Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского
Биология. Химия. Том 8 (74). 2022. № 1. С. 125–139.

УДК 594 (262.5)

МОЛЛЮСКИ ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ КАРКИНИТСКОГО ЗАЛИВА (ЧЕРНОЕ МОРЕ, КРЫМ)

Ковалева М. А., Макаров М. В.

ФГБУН ФИЦ Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия
E-mail: kovalmargarita@mail.ru

В работе представлены современные данные по видовому составу, численности, биомассе, встречаемости, распределению и трофической принадлежности моллюсков, собранных в прибрежной (0–5 м) южной части Каркинитского залива летом 2018 г. Всего обнаружено 23 вида Mollusca (Bivalvia – 13, Gastropoda – 9, Polyplacophora – 1). Большинство видов представлено ювенильными экземплярами. Только в поселениях *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791), *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) и некоторых Gastropoda отмечены разноразмерные и половозрелые особи. Анализ горизонтального распределения видового состава моллюсков показал, что наиболее схожие виды обитают во внутренней и внешней акваториях района Лебяжьих островов и устья реки Самарчик. Средние численность и биомасса моллюсков составили 1375±65 экз.·м$^{-2}$ и 78±4 г·м$^{-2}$ соответственно. Максимальная численность (1833 экз.·м$^{-2}$) отмечена в акватории заповедника «Лебяжьи острова». Наибольшая биомасса – в районе Бакальской косы (95,3 г·м$^{-2}$) и Лебяжьих островов (93,7 г·м$^{-2}$). Анализ вертикального распределения моллюсков показал, что зависимости средней численности особей от изменения глубины не выявлено, средняя биомасса с увеличением глубины повышалась. Выделено 6 трофических групп с явным преобладанием по всем показателям, особенно по биомассе, сестонофагов (индекс однообразия пищевой структуры – 0,7).
Ключевые слова: таксоцен, состав, распределение, структура, численность, биомасса, соленость.

ВВЕДЕНИЕ

Каркинитский залив является уникальным природным водоемом и одним из самых крупных заливов Черного моря, длина которого достигает 140 км, максимальна ширина – 130 км, а глубина – 45 м [1]. Он расположен между северо-западным побережьем Крымского полуострова и югом Херсонской области Украины. Бакальская коса и Бакальская банка делят залив на западную часть с песчаными относительно ровными берегами со свободным водообменом с морем и восточную часть, относительно замкнутую и изрезанную многочисленными заливами с глинистыми расчлененными берегами. Дно представляет собой песок, ил и ракушу. Температура воды летом составляет в среднем 27 ºС, зимой – около 0 ºС [2–6].

Природные комплексы Каркинитского залива характеризуются высоким ландшафтным, биологическим и промысловым разнообразием. В этой акватории находятся охраняемые районы: государственный природный заповедник Лебяжьи острова, ландшафтно-рекреационный парк регионального значения, включающий

Бакальскую косу, озеро Бакал и прибрежный аквальный комплекс, где сосредоточены ценнейшие бальнеологические ресурсы. Однако Каркинитский залив – это и район возрастающего антропогенного воздействия. В его акваторию сливаются сточные воды промышленных и сельскохозяйственных предприятий, ведется добыча песка, а также здесь находится самое крупное из освоенных месторождений газа на шельфе Черного моря – Голицынское [4]. Эта акватория примечательна еще и тем, что здесь происходили изменения солености в связи сначала с отсутствием, потом деятельностью, а затем и прекращением функционирования (с осени 2013 г.) Северо-Крымского канала. Каркинитский залив является исследовательским полигоном для специалистов из различных областей. Изучали здесь и малакофауну, но, в основном, в глубоководной части [7–9]. Таким образом, получение новых мониторинговых данных в прибрежной акватории является актуальным.

Цель данной работы – исследовать современный качественный и количественный состав Mollusca в прибрежной части Каркинитского залива.

Задачи: изучить видовой состав, численность, биомассу и встречаемость моллюсков; проанализировать их горизонтальное и вертикальное распределение; оценить трофическую принадлежность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материал собирали в августе 2018 г. в прибрежной южной части Каркинитского залива от Бакальской косы на западе до Красноперекопского залива на востоке (рис. 1).

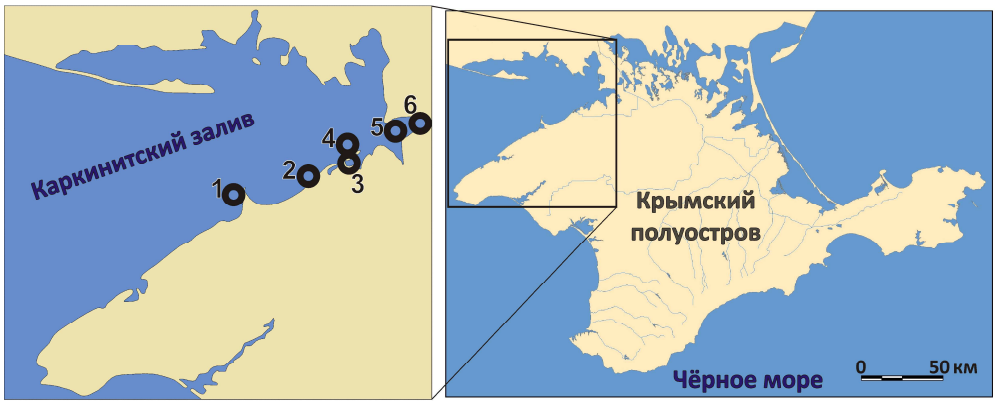

Рис. 1. Места отбора проб в акватории Каркинитского залива (разрезы: 1 – Бакальская коса, 2 – акватория у села Огни, 3 – Лебяжьи острова (внутренняя часть архипелага), 4 – Лебяжьи острова (внешняя часть архипелага), 5 – Красноперекопский залив (устье реки Самарчик), 6 – Красноперекопский залив (вершина).

Всего взято 50 количественных и 5 качественных проб в диапазоне глубин 0–5 м на песчано-илистых грунтах. Выполнено 25 бентосных станций (по 2 пробы

на каждой станции) на 6 разрезах, расположенных перпендикулярно берегу. Орудием сбора был ручной дночерпатель площадью 0,04 м^2. Пробы промывали через мешок из мельничного газа с диаметром ячеи 0,5 мм и фиксировали 4 % нейтрализованным формалином. В лабораторных условиях моллюсков определяли по [10–12]. Таксономическая принадлежность представлена в соответствии с базой данных WoRMS: http://www.marinespecies.org [13]. Подсчитывали количество особей (экз.), мелкие экземпляры взвешивали на торсионных весах с точностью до 0,001 г, крупные – на весах “Sartorius” до 0,1 г, затем рассчитывали численность и биомассу на м^2. Определяли встречаемость видов (% станций, на которых встретился каждый вид, от общего количества станций) и структуру таксоцена по встречаемости [14]. Средние значения в работе представлены с доверительным интервалом (p=0,05). Для определения размерной структуры митилястера использовано 407 особей. Соленость воды (‰) измеряли соленомером “Sension 5”. При выделении трофических групп использовали литературные данные [12, 15]. Для оценки степени сложности трофических взаимодействий в таксоцене применили индекс однообразия его пищевой структуры [16].

Для определения таксономического сходства по станциям применен индекс Брея-Кертиса. Кластерный анализ проведен в программе BioDiversity Pro. Для выявления сходства серии описаний использовали индекс биотической дисперсии: $Jd=100\bullet(T-S)/(n-1)\bullet T$, где: T – сумма видов в списках ($S_1+S_2+S_3+...+S_n$); S – общее число видов; n – число списков видов [17]. Оценку ожидаемого числа видов проводили с помощью алгоритма экстраполяции видового богатства Chao-2 [18].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего в прибрежье Каркинитского залива нами обнаружено 23 вида Mollusca, из них 1 вид относятся к классу Polyplacophora, 13 – к Bivalvia, 9 – к Gastropoda (табл. 1).

Среди Bivalvia отмечены виды, большинство из которых характерно для рыхлых грунтов исследуемых глубин. К твердым субстратам приурочены три вида – *M. galloprovincialis* и *M. lineatus*, обитающие на поверхности субстрата, и *I. irus*, обитающий в трещинах и углублениях камней [10]. Присутствие этих видов в пробах связано с встречающимися на песке небольшими кусками известняковых камней и морской растительностью, к которым прикрепляются моллюски.

Гастроподы представлены повсеместно распространенными в Черном море видами: эвритопными (*B. reticulatum*, *R. membranacea*, *R. parva, S. adriatica*) и предпочитающими рыхлые грунты (род *Tritia*, *H. acuta*) [12, 19]. В единичном экземпляре в качественной пробе на глубине 1 м впервые в Каркинитском заливе (в районе с. Огни) обнаружен редкий для рыхлых грунтов и вообще в Черном море представитель семейства Pyramidellidae – *S. incerta* [12]. Ювенильные моллюски *Tritia* sp. здесь могут относиться или к *Tritia neritea* или к *T. pellucida*.

В пределах исследуемого биотопа виды распространены неравномерно. К руководящим видам (встречаемость > 50%) отнесли только три – *M. lineatus*, *C. glaucum*, *L. cinerea*. В группу характерных (встречаемость 25–50 %) вошли 5 видов: *A. segmentum*, *H. acuta*, *L. orbiculatus*, *B. reticulatum*, *S. adriatica.* Остальные виды относятся к редким (встречаемость <25 %).

Таблица 1

Качественный и количественный состав Mollusca в прибрежной акватории Каркинитского залива

Вид	Средняя численность, экз.·м$^{-2}$	Средняя биомасса, г·м$^{-2}$	Встречаемость, %
Polyplacophora			
Lepidochitona cinerea (Linnaeus, 1767)	75	0,8	60
Bivalvia			
Abra nitida (O. F. Muller, 1776)	1	0,04	4
A. segmentum (Recluz, 1843)	125	0,5	44
Anadara kagoshimensis (Tokunaga, 1906)	1	0,1	4
Cerastoderma glaucum (Bruguiere, 1789)	55	10,5	60
Chamelea gallina (Linnaeus, 1758)	125	11	8
Gouldia minima (Montagu, 1803)	5	0,004	8
Irus irus (Linnaeus, 1758)	1	0,005	4
Loripes orbiculatus Poli, 1795	25	1,25	32
Modiolula phaseolina (Philippi, 1844)	1	0,2	4
Modiolus adriaticus Lamarck, 1819	1	1	4
Mytilaster lineatus (Gmelin, 1791)	800	50	85
Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819	1	0,001	8
Pitar rudis (Poli, 1795)	1	0,2	4
Gastropoda			
Bittium reticulatum (Da Costa, 1778)	30	0,26	28
Ebala pointelli (de Follin, 1868)	1	0,02	8
Rissoa membranacea (J. Adams, 1800)	5	0,11	12
R. parva (da Costa, 1778)	6	0,02	20
Hydrobia acuta Draparnaud, 1805	91	0,22	40
Spiralinella incerta Milaschewitsch, 1916	+	+	+
Steromphala adriatica (Philippi, 1844)	15	1,49	28
Tritia neritea (Linnaeus, 1758)	2	0,24	8
T. pellucida Risso, 1826	6	0,77	20
Tritia sp. (juv.)	2	0,14	4
Всего	1375±65	78±4	

+ качественные пробы

Самая высокая встречаемость (85 %) отмечена у двустворчатого моллюска *M. lineatus.* Этот вид широко распространен на многих черноморских субстратах от уреза воды до 70 м [14, 20, 21]. Устойчивые поселения образует только на малых глубинах [22–24]. Основную часть (70 %) поселения этого вида составила молодь, т. е. особи размером до 10 мм. Это может объясняться совпадением сроков размножения митилястера с периодом взятия проб. Однако нужно отметить, что в наших сборах почти полностью отсутствовали особи из более крупных размерных групп. Так, максимальный размер митилястера в Черном море составляет 25 мм [10], нами же было встречено только пять особей из размерной группы 20–25 мм.

Другие Bivalvia представлены немногочисленными или единичными экземплярами. Половозрелые особи отмечены у *Ch. gallina*. Длина раковины этого моллюска в наших сборах достигала 20 мм. Размножаться хамелея начинает при длине раковины 8–14 мм [25]. Вероятно, в поселениях еще двух видов *C. glaucum* и *A. tuberculata* также присутствовали половозрелые особи, так как среди них были встречены крупные экземпляры с длиной раковины до 17 и 21 мм соответственно. Основная часть моллюсков представлена молодью. Возможно, особи крупных размерных классов обитают на бо́льших глубинах. В районе Бакальской косы отмечен относительно недавний вселенец в Черное море *A. kagoshimensis*. Кроме живых моллюсков в пробах были встречены створки *Solen* sp. и *Flexopecten glaber* (Gmelin, 1791).

Проанализировано сходство видового состава моллюсков в различных участках исследованного района (рис. 2).

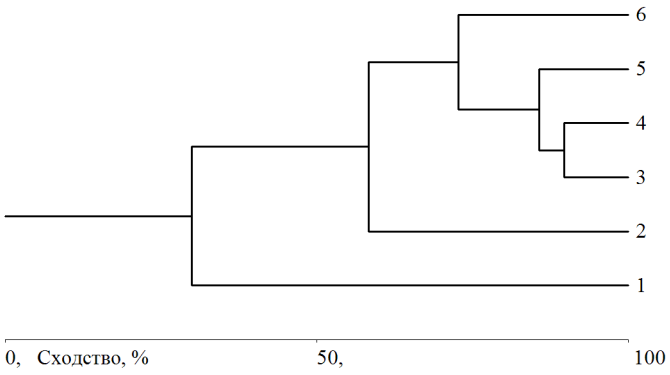

Рис. 2. Дендрограмма сходства видового состава Mollusca на трансектах вдоль южной части Каркинитского залива (1 – Бакальская коса, 2 – акватория у села Огни, 3 – Лебяжьи острова (внутренняя часть архипелага), 4 – Лебяжьи острова (внешняя часть архипелага), 5 – Красноперекопский залив (устье реки Самарчик), 6 – Красноперекопский залив (вершина).

Наибольшее видовое сходство (7 общих видов) отмечено между станциями, расположенными с внешней и внутренней сторон архипелага Лебяжьи острова. Это объясняется их соседним расположением и похожими условиями обитания.

Близкими к Лебяжьим островам по качественному составу являются устье и вершина Красноперекопского залива за счет некоторых видов, не встреченных нами западнее Лебяжьих островов (*H. acuta* и виды рода *Tritia*). Меньшее сходство малакофаун отмечено между данными районами и акваторией у села Огни и самое низкое – между всеми исследуемыми участками и побережьем Бакальской косы. Этот район характеризуется активной гидродинамикой. Наибольшее количество видов (14) отмечено во внешней части архипелага Лебяжьих островов, наименьшее (7) – у Бакальской косы.

Средние численность и биомасса Mollusca на всем полигоне составили 1375±65 экз.·м$^{-2}$ и 78±4 г.м$^{-2}$ соответственно. Среди Bivalvia максимальные количественные значения были отмечены у *M. lineatus* (800 экз.·м$^{-2}$ и 50 г.м$^{-2}$). Из Gastropoda по численности преобладала *H. acuta* (91 экз./м^2). Гидробия – эвригалинный и эвритермный вид, устойчивый к дефициту кислорода и тяготеющий к вершинам бухт и заливов [12]. В частности, *H. acuta* в большом количестве отмечена нами в бухтах Севастополя [26, 27]. По биомассе доминировал *S. adriatica* – самый крупный из зарегистрированных видов гастропод (1,49 г/м^2).

Обобщенные количественные характеристики таксоцена моллюсков на разных трансектах представлены на рис. 3.

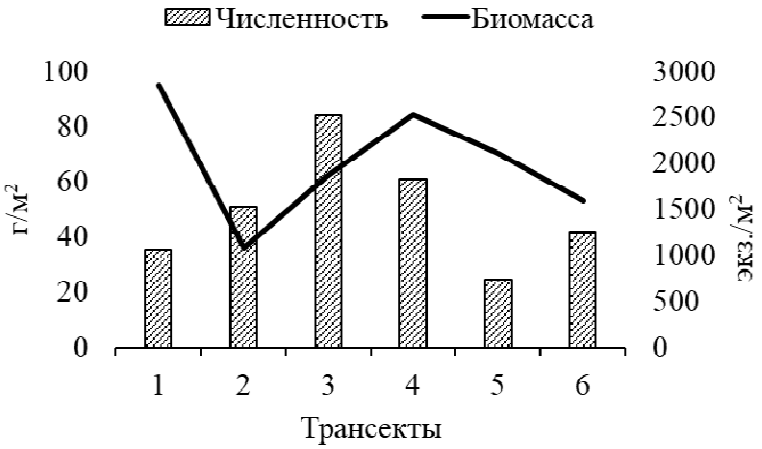

Рис. 3. Количественные показатели Mollusca на исследуемых трансектах вдоль южной части Каркинитского залива (1 – Бакальская коса, 2 – район села Огни, 3 – Лебяжьи острова (внутренняя часть), 4 – Лебяжьи острова (внешняя часть), 5 – Красноперекопский залив (устье реки Самарчик), 6 – Красноперекопский залив (вершина).

Максимальная численность моллюсков отмечена в районе внутренней акватории Лебяжьих островов (78 % от общей численности составил *M. lineatus*), где условия обитания более благоприятные – подводные течения, способствующие аэрации воды и отсутствие гниющей морской травы *Zostera* sp. Минимальная численность наблюдалась у берегов Бакальской косы и в так называемом

Красноперекопском заливе (самой восточной части Каркинитского залива), где соленость (27 ‰) и температура воды (до + 32 ºС) повышены.

Наибольшие значения биомассы зарегистрированы у побережья Бакальской косы (98 % – *Ch. gallina*) и у Лебяжьих островов (90 % – *M. lineatus*), наименьшие – у села Огни, где больше всего гниющей зостеры.

Таким образом, видовой состав и количественные характеристики таксоцена Mollusca отличались. Это может быть связано с неодинаковыми условиями их обитания в различных частях залива. В большинстве мест взятия проб песок был заилен, присутствовала гниющая трава с запахом сероводорода. Относительно благоприятные условия наблюдались только в районе архипелага Лебяжьи острова.

Зависимости изменения численности моллюсков с увеличением глубины не выявлено. Средняя биомасса с глубиной увеличивается (R^2=0,97). Минимум отмечен на 0–0,9 м (61,2 г.м$^{-2}$), в вертикальном диапазоне 1–1,9 м биомасса увеличивается до 79,1 г.м$^{-2}$, а максимум приурочен к глубинам 2–5 м и составляет 89,9 г.м$^{-2}$. В основном это происходит благодаря крупному двустворчатому моллюску *Ch. gallina*. Этот вид типичен для глубин от 3 м [16].

В таксоцене Mollusca зарегистрировано 6 трофических групп: детритофаги, фитофаги, сестонофаги (фильтраторы), плотоядные, полифаги и эктопаразиты. В целом, по количеству видов (13), численности (1142 экз.·м$^{-2}$) и особенно биомассе (74,8 г.м$^{-2}$) явно преобладают сестонофаги благодаря двустворчатым моллюскам, в основном *M. lineatus*. Среди Gastropoda по количеству видов преобладают фитофаги и плотоядные (по 3 вида), по численности – детритофаги (96 экз.·м$^{-2}$, 59 %), по биомассе – фитофаги (1,62 г.м$^{-2}$, 49 %). Как показали проведенные расчеты, индекс однообразия пищевой структуры таксоцена Mollusca составил 0,7. Это может быть обусловлено преобладанием одной систематической группы (сестонофагов), что важно для процессов самоочищения акватории.

Мы сравнили наши данные по видовому составу моллюсков с таковыми предыдущих исследователей [8–10], работавших на разных участках Каркинитского залива, получив, таким образом, общее количество видов, встретившихся в его акватории: 61 (табл. 2).

Так, 18 видов было отмечено в 1930-е, 20 – в 1980-е, 51 – в 2007–2009 гг. и 23 – в 2018 г. Небольшая доля видов – 15 % оказалась сходной для всех четырех периодов исследований. Это четыре вида двустворчатых моллюсков – *A. nitida*, *L. orbiculatus*, *M. adriaticus* и *P. rudis.* Обращает на себя внимание отсутствие в наших сборах *Donacilla cornea*, отмеченной в 2007–2009 гг. Этот вид обитает на мелководье, где может образовывать одноименные сообщества и является индикатором относительно чистых акваторий [28–30].

В наших сборах были обнаружены виды, не отмеченные ранее: *E. pointelli, H. acuta, S. adriatica* и *T. neritea.* Отсутствие двоих из них в списках предыдущих авторов можно объяснить тем, что *E. pointelli* – редкая черноморская гастропода, особи которой имеют очень мелкий размер (высота раковины до 2,5 мм), а *S. adriatica* – вид, больше характерный для твердых субстратов и зарослей макрофитов [12]. Другие два вида – *H. acuta* – типичный обитатель мелководья в вершинах бухт и *T. neritea* – обитатель рыхлых грунтов вдоль всех берегов до

40–50 м [10, 12]. Вероятно, в 2007–2009 гг. эти виды не были встречены из-за мозаичности их распределения. Также, возможно, *H. acuta* обитала здесь и ранее (в 1930-х и 2000-х гг.), но поскольку морфологически она очень слабо отличается от *E. ventrosa,* мы не можем точно утверждать, что это были разные виды.

Таблица 2.

Видовой состав моллюсков Каркинитского залива в разные периоды исследований

Вид	1930-е гг., [8]	1980-е гг., [9]	2007–2009 гг., [10]	2018 г., наши данные
Polyplacophora				
Lepidochitona cinerea			+	+
Bivalvia				
Abra alba	+	+	+	
Abra nitida	+	+	+	+
Abra segmentum			+	+
Acanthocardia paucicostata	+	+	+	
Anadara kagoshimensis			+	+
Cerastoderma glaucum	+		+	+
Chamelea gallina			+	+
Donacilla cornea			+	
Donax trunculus			+	
Fabulina fabula			+	
Flexopecten glaber			+	
Gastrana fragilis			+	
Gouldia minima		+	+	+
Kurtiella bidentata			+	
Irus irus			+	+
Lentidium mediterraneum			+	
Loripes orbiculatus	+	+	+	+
Lucinella divaricata			+	
Macomangulus tenuis			+	
Modiolula phaseolina		+	+	+
Modiolus adriaticus	+	+	+	+
Moerella donacina			+	
Mytilaster lineatus		+	+	+
Mytilus galloprovincialis	+	+	+	+
Papillicardium papillosum			+	
Parvicardium exiguum	+	+	+	
Parvicardium simile		+		

Продолжение таблицы 2

Pitar rudis	+	+	+	+
Polititapes aureus	+	+	+	
Solen marginatus			+	
Spisula subtruncata	+	+	+	
Gastropoda				
Bittium reticulatum			+	+
Ebala pointelli				+
Calyptrea chinensis	+	+	+	
Cerithiopsis minima			+	
C. tubercularis	+		+	
Cerithidium pussilum	+	+		
Chrysallida fenestrata			+	
Clathrus annulatus	+			
Ecrobia ventrosa	+		+	
Gibbula albida			+	
Mangelia costata			+	
Marshallora adversa			+	
Marshallora sp.		+		
Monophorus perversus			+	
Odostomia eulimoides			+	
Parthenina terebellum			+	
Pussilina incospicua			+	
Rapana venosa			+	
Retusa truncatula	+	+		
R. umbilicata			+	
Rissoa lilacina		+		
R. membranacea			+	+
R. parva			+	+
Hydrobia acuta				+
Steromphala adriatica				+
Tritia neritea				+
T. pellucida			+	+
T. reticulata	+	+	+	
Vitreolina incurva			+	
Общее количество видов	18	20	51	23

Наибольшая площадь акватории залива была исследована в 2007–2009 гг. (мелководная и глубоководная части). В этот же период было взято самое большое количество проб и выявлено максимальное количество видов [9]. Полноту полученных нами данных характеризует кривая накопленного числа видов (рис. 4).

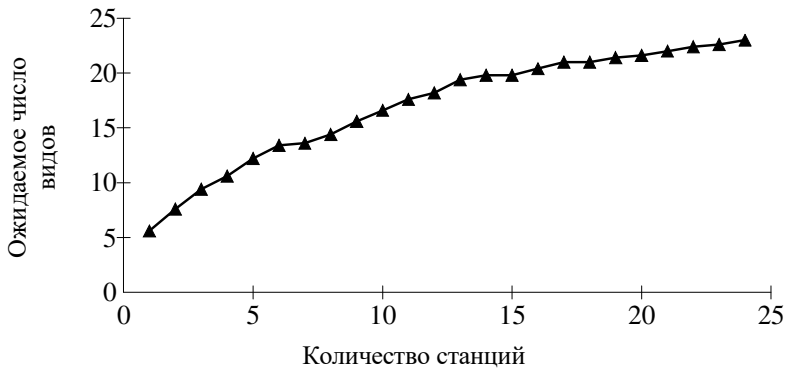

Рис. 4. Кумулятивная кривая ожидаемого числа видов моллюсков (S_{exp}) в прибрежной части Каркинитского залива в 2018 г.

Поскольку кривая постепенно возрастает, но не достигает горизонтальной асимптоты, есть возможность обнаружения в районе исследования новых видов.

За весь период исследований малакофауны Каркинитского залива отмечены только морские виды. Предполагаемые изменения видового состава под влиянием Северо-Крымского канала не выявлены. Только в вершине Красноперекопского залива ранее было опреснение иногда до 2–3 ‰ [9], а сейчас там соленость составляет 27 ‰. В этом районе преобладает эвригалинный вид *H. acuta,* выдерживающий соленость от 0,3 ‰ до 58 ‰ [12, 31]. Отмечены там и другие виды моллюсков, для которых повышенная соленость не является лимитирующим фактором, так как они имеют средиземноморское происхождение. В остальной части Каркинитского залива соленость в настоящее время находится в пределах 18–20 ‰, что соответствует нормальной черноморской солености.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Летом 2018 г. в мелководной зоне южной части Каркинитского залива отмечено 23 вида Mollusca, относящихся к трем классам: Bivalvia – 13, Gastropoda – 9, Polyplacophora – 1. Большинство встреченных видов являются эвритопными или характерными для песчано-илистых биотопов. Моллюски распределены неравномерно. Только 3 вида – *M. lineatus*, *C. glaucum*, *L. cinerea* – руководящие, 5 – характерные и 14 – редкие. Это может говорить о низком видовом разнообразии таксоцена моллюсков в исследуемой акватории. Показано, что большая часть видов представлена молодью. Только в поселениях *M. lineatus, Ch. gallina* и некоторых Gastropoda отмечены разноразмерные и половозрелые особи.

Средние численность и биомасса моллюсков составили 1375±65 экз.·м$^{-2}$ и 78±4 г·м$^{-2}$ соответственно. Максимальная численность и биомасса моллюсков отмечены в центральной части исследуемого полигона, в районе заповедника «Лебяжьи острова». Анализ вертикального распределения моллюсков показал, что зависимости их средней численности от изменения глубины не выявлено, а средняя биомасса с увеличением глубины повышалась, преимущественно за счет *Ch. gallina*.

Таксоцен Mollusca включает в себя 6 трофических групп: детритофаги, фитофаги, сестонофаги, плотоядные, полифаги и эктопаразиты. По количеству видов (13), численности (1142±63 экз.·м$^{-2}$) и биомассе (75±3 г·м$^{-2}$) преобладали сестонофаги. Индекс однообразия пищевой структуры составил 0,7.

При сравнении наших данных по видовому составу с таковыми предыдущих авторов, полученных из разных участков Каркинитского залива, выявлено, что на мелководье встречается 38 % от общего числа видов, обнаруженных в данной акватории. Однако анализ алгоритма экстраполяции видового богатства Chao-2 показал, что в исследуемом районе вероятно обнаружение большего количества видов.

Таким образом, качественный состав и количественное развитие Mollusca в исследованной акватории невысокие. Это можно объяснить тем, что прибережная зона Каркинитского залива находится под влиянием негативных антропогенных (сточные воды, добыча песка, промышленные работы) и нестабильных природных (перепады температур, заморы) факторов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражает Благодарности научным сотрудникам отдела Экологии бентоса ФГБУН ФИЦ ИнБЮМ кандидатам биологических наук А. А. Надольному и В. А. Тимофееву за помощь в отборе проб.

Статья подготовлена в рамках Государственного задания ФГБУН ФИЦ ИнБЮМ «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана», тема № 0556-2021-0002, номер гос. регистрации 121030100028-0.

Список литературы

1. Зенкович В. П. Морфология и динамика Советских берегов Черного моря / В. П. Зенкович. – Т. 2. Москва: Изд-во АН СССР, 1960. – 216 с.
2. Водно-болотні угіддя України. Довідник / Під ред. Марушевського Г. Б., Жарук І. С. Київ, Чорноморська програма Ветландс Интернешнл, 2006. – 312 с.
3. Географічна енциклопедія України. Т. 2. Київ: «Укр. Рад. Енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 1990. – 479 с.
4. Иванов В. А. Термохалинный режим акватории Каркинитского залива и экологические последствия природопользования / В. А. Иванов, Е. Е. Совга, Т. В. Хмара, В. В. Зима // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2018. – Т. 3. – С. 22–33.
5. Болтачев А. Р. Морские рыбы Крымского полуострова / А. Р. Болтачев, Е. П. Карпова. 2-е изд. Симферополь: Бизнес Информ, 2017. – 376 с.
6. Карпова Е. П. Сообщества рыб Каркинитского залива / Е. П. Карпова, А. Р. Болтачев, Э. Р. Аблязов, Р. Е. Прищепа // Морские биологические исследования: достижения и перспективы (Севастополь, 19-24 сентября 2016 г.): сборник всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции. – Т. 2. – С. 86–89.
7. Арнольди Л. В. Материалы по количественному изучению зообентоса Черного моря. II. Каркинитский залив / Л. В. Арнольди // Труды Севастопольской биологической станции. – 1949. – Т. 7. – С. 127–192.
8. Повчун А. С. Изменения бентоса Каркинитского залива за 50 лет / А. С. Повчун // Гидробиологический журнал. – 1990. – Т. 26, № 5. – С. 20–27.

9. Болтачева Н. А. Таксономический состав макрозообентоса Каркинитского залива (Чёрное море) в начале XXI века / Н. А. Болтачева, Н. К. Ревков, Л. В. Бондаренко, Е. А. Колесникова, В. А. Тимофевв, В. Г. Копий // Морские биологические исследования: достижения и перспективы (Севастополь, 19-24 сентября 2016 г.): сборник всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции. – Т. 2. – С. 36–39.
10. Голиков А. Н. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 3: моллюски / А. Н. Голиков, Я. И. Старобогатов – К., Наукова думка, 1972. – 340 с.
11. Ревков Н. К. Особенности колонизации Чёрного моря недавним вселенцем-двустворчатым моллюском *Anadara kagoshimensis* (Bivalvia: Arcidae) / Н. К. Ревков // Морской биологический журнал. – 2016. – Т. 1, № 2. – С. 3–17.
12. Чухчин В. Д. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря / В. Д. Чухчин. – Киев: Наукова думка, 1984. – 176 с.
13. World register of marine species. URL: http://www.marinespecies.org. [Accessed on 12.01.2022].
14. Воробьев В. П. Бентос Азовского моря / В. П. Воробьев // Тр. Азово-Черноморского научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии. –1949. – Вып. 13. – С. 5–95.
15. Справочник по экологии морских двустворок / По ред. Л. М. Давиташвили, Р. Л. Мерклин. – Москва: Наука, 1966. – 351 с.
16. Киселева М. И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря / М. И. Киселева – Киев: Наукова думка, 1981. – 168 с.
17. Сёмкин Б. И. Об оценке сходства и различия в серии флористических и фитоценотических описаний / Б. И. Сёмкин, М. В. Горшков // Комаровские чтения. – 2010. – С. 203–220.
18. Петров А. Н. Прогностическая оценка видового богатства бентосных диатомовых водорослей / А. Н. Петров, Е. Л. Неврова // Альгология. – 2012. – Т. 22, № 4. – С. 360–382.
19. Culha M. New records for the mollusca fauna of the Black Sea coasts (Sinop Peninsula) of Turkey: Gibbula adriatica (Philippi,1844); Hydrobia acuta (Draparnaud, 1805); Mangelia costata (Donovan, 1804), (Gastropoda: Trochidae, Hydrobiidae, Conidae) / E. Zeki, B. Levent // Conchylia. – 2009. – Vol. 40, № 1/2. – P. 28–32.
20. Макаров М. В. Структура таксоцена Mollusca на естественных твёрдых субстратах в акваториях охраняемых районов Крыма / М. В. Макаров, М. А. Ковалева // Экосистемы. – 2017. – Вып. 9. – С. 20–24.
21. Макаров М. В. Mollusca на искусственных твердых субстратах вдоль побережья Крыма (Черное море) / М. В. Макаров // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2018. – Т. 4 (70), № 1. – С. 55–62.
22. Киселёва М. И. Качественный состав и количественное распределение макро- и мейобентоса у северного побережья Кавказа / М. И. Киселева, О. Я. Славина // Бентос. Киев: Наукова думка, 1965. – С. 62–80.
23. Миловидова Н. Ю. Донные биоценозы Новороссийской бухты / Н. Ю. Миловидова // Распределение бентоса и биология донных животных в южных морях. Киев, Наукова думка. – 1966. – С. 75–89.
24. Ковалева М. А. Макрозообентос глинистых субстратов / М. А. Ковалева // Биология Черного моря у берегов Юго-Восточного Крыма / под ред. Н. С. Костенко. Симферополь: ИТ «АРИАЛ». – 2018. – С. 255–262.
25. Чухчин В. Д. Биология размножения *Venus gallina* L. (Lamellibranchia) в Черном море / В. Д. Чухчин // Бентос. Киев: Наукова думка, 1965. – С. 15–23.
26. Макаров М. В. Современное состояние малакофауны рыхлых грунтов в вершинной части бухты Казачьей (Черное море) / М. В. Макаров // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2020. – Вып. 1. – С. 119–130.
27. Макаров М. В. Сезонная изменчивость таксоцена Mollusca рыхлых грунтов контактной зоны реки Черной и Севастопольской бухты (Юго-Западный Крым) / М. В. Макаров // Экосистемы. – Вып. 21. – 2020. – С. 109–118. DOI 10.37279/2414-4738-2020-21-109-118.
28. Копий В. Г. Современное состояние поселений *Donacilla cornea* в прибрежных районах северо-западной части Чёрного моря / В. Г. Копий // Наукові записки Тернопольского національного педагогичного університету. Сер. Біологія. – 2012. – Т. 2, № 51. – С. 140–144.

29. Ревков Н. К. Моллюски. Донацилла роговая / Н. К. Ревков // Красная книга Республики Крым. Животные. – 2015. Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ». – С. 41.
30. Micu D. Recent records, growth and proposed IUCN status of *Donacilla cornea* (Poli, 1795) from the Romanian Black Sea / D. Micu, S. Micu // Cercetari marine. – 2006. – Vol. 36. – P. 117–132.
31. Макаров М. В. Распределение Mollusca в реке Черная (Юго-Западный Крым) / М. В. Макаров // Актуальные проблемы изучения черноморских экосистем – 2020: тезисы докл. всерос. онлайн-конференции (Севастополь, 21-23 октября 2020 г.). – С. 53–54.

MOLLUSKS OF THE COASTAL WATER AREA OF KARKINITSKIY GULF (THE BLACK SEA, CRIMEA)

Kovaleva M. A., Makarov M. V.

Institute of biology of the southern seas, Sevastopol, Russia
E-mail: kovalmargarita@mail.ru

In this paper recent data on the species composition, abundance, biomass, occurrence, horizontal (spatial) and vertical distribution, and trophic groups of mollusks, collected in the coastal (at depth of 0–5 m) southern part of the Karkinitskiy gulf on soft sediments in the summer of 2018 were presented. A total of 50 quantitative benthic samples (two at each station) and 5 qualitative samples were taken on 25 stations. Survey of benthos on 6 transects located perpendicularly to the coastline was carried out.

A total of 23 species of Mollusca, belonging to three classes: Bivalvia – 13 species, Gastropoda – 9 species and Polyplacophora – 1 species were found. Most of the species encountered were eurytopic or characteristic for sandy-silty biotopes.

The average abundance of 1375 ind.·m^{-2} and average biomass of 78 g·m^{-2} were recorded. Most of the species were presented by juvenile specimens. Only in the colonies of bivalvies *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791), *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), and some Gastropoda, individuals of different size and sex were found.

Species composition along the coast of Karkinitskiy gulf from Bakalskaya spit in West and Krasnoperekopskiy gulf in East different from one transect to another. The highest level of similarity (only 7 common species) was registered for the inner and outer waters of the Lebyazhy (Swan) islands region and the mouth of the Krasnoperekopskiy gulf (near mouth of small river Samarchik). The average abundance and average biomass of mollusks were 1375±65 ind.·m^{-2} and 78±4 ind.·m^{-2}, respectively. The maximum of abundance (1833 ind.·m^{-2}) was registered in the water area of the Lebyazhy (Swan) islands nature reserve in central part of investigated region. The minimum of abundance was registered near western coast of Bakalskaya spit and in the Krasnoperekopskiy gulf. The largest biomass was registered in the water areas near the Bakalskaya spit (95,3 g/m^2) and Lebyazhy islands (93,7 ind.·m^{-2}). The minimum of biomass of mollusks was registered on transect near Ogni village, which water area was filled with rotting marine grass of genus *Zostera*. Bivalvies *M. lineatus* had the highest of occurrence (85 %). In general, only three species were characterized as leading species (occurrence more than 50 %) – bivalvies

M. lineatus, *Cerastoderma glaucum* (Bruguiere, 1789) and chiton *Lepidochitiona cinerea* (Linnaeus, 1767).

Analyze of the vertical distribution of mollusks showed the average abundance of individuals not depended from changes of depth, however the average biomass some increased with increase of depth mainly due to bivalvies *Ch. gallina*.

A total six trophic groups were defined here: detritus feeders, seston feeders, predators, ectoparasites, phytophages and polyphages. Sestonophages were clear dominated at all features – number of species (13), abundance (1142±63 ind.$\cdot$m^{-2}), but especially at biomass (74,8±3 g.m^{-2}) mainly due to bivalvies *M. lineatus*. The value of the index of uniformity of food structure was 0,7.

In generally, the species richness, abundance, and biomass of Mollusca in the studied water area were relatively low. This caused by the strong anthropogenic pressure (wastewater from settlements, sand mining, industry impact) and some negative natural factors (large annual temperature fluctuations, hypoxic condition in summertime) in the shallow waters of Karkinitskiy gulf.

***Keywords*:** taxon, composition, distribution, structure, abundance, biomass, salinity.

References

1. Zenkovich V. P. *Morphology and dynamics of Soviet coasts of the Black Sea.* **2.** (Moscow: AN SSSR, 1960), 216 p. (In Russ.).
2. *Wetlands of Ukraine*. Directory / pod. red. Marushevskogo G. B., Zharuk I. S. (Kyiv: Chornomorskya programma Wetlands International, 2006), 312 p. (In Ukrain.).
3. *Geographic encyclopedia of Ukraine*. **2**. (Kyiv: Ukr. Rad. Enciklopedia im. M. P. Bazhana, 1990), 479 p. (In Ukrain.).
4. Ivanov V. A., Sovga E. E., Khmara T. V., Zima V. V. Thermohaline regime of the Karkinitskiy gulf water area and environmental consequences of nature management. *Ecological safety of coastal and shelf zones*, **3,** 22 (2018).
5. Boltachev A. R., Karpova E. P. *Marine fishes of Crimean Peninsula.* **2**. (Simferolol: Biznes Inform, 2017). 376 p. (In Russ.).
6. Karpova E. P., Boltachev A. R., Ablyazov E. R., Pricchepa R. E. The communities of fishes of the Karkinitskiy gulf, *Material* of *the international scientific conference Marine biological research: achievements and prospects* (Sevastopol, 2016). p. 86.
7. Arnoldi L. V. Materials for the quantitative study of the zoobenthos of the Black Sea. II. Karkinitskiy gulf. *Procedings of Sevastopol biological station.* **7,** 127. (1949).
8. Povchun A. S. Benthic changes of the Karkinirskiy gulf during 50 years. *Hydrobiological journal*, **26 (5),** 20 (1990).
9. Boltacheva N. A., Revkov N. K., Bondarenko L. V., Kolesnikova E. A., Timofeev V. A., Kopiy V. G. Taxonomic composition of the macrozoobenthos of the Karkinitsky gulf (the Black Sea) at the beginning of the XXI century, *Material* of *the international scientific conference Marine biological research: achievements and prospects* (Sevastopol, 2016). p. 36.
10. Golikov A. N., Starobogatov Ya. I. Mollusks. *The definition of fauna of the Black and Azov Seas*. **3**, 65 (1972).
11. Revkov N. K. Features of the colonization of the Black Sea by the recent invasive bivalve mollusk *Anadara kagoshimensis* (Bivalvia: Arcidae). *Marine biological journal*. **1 (2),** 3 (2016).
12. Chukhchin V. D. *Ecology of Gastropod Mollusks of the Black Sea,* 176 (Kiev: Naukova Dumka, 1984). (In Russ.).
13. *World register of marine species*. URL: http://www.marinespecies.org. [Accessed on 12.01.2022].
14. Vorobiov V. P. Benthos of the Sea of Azov. *Proceedings of Black-Azov Seas scientific-research institute of fisheries and oceanography.* **13**, 5 (1949).

15. *The directory at ecology of marine bivalvies.* Pod red. Davitashvili L. M., Merklin R. L. (Moscow, Nauka. 1966), 351 p. (in Russ.).
16. Kiselyova M. I. *Benthos of soft bottoms of the Black Sea*. Kiev: Nauk. dumka, 1981. 168 p.
17. Syomkin B. I., Gorshkov M. V. About similarity and difference in series floristic and phytocenostic description. *Komarovs readings*, 203 (2010).
18. Petrov A. N., Nevrova E. L. Prognostic estimate of species richness of benthic diatoms. *Algologiya*, **22 (4),** 360 (2012).
19. Culha M., Zeki E., Levent B. New records for the mollusca fauna of the Black Sea coasts (Sinop Peninsula) of Turkey: *Gibbula adriatica* (Philippi, 1844); *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805); *Mangelia costata* (Donüvan, 1804), (Gastropoda: Trochidae, Hydrobiidae, Conidae). *Conchylia*, **40 (1/2),** 28 (2009).
20. Makarov M. V., Kovaleva M. A. The structure of taxon Mollusca on natural hard substrates in water areas of in protected areas of Crimea. *Ecosystems*. **9,** 20 (2017).
21. Makarov M. V. The Mollusca on artificial hard substrates along the Crimean coast (the Black Sea). *Scientific Notes of V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*. **4 (70), 1**, 55 (2018).
22. Kiselyova M. I. Slavina O. Ya. Qualitative composition and quantitative distribution of macro- and meiobenthos off the northern coast of the Caucasus. *Benthos*, 62 (1965).
23. Milovidova M. Yu. Bottom biocenoses of the Novorosiysk bay. *Distribution of benthos and biology of benthic animals in the southern seas*. 75 (1966).
24. Kovaleva M. A. Macrozoobenthos of clay substrates. *Biology of the Black Sea off the coast of the South-Eastern Crimea*. 255 (2018).
25. Chukhchin V. D. Reproduction biology of *Venus gallina* L. (Lamellibranchia) in the Black Sea. Benthos. (Kiev: Naukova dumka, 1965). 137 p. (In Russ.).
26. Makarov M. V. The current state of malacofauna at soft bottoms in the Kazachya Bay head (the Black Sea). *Ecological safety of coastal and shelf zones*. **1,** 119 (2020a).
27. Makarov M. V. Seasonal changes of mollusks taxocene on soft sediments in the river-sea contact zone at the mouth of the Chernaya river and corner part of the Sevastopol Bay (South-Western Crimea). *Ecosystems*. **21,** 109 (2020b). DOI 10.37279/2414-4738-2020-21-109-118.
28. Kopiy V. G. Current state of the *Donacilla cornea* settlements in the coastal regions of the northwestern part of the Black Sea. *Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University. Ser. Biology*, **2 (51**), 140 (2012).
29. Revkov N. K. Mollusca. *Donacilla cornea*. *Red Data Book of the Republic of Crimea. Animals*, 41 (2016).
30. Micu D., Micu S. Recent records, growth and proposed IUCN status of *Donacilla cornea* (Poli, 1795) from the Romanian Black Sea. *Cercetari marine.* **36,** 117 (2006).
31. Makarov M. V. Distribution of Mollusca in river Chernaya (South-West Crimea) // *Abstracts of Russian on-line conferebce Actual problems of research Black Sea ecosystems-2020.* (Sevastopol, 2020). p. 53.