чем на участке от Камского устья до г. Болгар. По всей видимости, это связано с сильным влиянием вод р. Кама, в которых в этот период доминировали коловратки.

Численность (*N*), биомасса (*B*), таксономическое богатство (*S*) и доминирующие виды зоопланктона разных участков верхней речной части Куйбышевского водохранилища

Показатель		Участок водохранилища верхней речной части Куйбышевского водохранилища		
		Чебоксарский гидроузел – г. Казань	г. Казань – Камское устье	Камское устье – г. Болгар
<i>N</i> , тыс. экз./м ³	Rotifera	2,49±1,14	6,36±3,76	26,05±17,38
	Cladocera	9,04±1,40	16,97±7,12	3,02±2,56
	Copepoda	38,95±3,73	26,03±5,28	37,35±16,91
	total	50,48±5,83	49,36±8,35	66,42±36,84
<i>B</i> , г/м ³	Rotifera	0,0042±0,0017	0,0084±0,0053	0,0347±0,0243
	Cladocera	1,18 ±0,20	1,74±0,79	0,15±0,07
	Copepoda	0,29±0,06	0,12±0,04	0,17±0,08
	total	1,48±0,17	1,87±0,82	0,35±0,12
<i>S</i>	Rotifera	18	14	23
	Cladocera	20	14	14
	Copepoda	9	4	6
	total	47	32	43
Доминирующие таксоны		Copepodit Juv. (34%) Nauplii Copepoda (33%)	Nauplii Copepoda (25%) Copepodit Juv. (22%) <i>Daphnia galeata</i> (18%) <i>Daphnia cucullata</i> (11%)	Nauplii Copepoda (35%) Copepodit Juv. (19%) <i>Keratella quadrata</i> (12%) <i>Euchlanis dilatata</i> (11%) <i>Brachionus diversicornis</i> (11%)

Максимальное таксономическое богатство выявлено на участке от Чебоксарского гидроузла до г. Казань, что связано, возможно, с большим количеством притоков, которые несут несвойственные для водохранилищ таксоны. На этом участке комплекс доминирующих видов был максимально простой и состоял из науплиальных и копеподитных стадий веслоногих ракообразных, суммарная доля которых от общей численности зоопланктона составляла 67% (табл. 1). По мере продвижения к озерной части водохранилища комплекс доминирующих видов усложнялся: в него начали входить сначала представители ветвистоусых ракообразных, а затем и коловратки (табл. 1).

Численность зоопланктона на участке ниже Чебоксарского гидроузла была почти в 1,5 раза ниже чем на участке выше Чебоксарского гидроузла (табл. 2). За счет смертности преимущественно ракообразных, которые в большей степени формируют общую биомассу, на участке ниже Чебоксарского гидроузла биомасса зоопланктона была более чем в 2,5 раза ниже, чем на участке выше гидроузла (табл. 2).

Аналогичная картина прослеживалась и при анализе таксономического богатства. Таким образом, в результате прохождения водных масс через Чебоксарский гидроузел происходило сильное как количественное, так и качественное обеднение зоопланктона. Анализ количества мертвых особей рачкового зоопланктона показал, что их численность на участке ниже Чебоксарского гидроузла увеличивалась более чем в 13 раз, биомассы – более чем в 60 раз (табл. 2).

Численность (*N*), биомасса (*B*), таксономическое богатство (*S*) и показатели смертности рачкового зоопланктона на участке выше и ниже Чебоксарского гидроузла

Показатели		Выше плотины Чебоксарской ГЭС	Ниже плотины Чебоксарской ГЭС
<i>N</i> , тыс. экз./м ³	Rotifera	2,37±0,05	0,67±0,25
	Cladocera	14,11±2,12	7,03±1,89
	Copepoda	43,06±3,93	34,91±4,07
	total	59,54±6,01	42,61±6,21
<i>B</i> , г/м ³	Rotifera	0,0044±0,00004	0,0148±0,00049
	Cladocera	2,78±1,36	1,14±0,28
	Copepoda	1,18±0,36	0,36±0,11
	total	3,96±1,73	1,50±0,17
<i>S</i>	Rotifera	14	7
	Cladocera	16	15
	Copepoda	9	8
	total	39	30
<i>N_{mort.}</i> , экз./м ³		91,61±5,00	1207,80±499,26
<i>B_{mort.}</i> , мг/м ³		3,80±1,42	229,43±12,62
<i>N_{mort.}</i> × 100 / <i>N</i> , %		0,16±0,03	2,85±0,84
<i>B_{mort.}</i> × 100 / <i>B</i> , %		0,10±0,01	18,27±1,31

При этом доля мертвых особей в рачковом зоопланктоне также достаточно сильно изменилась (табл. 2). Так, доля мертвых особей в общей численности ракообразных увеличилась почти в 18 раз, а в общей биомассе ракообразных возросла почти в 183 раза! Таким образом, анализ количества мертвых особей рачкового зоопланктона показал, что уменьшение количественных показателей зоопланктона при его прохождении через Чебоксарский гидроузел определяется в значительной степени высокой смертностью рачкового зоопланктона.

Список литературы:

1. Ferdous Z., Muktadir A.K.M. A review: Potentiality of zooplankton as bioindicator // American Journal of Applied Sciences. – 2009. – Vol. 6. – № 10. – P. 1815-1819. – DOI: 10.3844/ajassp.2009.1815.1819.
2. Ejsmont-Karabin J. The usefulness of zooplankton as lake ecosystem indicators: Rotifer trophic state index // Polish Journal of Ecology. – 2012. – Vol. 60. – № 2. – P. 339-350.
3. Tang K.W., Gladyshev M.I., Dubovskaya O.P., Kirillin G., Grossart H.P. Zooplankton carcasses and non-predatory mortality in freshwater and inland sea environments // Journal of Plankton Research. – 2014. – Vol. 36. – № 3. – P. 596-612. – DOI: 10.1093/plankt/fbu014.
4. Elliott D.T., Tang K.W. Influence of carcass abundance on estimates of mortality and assessment of population dynamics in *Acartia tonsa* // Marine Ecology Progress Series. 2011. – Vol. 427. – DOI:10.3354/meps09063.
5. Дубовская О.П. Оценка количества мертвых особей рачкового зоопланктона в водоеме с помощью окрашивания проб анилиновым голубым: методические аспекты применения // Журнал Сибирского федерального университета. Серия биология. – 2008. – № 2. – С. 145-161.
6. Seepersad B., Crippen R.W. Use of aniline blue for dis-tinguishing between live and dead freshwater zooplankton // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. – 1978. – Vol. 35. № 10. – P. 1363-1366.
7. Dubovskaya O.P., Gladyshev M.I., Gubanov V.G., Makhutova O.N. Study of nonconsumptive mortality of Crustacean zooplankton in a Siberian reservoir using staining for live/dead sorting

and sediment traps // *Hydrobiologia*. – 2003. – Vol. 504. – P. 223-227. – DOI: 10.1023/B:HYDR.0000008522.88010.45.

8. Bickel S.L., Tang K.W., Grossart H.P. Use of aniline blue to distinguish live and dead crustacean zooplankton composition in freshwaters // *Freshwater biology*. – 2009. – Vol. 54. – № 5. – P. 971-981. – DOI: 10.1111/j.1365-2427.2008.02141.x.

9. Дубовская О.П. Вертикальное распределение живого и мертвого зоопланктона формирующегося Саяно-Шушенского водохранилища // *Гидробиологический журнал*. – 1987. – Т. 23. – № 6. – С. 84-88.

10. Дубовская О.П., Гладышев М.И., Губанов В.Г. Сезонная динамика численности живых и мертвых особей зоопланктона в небольшом пруду и некоторые варианты оценки смертности // *Журнал общей биологии*. – 1999. – Т. 60. – № 5. – С. 543-555.

ZOOPLANKTON OF THE UPPER RIVER SECTION OF THE KUIBYSHEVSK RESERVOIR

Elizabeth S. Obedientova, Vyacheslav S. Zhikharev,
Dmitry E. Gavrilko, Galina V. Shurganova

Abstract. The work analysed the current state of zooplankton in the upper part of the Kuibyshev reservoir. Sixty-four taxa were identified, most of which are typical for the European part of Russia. Both transcontinental invasive species and representatives of Ponto-Caspian fauna were found. Analysis of the species structure of zooplankton in the investigated area showed a transformation of the complex of dominant species from simple, consisting only of naupliar and copepodite stages of paddle-breasted crustaceans, to complex, consisting of representatives of all three taxonomic groups of zooplankton. It has been established that the passage of water masses through the Cheboksary hydroelectric power station results in strong both quantitative and qualitative zooplankton, which is connected with high mortality of crustacean zooplankton among other things.

Key words: zooplankton, Kuibyshev reservoir, taxonomic richness, zooplankton mortality, fauna depletion.