



УДК 593.14(285.32)

Т. В. Павловская, канд. биол. наук, ст. н. с.,
А. В. Празукин, канд. биол. наук, ст. н. с., **Н. В. Шадрин**, канд. биол. наук, ст. н. с.

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Национальной академии наук Украины, Севастополь, Украина

СЕЗОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В СООБЩЕСТВЕ ИНFUЗОРИЙ ГИПЕРСОЛЁНОГО ОЗЕРА ХЕРСОНЕССКОЕ (КРЫМ)

В небольшом гиперсолёном озере/замкнутой лагуне возле Севастополя (Крым, Чёрное море) в 2004 – 2006 гг. изучали динамику видового состава и численности инфузорий. Всего выявлено 24 вида аэробных инфузорий. Наибольшее видовое разнообразие и численность наблюдались в плавучих матах нитчатой зелёной водоросли кладофоры в летне-осенний период (до 150 тыс. экз. дм^{-3}). Отмечена положительная связь численности инфузорий с солёностью и температурой. У массового вида *Fabrea salina* выявлена отрицательная связь размера особи – клетки с плотностью популяции. Обсуждаются в сравнительном плане вопросы развития инфузорий в гиперсолёных водоёмах.

Ключевые слова: гиперсолёные озера, аэробные инфузории, Крым, Чёрное море

Важность изучения гиперсолёных озёр диктуется не только чисто научными запросами, но и тем, что они имеют наивысшую среди водных экосистем продуктивность [29]. Учитывая это, а также биохимическую уникальность галлофилов и галотолерантов, гиперсолёные озера вызывают нарастающий интерес с позиций развития аквакультуры и биотехнологии [1, 30]. Однако их изученность в гиперсолёных водоёмах Крыма явно недостаточна.

Начало изучению инфузорий в гиперсолёных водоёмах Крыма положено ещё в середине 19 века: тогда в них было идентифицировано 4 вида инфузорий; всего же в гиперсолёных водоёмах на территории Украины в то время было найдено 27 видов инфузорий [6]. После этого направленное изучение инфузорий гиперсолёных озёр Крыма не проводилось, хотя в ряде работ и отмечалась их высокая численность и важная роль в потоках энергии и вещества [5, 20]. Только одно исследование в 1925 – 1926 гг. было посвящено изучению динамики видовой структуры инфузорий в оз. Круглом, которое относилось к Херсонесской

группе озёр и примыкало к бухте Круглой (Севастополь) [7, 19]. За 2 года наблюдений было отмечено 60 видов инфузорий [2, 3]. В 70-е годы 20 века это озеро, как и другие озёра Херсонесской группы (в 1794 – 1870 гг. здесь было описано 4 озера [13, 19]), кроме Херсонесского, было полностью засыпано при проведении дорожно-строительных работ. Для гиперсолёных озёр других регионов изученность инфузорий несколько лучше, но также, за редким исключением [24], отсутствуют долговременные исследования. В связи с этим в рамках международного проекта ИНТАС 03-51-6541 по изучению экосистем гиперсолёных озёр Крыма нами была поставлена задача: в процессе двухлетнего комплексного мониторинга изучить динамику структуры и численности инфузорий в небольшом озере. Для этой цели нами выбрано небольшое мелководное полимиксное гиперэвтрофное оз. Херсонесское, расположенное на мысе Херсонес и относящееся к Херсонесской группе озёр. Озеро имеет морское происхождение, являясь замкнутой лагуной с постоянным поступлением в него

морской воды за счёт фильтрации и штормовых перебросов через пересыпь. Одним из первых учёных, посетивших его в 60-е годы 19 в., был Г. П. Федченко, который отметил в нём артемии и монадные организмы, среди которых, в частности, он идентифицировал *Dunaliella salina* [19].

Материал и методы. Сбор материала проводили регулярно 2 – 4 раза в месяц с марта 2004 по апрель 2006 гг. на 3 станциях в Херсонесском озере (рис. 1). Пробы отбирали в пластмассовые флаконы, полностью заполненные водой под крышку, чтобы не было воздушного пространства. Это связано с тем, что некоторые виды инфузорий, особенно быстро движущиеся формы, при попадании в поверхностную пленку разрушаются. Планктонные пробы отбирались в точках, лишённых многоклеточных растений (станции 1, 5, 10), в зарослях руппии (станция 5), в сформированных зелёными нитчатыми водорослями плавучих матах (станция 10, рис. 1). Параллельно с отбором планктонных проб определяли температуру и солёность (ручным рефрактометром) воды в озере. Также отбирали пробы фитопланктона и кладофоровых матов [16 – 18].



Рис. 1 Карта-схема Херсонесского озера: «Большое» (I) и «Малое» (II) озёра. 1, 5, 10 – номера станций ежемесячного отбора проб

Fig. 1 The plan of the Chersonesosskoye lake: «Major» (I) and «Small» (II) lakes. 1, 5, 10 – number of stations, monthly sample drawing

Ранее показано, что сгущение и применение различных фиксаторов, в том числе

широко распространённого в гидробиологических исследований раствора Люголя, приводят к недоучету большинства видов инфузорий до 40% [10, 12]. Чтобы избежать потерь инфузорий, количественный учёт проводили в воде без сгущения и фиксации в течение 4 – 8 ч после сбора материала. Непосредственно перед подсчетом организмов из пробы отбирали шприцом 10 мл и помещали поочередно по 2.5 мл в изолированные каналы камеры Богорова. Применение шприца даёт возможность избежать соприкосновения инфузорий с поверхностной плёнкой. Общий объём просчитанной пробы составлял 20 – 40 мл в зависимости от численности организмов и представлял суммарную величину из 8 – 16 повторностей по 2.5 мл каждая. При очень низкой численности инфузорий объём просчитанной пробы увеличивали до 100 мл. При высокой численности мелких инфузорий для их учёта использовали закрытую камеру типа пенала объёмом 2.5 мл [10]. Размеры инфузорий определяли с помощью окуляр-микрометра. Биомассу организмов определяли по общепринятым методикам на основании размеров тела и его подобия геометрической фигуре. Идентификацию инфузорий проводили с помощью определителя [31].

Результаты и обсуждение. Таксономический состав инфузорий, обнаруженных в озере в период исследований (с учётом [4]), представлен в табл. 1.

Нами обнаружено 24 вида инфузорий. Основу видового богатства (70% от общего числа видов) составляли представители класса Spirotrichea. Количество встреченных видов в различных участках озера колебалось от 14 до 18, за исключением зарослей водного цветкового растения *Ruppia cirrhosa* (Petagna), где зарегистрировано только 9 видов. Некоторые виды, такие как *Frontonia* sp., *Epiclintes* sp. и *Keronopsis* sp., отмечены однажды на ст. 1, а единичные экземпляры *Paramecium* sp. и *Uronema* sp. – в матах зелёной нитчатой водоросли *Cladophora* spp.

Bursellopsis spumosa для гиперсолёных водоёмов ранее не указывался [4].

Табл. 1 Таксономический состав инфузорий Херсонесского озера в 2004 – 2005 гг.
Table 1 Infusoria species found in Khersonesskoye Lake in 2004 – 2005

Вид	Участки озера, свободные от макрофитов			Плавающий мат	Заросли	[3]
				клатофоры	рупшии	
	Номера станций отбора проб (см. рис. 1)					
	1	5	10	10	5	
Отряд Holotricha						
<i>Prorodon</i> sp.	-	+	+	+	+	?
<i>Coleps</i> sp.	-	-	-	+	+	-
<i>Paramecium</i> sp.	-	-	-	+	-	-
<i>Frontonia</i> sp.	+	-	-	-	-	?
<i>Uronema</i> sp.	-	-	-	+	-	?
<i>Pleuronema</i> sp.	+	+	+	+	-	?
<i>Histiobalantium</i> sp.	+	+	+	+	-	-
Отряд Spirotricha						
<i>Condylostoma patulum</i> Clap. u. L., 1858	+	+	+	+	+	-
<i>Condylostoma magnum</i> Spiegel, 1926	-	+	+	+	-	-
<i>Condylostoma</i> sp.	+	+	+	+	+	?
<i>Fabrea salina</i> Henneguy, 1890	+	+	+	+	+	+
<i>Strombidium conicum</i> (Lohmann, 1908)	+	+	+	+	-	-
<i>S. sulcatum</i> Clap. u. L., 1859	+	+	+	+	+	+
<i>S. capitatum</i> (Leegaard, 1915)	+	+	+	+	-	-
<i>Strombidium</i> sp.	+	+	+	+	+	?
<i>Stichotricha</i> sp.	+	+	-	+	-	-
<i>Epiclintes</i> sp.	+	-	-	-	-	-
<i>Keronopsis</i> sp.	+	-	-	-	-	-
<i>Euplotes</i> sp.	+	+	+	+	+	?
<i>Diophris</i> sp.	+	+	+	+	-	?
<i>Uronichia transfuga</i> (O.F.Müller, 1786)	+	+	+	+	+	+
Отряд Prostomatida						-
<i>Bursellopsis spumosa</i> (Schmidt, 1920)				+		-
Отряд Suctorida						
<i>Anthacineta infundibuliformis</i> (Wang et Nie, 1933)				+		-
Отряд Peritrichida						
<i>Cothurnia maritima</i> Ehrenberg, 1838				+		

Примечание: ? – у нас определение только до рода, представители данного рода были у В. А. Дагаевой [3]

По нашим наблюдениям, к наиболее распространённым видам относились *Condylostoma patulum*, *Condylostoma* sp., *Fabrea salina*, представители родов *Strombidium*, *Euplotes*, *Diophris* и *Uronichia transfuga*. Эти инфузории отмечались в планктоне и матах с февраля – марта по декабрь почти на всех станциях. Наибольшее количество видов отмечено весной и осенью, – от 3 до 5 на отдельных станциях, изредка оно увеличивалось до 7 – 8. В остальные периоды наблюдений, как правило, количество видов не превышало 2 – 3. Наибольшим видовым разнообразием отличались маты *Cladophora*. Подобная тенденция отмече-

на и В. А. Дагаевой [3]. Здесь обычно встречалось 5 – 8 видов на протяжении всего периода существования этих зарослей [16]. Кроме подвижных форм инфузорий в матах массово были эпибионтные *Anthacineta infundibuliformis*, прикреплённые к нитям *Cladophora* [4]. И даже после отмирания макрофитов эта часть озера отличалась бóльшим видовым разнообразием по сравнению с остальными участками. Заметим, что в нижней части мата, где развивались пурпурные бактерии [16], массово присутствовали анаэробные инфузории, не идентифицированные нами.

Сравнивая наши результаты с данными В. А. Дагаевой [3], отметим, что 13 видов ею отнесено к массовым, 35 видов встречены в оба года, а ещё 25 видов только в 1926 г. после обильных ливней (102 мм за декабрь 1925) и сильных штормов с перебросом морской воды в озеро. Автор объясняет это попаданием морских и пресноводных (за счёт поверхностного стока) видов инфузорий, в первую очередь, их цист. Многие из них исчезли в озере в ближайшие месяцы после шторма и ливней. Из табл. 1 видно, что В. А. Дагаевой встречено менее 50 % видов инфузорий, отмеченных нами. Различается и список массовых видов. Эти

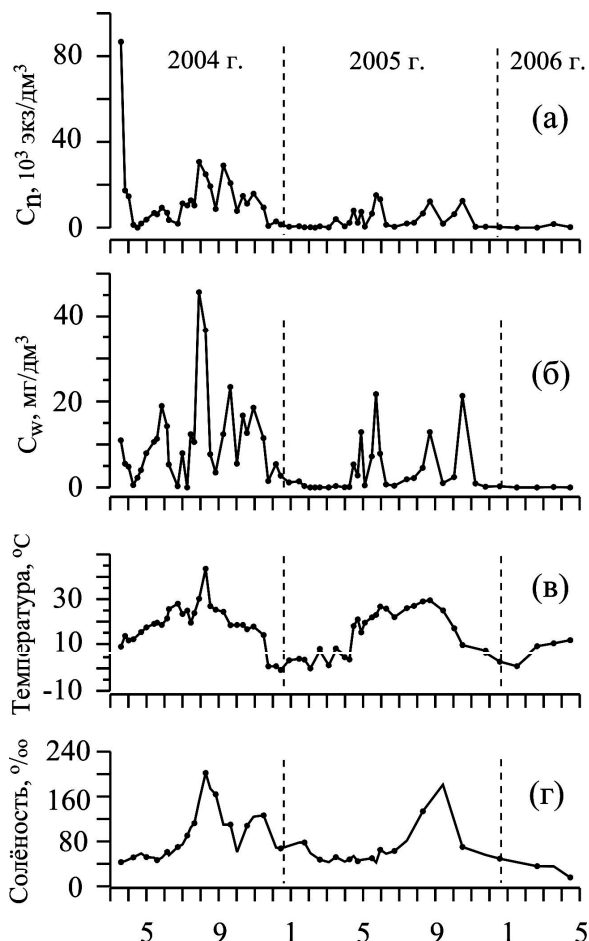


Рис. 2 Сезонная динамика численности (а), биомассы (б) инфузорий, температуры (в) и солёности (г) в при-б режном участке Херсонесского озера, свободного от растительного мата (ст. 1, рис. 1)
 Fig. 2 The seasonal dynamics of numbers (a) and biomass (б) of infusoria, temperature (в) and salinity (г) in coastal part without algae mats of the Chersonesskoye lake (station 1 on fig.1)

различия, как и большее видовое обилие в пробах из оз. Круглое (1925 – 1926 гг.), можно отчасти объяснить более низкой солёностью в оз. Круглом, а также значительной пространственно-временной изменчивостью состава простейших в водоёмах. Из анализа собственных и литературных данных В. А. Дагаева делает общий вывод, что с повышением солёности и уменьшением температуры фауна инфузорий беднеет. Результаты нашего исследования не противоречат данному выводу.

Общая численность и биомасса инфузорий демонстрировали высокую пространственно-временную изменчивость (рис. 2 – 6).

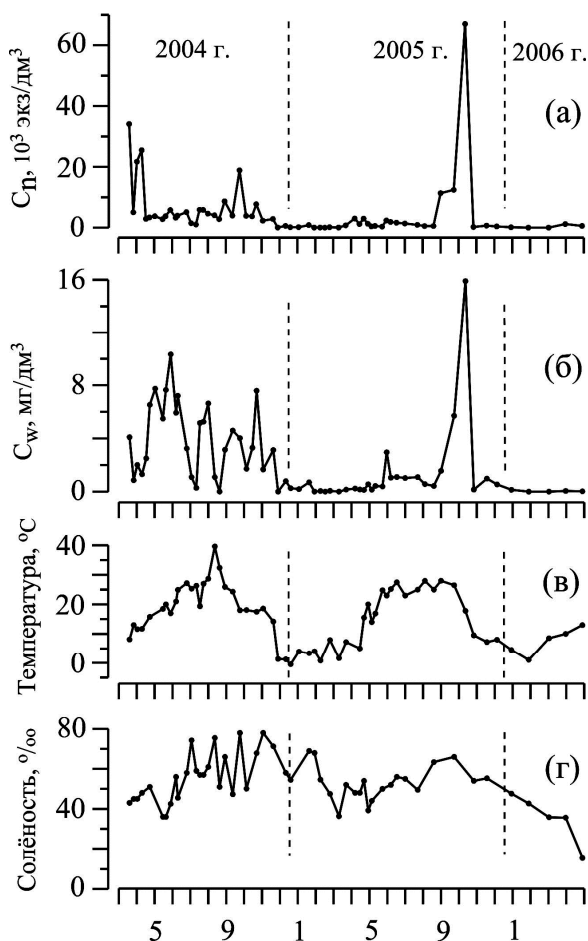


Рис. 3 Сезонная динамика численности (а), биомассы (б) инфузорий, температуры (в) и солёности (г) в прибрежном участке Херсонесского озера, свободного от растительного мата (ст. 5, рис.1)
 Fig. 3 The seasonal dynamics of numbers (a) and biomass (б) of infusoria, temperature (в) and salinity (г) in coastal part without vegetation of the Chersonesskoye lake (station 5 on fig.1)

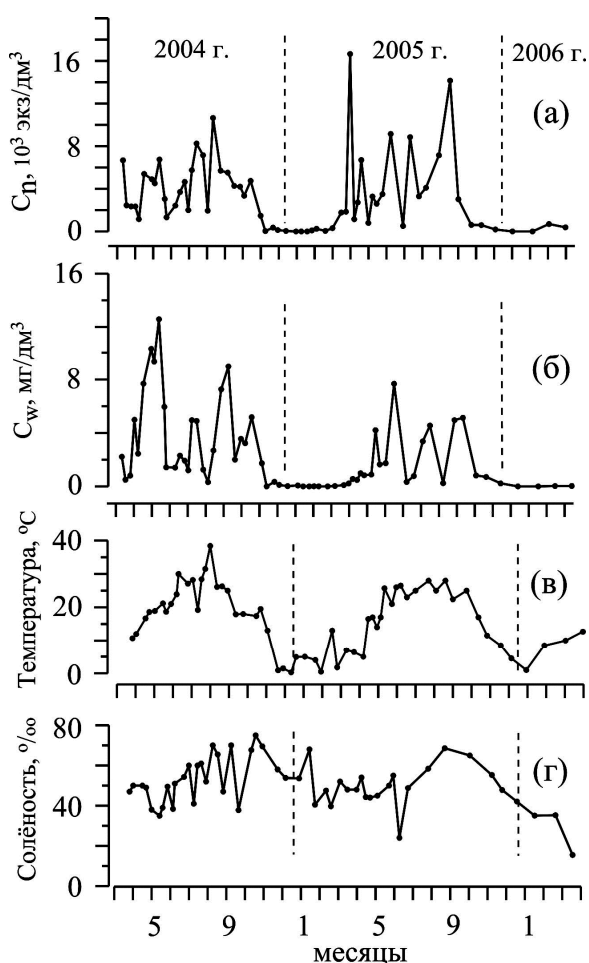


Рис. 4 Сезонная динамика численности (а), биомассы (б) инфузорий, температуры (в) и солёности (г) в прибрежном участке Херсонесского озера свободно от растительного мата (ст. 10, рис.1)

Fig. 4 The seasonal dynamics of numbers and biomass of infusoriums, temperature and salinity in plankton in coastal part without vegetation of the Chersoneskoje lake (station 10 on fig.1)

На рис. 2 – 6 хорошо видно, что в оба года на всех точках выражены сезонные изменения. Имеются межгодовые различия в сезонном ходе численности и биомассы при довольно близких величинах общего обилия инфузорий. Максимальные численности отмечены летом 2004 г. в кладофоровых матах (до $151 \cdot 10^3$ экз/дм³) и в бухте-озерце ($87 \cdot 10^3$ экз/дм³). Было логичным предположить влияние солёности и температуры на общую численность инфузорий (рис. 8 и 9).

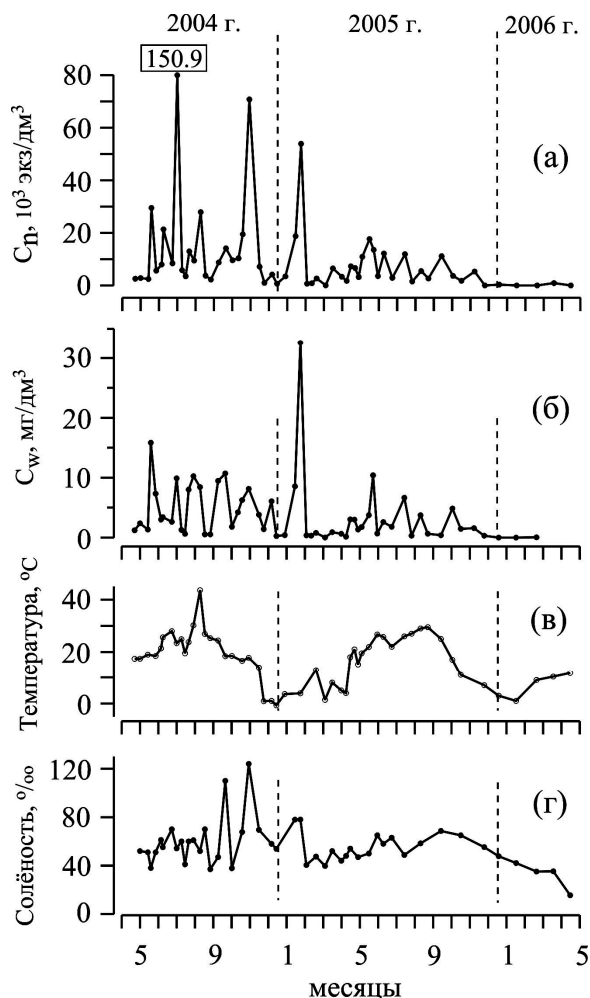


Рис. 5 Сезонная динамика численности (а), биомассы (б) инфузорий, температуры (в) и солёности (г) в прибрежном участке Херсонесского озера в кладофоровом мате (ст. 10)

Fig. 5 The seasonal dynamics of numbers (а) and biomass (б) of infusoriums, temperature (в) and salinity (г) in *Cladophora* mat of the Chersoneskoje lake (station 10 on fig.1)

Как видно из рис. 8, просматривается положительная зависимость между солёностью и численностью. В 2 двух точках отмечена значимая положительная корреляция. Зависимость эта явно нелинейная, однако вид зависимости здесь не обсуждается. Выявлена также положительная зависимость от температуры (рис. 9). Зависимость от температуры также явно нелинейная. Изменяется не только общая численность инфузорий, но и соотношение численностей массовых видов (рис. 7).

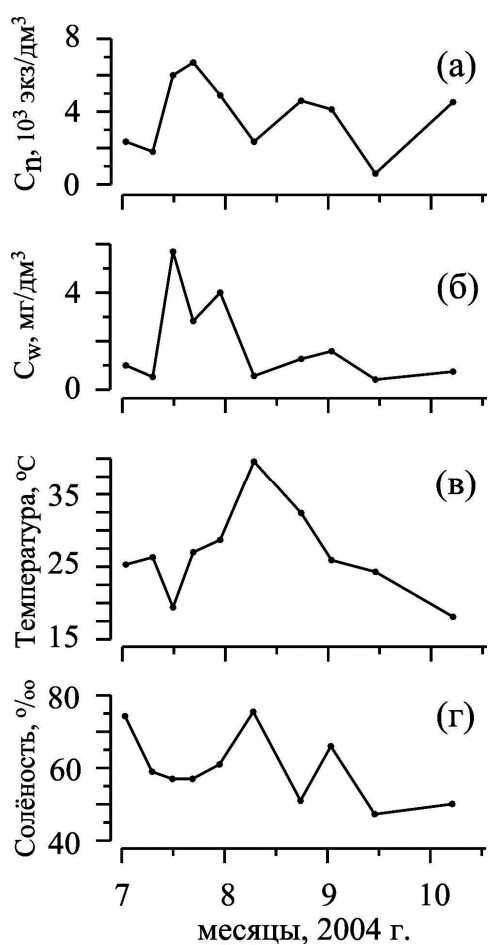


Рис. 6 Сезонная динамика численности (а), биомассы (б) инфузорий, температуры (в) и солёности (г) в прибрежном участке Херсонесского озера в зарослях руппии (ст. 5)
 Fig. 6 The seasonal dynamics of numbers (a) and biomass (б) of infusoria, temperature (в) and salinity (г) in *Ruppia* of the Chersonesskoye lake (station 5 on fig. 1)

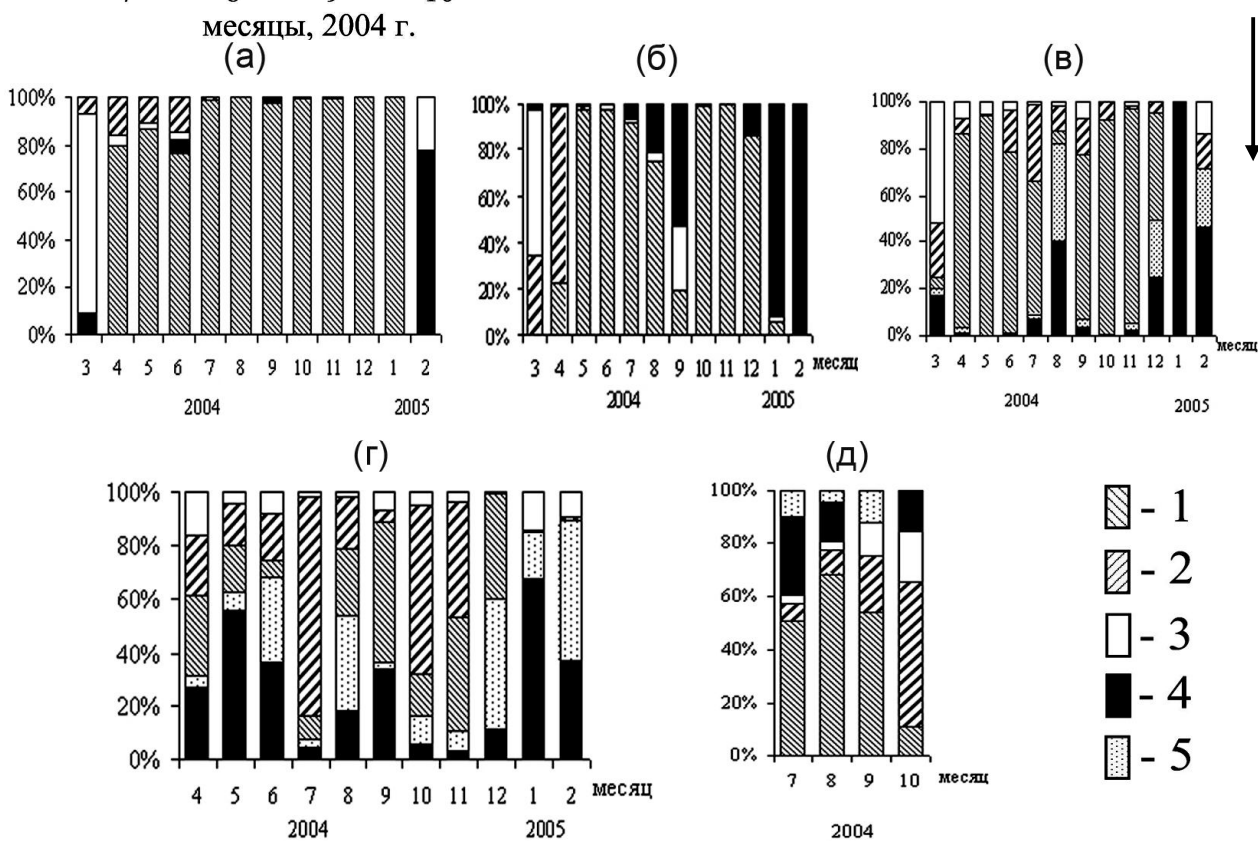


Рис. 7 Вклад отдельных массовых видов инфузорий в динамику суммарной численности в прибрежных участках Херсонесского озера, свободных от растительного мата и зарослей руппии - ст. 1 (а), 5 (б) и 10 (в), в кладофоровом мате (г, ст. 10) и в зарослях руппии (д, ст. 5): 1 - *Fabrea salina*, 2 - *Strombidium* sp., 3 - *Uronichia transfuga*, 4 - *Condylostoma patulum*, 5 - *Euplotes* sp.
 Fig. 7 Part of different mass species in total density in different sampling sites: station 1 (a), station 10 (б), station 10 - water (в), station 10 - *Cladophora* mat (г, station 10), in *Ruppia* vegetation (д, station 10) of the Chersonesskoye lake: 1 - *Fabrea salina*, 2 - *Strombidium* sp., 3 - *Uronichia transfuga*, 4 - *Condylostoma patulum*, 5 - *Euplotes* sp.

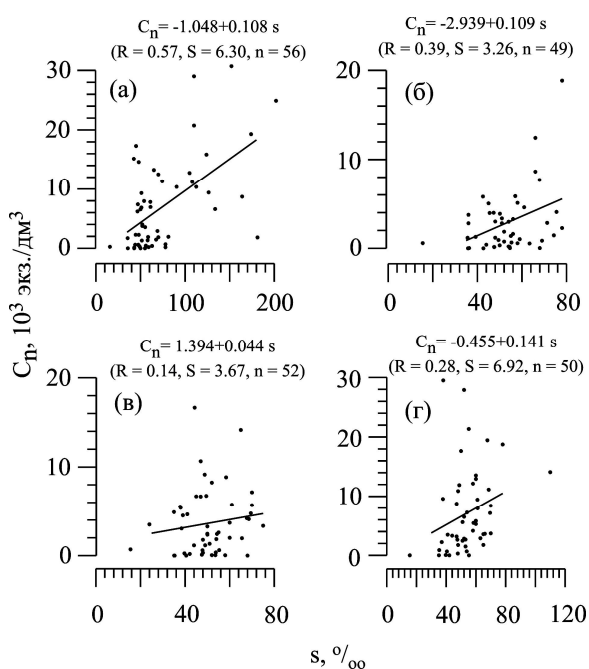


Рис. 8 Связь между численностью инфузорий и солёностью воды в прибрежных участках Херсонесского озера свободных от растительного мата и зарослей руппии (станции 1 (а), 5 (б) и 10 (в)) и в кладофоровом мате (г)

Fig. 8 Relationship between infusorium density and salinity in different sampling sites *Ruppia* vegetation (station 1 (a), station 5 (б), station 10 – water without vegetation (в), station 10) – *Cladophora* mat (г) of the Chersonesskoye lake

В период наблюдений происходило изменение и среднего размера массовых видов, например, у *Fabrea salina* средний размер в период наблюдений изменялся от 0.13 до 0.32 мм. Проведенный корреляционный анализ показал достоверную отрицательную зависимость среднего размера (l , см) особи-клетки от плотности популяции (C_n , экз./дм³, рис. 10).

Из рис. 10 видно, что зависимость – нелинейная, достаточно хорошую аппроксимацию даёт рассчитанное методом наименьших квадратов уравнение:

$$l = 4.573 (C_n + 154.8) - 0.537, (R = 0.73, S = 0.039, n = 28).$$

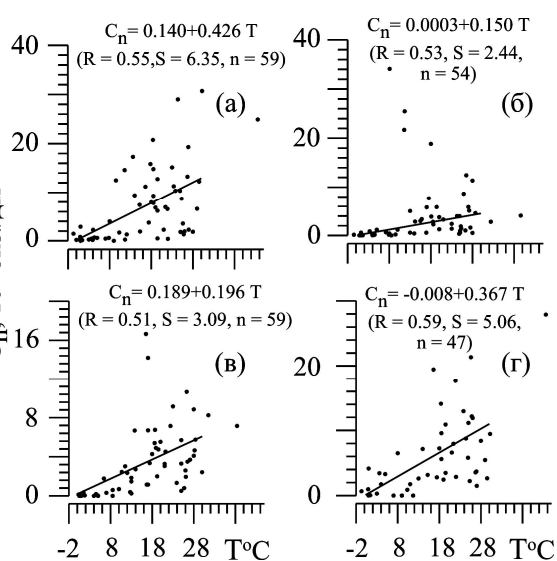


Рис. 9 Связь между численностью инфузорий и температурой воды в прибрежных участках Херсонесского озера свободных от растительного мата и зарослей руппии (станции 1 (а), 5 (б) и 10 (в)) и в кладофоровом мате (г) of the Chersonesskoye lake.

Fig. 9 Relationship between infusorium density and temperature in different sampling sites: (a) station 1 (а), station 5 (б), station 10 – water without vegetation (в), station 10) – *Cladophora* mat (г) of the Chersonesskoye lake

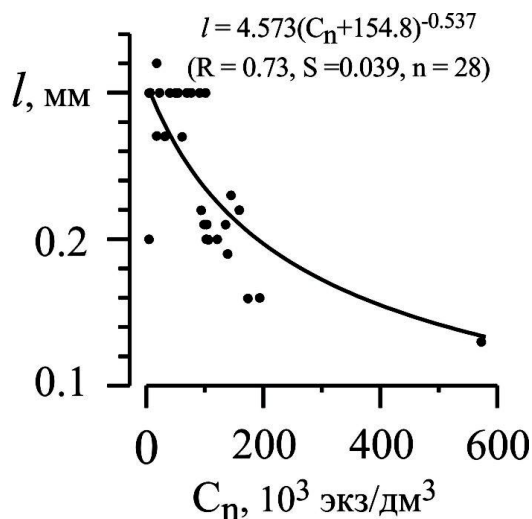


Рис. 10 Зависимость индивидуальной длины *Fabrea salina* от плотности её популяции в Херсонесском озере

Fig. 10 Relationship between *Fabrea salina* population density and individual size in Chersonesskoye lake

Как видно на рис. 2 – 5, ход биомассы не повторяет в точности ход кривой численности. Это понятно, если учесть изменение во времени соотношения численностей массовых видов и изменение среднего размера особей в популяциях. Максимальная биомасса инфузорий (около 50 мг/дм³) наблюдалась в отчленённой части озера летом 2004 г. при солёности около 240 ‰, а также весной 2005 г. в матах (около 40 мг/дм³). Величины биомассы изменялись в широких пределах, кривые изменений в каждой точке имели свои особенности.

Довольно высокое видовое разнообразие инфузорий (20 – 40 видов) в гиперсолёных водоёмах – не редкость в различных регионах Земли [2, 3, 27, 39]. Следует также отметить космополитность большинства встреченных нами видов, которые являются обычными и массовыми в гиперсолёных водоёмах различных континентов. Вывод о космополитности инфузорий, как пресноводных, так и морских, далеко не нов, это было известно уже в середине 19 века [14]. Типичным примером может служить, например, *Fabrea salina*, являющаяся массовым обычным видом в гиперсолёных водоёмах Европы [24, 27], Африки [26], Австралии [36], Америки [23, 37], Азии [22, 34, 38, 40]. *F. salina* имеет цисты размером 145 – 170 микрон, которые могут длительно сохраняться в отложениях соли, высохшем грунте. Цисты чрезвычайно устойчивы и к токсичным воздействиям [35]. При солёностях 165 ‰ и ниже они могут активироваться, а активные клетки при этом могут переносить и более высокие солёности [36]. Этим и объясняется столь частое доминирование этого вида в таких сильно изменчивых мелководных гиперсолёных водоёмах, как изученное озеро. Следует отметить, что к этому виду в последние годы привлечено внимание и как к объекту аквакультуры – живые корма [33].

Можно обоснованно предположить, что большинство, если не все виды инфузорий изменчивых экстремальных биотопов имеют покоящиеся стадии [25, 32, 36]. Следовательно, "спящее" биоразнообразие в таких водоёмах

может быть больше, чем проявленное, активно функционирующее. В пользу этого, в частности, свидетельствуют и исследования, проведённые на одной из гиперсолёных лагун Испании (Almeria Lagoon). Было изучено активное/реализованное разнообразие инфузорий (24 вида), а затем на средах с разной солёностью определяли появляющихся инфузорий, что позволило добавить к списку еще 12 новых видов [27]. Наличие покоящихся стадий, как и малый размер инфузорий, являются факторами, обеспечивающими их преимущественно космополитное распространение, что можно объяснить возможностью атмосферного переноса их и, вероятно, прежде всего, покоящихся стадий в аэропланктоне [21, 28].

Доминирование *Fabrea salina* в периоды высокой солёности – типичное в гиперсолёных озерах явление. Например, при солёностях выше 100 ‰ в испанском озере Галлканто (Gallocanto) в планктоне остался только этот вид [24]. Сходная ситуация характерна и для гиперсолёных прудов в Италии [32].

Показатели количественного развития инфузорий в озере на 3 – 4 порядка превышают отмеченные для Севастопольской бухты [9], но близки к таковым для других гиперсолёных озёр [24]. Используя полученные в эти же годы данные по суммарной биомассе мезозoopланктона в гиперсолёных водоёмах Крыма [8], можно сравнить максимальные биомассы инфузорий и мезозoopланктона (рачкового). Максимальные значения суммарных биомасс инфузорий всего лишь в 3 – 3.5 раз меньше максимальных биомасс суммарного мезозoopланктона. Учитывая различия в размерах, а следовательно, и намного большую удельную продуктивность инфузорий, можно понять, что они играют в гиперсолёных озерах намного более важную функциональную роль, чем мезозoopланктон. В других гиперсолёных озерах Европы отмечались периоды, когда инфузории (*F. salina*) оставались единственными представителями зоопланктона [24]. Следовательно, при построении любых балансовых моделей экосистем таких озёр ими

пренебрегать нельзя.

Сезонный ход суммарных количественных показателей специфичен для каждого года, но имеются и общие закономерности: 1. следование за ходом солёности и температуры; 2. значительно более высокие значения численности и биомассы в тёплый период с выраженными короткопериодными колебаниями.

Характерны для инфузорий и кардинальные изменения в видовой структуре, которые обычно однозначно не связываются с каким-либо одним фактором. Это подмечено очень лавно [3 14] Быстрые изменения в ви-

довом обилии и численности инфузорий объясняются, вероятно, не только высокой скоростью их размножения, но и наличием покоящихся стадий инфузорий в донных осадках, возможностями их попадания в озеро из атмосферы.

В заключение можно сказать, что инфузории, являясь быстро реагирующим на изменения среды компонентом экосистем гиперсолёных озёр, могут развиваться в них в огромных количествах и играть ведущую роль в трофических сетях планктона.

1. Гусев Е. Е. Гипергалинная аквакультура. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 159 с.
2. Дагаева В. Н. Наблюдения над жизнью солёного озера у бухты Круглой у Севастополя. // Известия АН СССР. – 1927. – 21, сер. 6. – С. 1319 – 1346.
3. Дагаева В. А. Инфузории Соляного озера Круглой бухты близ Севастополя. // Труды Севастопольской биол. станции. – 1930. – 2, С. 31 – 46.
4. Довгаль И. В., Шадрин Н. В., Гапонова Л. П. Новые находки галобионтных инфузорий (Ciliophora). // Вестник зоологии. – 2006. – 40, № 6. – С. 462.
5. Иванова М. Б. О зоопланктоне гипергалинных озёр // Гидробиол. журн. – 1990. – 26, № 5. – С. 3 – 8.
6. Кулагин Н. М. К фауне Крымских солёных озёр. // Изв. Импер. Общ-ва любителей естествознания, антропологии и этнографии. Протоколы заседаний Зоолог. Отд. общ. – 1888. – 1, вып. 2, С. 430 – 444.
7. Курнаков Н. С., Кузнецов В. Г., Дзенс-Литовский А. И., Равич М. И. Соляные озёра Крыма. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1936. – 278 с.
8. Литвинчук Л. Ф., Шадрин Н. В., Бельмонте Дж. Зоопланктон Крымских гиперсолёных озёр морского происхождения. // Наук. зап. Тернопільського державного пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. – 2006. – Серія біологія, № 2 (29) – С. 74 – 77.
9. Мурзов С. А., Гаврилова Н. А., Самышев Э.З. Гетеротрофный наннопланктон и инфузории в Севастопольской бухте: обилие, распространение и их изменчивость / Акватория и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу. – Севастополь: Аквита, 1999. – С. 121 – 130.
10. Павловская Т. В. Микрзоопланктон прибрежной зоны Чёрного моря // Мат. Всесоюз. симпоз. по изученности Чёрного и Средиземного морей, использованию и охране их ресурсов (Севастополь, окт. 1973 г.). – Киев, 1973. – Ч. 3. – С. 135 – 137.
11. Павловская Т. В. Распределение микрзоопланктона в прибрежных водах Чёрного моря // Биология моря. – 1976. – Вып. 36. – С. 75 – 83.
12. Павловская Т. В., Поликарпов И. Г., Сабурова М. А., Губанова А. Д., Гаврилова Н. А. Сезонная динамика микрзоопланктона в прибрежных районах Чёрного моря // Наук. зап. Тернопільського державного пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер. Біол. – 2005. – Спец. вип. Гідроекологія, № 4 (27) – С. 168 – 170.
13. Паллас П. С. Наблюдения, сделанные во время путешествия по южным наместничествам Русского государства. – М.: Наука, 1999. – 137с.
14. Переяславцева С. М. Protozoa Чёрного моря. // Записки Новороссийского О-ва естествоиспытателей. – 1886. – 10, вып.2. – С. 79 – 114.
15. Поликарпов И. Г., Сабурова М. А., Манжус Л. А., Павловская Т. В., Гаврилова Н. А. Биологическое разнообразие микропланктона прибрежной зоны Чёрного моря в районе Севастополя (2001 – 2003 гг.) // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). – Севастополь, 2003. – С. 16 – 42.
16. Празукин А. В., Бобкова А. Н., Евстигнеева И. К., Танковская И. Н., Шадрин Н. В. Структура и сезонная динамика фитокомпоненты биокосной системы морского гиперсолёного озера на мысе Херсонес (Крым) // Морск. экол. журн. – 2008. – 7, № 1. – С. 61 – 79.
17. Празукин А. В., Бобкова А. Н., Евстигнеева И. К., Шадрин Н. В., Ерёмин О. Ю. Пространственно-временная структура растительного покрова гиперсолёного озера мыса Херсонес (г. Севастополь). // Актуальные проблемы современной альгологии: Мат. III Межд. конф., Харьков 20 – 23 апреля 2005 г. – С. 128 – 129.

18. Празукин А. В., Бобкова А. Н., Сеничева М. И., Евстигнеева И. К., Танковская И. Н., Шадрин Н. В. Структурная динамика биокосных фитосистем гиперсолёного морского озера мыса Херсонес (Крым) // Наук. зап. Тернопільського держ. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер. Біол. – 2005. – Спец. вип. Гідроекологія, № 4 (27) – С. 191 – 193.
19. Федченко Г. П. О самосадочной соли и соляных озерах Каспийского и Азовского бассейнов // Известия Импер. Общ-ва любителей. естествозн., антропол. и этнографии. – 1870. – 5, вып.1. – 112 с.
20. Цееб Я. Я. К типологии солоноватых и солёных водоёмов Крыма и характеристика их фауны // Малые водоёмы равнинных областей СССР и их использование. – М.: АН СССР, 1961. – С. 375 – 390.
21. Шадрин Н. В., Герасименко Л. М., Миходюк О. С., Мариан М. П. Донные цианобактерии гиперсолёных водоёмов Индии // Наук. зап. Тернопільського держ. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер. Біол. – 2005. – Спец. вип. Гідроекологія, № 4 (27) – С. 268 – 271.
22. Al-Rasheid K. A. S., Nilsson J. R., Larsen H. F. *Blepharisma intermedium* Padmavathi, 1959 (Ciliophora: Heterotrichida) from inland hypersaline oasis in Saudi Arabia // Acta Protozool. – 2001. – 40. – P. 63 – 69.
23. Carpelan, L. H. Hydrobiology of the Alviso Salt Ponds // Ecology. – 1957. – 38, No. 3 – P. 375 – 390
24. Comin F. A., Alonso M., Lopez P. Comelles M. Limnology of Gallacanto Lake, Aragon, northeastern Spain // Hydrobiology. – 1983. – 105, №1. — P. 207 – 221.
25. Corliss J. O., Esser S. C. Comments on the Role of the Cyst in the Life Cycle and Survival of Free-Living Protozoa // Trans. Amer. Microsc. Soc. – 93, № 4 (Symposium: Perspectives on the Biology of Dormancy (Oct., 1974)) – P. 578 – 593.
26. Elloumi J., Carrias J. F., Ayadi H., Sime-Ngando T., Boukhris, M., Bouaïn A. Composition and distribution of planktonic ciliates from ponds of different salinity in the solar saltwork of Sfax, Tunisia // Estuarine, Coastal and Shelf Science. – 2006. – 67, 1 – 2. – P. 21 – 29.
27. Esteban G. F., Finlay B. J. Cryptic freshwater Ciliates in hypersaline lagoon // Protist. – 2003. – 153, № 3 – 4. – P. 411 – 418.
28. Finlay B. J., Fenchel T. Cosmopolitan metapopulations of free-living Eucaryotes // Protist. – 2003. – 155, № 2. – P. 233 – 244.
29. Hammer U. T. Primary production in saline lake. A review. // Hydrobiology. – 1981. – 81. – P. 47 – 57
30. Jain A. K., Mukherjee S. C., Ayyappan S. Inland salinewater aquaculture in India: Research and development – Mumbai: ICAR. – 2003. – 58 p.
31. Kahl A. Wimpertiere Oder Ciliata (Infusoria). Die Tierwelt Deutschlands. – Jena, 1930 – 1935. – 886 p.
32. Moscatello S., Belmonte G. Zooplankton species composition and seasonal evolution in a hypersaline temporary pond of the Mediterranean coast (the “Vecchia Salina”, Torre Colimena, SE Italy) // Scientia Marina. – 2004. – 68 (Suppl. 1). – P. 85 – 102.
33. Pandey B. D., Yeragi S. G. Preliminary and mass culture experiments on a heterotrichous ciliate, *Fabrea salina* // Aquaculture. – 2004. – 232, 1 – 4, P. 241 – 254.
34. Pandey B. D., Yeragi S. G., Pal A. K Nutritional value of a heterotrichous ciliate, *Fabrea salina* with emphasis on its fatty acid profile // Asian-Australasian J. Animal Sci. – 2004. – 17, №. 7. – P. 995 – 999.
35. Pati A. C., Belmonte G. Disinfection efficacy on cysts viability of *Artemia franciscana* (Crustacea), *Hexarthra fennica* (Rotifera), and *Fabrea salina* (Ciliophora) // Mar. Biol. – 2003. – 142 – P. 895 – 904.
36. Post F. J., Borowitzka L. J., Borowitzka M. A., Mackay B., Moulton T. The protozoa of Western Australian hypersaline lagoon // Hydrobiologia. – 1983. - № 105. – P. 95 – 113.
37. Rushforth S. R., Felix E. A. Biotic adjustments to changing salinities in the Great Salt Lake, Utah, USA // Microbial Ecology. – 1982. - 8, № 2. – P. 157 – 161.
38. Volkani B. E. A ciliate from the Dead Sea // Nature. – 1944. – 154. – P. 335.
39. Wilbert N., Kahan D. Ciliates of Solar Lake on the Red Sea // Arch.Protistenk. – 1981. – 124. – P. 70 – 95.
40. Williams W. D. Chinese and Mongolian saline lakes: a limnological overview // Hydrobiologia. – 1991. – 210. – P. 39 – 66.

Поступила 28 ноября 2008 г.
После доработки 30 января 2009 г.

Сезонні явища в сукупності інфузорій гіперсолоного Херсонського озера (Крим). Т. В. Павловська, О. В. Празукін, М. В. Шадрин. В невеликому гіперсолоному озері (замкнутій лагуні) біля Севастополя (Крим, Чорне море) протягом двох років (2004 – 2006) вивчали динаміку видового вмісту і чисельності інфузорій. Всього виявлено 24 види аеробних інфузорій. Найбільше видове різноманіття і чисельність відмічали в плаваючих матах нитчатої зеленої водорості кладофори в літньо-осінній період (до 150 тис. екз./дм³). Відмічений позитивний зв'язок чисельності інфузорій з солоністю і температурою. У масового виду *Fabrea salina* відмічений негативний зв'язок розміру особини-клітини з щільністю популяції. Обговорюються в порівняльному плані питання розвитку інфузорій в гіперсолоних водоймищах.

Ключові слова: гіперсолоні озера, аеробні інфузорії, Крим, Чорне море

Seasonal phenomena in Infusoria community in hypersaline lake Khersonesskoye (Crimea). T. V. Pavlovskaya, A. V. Prazukin, N. V. Shadrin. Species composition and abundance of infusoriums have been studied in small hypersaline lake/closed lagoon near Sevastopol (Crimea, Black sea) during two years (2005 – 2006). 24 species have been found. Highest species diversity and abundance were in floating green algae *Cladophora* mat (to 150 · 10³ per l). Positive correlations of Infusoria abundance with salinity and temperature were found. Cell size of abundant species *Fabrea salina* negatively correlates with population abundance. Different aspects of infusoria development in hypersaline water bodies was discussed comparatively.

Key words: hypersaline lake, infusoria, the Crimea, Black Sea

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ЭКОСИ-ГИДРОФИЗИКА»

ВЫШЛА В СВЕТ МОНОГРАФИЯ:

Микроводоросли Чёрного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования / Под ред. Ю. Н. Токарева, З. З. Финенко, Н. В. Шадрина; НАН Украины, Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – 454 с. (169 илл., 80 табл.)

Проанализировано современное состояние таксономического разнообразия микроводорослей в планктоне и бентосе различных районов Чёрного моря, их сезонная и межгодовая изменчивость. Впервые дано комплексное описание экологии микроводорослей в гиперсолёных водоёмах Крыма. Рассмотрены вопросы культивирования микроводорослей, создания их коллекций и паспортизации культур. Представлены данные по каротиногенезу микроводорослей, адаптации одноклеточных водорослей, изменчивости их морфологических, физиолого-биохимических, пигментных и спектральных характеристик в зависимости от факторов среды.

Для гидробиологов, микробиологов, физиологов, биофизиков, биохимиков и биотехнологов.