

УДК 595.41 (262.5)

ПЕРВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАУНЫ И ЭКОЛОГИИ ТИХОХОДОК (TARDIGRADA) КАРКИНИТСКОГО ЗАЛИВА (КРЫМ, ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Харкевич Х. О.

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины, Севастополь,
k.kristinna@gmail.com

В работе представлены данные о первых исследованиях фауны и экологии тихоходок в Каркинитском заливе (август 2011 г.). Обнаружены новые для фауны Черного моря виды тихоходок *Styraconyx qivitoq*, *S. nanoqsunguak* и *Megastygartides* sp. n., относящиеся к двум родам *Styraconyx* и *Megastygartides* соответственно, одного семейства Halechiniscidae, класса Heterotardigrada. Рассмотрена видовая структура и количественное развитие тихоходок в сообществе мейобентоса. Представлена краткая морфологическая характеристика обнаруженных видов тихоходок. Дополнена информация об их экологических особенностях и местах обитания.

Ключевые слова: *Styraconyx qivitoq*, *S. nanoqsunguak*, *Megastygartides* sp. n., тихоходки, мейобентос, численность, Черное море.

ВВЕДЕНИЕ

Тихоходки (Tardigrada) – микроскопические беспозвоночные животные, жизнь которых приурочена к водной среде. Они распространены в донных осадках и на макрофитах в пресноводных и морских водоемах по всему миру, могут заселять наземные субстраты – мхи, лишайники и др.

Ученые дискутировали о зоологическом статусе тихоходок начиная с момента их открытия в середине 18 века. Некоторые авторы выделяли тихоходок в отдельный класс в составе типа Arthropoda [1], другие – считали типом [2]. В середине прошлого века было предложено выделить тихоходки в отдельный тип [3]. Мы придерживаемся классификации [4, 5], согласно которой тихоходки представляют отдельный тип Tardigrada, который разделен на 3 класса: Eutardigrada, Mesotardigrada и Heterotardigrada. Eutardigrada – это пресноводные и наземные виды, за некоторым исключением морские тихоходки. К Mesotardigrada принадлежит лишь 1 вид *Thermozodium esakii* Rahm, 1937, найденный в горячем серном источнике в Нагасаки, Япония. Вид был отмечен один раз, а его местообитание в скором времени было разрушено [3]. Около 180 известных видов морских тихоходок относятся преимущественно к классу Heterotardigrada.

Изучение мировой фауны тардиград началось в XVIII веке. Только в середине XX века получена первая информация о тихоходках Черного моря, найденных в мелководных районах у берегов Болгарии и Румынии [6–8]. Позже исследования на западном шельфе Крыма (бухты г. Севастополя, район мыса Тарханкут) дополнили информацию о видовом составе и экологии черноморских тихоходок [9, 10].

Актуальность проведения исследований определяется важной ролью мейобентоса в функционировании морских экосистем, в том числе и тихоходок, как

одной из малоизученной его составляющей. К моменту наших исследований информация о фауне и экологии тихоходок Каркинитского залива Черного моря отсутствовала. Это можно объяснить методическими трудностями в обнаружении тихоходок и неравномерностью их распределения в донных осадках.

Целью настоящей работы явилось определение видовой принадлежности тихоходок и изучение их экологических особенностей и количественного развития в Каркинитском заливе (СЗЧМ).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужили сборы донных осадков во время комплексной научной экспедиции в 70 рейсе НИС «Профессор Водяницкий» в августе 2011 года в районе Каркинитского залива (СЗЧМ) на глубинах от 11 до 36 м (рис. 1).

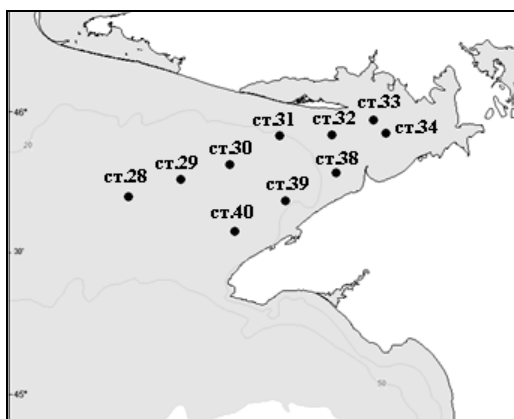


Рис. 1. Карта станций в Каркинитском заливе (август, 2011)

Пробы отбирали дночерпателем «Океан 50», из которого мейобентосными трубками площадью 18,1 см² вырезали 3 колонки грунта. Полученный материал фиксировали 4% формалином. В лаборатории образцы донных осадков промывали проточной водой через систему сит, нижнее из которых имело диаметр ячеек 63 мкм. Полученный осадок окрашивали красителем Бенгальский розовый. При камеральной обработке проб все обнаруженные организмы идентифицировали до крупных таксонов и просчитывали их количество. Расчет плотности поселений организмов соотносили на м² площади дна. Идентификацию тихоходок до вида проводили с помощью микроскопа Nikon Eclipse E200 под разным увеличением.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В акватории Каркинитского залива проводили исследования на 10 станциях по двум разрезам. На первом разрезе тихоходки обнаружены на двух станциях, на втором – одной, таким образом, встречаемость тардиград составляла 30%.

Абиотические показатели среды могут влиять на приуроченность видов тихоходок к тем или иным районам и местам обитания. Станции, на которых были обнаружены тихоходки, отличались по гидрологическим условиям. Температура воды в разных частях залива изменялась в широких пределах. В открытых частях Каркинитского залива вода прогревалась до 22,5°C на поверхности, в то время как в кутовой части температура воды на глубине 8 м составляла 24,6°C. Соленость в исследованном районе изменялась от 16,23 до 18,42‰ в разных частях залива. Показатели концентрации кислорода были на уровне 5,39 мл/л в кутовой части и около 6-7 мл/л в открытых районах залива [11].

Видовая структура и экологические особенности таксоценоза тихоходок Каркинитского залива. Фауна тихоходок Каркинитского залива представлена тремя видами, новыми для фауны Черного моря. Два из них относятся к роду *Styraconyx*, а один – к роду *Megastygarctides* семейства Halechiniscidae, класс Heterotardigrada.

Ниже дано краткое описание найденных видов и рассмотрены некоторые их экологические особенности.

Класс Heterotardigrada Marcus, 1927

Отряд Arthrotardigrada Marcus, 1927

Семейство Halechiniscidae Thulin, 1928

Род *Styraconyx* Thulin, 1942

***Styraconyx qivitoq* Kristensen and Higgins, 1984 (рис. 2).**

Материал: Черное море, Каркинитский залив, ст. 28 (45°42.045N, 31°58.784E), глубина 32 м и ст. 32 (45°55.142N, 33°00.012E), глубина 12 м; 17 экз.

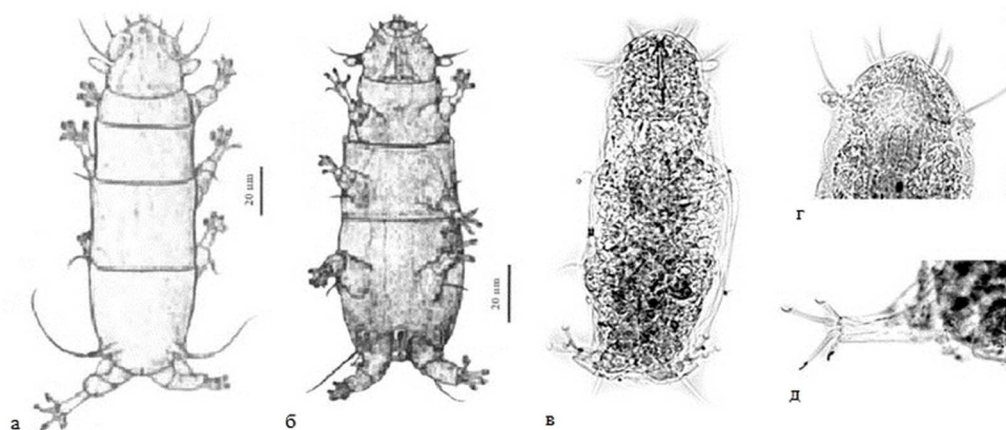


Рис. 2. *Styraconyx qivitoq*: а – самец, б – самка [по 12], в – общий вид с вентральной стороны (фото, увеличение $\times 400$), г – головные придатки, д – пальцы с когтями на 4 ноге ($\times 1000$)

Описание: основные параметры и главные черты соответствуют оригинальному описанию вида [12]. Черноморские формы мелкие, длиной 130–220 мкм, шириной

35–80 мкм. У некоторых экземпляров есть пигментные глазные пятна. Кутикула с дорсальной и вентральной стороны очень тонкая. Имеется полный набор головных придатков с коротким медиальным усиком (7 мкм). Внешние головные усики (13 мкм) находятся на возвышении (3 мкм), внутренние головные усики состоят из базиса (5 мкм) и тонкого усика (7 мкм). Первичная округлая клава (9 мкм) с «Van der Land's body» [12] у своего основания, и латеральный усик, состоящий из двух частей – базиса (12 мкм) и длинного усика (15 мкм) на небольшом возвышении (4 мкм), у основания окружены тонкой мембраной. Вторичная клава в форме большой куполообразной структуры. Ротоглоточный аппарат представлен фарингеальной трубкой шириной 3 мкм, длиной 24 мкм. Глоточная луковица округлой формы (18 мкм в диаметре) с двумя длинными стилетами (24 мкм) на подпорках и с тремя плакоидами. На ногах имеется по четыре пальца с коготками, разделяющимися к вершине на три заостренные части, которые могут полностью закрываться прозрачной тонкой мембраной. На первых трех парах ног есть короткие тонкие усики. Органы чувств на четвертой ноге представлены овальной папиллой с шипом.

Экология: в районе Каркинитского залива вид обитает в биотопе ракушечника с примесью мелкозернистого заиленного песка на глубинах 12 и 32 м, при солености 17,6–17,9‰, в диапазоне температур 10–22,7°C, при достаточном наличии в среде кислорода (6,2 мл/л).

***Styraconyx nanoqsunguak* Kristensen and Higgins, 1984** (рис. 3).

Материал: Черное море, Каркинитский залив, ст. 28 (45°42.045N, 31°58.784E), глубина 32 м; 2 экз.

Описание: главные черты в соответствии с оригинальным описанием вида [12]. Черноморские формы мелкие, длиной 140 мкм и шириной 50 мкм. Два пигментных глаза. Дорсальная кутикула с 20 ярко выраженными кольцами. Первичная клава (11 мкм) и латеральный усик (30 мкм) на одном общем возвышении (5 мкм). Вторичная клава изогнутой булавовидной формы (11 мкм) размещена вокруг основания внешнего головного усика. На голове имеется набор парных внешних (14 мкм) и внутренних головных усиков (13 мкм), латеральный и короткий медиальный усик (8 мкм). Ротоглоточный аппарат представлен узкой (1,5 мкм) фарингеальной трубкой длиной 18 мкм, которая прикреплена к округлой глоточной луковице (13 мкм в диаметре) с двумя стилетами на подпорках и тремя плакоидами. На первой, второй и третьей ноге есть усики длиной 7, 10 и 11 мкм соответственно. На ногах по четыре коготка – два внешних с редуцированными подпорками и два внутренних – на сердцевидном основании. Каждый коготок с тремя заостренными частями. На первых трех парах ног коготки короче, чем на четвертой паре. Орган чувств на четвертой ноге представлен булавовидной папиллой (7 мкм) с тонким усиком (4 мкм). Цирра E (33 мкм) размещена у основания четвертой ноги.

Экология: в районе Каркинитского залива вид встречается на глубине 32 м в песчаном грунте, обогащенном детритом из фрагментов водорослей. Соленость на глубине 29 м – 17,9‰. Вода на поверхности прогревалась до 21,6°C, а на глубине 29 м была 10°C. Концентрация кислорода на ст. 28 была около 6,2 мл/л на глубине 30 м.

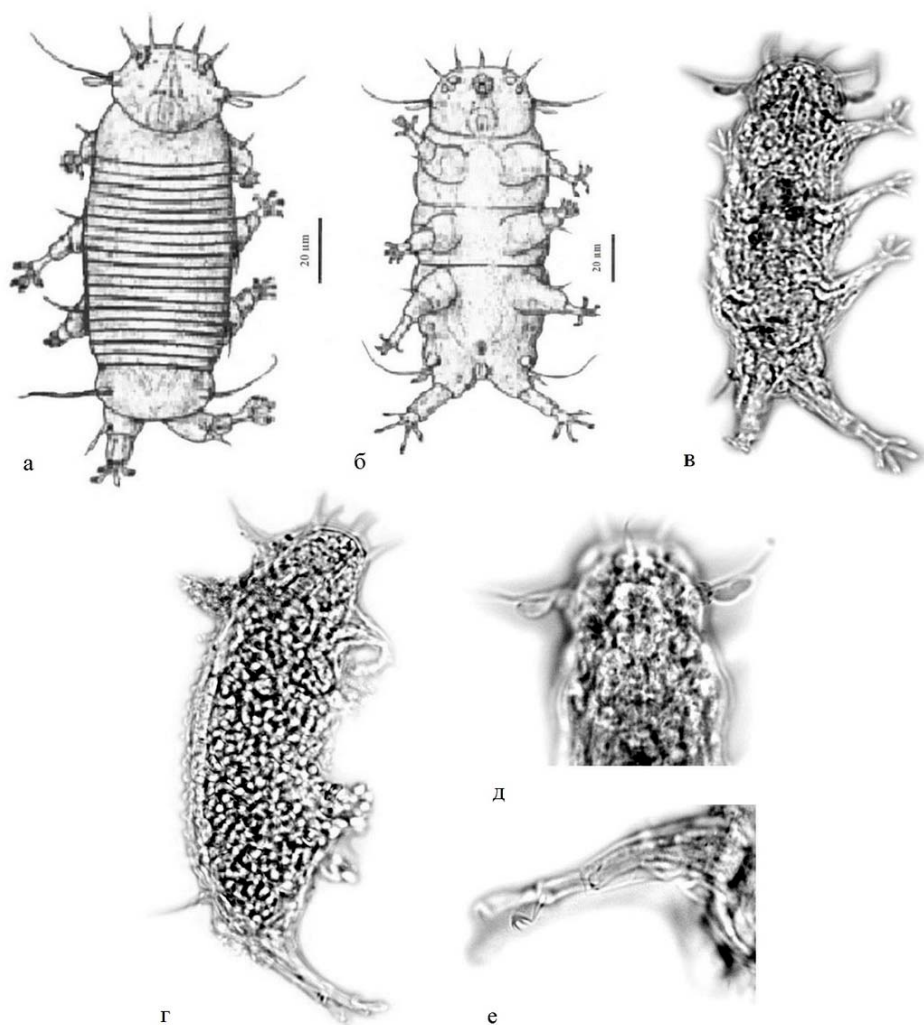


Рис. 3. *Styraconyx nanoqsunguak*: а – самец, б – самка [по 12]; в – общий вид с вентральной стороны, г – общий вид с латеральной стороны (фото, увеличение $\times 400$), д – головные придатки, е – пальцы с когтями на 4 ноге ($\times 1000$)

Из литературных источников известно о широком распространении видов рода *Styraconyx* в Мировом океане [12]. Например, некоторые представители рода встречаются у берегов Гренландии, в то время как другие виды распространены в субтропических и тропических морских условиях.

Следует отметить, что тихоходки рода *Styraconyx* избирательны в местообитании, но в то же время встречаются как в мелководной зоне, так и в глубоководных районах. Некоторые виды предпочитают коралловый песок, водоросли и ракушечник, в то время как другие специфичны для радиоактивных

теплых озер с эндемичными одноклеточными водорослями, которыми они питаются [12].

Род *Megastygartides* McKirdy, Schmidt and McGinty-Bayly, 1976

Megastygartides sp. n. (рис. 4).

Материал: Черное море, Каркинитский залив, ст. 34 (45°55.344N, 33°16.246E), глубина 11 м; 50 экз.

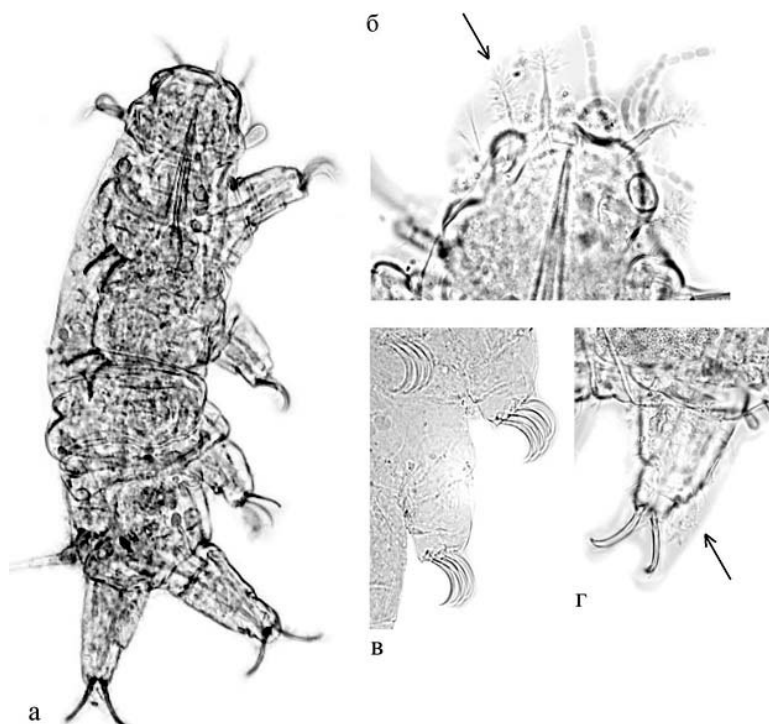


Рис. 4. *Megastygartides* sp. n.: а – общий вид с вентральной стороны, (фото, увеличение $\times 400$), б – головные придатки с микроэпитукулярными фибриллами ($\times 600$), в – когти на 2 и 3 ноге, г – 4 нога с фибриллами и когтями (ув. $\times 1000$)

Описание: черноморские формы мелкие, длиной 220–250 мкм, шириной – около 60 мкм. Кутикула тонкая и прозрачная с грануляцией на большей части тела. Кутикулярные пластины типичные для данного рода. Имеется полный набор головных придатков, которые состоят из основания и тонкого сужающегося к своей вершине усика в форме конуса. Первичная булавовидная клава с «Van der Land's body» [12, 13] у своего основания находится на общем возвышении с латеральным усиком. Вторичная клава округлой формы. На задних ногах есть орган чувств – папилла. Цирра Е размещена дорсо-латерально на небольшом возвышении. Телескопические короткие ноги с четырьмя коготками на 1, 2 и 3 паре и двумя коготками на четвертой паре ног. Все коготки с небольшой шпорой крепятся к ноге

тонкой базальной мембраной. Коготки на первой и второй паре ног одинаковой длины (17 мкм), на третьей паре ног – короче (15 мкм), а на четвертой паре – толще и длиннее (19 мкм), чем на других ногах.

Отличительными чертами *Megastygartides* sp. n. от известных видов данного рода являются количество и расположение одноклеточных гланд, наличие эпикутикулярных фибрилл по всему телу, особенно на задних ногах и между ними. Фибриллы расположены с обеих сторон тела на боковых полукруглых пластинках рядом с первичной и вторичной клавами, а также на первичных и вторичных головных усиках. Эти признаки позволяют сделать предположение, что данный вид может быть новым для науки. Более детальное описание этого вида будет представлено в следующей работе.

Экология: по литературным данным виды этого рода – представители интерстициальной мейофауны и до этого времени были обнаружены в водоемах со среднеокеанической соленостью [13]. Основными местами обитания видов рода *Megastygartides* является супралитораль и литоральная зона. Нами тихоходки этого рода обнаружены на глубине 11 м в биотопе битой ракушки со среднезернистым песком. Соленость в этом районе на глубине 8 м – 18,6‰. Вода прогревалась до 24,5°C на глубине 8 м. Концентрация кислорода была около 6 мл/л в поверхностном слое воды.

Виды рода *Megastygartides* имеют достаточно широкое распространение и встречаются в Средиземном море и Персидском заливе, у берегов Шотландии, Новой Каледонии и Галапагосских островов [13]. Находки нового вида данного рода в Каркинитском заливе позволяют дополнить информацию и видовом разнообразии и распространении тихоходок рода *Megastygartides* в мире.

Интересной экологической особенностью обнаруженных нами в районе исследований тихоходок является приуроченность отдельных родов к определенным местообитаниям.

Так, например, виды рода *Styraconyx* встречаются в биотопе ракушечника с примесью мелкозернистого заиленного песка с детритом из обрывков водорослей. Морфологические особенности видов этого рода свидетельствуют о приспособлении организмов к этим условиям обитания.

Представители рода *Megastygartides* приспособились к обитанию между частичками среднезернистого песка – в интерстициали.

Следует отметить, что вместе виды родов *Styraconyx* и *Megastygartides* не встречались.

Способность тихоходок адаптироваться к особенностям биотопов, к новым и неблагоприятным условиям (изменение температурного и кислородного режимов и др.) способствует их широкому распространению и распределению в Мировом океане, в том числе и в Черном море.

Количественное развитие фауны тихоходок Каркинитского залива. В исследуемом районе в диапазоне глубин 11–36 м в мейобентосе обнаружены представители таких крупных таксонов (тип, класс, отряд), как: Ciliophora, Foraminifera, Coelenterata, Nematoda, Polychaeta, Turbellaria, Bivalvia, Harpacticoida, Ostracoda и др. Средние значения плотности поселений мейобентоса изменялись в

пределах от 659,364 тыс. экз./м² (ст. 34) и 760,104 тыс. экз./м² (ст. 32) до 1065,104 тыс. экз./м² (ст. 28). Доминирующими группами были нематоды, мягкораковинные фораминиферы и гарпактикоиды [11]. Следует особо отметить, что наряду с вышеперечисленными группами мейобентоса встречались тихоходки. Известно, что в других морях они являются составной частью мейобентосных сообществ [14].

Доля тихоходок в мейофауне составляла от 0,41 до 0,78% (рис.5, а, б) на ст. 28 и ст. 32 до 4,02% на ст. 34 (рис.5, в).

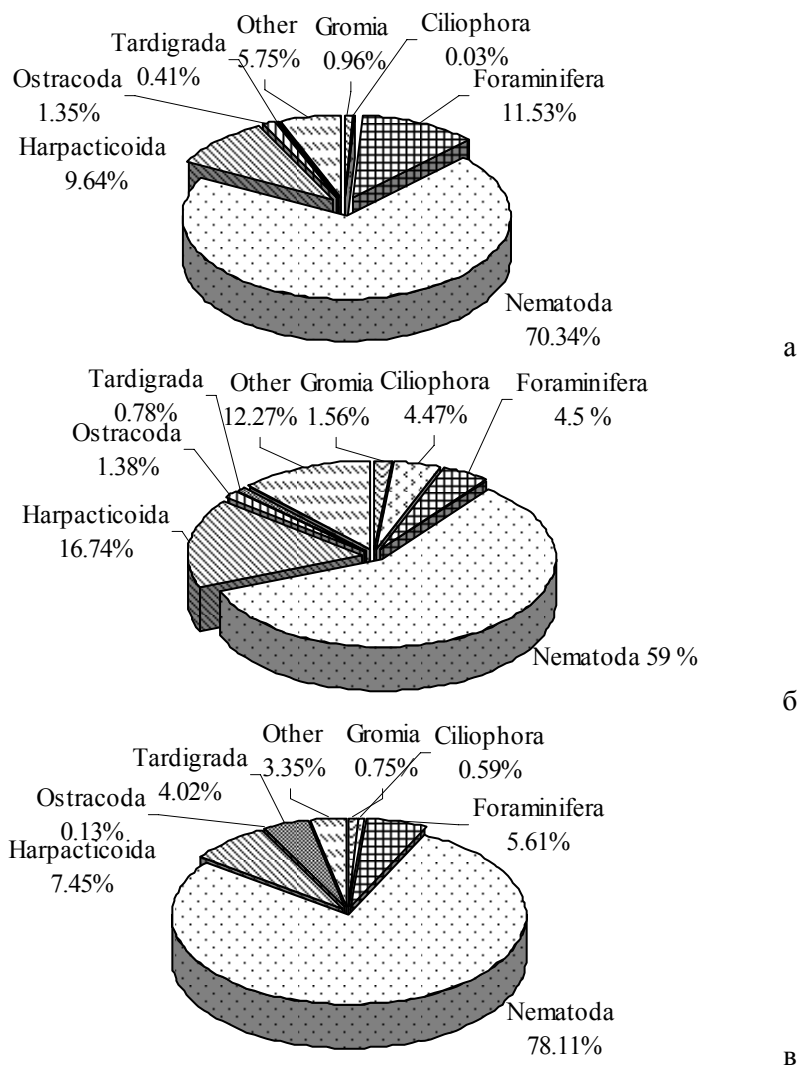


Рис. 5. Соотношение численности основных групп мейобентоса (%) в Каркинитском заливе в период исследования (август, 2011): а – ст. 28, б – ст. 32, в – ст. 34

Средняя численность тихоходок была невысокой от 552 экз./м² (ст. 32) и 4416 экз./м² (ст. 28) до 26496 экз./м² (ст. 34). Количественное развитие обнаруженных видов изменяется в широких пределах. Наиболее многочисленным был вид *Megastygartides* sp. n. – 26496 экз./м², за ним следует *S. qivitoq* – 3864 экз./м² и *S. nanoqsunguak* – 552 экз./м², соответственно.

ВЫВОДЫ

1. Получены первые данные о видовом составе и экологии тихоходок Каркинитского залива. Обнаружены виды *S. qivitoq*, *S. nanoqsunguak* и *Megastygartides* sp. n., которые впервые регистрируются в акватории Черного моря.

2. Способность тихоходок приспосабливаться к разным экологическим условиям, помогла освоить им новые местообитания и биотопы Каркинитского залива.

3. Несмотря на невысокую плотность поселений тихоходок по сравнению с другими представителями мейофауны, они являются важной составной частью мейобентосных сообществ исследуемого региона.

4. Дальнейшие исследования дадут возможность обнаружить новые местообитания и расширить знания о фауне и экологии черноморских тихоходок.

Благодарности. Представленные результаты были получены в рамках бюджетной тематики ИнБЮМ НАНУ и при частичной финансовой поддержке Европейского Сообщества в рамках FP7/2007-2013, грант No. 287844 проекта «Towards COast to COast NETworks of marine protected areas (from the shore to the high and deep sea), coupled with sea-based wind energy potential (COCONET)». Автор признателен д.б.н. Н. Г. Сергеевой и к.б.н. В. В. Мельникову за ценные замечания и консультацию, к.б.н. Н. К. Ревкову и Н. А. Болтачевой, м.н.с. В. А. Тимофееву и вед. инж. Т. П. Гетьману за помощь в сборе материала.

Список литературы

1. Marcus E. Tardigrada. Klassen und Ordnungen des Tierreichs / E. Marcus. – 1929. – 5. – 608 p.
2. Pilato G. Evoluzione e nuova sistemazione degli Eutardigrada / G. Pilato // Bolletino di Zoologia. – 1969. – 36. – P. 327–345.
3. Ramazzotti G. Il Phylum Tardigrada / G. Ramazzotti // Mem. Ist. Ital. Idrobiol. – 1962 – 14. – P. 1 – 595.
4. Degma P. Notes to the current checklist of Tardigrada / P. Degma, R. Guidetti // Zootaxa. – 2007. – 1579. – P. 41–53.
5. Guidetti R. Tardigrade taxonomy: an updated check list of the taxa and a list of characters for their identification / R. Guidetti, R. Bertolani // Zootaxa. – 2005. – 845. – P. 1–46.
6. Вълканов А. Каталог на нашата Черноморска фауна / А. Вълканов // Тр. Морск. биол. ст. – Варна. – 1954. – 19. – С. 1–62.
7. Richters F. Tardigraden Studien / F. Richters // Ber. Senckenb. Naturf. Ges. – 1909. – 40. – P. 28–48.
8. Rudescu L. Die Tardigraden des Schwarzen Meeres / L. Rudescu // Hidrobiologia. – 1969. – 10. – P. 3–12.
9. Киоса Е. А. О систематической принадлежности тихоходок (Tardigrada), зарегистрированных у Крымского побережья Черного моря / Е. А. Киоса, Н. Г. Сергеева // IV Международная

- конференция молодых ученых «Биология: от молекулы до биосферы» (Харьков, 17–21 ноября 2009 г.). – Харьков, 2009. – С. 274–275.
10. Сергеева Н. Г. Тихоходки (Tardigrada) прибрежной акватории Крыма (Западный сектор Черного моря) / Н. Г. Сергеева, Е. А. Иванова, Н. М. Лысых // Экология моря. – 2006. – 72. – С. 57–64.
 11. Сергеева Н. Г. Таксономическое разнообразие мейобентоса рыхлых грунтов Каркинитского залива (СЗ, Черное море) / Н. Г. Сергеева, Е. А. Колесникова, Х. О. Харкевич, В. В. Мельников // Биоразнообразие и устойчивое развитие: Тезисы докладов II Международной научно-практической конференции (Симферополь, 12-15 сентября 2012 г.). – Симферополь: 2012. – С. 35–39.
 12. Kristensen R. M. Revision of *Styraconyx* (Tardigrada: Halechiniscidae), with Descriptions of Two New Species from Disko Bay, West Greenland / R. M. Kristensen, R. P. Higgins // Smithsonian Contributions to Zoology. – 1984. – 391. – P. 1–40.
 13. Hansen J. G. The 'hyena female' of tardigrades and description of two new species of *Megastygarcitides* (Arthotardigrada, Stygarctidae) from Saudi Arabia / J. G. Hansen, R. M. Kristensen // Hydrobiologia. – 2006. – 558. – P. 81–101.
 14. Higgins R. P. Introduction to the Study of Meiofauna / R. P. Higgins, H. Thiel. – Publ. Smithson.Inst. Press, Washington, D.C., London: – 1988. – 488 p.

Харкевич Х. О. Перші дослідження фауни і екології тихоходок (Tardigrada) Каркінітської затоки (Крим, Чорне море) // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Симферополь: ТНУ, 2012. Вип. 7. С. 45–54.

В роботі представлені дані про перші дослідження фауни і екології тихоходок в Каркінітській затоці (серпень, 2011 р.). Виявлено нові для фауни Чорного моря види тихоходок *Styraconyx qivitoq*, *S. nanoqsunguak* і *Megastygarcitides* sp. n., що відносяться до двох родів *Styraconyx* і *Megastygarcitides* відповідно, однієї родини Halechiniscidae, класу Heterotardigrada Розглянута видова структура та кількісний розвиток тихоходок в мейобентосному угрупованні. Представлена коротка морфологічна характеристика виявлених видів тихоходок. Доповнена інформація про їх екологічні особливості і місця існування.

Ключові слова: *Styraconyx qivitoq*, *S. nanoqsunguak*, *Megastygarcitides* sp. n., тихоходки, мейобентос, чисельність, Чорне море.

Kharkevych Kh. O. The first investigation of fauna and ecology of tardigrades (Tardigrada) of Karkinitzky Bay (Crimea, Black Sea) // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2012. Iss. 7. P. 45–54.

The first data on investigation of the fauna and ecology of tardigrada in Karkinitzky Bay (August 2011) are presented in this work. New for the Black Sea fauna species of tardigrades *Styraconyx qivitoq*, *S. nanoqsunguak* and *Megastygarcitides* sp. n., belonging to two genera *Styraconyx* and *Megastygarcitides* respectively, to one family Halechiniscidae, class Heterotardigrada were found. The species structure and quantitative development of tardigrades in meiobenthic community were studied. Morphological descriptions of the detected species of tardigrades were presented. Information on their environmental characteristics and habitats was completed.

Key words: *Styraconyx qivitoq*, *S. nanoqsunguak*, *Megastygarcitides* sp. n., tardigrades, meiobenthos, abundance, Black Sea.