



Биолог. журн. Армении, 1 (66), 2014

ЗООПЛАНКТОН ДВУХ ТИПОВ МЕЛКОВОДИЙ ОЗ. СЕВАН, ОБРАЗОВАННЫХ ПРИ ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ ВОДЫ

А.О. АЙРАПЕТЯН*, А.В. КРЫЛОВ**, Б.К. ГАБРИЕЛЯН*

* Институт гидроэкологии и ихтиологии
Научного центра зоологии и гидроэкологии НАН РА
armmino@yandex.ru

**Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

Описан качественный и количественный состав зоопланктона на открытом и защищенном мелководьях оз. Севан, сформированных в результате повышения уровня воды. Выделена зона, характеризующаяся специфичными структурными показателями зоопланктона и развитием видов-индикаторов эвтрофных вод.

Озеро Севан – зоопланктон – уровень воды – литоральная зона

Նկարագրվել է Սևանա լճի ջրի մակարդակի բարձրացման պայմաններում ձևավորված բաց և պաշտպանված ջրածածկ տարածքների զոոպլանկտոնի քանակական և որակական կազմը: Առանձնացվել է զոոպլանկտոնի առանձնահատուկ կառուցվածքային ցուցանիշներով և էվտրոֆ ջրերի ինդիկատոր տեսակների զարգացմամբ բնութագրվող գոտին:

Սևանա լիճ – զոոպլանկտոն – ջրի մակարդակ – ափամերձ գոտի

Qualitative and quantitative composition of zooplankton in the open and protected shallows of Lake Sevan, formed as a result of rising water level, was described. The zone characterized by specific structural parameters of zooplankton and by development of indicators of eutrophic waters was allocated.

Lake Sevan – zooplankton – water level – littoral zone

С целью деэвтрофикации оз. Севан - самого крупного (~ 1262 км²) высокогорного (1900 м над уровнем моря) водоема Южного Кавказа - необходимо восстановить гипolimнион путем повышения уровня воды минимум на 6 м [4]. Согласно двум законам: 1. “Закон об озере Севан” (15.05.2001 г.); 2. “Закон об утверждении годовых и комплексных программ по восстановлению, охране, воспроизводству и использованию экосистемы озера Севан” (14.12.2001 г.) с 2002 г. уровень озера стал подниматься благодаря прекращению попусков в энергетических целях, поступлению вод р. Арпа через тоннель Арпа - Севан. В течение 10 лет уровень воды был повышен на 360.5 см [4].

Одной из сопутствующих проблем, возникающих в ходе подъема уровня воды, является проблема формирования сообществ на затопляемых территориях суши, где разложение почв и растительности может способствовать обогащению воды азотом, фосфором и различными компонентами органических веществ [2].

Но проведенные в 2007–2009 гг. исследования показали, что в водной толще над затопленными участками суши показатели качественного и количественного состава планктонных организмов (гетеротрофные нанофлагелляты и зоопланктон) лишь краткое время (в течение одного года) соответствуют водам, испытывающим значительную органическую нагрузку [5, 6]. Позже – в октябре 2012 г. – было отмечено, что структурная организация зоопланктона не указывает на эвтрофирование: по численности и биомассе преобладают веслоногие ракообразные за счет *Calaniformes*, а в числе доминантов отсутствуют виды-индикаторы высокотрофных вод [1]. По всей видимости, это определяется грамотно спланированным и постепенным повышением уровня воды, относительно бедным почвенным покровом затопляемых в пределах < 100 м участков суши, а также высокой степенью водообмена, благодаря ветровым течениям. Лишь отдельные участки литоральной зоны, где затоплены обширные (> 500 м) ранее увлажненные луга с богато развитой наземной растительностью, характеризовались обильным “цветением” воды [1]. Кроме того, среди затопленных участков по ряду показателей структурной организации зоопланктона осенью 2012 г. выделялся полуотшнурованный водоем, образовавшийся на месте построек жилого комплекса “Лаванда Сити” и остаточного после снижения уровня воды водоема (см. фото). Основу численности и биомассы зоопланктона здесь составляли ветвистоусые ракообразные, в видовом составе и в общей численности была самой высокой доля коловраток, причем за счет видов-индикаторов высокой степени органической нагрузки – коловраток рода *Brachionus* [1].



Фото. Защищенный затопленный участок мелководья в районе “Лаванда Сити” (фото Ю.В. Герасимова, ИБВВ РАН).

Цель работы изучить качественный состав и количественное развитие зоопланктона двух разнотипных затопленных участков – наиболее распространенного открытого мелководья и образовавшегося полуотшнурованного озеровидного водоема.

Материал и методика. Сбор материала проводили 1 раз в месяц с июня по октябрь 2013 г. на двух станциях на акватории Малого Севана: I – открытое мелководье над затопленным участком суши и II – защищенное мелководье в полуотшнурованном озеровидном участке над затопленным участком суши. Пробы на глубине ≥ 1 м собирали ведром объемом 10 л, через планктонную сеть с размером ячеек 0,064 мм (газ № 77), процеживали не менее 30 л воды. Пробы фиксировали 4%-ным формалином. Камеральную обработку их проводили по стандартной методике [8].

Результаты и обсуждение. В составе зоопланктона обнаружено 20 видов коловраток, 6 – веслоногих и 9 – ветвистоусых ракообразных (табл. 1).

Таблица 1. Видовой состав зоопланктона затопленного побережья оз. Севан (I) и полуотшнурованного озеровидного участка (II)

Таксоны	Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Октябрь	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
ТИП ROTIFERA										
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrb.	–	–	+	+	–	–	–	+	–	+
<i>S. grandis</i> Zacharias	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–
<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski et charias)	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
<i>T. longiseta</i> (Schrunk)	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Lepadella rhomboides</i> (Gosse)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
<i>Asplanchna girodi</i> Guerne	–	–	+	+	–	–	–	+	–	+
<i>Lecane ludwigii</i> (Eckstain)	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–
<i>L. luna</i> (Müller)	–	–	–	–	–	+	+	+	–	+
<i>Brachionus quadridentatus</i> Ehrenberg	–	+	–	+	–	–	–	+	–	+
<i>B. leydigii</i> Cohn	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–
<i>Keratella quadrata</i> (Müller)	+	–	–	–	–	–	–	–	+	+
<i>Euchlanis deflexa</i> Gosse	+	–	+	–	+	–	+	–	–	–
<i>Eu. dilatata</i> Ehrenberg	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–
<i>Eu. lyra</i> Hudson	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
<i>Eu. meneta</i> Myers	+	+	–	+	–	+	–	–	–	–
<i>Lophocharis salpina</i> (Ehrenberg)	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–
<i>Mytilina mucronata</i> (Müller)	+	+	–	–	+	–	–	–	–	–
<i>Trichotria truncata</i> (Whitelegge)	+	–	–	+	–	–	+	+	–	+
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson)	–	–	+	–	–	+	–	+	–	+
ТИП ARTHROPODA										
КЛАСС CRUSTACEA										
Отряд Copepoda										
Подотряд Calaniformes										
<i>Acanthodiaptomus denticornis</i> Wierzejski	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–
<i>Arctodiaptomus bacilifer</i> (Koelbel)	+	–	+	–	–	–	–	–	+	–
Подотряд Cyclopiformes										
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer)	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
<i>Cyclops strenuus</i> (Fischer)	–	–	+	–	–	–	+	–	+	–
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer)	+	–	+	+	–	–	–	–	–	+
Надотряд Cladocera										
Отряд Ctenopoda										
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> Lievin	–	–	+	+	+	+	–	–	+	+
Отряд Anomopoda										
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine)	–	–	–	+	–	+	–	–	–	–
<i>C. megops</i> Sars	–	–	–	+	–	+	–	–	–	–
<i>Daphnia</i> (<i>Daphnia</i>) <i>hyalina</i> Leydig.	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
<i>D. (Ctenodaphnia) magna</i> Straus	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+
<i>Alona affinis</i> (Leydig)	–	–	–	–	+	–	+	–	–	–
<i>A. rectangula</i> Sars	–	–	–	–	+	+	+	+	–	–
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fisher)	–	–	+	–	+	–	+	–	–	–
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller)	–	–	–	–	+	+	+	+	–	–
Число видов: Rotifera	7	4	5	8	3	7	5	9	1	9
Copepoda	2	0	4	1	0	1	1	1	3	2
Cladocera	0	0	3	3	5	5	4	2	2	2
Всего	9	4	12	12	8	13	10	12	6	13

Примечание. Здесь, на рис. и в табл.2: I – открытый участок побережья, II – полуотшнурованный защищенный озеровидный участок.

При этом в планктоне открытого мелководья обнаружено 23 вида беспозвоночных, среди которых коловраток – 12, веслоногих ракообразных – 4, ветвисто-

усых – 7; в планктоне отшнурованного участка – 26, среди которых коловраток – 17, веслоногих ракообразных – 3, ветвистоусых – 6 (табл. 1).

Наибольшая величина коэффициента трофности, соответствующая гипер-трофным водам (5,7), зарегистрирована на защищенном полуотшнурованном участке, на открытом побережье значение коэффициента было ниже (3,3), что характерно для эвтрофных вод [10].

Максимальное число видов беспозвоночных в планктоне открытого мелководья обнаружено в июле, а на полуотшнурованном участке — в августе и октябре (табл. 1). В июне по числу видов преобладало открытое побережье озера за счет коловраток и веслоногих ракообразных, в июле количество видов на обоих мелководьях было равным, но на ст. I было больше Copepoda, а на ст. II — Rotifera. В остальное время наиболее богатый состав видов регистрировали в полуотшнурованном водоеме за счет коловраток.

В каждую дату наблюдений по численности и биомассе превалировал зоопланктон полуотшнурованного мелководья (см. рис.). Плотность организмов здесь варьировала от 3.2 до 27 тыс. экз./м³, биомасса – от 0,013 до 0,74 г/м³, достигая максимальных значений в сентябре и октябре, когда наибольшего развития достигали ветвистоусые ракообразные.

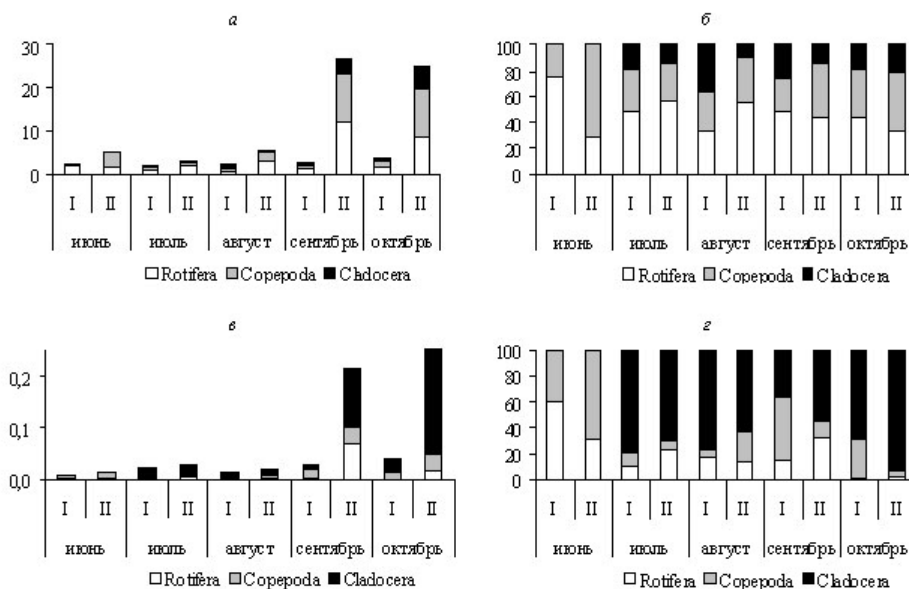


Рис. 1. Численность (тыс. экз./м³) (а), доля (%) таксономических групп в общей численности (б), биомасса (г/м³) (в) и доля (%) таксономических групп в общей биомассе зоопланктона (г).

На открытом мелководье численность и биомасса зоопланктона колебались в меньшей степени – соответственно от 1,9 до 3,8 тыс. экз./м³ и от 0,007 до 0,04 г/м³ при максимуме в октябре за счет Cladocera (см. рис.).

Более высокие величины индексов Шеннона отмечались в основном на защищенном участке, лишь в августе и сентябре — на открытом (табл. 2).

Таблица 2. Состав доминирующих по численности (N) и биомассе (B), величины индексов Шеннона, рассчитанных по численности (H_N , бит/экз.) и биомассе (H_B , бит/г)

Месяц	N	H_N	N	H_N	B	H_B	B	H_B
	I		II		I		II	
Июнь	<i>Euchlanis dilatata</i> , <i>E. meneta</i> , науплиусы <i>Calanoida</i>	2,25	<i>Brachionus quadridentatus</i> , <i>Euchlanis dilatata</i> , ювенильные особи <i>Cyclopoida</i>	2,29	<i>Arctodiaptomus bacilifer</i> , <i>Euchlanis dilatata</i> , <i>E. meneta</i> , науплиусы <i>Calanoida</i>	1,99	<i>Brachionus quadridentatus</i> , <i>Euchlanis dilatata</i> , ювенильные особи <i>Cyclopoida</i>	2,26
Июль	Науплиусы <i>Calanoida</i> и <i>Cyclopoida</i> , <i>Daphnia hyalina</i>	2,32	<i>Brachionus quadridentatus</i> , <i>Synchaeta pectinata</i> , <i>Asplanchna girodi</i> , науплиусы <i>Cyclopoida</i> , <i>Diaphanosoma brachyurum</i>	2,96	<i>Daphnia hyalina</i>	0,33	<i>Asplanchna girodi</i> , <i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1,68
Август	<i>Euchlanis dilatata</i> , науплиусы <i>Calanoida</i> , <i>Chydorus sphaericus</i>	2,83	<i>Brachionus quadridentatus</i> , <i>Lecane luna</i> , <i>Hexarthra mira</i> , науплиусы <i>Cyclopoida</i>	2,77	<i>Euchlanis dilatata</i> , науплиусы <i>Calanoida</i> , <i>Chydorus sphaericus</i>	2,69	<i>Paracyclops fimbriatus</i> , <i>Diaphanosoma brachyurum</i>	2,70
Сентябрь	<i>Euchlanis dilatata</i> , науплиусы <i>Calanoida</i> , <i>Chydorus sphaericus</i>	3,24	<i>Asplanchna girodi</i> , <i>Lecane luna</i> , науплиусы <i>Cyclopoida</i>	2,84	<i>Cyclops strenuous</i> , <i>Alona affinis</i> , <i>Graptoleberis testudinaria</i>	2,97	<i>Asplanchna girodi</i> , <i>Alona rectangula</i> , <i>Ceriodaphnia megops</i>	2,40
Октябрь	Науплиусы и копеподиты <i>Calanoida</i> , <i>Acanthodiaptomus denticornis</i> , <i>Diaphanosoma brachyurum</i>	2,46	<i>Brachionus quadridentatus</i> , <i>Keratella quadrata</i> , науплиусы <i>Cyclopoida</i> , <i>Diaphanosoma brachyurum</i>	2,67	<i>Acanthodiaptomus denticornis</i> , <i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0,79	<i>Daphnia magna</i> , <i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1,26

Согласно результатам, наиболее качественно и количественно богатый зоопланктон развивается в условиях защищенного затопленного мелководья, как это характерно для абсолютного большинства водных объектов [3, 7, 9, 11]. Очевидно, что этому способствует ряд факторов, из которых ведущее значение имеет более стабильный гидродинамический режим и зарастание макрофитами. Однако на современном этапе развитие зоопланктона затопленного защищенного мелководья оз. Севан в большей степени определяется, по всей видимости, более высокой органической нагрузкой, вызванной процессами разложения почв, которые ранее характеризовались хорошо развитой травянистой и кустарниковой растительностью. Об органической нагрузке на этом участке свидетельствует преобладание в видовом составе коловраток, среди которых обнаружены индикаторы высокотрофных и сапробных вод – представители рода *Brachionus*, *Keratella quadrata*, *Hexarthra mira*, часть из которых входила в состав доминантов (табл. 2), а также большая величина коэффициента трофности, характеризующая гипертрофные условия. Значительное увеличение численности и биомассы зоопланктона осенью могло быть вызвано отмиранием водных растений, а также поступлением дополнительной органики с листовым опадом с кустарников и деревьев, произрастающих вблизи уреза воды.

На исследованном участке открытого мелководья качественный и количественный состав зоопланктона в большей степени определялся влиянием сообществ глубоководных участков, в результате чего в отдельные даты наблюдений здесь отмечались *Acanthodiptomus denticornis*, *Arctodiptomus bacilifer* и *Daphnia hyalina*, но периодическое воздействие волн препятствовало их обильному развитию. Определенное влияние на состав зоопланктона оказывало и развитие беспозвоночных в зарослях макрофитов, благодаря чему здесь отмечались коловратки рода *Euchlanis*.

Необходимо отметить, что на открытых участках литоральной зоны оз. Севан наблюдаются разные сочетания условий существования (различия по степени зарастания, протяженности мелководий, погодным условиям и развитию рыб). В связи с этим зоопланктон на разных участках отличается большим размахом численности и биомассы. Так, в июле 2013 г. на участках открытого мелководья в Малом и Большом Севане численность планктонных беспозвоночных варьировала от 11 до 155 тыс. экз./м³, биомасса – от 0,9 до 3,4 г/м³, а в октябре – от 0,7 до 97 тыс. экз./м³ и от 0,0006 до 1,6 г/м³.

Таким образом, развитие зоопланктона на мелководьях, формирующихся в результате повышения уровня воды оз. Севан, определяется типологией участков. Наиболее проблемные зоны, характеризующиеся развитием видов-индикаторов эвтрофных вод, возникают в защищенных участках, на затопленной суше с богатой наземной растительностью.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ 13-04-90605 Арм_а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айрапетян А.О., Акопян С.А., Крылов А.В. Зоопланктон литоральной зоны озера Севан. Вода: химия и экология, 2, 2014.
2. Давтян А.А. Оценка воздействий затопленных лесонасаждений на процессы эвтрофирования озера Севан. Известия аграрной науки, 8, 1, с. 31-34, 2010.
3. Зимбалева Л.Н. Фитофильные беспозвоночные равнинных рек и водохранилищ. Киев, „Наукова думка“, 216с., 1981.
4. Интегральная оценка экологического состояния озера Севан (GEO – Lake Sevan). Ереван, 100с., 2011.
5. Косолапова Н.Г. Гетеротрофные жгутиконосцы озера Севан. В.кн.: “Экология озера Севан в период повышения его уровня. Результаты исследований Российско-Армянской биологической экспедиции по гидроэкологическому обследованию озера Севан (Армения) (2005-2009 гг.)”. Махачкала: Наука ДНЦ, с. 124-133, 2010.
6. Крылов А.В., Акопян С.А., Никогосян А.А., Айрапетян А.О. Зоопланктон озера Севан и его притоков. В. кн.: “Экология озера Севан в период повышения его уровня. Результаты исследований Российско-Армянской биологической экспедиции по гидроэкологическому обследованию озера Севан (Армения) (2005-2009 гг.)”. Махачкала: Наука ДНЦ, с. 168-200, 2010.
7. Литоральная зона Ладожского озера. СПб.: Нестор-История, 416 с., 2011.
8. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 240 с., 1975.
9. Мордухай-Болтовской Ф.Д., Мордухай-Болтовская Э.Д., Яновская Г.Я. Фауна прибрежной зоны Рыбинского водохранилища. Тр. биол. ст. „Борок“. М., Л., Вып. 3. с. 142-194, 1958.
10. Мясметс А.Х. Изменения зоопланктона. В кн.: “Антропогенное воздействие на малые озера”. Л.: Наука, с. 54-64, 1980.
11. Столбунова В.Н. Зоопланктоценозы прибрежных мелководий водохранилищ Верхней Волги. В кн.: “Биологические ресурсы пресных вод: беспозвоночные”. Рыбинск: Изд-во ОАО „Рыбинский дом печати“, с. 357-373, 2005.

Поступила 10.12.2013