



НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 574.583: 591.526: 595.34: 591.12: 591.17: (262.5) (262.53)

Е. С. Губарева¹, канд. биол. н., н. с., **Л. С. Светличный**¹, канд. биол. н., с. н. с.,
М. Ишинбилир², докт. наук, ассист. проф., **Г. Бельмонте**³, докт. наук, проф.

¹Институт биологии южных морей им А. О. Ковалевского Национальной академии наук Украины,
Севастополь, Украина

²Istanbul University, Fisheries Faculty, Istanbul, Turkey

³Dipartimento di Biologia, Stazione di Biologia Marina, CoNISMa, Universita degli Studi di Lecce, Italy

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИВОГО И МЁРТВОГО МЕЗОЗООПЛАНКТОНА
В ПРИБОСФОРСКИХ РАЙОНАХ ЧЁРНОГО И МРАМОРНОГО МОРЕЙ:
СОЛЁНОСТНАЯ ТОЛЕРАНТНОСТЬ *ACARTIA CLAUSI* И *A. TONSA***

В прибосфорских районах Чёрного и Мраморного морей в октябре 2005 г. наблюдалось снижение биомассы кормового зоопланктона с 6102.6 до 2363.7 мг м⁻² по направлению к Мраморному морю. Эта тенденция обусловлена резким изменением биомассы 4 видов копепод – *Calanus euxinus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Acartia clausi* и *A. tonsa*. Одновременно с этим возрастала доля мёртвых организмов. Максимальная доля мёртвых особей *A. clausi* (88 %) отмечена в слое солёностного градиента Мраморного моря, что указывает на низкую галотолерантность этого вида. В лабораторных кратковременных экспериментах *A. clausi*, собранные у входа в пролив Босфор, погибали при повышении солёности с 18.9 до 29.4 ‰. Выживаемость *A. clausi* из удалённого от Босфора района Принцевых о-вов оказалась более высокой, однако особи этого вида не выдерживали длительного содержания при 39.8 ‰. *A. tonsa*, наоборот, успешно переносила повышение солёности до 39.8 ‰, но это преимущество не способствовало её массовому развитию в Мраморном море. Сравнительное исследование двух видов акарций показало, что для *A. tonsa* характерны более высокие уровни энергетического обмена и двигательной активности.

Ключевые слова: мезозoopланктон, биомасса, численность, выживаемость, *Acartia clausi*, *Acartia tonsa*, солёностная толерантность, скорость дыхания, двигательная активность, Чёрное море, Мраморное море

Сопредельные районы Чёрного и Мраморного морей являются зоной природного эксперимента по выживаемости организмов, населяющих смешивающиеся водные массы с различными физико-химическими параметрами. Приповерхностный слой Мраморного моря образуют проникающие через Босфорский пролив из Черного моря воды с солёностью 18 – 24 ‰ и температурой, меняющейся от 20 – 24^oC летом до 8 – 9^oC зимой, а глубже 20 – 25 м находится средиземноморская вода с солёностью до 39 ‰ и постоянной температурой около 15^oC в течение всего года [11]. Соответственно

распределению водных масс формируется и структура планктонного сообщества Мраморного моря: его верхнюю часть образуют преимущественно таксоны, имеющие черноморское происхождение, а глубинную – средиземноморские виды [32].

Виды *Acartia* являются наиболее массовой группой копепод Чёрного и Мраморного морей [10]. В Чёрном море большую часть года сосуществуют эвритермная *Acartia clausi* Giesbrecht, 1889 и вселившаяся в него в конце 70-х годов теплолюбивая *A. tonsa* Dana, 1849 [1]. Хотя зоной агрегирования акарций являются

верхние слои моря, богатые фитопланктоном, для них характерны вертикальные перемещения с амплитудой до 50 – 70 м, обусловленные суточным ритмом питания [2, 6, 17]. В Мраморном море такие вертикальные миграции могут привести к солёностному шоку и гибели особей, проникающих из Чёрного моря. Черноморские виды могут испытывать значительные колебания солёности уже в начале Босфорского пролива в результате турбулентного перемешивания водных масс его противотечений с резко отличающимся солевым составом.

Основная цель данной работы: анализ пространственного распределения живого и мёртвого мезозoopланктона в сопредельных районах Чёрного и Мраморного морей в осенний период 2005 г.; экспериментальное исследование галотолерантности двух наиболее массовых видов копепод *Acartia clausi* и *A. tonsa* и сравнительная оценка их адаптивного потенциала на основании различий в энергетическом обмене и двигательной активности.

Материал и методы. Зоопланктон собирали замыкающей сетью Нансена (диаметр входного отверстия 50 см, размер ячеек газа 200 мкм) на постоянной станции у о-ва Сивриада (Принцевы о-ва) в Мраморном море (40°51,715 N, 28°57,901 E) 13 октября 2005 г. вертикальными ловами в слое 0 – 25 м, образованном черноморской водой (солёность 23.2 ‰, температура 18.3°C), слое солёностного градиента 25 – 50 м и глубинном слое 50 – 200 м, состоящем из средиземноморской воды (39.7 ‰; 15.4°C). Тотальные вертикальные ловы в слое 0 – 50 м проведены в прибосфорском районе Мраморного моря 16 октября 2005 г. (солёность 18.9 ‰, температура 18.4°C), 2 июля 2007 г. (21.8 ‰; 19.0°C). Для сравнительного анализа использованы пробы зоопланктона, собранные Б. Н. Аннинским 14 октября 2005 г. во время рейса НИС “Владимир Паршин” в слое 70 – 0 м (поверхностная солёность 15.6 ‰, температура 9.1°C) в прибосфорском районе Чёрного моря. Кроме того, косые ловы в слое 0

– 4.5 м были выполнены в Адриатическом море (лагуна Варано) 19 ноября 2007 г. (солёность 24.2 – 25.7 ‰, температура 9.5°C). Материал фиксировали 4 % формалином. Пробы обрабатывали счётно-весовым методом. Исследовали видовой состав, численность и биомассу мезозoopланктона, а также определяли долю особей массовых видов, бывших мёртвыми до фиксации формалином. Мёртвые организмы идентифицировали по состоянию внутренних тканей органов (отслоение от покровов, мацерация и деструкция мышечных тканей). Для определения биомассы зоопланктона использована стандартная масса организмов [5].

Лабораторные эксперименты выполнены в октябре 2005 и декабре 2007 гг. при температуре воды 20 ± 0.5°C, в июле 2007 г. при температуре воды 21 и 23°C на самках, самцах и старших копеподитных стадиях *A. clausi* и *A. tonsa*, собранных в Мраморном море у Принцевых о-вов и у входа в Босфорский пролив, а также в ноябре 2007 г. при 16°C – на особях *A. tonsa* из лагуны Варано (Адриатическое море).

Для определения диапазона солёностной толерантности акарий 40 – 50 самок каждого вида помещали в сосуды объёмом 100 мл с морской водой с солёностью 18.9 ‰ (район Босфора) и 23.2 ‰ (у о-ва Сивриада), содержащей водоросли *Thalassiosira weissflogii* и *Monochrysis lutheri*, и подвергали ступенчатой солёностной акклимации к 39.7 ‰, повышая каждые полчаса солёность воды на 2 – 3 ‰. После каждого изменения солёности регистрировали количество активно плавающих и неподвижных особей. Эксперименты с особями каждого вида проводились в трёх повторностях. Морскую воду с повышенной солёностью получали, добавляя к черноморской поверхностной воде глубинную средиземноморскую воду (39.7 ‰). Солёность морской воды определяли при помощи солемера “pIONeer 65”.

Интенсивность дыхания *A. clausi* и *A. tonsa* определяли методом замкнутых сосудов с использованием в качестве опытных и

контрольных респирометров стеклянных шприцов объёмом 2.0 мл. 15 – 20 активных и 30 – 40 наркотизированных акарций каждого вида помещали в опытный шприц, снабжённый вставкой из мельничного сита (размер ячеек 200 мкм). Контрольный и опытный шприцы заполняли фильтрованной морской водой с заданной солёностью, соединяли пластиковой трубкой и несколько раз обменивали в них воду для создания одинаковой исходной концентрации кислорода и случайной взвеси. После этого респирометры разъединяли, закрывали пробками и помещали в термостат. Длительность экспозиции составляла 2 – 3 ч. Каждый эксперимент выполняли в 10 повторностях: по 5 в утреннее (10 ч) и вечернее (16 ч) время.

Концентрацию растворённого в морской воде кислорода определяли при помощи полярографического датчика, имеющего над мембраной замкнутую измерительную ячейку переменного объёма 0 – 0.5 мл (шприц со стеклянным поршнем) с магнитной флажковой мешалкой [7]. Воду из респирометров вводили в измерительную ячейку датчика через иглу 6 порциями, из которых две первые были промыточными, а по следующим четырём определяли среднюю концентрацию кислорода в пробе.

Акарций наркотизировали, помещая на 10 мин в раствор хлорида магния с концентрацией 19 и 23 г л⁻¹, изотоничный морской воде, в которой они обитали в прибофорском районе Мраморного моря и лагуне Варано (Адриатическое море) соответственно. После полного прекращения двигательной активности копепод переносили пипеткой в респирометры с фильтрованной морской водой, содержащей 1/3 часть изотоничного раствора хлорида магния. В отсутствие наркотанта рачки быстро восстанавливали двигательную активность.

Сырую массу (WW, мг) рассчитывали по формуле: $WW = kL_{pr} d_{pr}^2$, где L_{pr} – длина просомы, мм; d_{pr} – ширина просомы, мм; k – эмпирический коэффициент, равный 0.63 у самок и 0.49 у самцов. Сухую массу (DW, мг)

A. clausi определяли по формуле: $DW = 12.37L_{pr}^{3.63}$ [16]. Сухую массу *A. tonsa* рассчитывали по формуле $\log DW = 0.86L_{tot}$ [19], где L_{tot} – общая длина тела, мм.

Двигательную активность самок *A. clausi* и *A. tonsa* исследовали при 20°C в воде с солёностью 18.9 ‰, содержащей смесь водорослей *Thalassiosira weissflogii* и *Monochrysis lutheri*. Для эксперимента были отобраны по пять наиболее активных особей каждого вида. Каждую особь помещали в плоский сосуд ёмкостью 50 мл и оставляли на 30 мин для акклимации к условиям опыта. Затем её двигательную активность регистрировали пять минут непрерывно в пяти повторностях в течение часа, используя видеокамеру Panasonic NV-DS50.

Для оценки степени достоверности обнаруженных различий применялся t -критерий Стьюдента. Результаты статистической обработки представлены в виде средних величин и их стандартных отклонений ($M \pm SD$).

Результаты. Биомасса и численность живых и мёртвых организмов мезозоопланктона. В октябре 2005 г. биомасса кормового зоопланктона снижалась с 6102.6 мг м⁻² в прибофорском районе Чёрного моря до 2363.7 мг м⁻² в Мраморном море у входа в пролив Босфор, а затем несколько повышалась до 2826.3 мг м⁻² у о-ва Сивриада. В исследованный нами период этот тренд был обусловлен резким снижением биомассы 4 видов копепод – *Calanus euxinus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Acartia clausi* и *A. tonsa* – от 5116.7 мг м⁻² (на долю которых приходилось 98 % копепод и 80 % всего зоопланктона) в Чёрном море до 605.8 – 770.6 мг м⁻² (20.5 – 24.6 % копепод и 11.5 – 14.0 % всего зоопланктона) в Мраморном море (рис. 1). Биомасса *Sagitta* sp. также снижалась: с 558 мг м⁻² в Чёрном море до 135 мг м⁻² в Босфорском проливе. Биомасса кладоцер (*Penilia avirostris*, *Pleopis polyphemoides*, *Evadne tergestina*) и *Oikopleura dioica*, наоборот, возрастала соответственно от 129.8 и 221.1 мг м⁻² в Чёрном море до 592.8 и 549.9 мг м⁻² у о-ва Сивриада.

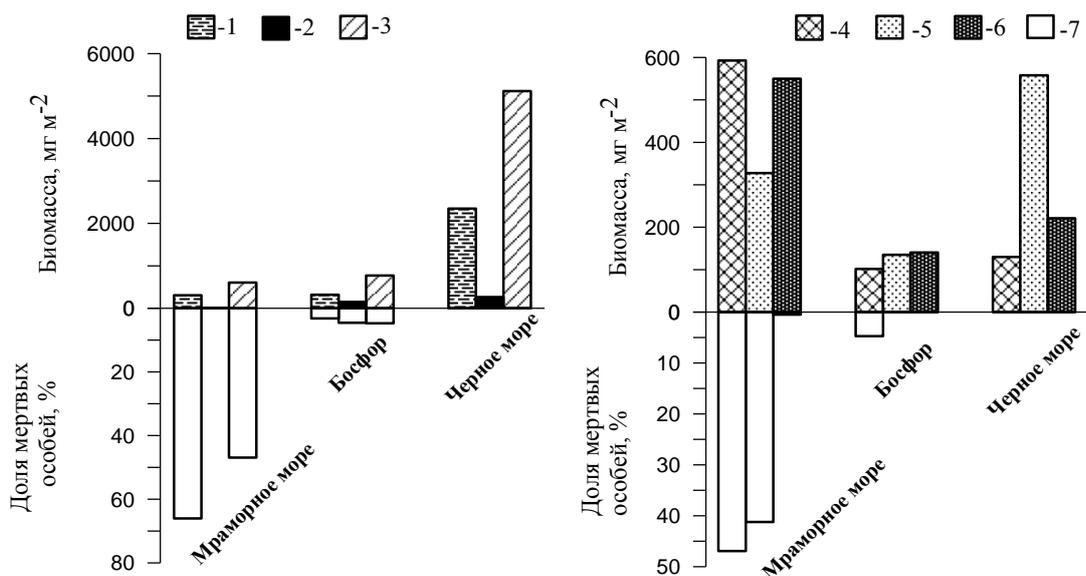


Рис. 1 Биомасса живых (1 – 6) и мёртвых (7) организмов мезозoopланктона в Мраморном море у Принцевых о-вов и в районе Босфора, и в прибосфорском районе Чёрного моря: 1 – *Acartia clausi*; 2 – *Acartia tonsa*; 3 – суммарная биомасса черноморских копепод; 4 – Cladocera; 5 – Chaetognatha; 6 – *Oikopleura dioica*
 Fig. 1 Biomass of live (1 – 6) and dead (7) mesozooplankton organisms in the Marmara Sea near the Prince Islands and Bosphorus, and in the Bosphorus area of the Black Sea: 1 – *Acartia clausi*; 2 – *Acartia tonsa*; 3 – total biomass of the Black Sea copepods; 4 – Cladocera; 5 – Chaetognatha; 6 – *Oikopleura dioica*

В направлении от Чёрного моря к Мраморному наиболее сильно изменялась биомасса двух массовых видов копепод: *Acartia clausi* и *A. tonsa*. В районе Босфора биомасса *A. clausi* оказалась в 7.4, а у о-ва Сивриада – в 7.7 раза меньше, чем в Чёрном море (2349 мг м⁻²). Одновременно с этим возростала доля мёртвых особей. Лишь меньшая часть попавшей в Мраморное море *A. clausi* (34 %) оказывалась живой. Во всех исследованных районах биомасса *A. tonsa* была более низкой, чем у *A. clausi*. Хотя количество *A. tonsa*, найденных у о-ва Сивриада, было почти в 15 раз меньше количества особей этого вида в Босфорском течении, мы не обнаружили признаков её массовой гибели в Мраморном море.

В районе Принцевых о-вов живые особи *A. clausi* находились в основном в приповерхностном слое распреснённой черноморской воды, тогда как в более глубоких слоях с солёной средиземноморской водой были преимущественно отмершие особи (рис. 2).

Глубже 25 м численность как *A. clausi*, так и всех черноморских Copepoda, Cladocera, Chaetognatha и *Oikopleura dioica* резко снижалась, а количество мёртвых организмов увеличивалось. В слое солёностного градиента (25 – 50 м) до 57 % особей этих групп были мертвы, а в слое 50 – 200 м почти все черноморские организмы находились на разных стадиях разложения.

Зоопланктон Мраморного моря, как и в [31], был представлен 30 видами типичных средиземноморских копепод (составляющих 39 % и 30.2 % численности всех копепод соответственно у пролива Босфор и о-ва Сивриада), среди которых доминировала *Oncaea minuta*. Большая часть популяции этого вида находилась в слое 25 – 50 м, однако в этом же слое отмечено около 14 % мёртвых особей. Мы не обнаружили значительного количества мёртвых особей среди других средиземноморских видов.

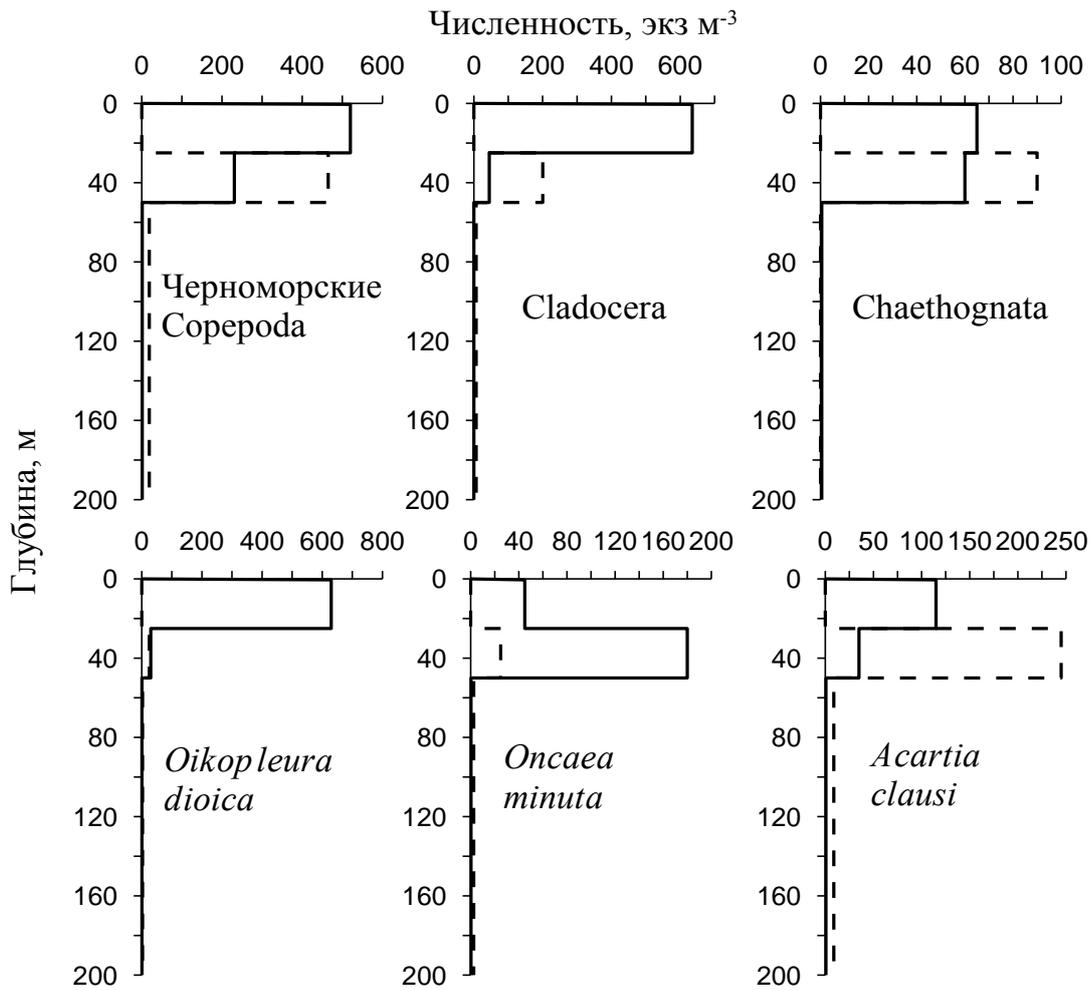


Рис. 2 Вертикальное распределение разных видов и групп мезозoopланктона в Мраморном море у Принцевых о-вов

Fig 2 Vertical distribution of different mesozooplankton species and groups in the Marmara Sea near the Prince Islands

Сравнительный анализ морфофизиологических характеристик *A. clausi* и *A. tonsa*.

М о р ф о м е т р и я. Длина просомы (L_{pr}), общая длина тела (L_{tot}) и отношение длины просомы к длине уросомы (L_{pr}/L_{ur}) у самок и самцов *A. clausi* и *A. tonsa* объединены в табл. 1. Достоверных региональных отличий размеров и пропорций тела особей из черноморской и мраморноморской популяций не выявлено. Отношение L_{pr}/L_{ur} у *A. clausi*, равное в среднем 3.17 ± 0.11 , достоверно ниже, чем у *A. tonsa* (3.58 ± 0.28), что отражает морфологические отличия этих видов.

У самок и самцов *A. tonsa* из Адриатического моря величина отношения L_{pr}/L_{ur} оказалась ниже, чем у особей этого вида из Черного и Мраморного морей, что может быть обусловлено более низкой температурой их обитания в Адриатическом море.

С о л ё н о с т н а я т о л е р а н т н о с т ь. При ступенчатом повышении солёности до 39.8 ‰ в кратковременном эксперименте (3.5 ч) около 10 % самок *A. clausi*, собранных в Мраморном море в районе Босфора (поверхностная солёность 18.9 ‰), опускались на дно сосуда и гибли уже при 29.4 ‰ (табл. 2).

Табл. 1 Размеры и пропорции тела *Acartia clausi* и *Acartia tonsa*, собранных в Чёрном море (у пролива Босфор) и Мраморном море (Принцевы о-ова) в октябре 2005 г., и в Адриатическом море (лагуна Варано) в ноябре 2007 г.
 Table 1 Body length and proportions in *Acartia clausi* and *Acartia tonsa* collected in the Black Sea (near the Bosphorus) and Marmara Sea (Prince Islands) in October 2005, and in the Adriatic Sea (Varano lagoon) in November 2007

Вид	Пол	Район	Температура, °С	Соленость, ‰	Общая длина тела (L _{tot}), мм	Длина просомы (L _{pr}), мм	L _{pr} :L _{tot}
<i>Acartia clausi</i>	Самки	Чёрное море Мраморное море	19.1 18.3	17.0 23.2	1.136 ± 0.060 1.158 ± 0.040	0.869 ± 0.034 0.880 ± 0.025	3.25 3.17
	Самцы	Чёрное море Мраморное море	19.1 18.3	17.0 23.2	1.071 ± 0.048 1.064 ± 0.038	0.803 ± 0.032 0.813 ± 0.019	3.00 3.24
<i>Acartia tonsa</i>	Самки	Чёрное море Мраморное море Адриатическое море	19.1 18.4 9.5	17.0 23.2 24.2 - 25.7	1.062 ± 0.031 1.066 ± 0.046 1.057 ± 0.043	0.847 ± 0.023 0.838 ± 0.041 0.822 ± 0.034	3.94 3.68 3.50
	Самцы	Чёрное море	19.1	17.0	0.949 ± 0.039	0.731 ± 0.035	3.35
	Самцы	Мраморное море Адриатическое море	18.4 9.5	23.2 24.2 - 25.7	0.941 ± 0.027 0.973 ± 0.040	0.725 ± 0.021 0.733 ± 0.019	3.36 3.05

При 39,8 ‰ все животные были мертвы. Напротив, более чем 90 % *A. tonsa* из района Босфора выживало при таком же ступенчатом повышении солености. Только на следующие сутки доля самок, переживших соленостную акклиматизацию к 39,8 ‰, снижалась до 34 %.

Более 90% особей *A. clausi*, собранных у о-ва Сивриада (поверхностная соленость 23, 2‰), также хорошо перенесли кратковременное ступенчатое повышение солености до 39,8 ‰. Однако при длительном содержании самок в воде с этой соленостью доля живых животных уменьшалась до 21,5 – 31,5 %.

Энергетический обмен
 При экспериментальной температуре воды 20-23 0С интенсивность дыхания (Q) активно плавающих самок *A. clausi* в исследованные периоды 2005 и 2007 гг. варьировала в пределах $1,41 \pm 0,19 - 1,77 \pm 0,31$ мкг O₂ мг-1 ч-1 независимо от сезона, солености воды и места сбора в Мраморном море. Величины интенсивности дыхания у самцов и самок этого вида достоверно не различались (табл.3). У самок и самцов *A. tonsa* из Босфорского района Мраморного моря величины интенсивности дыхания при солености 18,9 ‰ и 20 0С оказались близки ($2,20 - 2,23$ мкг O₂ мг-1 ч-1) и также достоверно не отличались от интенсивности дыхания после однодневной акклиматизации к солености 39,8‰ ($2,43 \pm 0,42$ мкг O₂ мг-1 ч-1). Однако у *A. tonsa*, обитающей в лагуне Варано (Адриатическое море), интенсивность дыхания, приведенная к 200С (Q₂₀) оказалась достоверно в 1, 29 и 1,37 раза (p<0,001) ниже, чем у черноморских самцов и самок соответственно из района Босфора.

Табл. 2 Выживаемость *Acartia clausi* и *Acartia tonsa*, собранных в Мраморном море у входа в пролив Босфор, при кратковременном (3.5 ч) ступенчатом повышении солёности до 39.8 ‰, и выживаемость *A. clausi*, обитающих в Мраморном море у Принцевых о-вов, в течение и после ступенчатой акклимации к 39.8 ‰
 Table 2 Survival of *Acartia clausi* and *Acartia tonsa* collected in the Marmara Sea near the Bosphorus during short-term (3.5 h) gradual salinity increase from 18.9 to 39.8 ‰, and survival of *A. clausi* sampled near the Prince Islands during and after gradual salinity acclimation to 39.8 ‰

Босфор				Принцевы о-ва		
Время акклимации, ч	Солёность, ‰	Выживаемость, %		Время акклимации, ч	Солёность, ‰	Выживаемость, %
		<i>Acartia clausi</i>	<i>Acartia tonsa</i>			<i>Acartia clausi</i>
0	18.9	100	100	0	23.2	100
0.4	23.1	100	100	0.5	25.3	100
0.9	25.8	100	100	1.0	28.0	100
1.4	29.4	90.9 ± 4.1	100	1.5	30.6	100
1.9	32.3	86.4 ± 5.3	100	2.0	33.2	100
2.4	35.1	81.8 ± 7.1	93.6 ± 4.2	2.5	35.5	100
2.9	37.3	36.4 ± 12.0	93.6 ± 7.3	3.0	37.9	98.0
3.3	39.8	0	93.6 ± 5.2	3.5	39.9	92.5
20.0	39.8	0	34.0	24.0	39.9	32.5
				48.0	39.9	31.5
				72.0	39.9	21.5

Q_{20} у наркотизированных самок и самцов *A. clausi* оказался в 2.1 – 3.9 раза ниже, чем у активно плавающих особей. У *A. tonsa* из Адриатического моря отношение общего и базального обменов составило 2.13.

Д в и г а т е л ь н а я а к т и в н о с т ь. В наших экспериментах средняя частота двигательных актов, составляющая 69.4 ± 16.5 мин⁻¹ у *A. tonsa* (табл. 4), оказалась в 1.77 раза выше, чем у *A. clausi* (39.2 ± 4.9 мин⁻¹). Отмечены некоторые отличия в характере перемещения акарций. У *A. clausi* передвижение проявлялось в основном в виде косо направленных подскоков и пассивных погружений, тогда как *A. tonsa* чаще перемещались в горизонтальной плоскости, чередуя скачки со скольжением, во время которого совершали фильтрующие движения ротовыми придатками.

Обсуждение. Распределение живых и мертвых организмов мезозoopланктона. Установленное нами снижение биомассы кормового зоопланктона в направлении от Чёрного к Мраморному морю в октябре 2005 г. имеет, по-видимому, устойчивый характер, обусловленный значительным изменением биомассы черноморских копепод *Calanus euxinus*, *Pseudoc-*

lanus elongatus, *Acartia clausi* и *A. tonsa*. Подобная тенденция снижения численности зоопланктона в Мраморном море по сравнению с Чёрным морем была отмечена в 1997 – 1998 гг. [35] и на протяжении 1999 – 2000 гг. [32].

По-видимому, этот феномен обусловлен тем, что черноморские виды не выдерживают резкого повышения солёности, о чем свидетельствует массовая смертность копепод, кладоцер и сагитт в слое солёностного градиента Мраморного моря. Смертность копепод и кладоцер оказалась примерно одинаковой. Однако, в отличие от копепод, численность кладоцер возрастала по направлению от Босфора к Принцевым о-вам, где они концентрировались у поверхности. По нашему мнению, успех развития ветвистоусых в Мраморном море обусловлен особенностями их размножения. Самки Cladocera откладывают яйца в выводковую камеру под карапаксом, где из яиц выходят вполне сформировавшиеся рачки. Поэтому большая часть отрожденной молодежи, остающейся в распреснённых приповерхностных лоях моря, не испытывает гиперосмотического стресса.

Табл. 3 Интенсивность дыхания (Q , $\mu\text{г O}_2 \text{ мг}^{-1}$ сырой массы ч^{-1}) *Acartia clausi* и *Acartia tonsa* из разных районов обитания при экспериментальной температуре и приведённая к 20°C (Q_{20} , $\mu\text{г O}_2 \text{ мг}^{-1}$ сухой массы ч^{-1})

Table 3 Weight-specific respiration rate (Q , $\mu\text{г O}_2 \text{ мг}^{-1}$ WW h^{-1}) in *Acartia clausi* and *Acartia tonsa* from the different areas at experimental temperature and normalized to 20°C (Q_{20} , $\mu\text{г O}_2 \text{ мг}^{-1}$ DW h^{-1})

Вид	Дата	Район	Температура среды обитания, $^\circ\text{C}$	Температура опыта, $^\circ\text{C}$	Солёность, %0	Q , $\mu\text{г O}_2 \text{ мг}^{-1}$ сырой массы ч^{-1}		Q_{20} , $\mu\text{г O}_2 \text{ мг}^{-1}$ сухой массы ч^{-1}	
						Общий обмен	Основной обмен	Общий обмен	Основной обмен
<i>Acartia clausi</i> самки	Октябрь 2005 г.	Мраморное море	18.3	20	23.2 39.8	1.60 ± 0.28 $1.49 \pm 0.09^*$	-	8.62 ± 1.5 8.04 ± 0.5	-
	Октябрь 2005 г.	Босфор	18.4	20	18.9	1.41 ± 0.19	-	7.9 ± 1.1	-
	Июль 2007 г.	Босфор	21.8	23 21	19.0	1.77 ± 0.31 --	- 0.56 ± 0.12	8.35 ± 1.5 -	- 3.14 ± 0.67
	Декабрь 2007 г.	Босфор	12.5	20	19.1	1.64 ± 0.25	0.42 ± 0.085	8.17 ± 1.25	2.11 ± 0.43
	Апрель 2008 г.	Босфор	10.8	20	22.1	1.65 ± 0.21	-	8.57 ± 1.09	-
<i>A. clausi</i> самцы	Декабрь 2007 г.	Босфор	12.5	20	19.1	1.45 ± 0.34	0.70 ± 0.10	7.27 ± 1.74	3.50 ± 0.49
<i>Acartia tonsa</i> самки	Октябрь 2005 г.	Босфор	18.4	20	18.9 39.8	2.20 ± 0.29 $2.43 \pm 0.42^*$	-	10.95 ± 1.4 12.10 ± 2.1	-
<i>A. tonsa</i> самцы	Октябрь 2005 г.	Босфор	18.4	20	18.9	2.23 ± 0.27	-	10.40 ± 1.1	-
<i>A. tonsa</i> самки + самцы + копеподиты IV, V	Ноябрь 2007 г.	Адриатическое море	9.5	16.0	24.3-33.5	1.43 ± 0.56	0.60 ± 0.10	8.81 ± 3.4	4.14 ± 0.73

Табл. 4 Частота прыжков* у самок *Acartia clausi* (F_1 , мин⁻¹) и *A. tonsa* (F_2 , мин⁻¹) при $21 \pm 1^\circ\text{C}$ в морской воде (18 ‰), содержащей водоросли *Thalassiosira weissflogii* и *Monochrysis lutheri*
 Table 4 Frequency of jumps* in females of *Acartia clausi* (F_1 , min⁻¹) and *A. tonsa* (F_2 , min⁻¹) at $21 \pm 1^\circ\text{C}$ in seawater (18 ‰) containing algae *Thalassiosira weissflogii* and *Monochrysis lutheri*

№ опыта	<i>Acartia clausi</i>	<i>Acartia tonsa</i>	F_2/F_1
	F_1 , мин ⁻¹	F_2 , мин ⁻¹	
1	35.0 ± 2.6	56.4 ± 6.0	1.61
2	38.2 ± 7.3	81.5 ± 7.0	2.13
3	47.3 ± 1.0	88.8 ± 6.0	1.88
4	39.3 ± 3.8	49.5 ± 1.3	1.26
5	36.0 ± 10.0	70.7 ± 11.4	1.96
Среднее значение по 5 опытам	39.2 ± 4.9	69.4 ± 16.5	1.77 ± 0.3

* Среднее значение для каждого опыта определено по пяти одноминутным интервалам
 * Mean value for every experiment was determined from five 1-min intervals

Однако многие копеподы, размножаясь, рассеивают в воде яйца, которые могут погибать при погружении в гиперсолёные слои Мраморного моря (особенно - более тяжелые диапаузирующие яйца). Это может лимитировать развитие таких копепод, как акарция, в том числе лишая их возможности возобновлять своё развитие из диапаузирующих яиц. Вероятно, этим может объясняться отсутствие устойчивой популяции *A. tonsa* в Мраморном море: мы не находили её здесь после 2005 г., за исключением декабря 2007 г., когда у входа в пролив Босфор была обнаружена одна самка.

Сравнительный анализ морфофизиологических характеристик и солёностной толерантности *Acartia clausi* и *A. tonsa*. В последние десятилетия Чёрное море населяют два массовых вида копепод: постоянно обитающая в планктоне *A. clausi* и *A. tonsa*, переживающая сезонное понижение температуры на стадии диапаузирующих яиц.

В прибрежных зонах Атлантики, откуда *A. tonsa* распространилась в моря средиземноморского бассейна, общая длина тела *A. tonsa*, достигая 1.15 – 1.3 мм у самок, превышает длину самок *A. clausi* [30]. Наоборот, в Чёрном море *A. clausi*, достигающая 1.3 мм,

крупнее *A. tonsa* [1]. Согласно [1], длина самок *A. tonsa*, собранных в 1976 г., варьировала в пределах 0.96 – 1.2 мм при средней величине 1.09 ± 0.07 мм. В сентябре 1990 г. их длина оказалась равна 0.856 мм (0.821 – 0.98 мм) [9]. По [25], это свидетельствует об измельчании этого вида, подобно уменьшению размеров других видов копепод после вселения в Чёрное море [24]. В октябре 1996 г. средняя длина тела самок *A. tonsa* в Чёрном море составляла 0.879 ± 0.032 мм [25], тогда как в октябре 2005 г. она возросла до 1.062 ± 0.031 мм, что может указывать на увеличение размеров *A. tonsa* в процессе натурализации в черноморской экосистеме.

В лагунах Адриатики состояние *A. tonsa* в эти годы было, по-видимому, более стабильным, так как размерный диапазон у самок этого вида в 1985 г. (1.029 – 1.151 мм, средняя длина тела 1.095 мм) [9] мало отличался от такового самок, собранных нами в лагуне Варано в ноябре 2007 г. (1.012 – 1.150 мм), а средняя величина последних (1.057 ± 0.043 мм) не имела достоверных отличий от длины черноморских самок *A. tonsa* в 2005 г. (табл. 1).

Отметим, что в Мраморном море длина тела самок и самцов *A. clausi* и *A. tonsa* достоверно не отличалась от соответствующих морфометрических показателей черноморских особей этого вида. По-видимому, в октябре 2005 г. северо-восточную часть Мраморного моря населяли акарции, проникшие через Босфорский пролив из Чёрного моря.

Несмотря на то, что солёностный толерантный диапазон вида может быть широким, у локальных популяций данного таксона он обычно значительно уже. Например, хотя известно, что *A. clausi* может переносить солёность от 1 до 65 ‰, оптимальный солёностный диапазон этого вида составляет 24 – 30 ‰ [13]. Показано [8], что изменение солёности выступает как лимитирующий фактор распределения копепод. Успешная акклимация зоопланктонных организмов в значительной степени зависит от градиента и скорости изменения солёности.

При понижении солёности от 34.5 до 27 ‰ *Calanus* spp. из Конгсфьорден (Северное море) оставались живыми в течение многих часов, однако после понижения солёности до 24 ‰ животные погибали в течение 1 ч, а при солёности ниже 9 ‰ все копеподы были мертвы через 15 мин [36]. В наших экспериментах все *A. clausi*, собранные в Босфорском течении, погибали при ступенчатом повышении солёности от 18.9 до 39.8 ‰ в течение 3.5 ч. В удалённом от Босфора районе Принцевых о-вов выживаемость *A. clausi* в кратковременных экспериментах оказалась более высокой. Однако около 80 % экспериментальных особей погибало при содержании в воде с высокой солёностью в течение суток.

Следовательно, снижение численности и массовую смертность *A. clausi*, проникающей в Мраморное море из Чёрного, скорее, нужно рассматривать как ожидаемое явление, принимая во внимание высокий градиент солёности Мраморного моря (до 20 ‰) в слое 20 – 30 м.

Согласно нашим данным, в Мраморном

море у Принцевых о-вов численность *A. tonsa* также резко снижается, по сравнению с районом Босфора. В экспериментах особи этого вида, в отличие от *A. clausi*, хорошо переносили быстрое повышение солёности от 18.9 до 39.8 ‰. Кроме того, независимо от солёности воды, у *A. tonsa* оказались достоверно более высокими уровни энергетического обмена и двигательной активности, свидетельствующие о её более высоком адаптивном потенциале. Интенсивность дыхания *A. tonsa* в прибосфорском районе, приведенная к 1 мг сухой массы тела при 20°C, оказалась равна 10.40 ± 1.1 мкг O₂ мг⁻¹ ч⁻¹ у самцов и варьировала от 10.95 до 12.10 мкг O₂ мг⁻¹ ч⁻¹ у самок, что в среднем в 1.4 раза превысило интенсивность дыхания самцов (7.27 ± 1.74 мкг O₂ мг⁻¹ ч⁻¹) и самок ($7.9 - 8.62$ мкг O₂ мг⁻¹ ч⁻¹) *A. clausi* при той же экспериментальной температуре, независимо от сезона и температуры среды (табл. 3).

Более высокий энергетический обмен *A. tonsa* установлен в сравнительных экспериментах других авторов [8, 15, 18]. Полученные в наших опытах величины интенсивности дыхания черноморской *A. tonsa* близки результатам [12, 22, 23], приведённым к 20°C [20]. В опытах [3] минимальная интенсивность дыхания *A. clausi*, полученная при 17 – 18°C (8.1 мкг O₂ мг⁻¹ ч⁻¹), оказалась близка нашим данным, а максимальная величина (37.8 ± 3.5 мкг O₂ мг⁻¹ ч⁻¹) превысила их в 4.4 – 4.8 раза. Тем не менее, величина отношения общего обмена к основному у *A. clausi*, составившее 2.7 – 3.9 у самок (табл. 3), оказалась даже выше величины (2.12), полученной в опытах [4], что указывает на высокую активность животных в наших экспериментах.

Наибольшая двигательная активность *A. clausi* при характерной для Чёрного моря солёности 17 – 20 ‰, установленная в двух экспериментах [29], оказалась равна 36 ± 5.7 и 41 ± 5.8 прыжков мин⁻¹ соответственно, а в наших опытах – 39.2 ± 4.9 прыжков мин⁻¹.

Частота прыжков *A. tonsa* была выше у

особей, обитающих как в северо-западной Атлантике [27] (61 ± 3.4 прыжков мин^{-1} в спокойной воде при 20°C), так и в Чёрном море (69.4 ± 16.5 прыжков мин^{-1} , наши данные).

Известно, что в оптимальных диапазонах солёности и температуры *A. tonsa* обладает более высокой, чем у *A. clausi*, скоростью фильтрации и поглощения пищи [8, 15], производит больше фекальных пеллет и откладывает больше яиц [34], имеет меньшую продолжительность развития и большее число генераций [21]. Это позволяет считать *A. tonsa* видом с высокой экологической валентностью. Однако, по [26], *A. tonsa* адаптирована к высоким концентрациям пищи в среде обитания и обычно успешно развивается в мелководной прибрежной зоне, лагунах и эстуариях, редко встречаясь в значительном количестве в открытом море [14]. Можно предположить, что широкому распространению этого вида в значительной мере способствовали характерные для последних десятилетий эвтрофикационные процессы. Однако высокая приспособляемость взрослых особей *A. tonsa* может нивелироваться низкой солёностной толерантностью её ювенильных стадий. Установлено [33], что оптимальная выживаемость науплиусов *A. tonsa* соответствует солёности 20 – 25 ‰. Жизнеспособность науплиусов понижается при солёности выше 25 ‰ и при температуре ниже 20°C .

В Чёрном море в октябре – ноябре, когда температура воды опускается ниже 15°C , количество *A. tonsa* резко уменьшается [1]. В Мраморном море последний в 1997 г. пик численности *A. tonsa* наблюдался в начале октября также при температуре около 15°C [35]. В это время численность *A. tonsa* даже превышала численность *A. clausi*. В октябре 2005 г. температура поверхностной воды была равна 18.3°C . Следовательно, мы не можем объяснить отсутствие *A. tonsa* в северо-восточной части Мраморного моря сезонными циклами её развития. Подобный феномен отмечен [14] в Средиземном море у берегов Марселя. Хотя *A.*

tonsa успешно развивалась в лагуне Берре при 10 – 12 ‰ и выдерживала в течение нескольких дней повышение солёности до 35 – 38 ‰, она отсутствовала в заливе Фос, где при солёности 35 – 40 ‰ обитала *A. clausi*.

В Адриатическом море *A. tonsa* также не встречается в открытых водах (Belmonte G., устное сообщение), но в последнее время хорошо развивается в распреснённых лагунах [28] даже при температуре воды около 10°C , как это было отмечено нами в декабре 2007 г. в лагуне Варано. Интенсивность дыхания особей этой популяции *A. tonsa*, приведенная к 20°C , оказалась, однако, в среднем в 1.27 раза ниже, чем у особей из черноморской популяции, собранных в районе Босфора, вероятно, в силу нетипично низкой для этого вида температуры среды обитания.

Заключение. В прибоффорском районе Чёрного и Мраморного морей в октябре 2005 г. численность и биомасса мезозoopланктона резко снижались в направлении Мраморного моря. Одновременно с этим возрастала доля погибших организмов. Максимальная доля мёртвых особей *A. clausi* (88 %) отмечена в слое солёностного градиента Мраморного моря, что указывает на низкую галотолерантность вида. Это подтверждают лабораторные эксперименты, в которых *A. clausi*, собранные в районе Босфора, погибали при повышении солёности от 18.9 до 39.8 ‰. Выживаемость у *A. tonsa* при изменении солёности оказалась выше, чем у *A. clausi*. Сравнительное исследование этих видов показало, что для *A. tonsa* характерны более высокие уровни энергетического обмена и двигательной активности, свойственные организмам с высоким адаптивным потенциалом. Однако, несмотря на то, что *A. tonsa* в 2005 г. в значительном количестве присутствовала в районе Босфора, в открытых районах Мраморного моря этот вид встречался редко.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке грантов NATO - CLG (ESP.NUKR.CLG 983036) и TUBITAK - NASU (107Y001).

1. Губанова А. Д. *Acartia tonsa* Dana в Севастопольской бухте: появление, сезонная динамика, размерная структура // Экология моря. – 2000. – Вып. 51. – С. 53 – 58.
2. Ковалёв А. В. Мезозoopланктон / Ковалёв А. В., Финенко З. З. Планктон Чёрного моря. – Киев: Наук. думка, 1993. – С. 144 – 165.
3. Павлова Е. В. Движение и энергетический обмен морских планктонных организмов. – К.: Наук. думка, 1987. – 212 с.
4. Павлова Е. В., Минкина Н. И. Оценка величин основного энергетического обмена у морских копепод // Гидробиология. – 1982. – **265**, вып. 4. – С. 1017 – 1019.
5. Петина Т. С. О среднем весе основных форм зоопланктона Чёрного моря // Тр. Севастоп. биол. ст. – 1957. – **9**. – С. 39 – 57.
6. Петина Т. С. О суточном ритме в питании веслоногого рачка *Acartia clausi* Giesbr. // ДАН СССР. – 1958. – **120**, вып. 4. – С. 896 – 899.
7. Светличный Л. С., Уманская А. В. Кислородная цена локомоции *Calanus helgolandicus* (Crustacea, Copepoda) // Океанология. – 1991. – **31**, вып. 5. – С. 770 – 777.
8. Anraku M. Influence of the Cape Cod Canal on the hydrography and on the copepods in Buzzards Bay and Cape Cod Bay, Massachusetts. II. Respiration and feeding // Limnol. Oceanogr. - 1964. – **9**. – P. 195 - 206.
9. Belmonte G., Mazzocchi M. G., Prusova I. Yu. et al. *Acartia tonsa*: a species new for the Black Sea fauna // Hydrobiologia. – 1994. – **292/293**. – P. 9 – 15
10. Benli H. A., Tarkan A. N., Sever T. M. Comparison of the mesozooplankton composition the south-western Black Sea, Sea of Marmara and eastern Aegean Sea // Turkish Journal of Marine Sciences. - 2001. – **7**. – P. 163 - 179.
11. Besiktepe S. T., Sur H. I., Ozsoy E. et al. The circulation and hydrography of the Marmara Sea // Progress in Oceanography. - 1994. – **34**, No. 4. – P. 285 - 334.
12. Calliari D., Andersen C. M., Thor P. et al. Salinity modulates the energy balance and reproductive success of co-occurring copepods *Acartia tonsa* and *A. clausi* in different ways // Mar. Ecol. Progr. Ser. - 2006. – **312**. – P. 177 - 188.
13. Cervetto G., Pagano M., Gaudy R. Adaptation aux variations de la salinite chez le copepode *Acartia clausi* // J. Rech. Océanogr. - 1995. – **20**. – P. 42 - 49.
14. Cervetto G., Gaudy R., Pagano M. Influence of salinity on the distribution of *Acartia tonsa* (Copepoda, Calanoida) // J. Exper. Mar. Biol. Ecol. – 1999. – **239**. – P. 33 – 45.
15. Conover R. J. Oceanography of Long Island Sound, 1952-1954. VI. Biology of *Acartia clausi* and *A. tonsa* // Bulletin of the Bingham Oceanographic Collection. - 1956. – **15**. – P. 156 - 233.
16. Durbin E. G., Durbin A. G. Length and weight relationships of *Acartia clausi* from Narragansett Bay, R.I. // Limnol. Oceanogr. – 1978. – **23**. – P. 958 - 969.
17. Erkan F., Gücü A. C., Zagorodnyaya Ju. The diel vertical distribution of zooplankton in the south-east Black Sea // Turk. J. Zool. – 2000. – **24**. – P. 417 – 427.
18. Gaudy R., Cervetto G., Pagano M. Comparison of the metabolism of *Acartia clausi* and *A. tonsa*: influence of temperature and salinity // J. Exper. Mar. Biol. Ecol. - 2000. – **247**. – P. 51 - 65.
19. Heinle D. R.. Production of a Calanoid Copepod, *Acartia tonsa*, in the Patuxent River Estuary // Chesapeake Science. - 1966. – **7**. – P. 59 - 74.
20. Hubareva E., Svetlichny L., Kideys A. et al. Fate of the Black Sea *Acartia clausi* and *A. tonsa* (Copepoda) penetrating into the Marmara Sea through the Bosphorus // Estuarine, Coastal and Shelf Science. – 2008. – **76**. – P. 131 - 140.
21. Jeffries H. P. Succession of two *Acartia* species in estuaries // Limnol. Oceanogr. - 1962. - **7**, No. 3. – P. 354 - 364.
22. Kjørboe T., Møhlenberg F., Hamburger K. Bioenergetics of the planktonic copepod *Acartia tonsa*: relation between feeding, egg production and respiration, and composition of specific dynamic action // Marine Ecology Progress Series. – 1985. – **26**. – P. 85 - 97.
23. Klekowski R. Z, Sazhina L. I. Respiratory metabolism in some dominant pelagic copepods of tropical Pacific // Polskie Archiwum Hydrobiologii. – 1980. – **27**, No. 4. – P. 497 - 512.
24. Kovalev A. V. Sur la variabilite des demensions de quelques Copepodes planctiniques dans les mers du bassin Mediterranean // Rapp. Comm. Int. Mer medit. – 1968. – **19**, No. 3. – P. 441 - 443.
25. Kovalev A. V., Besiktepe S., Zagorodnyaya J. et al. Mediterraneanization of the Black Sea zooplankton is continuing / Ivanov L. I, Oguz T. Ecosystem modeling as a management tool for the Black Sea. – The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998. – **1**. – P. 199 – 207.
26. Paffenhofer G. A., Stearns D. E. Why is *Acartia tonsa* (Copepoda: Calanoida) restricted to near-shore environments? Mar. Ecol. Progr. Ser. – 1988. – **42**. – P. 33 – 38.
27. Saiz E. Observations of the free-swimming behavior of *Acartia tonsa*: Effects of food concentration and turbulent water motion // Limnol. Oceanogr. - 1994. – **39**, No. 7. – P. 1566 - 1578.
28. Sei S., Rossetti G., Villa F. et al. Zooplankton variability related to environmental changes in a

- eutrophic coastal lagoon in the Po Delta // *Hydrobiologia*. - 1996. - **329**. - P. 45 - 55.
29. Seregin S., Piontkovski S. Behaviour of *Acartia clausi* Giesbrecht (Copepoda) in a salinity gradient // *Oebalia*. - 1998. - **24**. - P. 145 - 159.
30. Steuer A. Bausteine zu einer Monographie der Copepodengattung *Acartia* // *Arb. Zool. Inst. der Universtat Innsbruck*. - 1923. - **1**, No. 5. - P. 1 - 148.
31. Svetlichny L. S., Hubareva E. S., Kideys A. E. et al. Zooplankton community state in the North-eastern Marmara Sea during early autumn with comments on mass mortality of the Black Sea species due to the salinity gradient // *J. Black Sea / Mediterranean Environment* - 2006. - **12**. - P. 213 - 231.
32. Tarkan A. N., Isinibilir M., Tarkan A. S. Seasonal variations of the zooplankton composition and abundance in the Istanbul Strait // *Pakistan J. Biol. Sci.* - 2005. - **8**, No. 9. - P. 1327 - 1336.
33. Tester P. A., Turner J. Why is *A. tonsa* restricted to estuarine habitats? // *Bull. Plankton Soc. Japan*. - 1991. - Spec. Vol. - P. 603 - 611.
34. Tiselius P., Jonsson, P. R., Kaartvedt S. et al. Effects of copepod foraging behavior on predation risk: an experimental study of the predatory copepod *Pareuchaeta norvegica* feeding on *Acartia clausi* and *A. tonsa* (Copepoda) // *Limnol. Oceanogr.* - 1997. - **42**. - P. 164 - 170.
35. Yuksek A., Yilmaz N., Okus E. et al. Spatio-temporal variations in zooplankton communities and influence of environmental factors on them in SW Black Sea and the Sea of Marmara // 2nd International Conference on oceanography of the eastern Mediterranean and Black Sea: Similarities and differences of two interconnected basins". (Ankara, Oct. 14 - 18, 2002): Abstr. - Ankara, 2002. - P. 125 - 126.
36. Zajaczkowski M., Legezynska J. Estimation of zooplankton mortality caused by an Arctic glacier outflow // *Oceanologia*. - 2001. - **43**, No. 3. - P. 341 - 351.

Поступила 09 июня 2008 г.

После доработки 07 октября 2008 г.

Розподіл і смертність мезозoopланктону в прибофосфорських районах Чорного та Мармурового морів: солонісна толерантність *Acartia clausi* и *Acartia tonsa*. О. С. Губарева, Л. С. Светлічний, М. Ишинбилір, Г. Бельмонте. У прибофосфорських районах Чорного та Мармурового морів у жовтні 2005 р. спостерігалось зниження біомаси кормового зоопланктону від 6102.6 до 2363.7 мг м⁻² у напрямку до Мармурового моря. Ця тенденція обумовлена різкою зміною біомаси чотирьох видів копепод - *Calanus euxinus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Acartia clausi* и *A. tonsa*. Одночасно з цим зростала частка мертвих організмів. У домінуючій копеподи *A. clausi* максимальна смертність (88 %) відзначена у шарі солонісного градієнта Мармурового моря (25 - 38 ‰), що вказує на низьку галотолерантність цього виду. У лабораторних короткочасних експериментах *A. clausi*, зібрані біля входу в протоку Босфор, гинули при підвищенні солоності від 18.9 ‰ до 29.4 ‰. Хоча виживаність *A. clausi* з віддаленого від Босфора району Принцевих о-вів виявилася більш високою, особі цього виду не перенесли тривалого утримування при 39.8 ‰. *A. tonsa*, навпаки, легко витримувала підвищення солоності до 39.8 ‰, проте ця перевага не сприяла її розвитку в Мармуровому морі. Порівняльне дослідження цих двох видів показало, що для *A. tonsa* властиві більш високі рівні енергетичного обміну та рухової активності.

Ключові слова: мезозoopланктон, біомаса, чисельність, виживаність, *Acartia clausi*, *Acartia tonsa*, солонісна толерантність, швидкість дихання, рухова активність, Чорне море, Мармурове море

Distribution and mortality of mesozooplankton in the Bosphorus area of the Black and Marmara Seas: salinity tolerance of *Acartia clausi* and *Acartia tonsa*. E. S. Hubareva, L. S. Svetlichny, M. Isinibilir, G. Belmonte. In the Bosphorus area of the Black and Marmara Seas in October 2005 the biomass of fodder zooplankton diminished from 6102.6 to 2363.7 mg m⁻² in the direction of the Marmara Sea due to pronounced decrease in the biomass of copepods *Calanus euxinus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Acartia clausi* and *A. tonsa*. The share of dead individuals increased simultaneously. Maximum mortality (88 %) in dominant copepod *A. clausi* was found in the salinity gradient layer (25 - 38 ‰) of the Marmara Sea. In laboratory short-term experiments *A. clausi* collected in the Marmara Sea near the Bosphorus died after salinity increase from 18.9 ‰ to 29.4 ‰. Despite higher salinity tolerance of *A. clausi* sampled near the Prince Islands, these individuals cannot withstand long-term exposure to 39.8 ‰. On the contrary, *A. tonsa* survived successfully during salinity increase from 18.9 to 39.8 ‰. In comparison with *A. clausi*, *A. tonsa* possess higher levels of metabolism and locomotory activity.

Key words: mesozooplankton, biomass, abundance, survival, *Acartia clausi*, *Acartia tonsa*, salinity tolerance, respiratory rate, locomotory activity, Black Sea, Marmara Sea