

**УДК 594:574.586(262.5)**

## **MOLLUSCA НА ИСКУССТВЕННЫХ ТВЕРДЫХ СУБСТРАТАХ ВДОЛЬ ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)**

*Макаров М. В.*

*Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь,  
Республика Крым, Россия*

*E-mail: mihaliksevast@inbox.ru*

Обобщены собственные данные (с 2002 по 2017 гг.) по видовому составу, численности, биомассе и трофической структуре Mollusca, обитающих на твердых искусственных субстратах вдоль черноморского побережья Крыма: в районах Севастополя, Южного берега Крыма и Карадага. Показано, что данный тип субстратов обильно заселен моллюсками.

**Ключевые слова:** искусственные твердые субстраты, обрастания, Mollusca, побережье Крыма, Черное море.

### **ВВЕДЕНИЕ**

К неподвижным твёрдым искусственным субстратам относятся поверхности антропогенного происхождения: молы, волнорезы и тетраподы. Данный тип субстратов представлен у побережья Крыма весьма широко и характеризуется гладкой, преимущественно вертикальной поверхностью, кроме тетрапод, имеющих также наклонные и горизонтальные плоскости. Помимо различных гидротехнических функций, они являются субстратом для многих видов гидробионтов. Однако обрастания моллов, волнорезов и тетрапод изучены недостаточно. Данных по видовому составу, численности и биомассе моллюсков на искусственных рифах в прибрежье Крыма до XXI века было мало. Имеются только эпизодические сведения, в основном из района Севастополя [1; 2]. Начиная с 2000-х гг. нами накоплен большой массив данных по моллюскам искусственных твердых субстратов прибрежных акваторий Крымского полуострова [3–6].

Целью настоящей работы является обобщение данных по видовой и трофической структуре, численности и биомассе таксоцена Mollusca в обрастаниях неподвижных искусственных твердых субстратов у черноморского побережья Крыма.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Отбор проб осуществляли с помощью рамки или скребков, обшитых мельничным газом, площадью 0,04, 0,06 и 0,1 м<sup>2</sup> и диаметром ячеей 0,5 мм. Материал собирали на волнорезах и молах (в акватории Карадагского природного заповедника, 2002–2003 гг.; в бухте Ласпи, 2003–2004 гг.; у побережья Алушки, 2015 г.; в Севастопольской бухте (Инкерман и Радиогорка), 2010 г.; в Артиллерийской бухте,

2015–2016 гг.; у открытого побережья Севастополя (парк Победы), 2011 г.; в Мартыновой бухте, 2015 г.; в Карантинной бухте, 2003–2004, 2011, 2014 гг.), а также на тетраподах в Карантинной бухте в 2016–2017 гг. (рис. 1, 2).

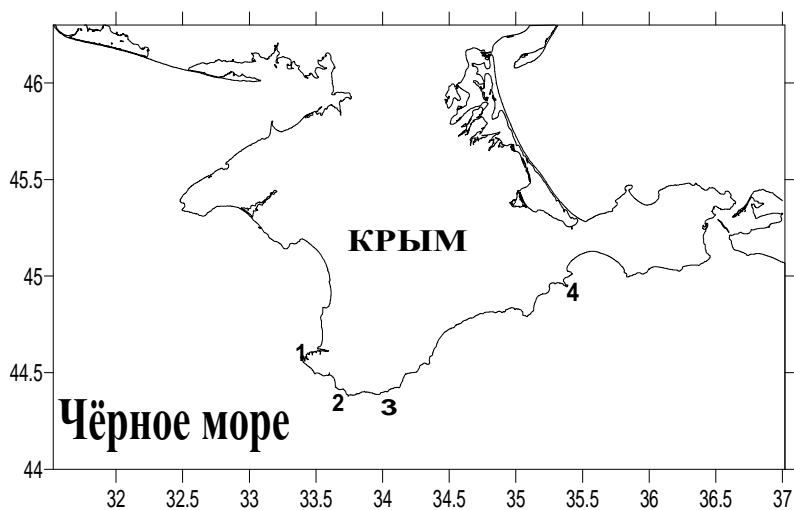


Рис. 1. Схема районов отбора проб на твердых искусственных субстратах у побережья Крыма (1 – район Севастополя; 2 – бухта Ласпи; 3 – побережье Алупки; 4 – Карадагский природный заповедник)

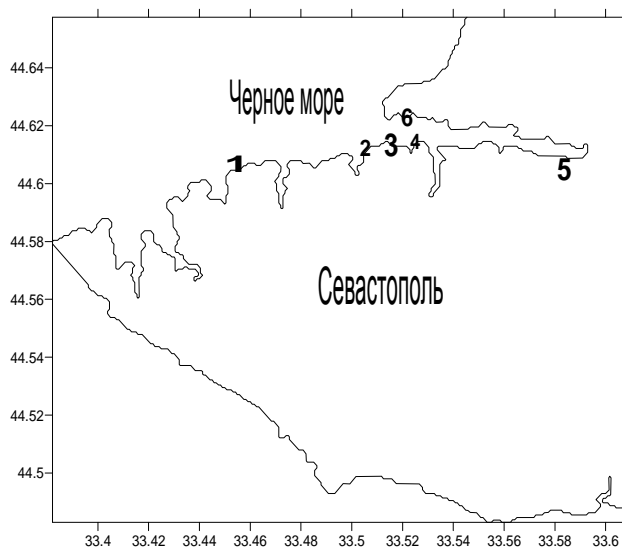


Рис. 2. Схема мест отбора проб на твердых искусственных субстратах в районе Севастополя (1 – Парк Победы, 2 – Карантинная бухта, 3 – Мартынова бухта, 4 – Артиллерийская бухта, 5 – Инкерман, 6 – Радиогорка)

Пробы брали на глубинах 0–3 м во все сезоны. Всего было взято 300 количественных проб. В камеральных условиях определяли видовой состав моллюсков, подсчитывали их количество (экз.), взвешивали на торсионных весах с точностью до 0,001 г, затем рассчитывали среднюю численность (экз.) и среднюю биомассу (г) каждого вида на единицу площади ( $m^2$ ), а также доверительный интервал ( $\pm$ ). Помимо этого, выявили трофическую структуру моллюсков.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего у побережья Крыма обнаружено 24 вида Mollusca, из них 1 вид относится к классу Polyplacophora, 4 вида – к классу Bivalvia и 16 видов – к классу Gastropoda (табл. 1).

Видовой состав достаточно богатый, с явным преобладанием гастропод. Такая таксономическая структура характерна и для моллюсковестественных твердых субстратов у крымского побережья [7]. Средняя численность Mollusca вдоль побережья Крыма составила  $4834 \pm 378$  экз./ $m^2$ . Явно преобладает двустворчатый моллюск *M. lineatus*. Его доля в численности всех Mollusca около 90 %. Данный вид является доминирующим во всех районах у побережья Крыма не только на искусственных, но и на естественных твердых субстратах, образуя на них одноименные сообщества [7]. Численность скаловой формы мидии *M. galloprovincialis* в настоящее время относительно невысока, хотя этот вид также типичен для твердых субстратов, как и митилястер, но в последнее время уступает ему как на естественных, так и на искусственных жестких поверхностях. Моллюски *Parvicardium* sp. и *A. segmentum* не характерны для эпифауны жестких поверхностей и поэтому в наших пробах они встречены лишь в единичных экземплярах. Эти виды предпочитают в основном рыхлые грунты [8].

Среди Gastropoda доминируют массовые и эвритопные виды – *T. pullus*, *R. splendida* и *B. reticulatum*. Однако следует отметить и представителей семейства Pyramidellidae (4 вида), которые являются стенотопными и предпочитают твердые субстраты. Среди них преобладает *O. eulimoides* – наиболее массовый вид из данного семейства. Отдельно можно выделить *G. adriatica*. Её распространение имеет мозаичный характер. Так, на молу в Карантинной бухте этот вид представлен в большом количестве, тогда как на тетраподах в данной бухте и других районах побережья Крыма на молах и волнорезах гиббула встречалась в очень малом количестве или отсутствовала. Такой характер распространения этого вида отмечен и на твердых естественных субстратах [7]. В единичных экземплярах в бухте Ласпи встречена *R. venosa*. Обнаружение этого вида в столь малом количестве и лишь в одном районе связано с тем, что он обитает преимущественно на других глубинах и в основном на рыхлых грунтах [9–12].

Таблица 1

**Видовой состав, средняя численность и средняя биомасса Mollusca вдоль побережья Крыма**

Вид	Средняя численность, экз./м <sup>2</sup>	Средняя биомасса, г/м <sup>2</sup>
<i>Lepidochitona cinerea</i> (Linnaeus, 1767)	14	0,279
<i>Abra segmentum</i> (Recluz, 1843)	<1	0,001
<i>Mytilaster lineatus</i> Gmelin, 1791	<b>4341</b>	<b>348,706</b>
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819	216	291,249
<i>Parvicardium</i> sp.	<1	<0,001
<i>Bela nebula</i> (Montagu, 1803)	<1	<0,001
<i>Bitium reticulatum</i> (Da Costa, 1778)	54	0,729
<i>Cerithiopsis minima</i> (Brusina, 1865)	<1	<0,001
<i>Cerithiopsis tubercularis</i> (Montagu, 1803)	<1	0,001
<i>Gibbula adriatica</i> (Linnaeus, 1758)	35	2,663
<i>Limapontia capitata</i> (O. F. Müller, 1774)	<1	<0,001
<i>Marshallora adversa</i> (Montagu, 1803)	<1	<0,001
<i>Odostomia eulimoides</i> Hanley, 1844	10	0,014
<i>Omalogyra atomus</i> Philippi, 1841	<1	<0,001
<i>Parthenina indistincta</i> (Montagu, 1808)	<1	0,002
<i>Parthenina interstincta</i> (J. Adams, 1797)	<1	<0,001
<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846)	<1	0,739
<i>Rissoa membranacea</i> J. Adams, 1800	<1	0,001
<i>Rissoa parva</i> (Da Costa, 1778)	2	0,003
<i>Rissoa splendid</i> (Eichwald, 1830)	74	1,614
<i>Setia turriculata</i> Monterosato, 1884	<1	0,002
<i>Spiralinella incerta</i> (Milaschewich, 1916)	<1	<0,001
<i>Tritia pellucida</i> (Risso, 1826)	<1	0,013
<i>Tricolia pullus</i> (Linnaeus, 1758)	89	1,08

Средняя биомасса Mollusca составила  $647 \pm 36$  г/м<sup>2</sup>. По биомассе, как и по численности, доминирует *M. lineatus*, однако его доля не столь значительная (около 50 %). Это связано с большой биомассой крупных по размерам *M. galloprovincialis*, которые в основном отмечены в Севастопольской бухте и ее частях – Мартыновой и Артиллерийской, что вероятно связано с благоприятными условиями для питания моллюска-фильтратора из-за повышенного содержания органики в данной акватории [13]. В Мартыновой бухте обнаружено полноценное разно-размерное поселение мидий [6].

Среди Gastropoda по биомассе преобладает *G. adriatica*. Это достаточно крупный брюхоногий моллюск. Массовые и эвритопные виды уступают по биомассе другим моллюскам вследствие их относительно небольших размеров.

В трофической структуре моллюсков на данном типе субстрата можно выделить 6 групп. По количеству видов преобладают фитофаги – 8 видов, что составляет 33 % от их общего числа (рис. 3).

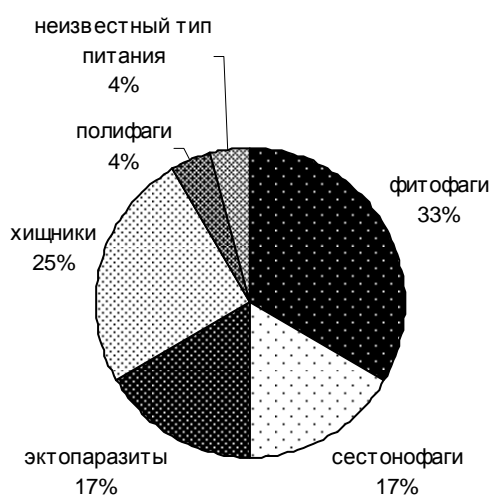


Рис. 3. Трофическая структура Mollusca на твердых искусственных субстратах у черноморского побережья Крыма

Вероятно, это связано с наличием в большом количестве макрофитов и диатомового оброста на твердых искусственных субстратах на малой глубине. Также много отмечено хищников и эктопаразитов, что может говорить о большой представленности других групп и видов макрозообентоса, являющихся для них пищей. По численности и биомассе явно преобладают сестонофаги благодаря высокой численности и биомассе мидий и митилястеров, относящихся к этой трофической группе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таксоцен Mollusa на твердых искусственных субстратах у побережья Крыма от Севастополя до Карадага разнообразен в качественном и количественном отношении. Обнаружено 24 вида моллюсков. Средняя численность составила  $4834 \pm 378$  экз./м<sup>2</sup>, средняя биомасса  $647 \pm 36$  г/м<sup>2</sup>. Доминирующим по численности и биомассе видом является *Mytilaster lineatus*. Трофическая структура Mollusca весьма разнообразна и включает в себя 6 групп.

Статья выполнена в рамках госзадания по теме «Эколого-филогенетические аспекты формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсного потенциала экосистем Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана» (№ 0828-2018-0002).

## Список литературы

1. Брайко В. Д. Обрастание в Черном море / В. Д. Брайко – К.: Наукова думка, 1985. – 124 с.
2. Миронов О. Г. Формирование бентосных сообществ на новосозданных молочных сооружениях / О. Г. Миронов, Н. Ю. Миловидова, И. М. Цимбал // Гидробиологический журнал. – 1983. – Т. 19, № 1 – С. 48–53.
3. Гринцов В. А., Сообщество обрастания на искусственном рифе в п. Курортное (Карадаг) / Гринцов В. А., Мурина Г-В. В., Евстигнеева И. К., Макаров М. В. // Карадаг: гидробиологические исследования: Сб. научных трудов, посв. 90-летию Карадагской научной станции и 25-летию Карадаг. природ. заповедника НАНУ. – Симферополь: СОНАТ, 2004, кн. 2. – С. 152–165.
4. Макаров М. В. Сезонная динамика Gastropoda на жестких искусственных рифах (молах) в акватории Севастополя (Черное море) / М. В. Макаров // Наук. зап. ТНПУ. Сер. Биология. – Спец. выпуск гидроэкология, – 2005. – № 4 (27). – С. 146–148.
5. Макаров М. В. Моллюски в перифитоне твёрдых искусственных субстратов побережья Севастополя (юго-западный Крым, Чёрное море) / М. В. Макаров // Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія. – 2012. – № 2 (51). – С. 168–172.
6. Макаров М. В. Макрозообентос гидротехнических сооружений в районах, различающихся по экологическим условиям у побережья Крыма (Чёрное море) / М. В. Макаров, Л. В. Бондаренко, В. Г. Копий, М. А. Ковалева // Экологический мониторинг и биоразнообразия. – № 1 (11). – 2016. – С. 76–80.
7. Макаров М. В. Структура таксоцены Mollusca на естественных твёрдых субстратах в акваториях охраняемых районов Крыма / М. В. Макаров, М. А. Ковалева // Экосистемы. – 2017. Вып. 9. – С. 20–24.
8. Киселева М. И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря. / М. И. Киселева – К., Наукова думка, 1981. – 165 с.
9. Бондарев И. П. Состояние популяций рапаны (*Rapana venosa*) в крымской части ареала // Промысловые биоресурсы Чёрного и Азовского морей / И. П. Бондарев / Ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская, Г. Е. Шульман, Ю. А. Загородняя; НАН Украины, Институт биологии южных морей НАН Украины. – Севастополь, ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – С. 177–189.
10. Макаров М. В. Размерная структура популяции *Rapana venosa* в акватории Керченского пролива летом 2013 г. / М. В. Макаров // Экологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление прибрежной зоной. Материалы научно-практической молодёжной конференции – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. – С. 75–77.
11. Макаров М. В. Размерно-весовая структура *Rapana venosa* (Mollusca, Gastropoda) у побережья Крыма в 2008 г. / М. В. Макаров // Биологическое разнообразие Кавказа и юга России. Материалы XVIII Межд. науч. конф. – Грозный, Академия наук ЧР. 2016. – С. 368–371.
12. Чухчин В. Д. Экология брюхоногих моллюсков Чёрного моря. / В. Д. Чухчин – К.: Наукова думка, 1984. – 176 с.

13. Миронов О. Г. Санитарно-биологические аспекты экологии севастопольских бухт в 20 веке / О. Г. Миронов, Л. Н. Кирюхина, С. В. Алемов. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 185 с.

## MOLLUSCA ON ARTIFICIAL HARD SUBSTRATES ALONG THE CRIMEAN COAST (THE BLACK SEA)

*Makarov M. V.*

*Institute of marine biological researches RAS, Sevastopol, Crimea, Russia  
E-mail: mihaliksevast@inbox.ru*

Coastal zone is most dynamically and influence of antropogenic impact area. Besides natural surfaces in coastal zone, so hard artificial substrates are presented in it, in particular, along the Black sea coast of Crimea very widely. To immobile hard artificial substrates relative the surfaces of anthropogenic origin behave: breakwaters (malls), cutwaters, tetrapods. They are characterized a smooth, mainly vertical surface, except tetrapods, having sloping and horizontal surfaces also. Besides different hydrotechnical functions, they are surface for many species of benthic animals and plants. However, fouling of hard artificial substrates studied not enough yet. Data on specific composition, abundance and biomass of molluscs on artificial reefs along the crimean coast was very little to XXI century. Only episodic data, mainly from the region of Sevastopol was presented before. But since 2002 to 2017 years we are accumulated the large array of data on species composition, abundance and biomass of molluscs on artificial hard substrates along the Crimean peninsula from Sevastopol coast in south-west to Karadag nature reserve in south-east. In most areas we took samples in all seasons. Many species of mollusks were found in this biotope. So, the high abundance and biomass of molluscs on hard artificial substrates were found, especially of bivalves. Some species of Mollusca are widely spreading in all biotops, but some species are typically for hard surfaces only. The trophic structure of mollusks in this biotope has high diversity too. So, animals, including Mollusca as very important and mass benthic taxon, in fouling of artificial hard surfaces are very interesting and perspective for further researches.

The aim of this paper is generalization of our modern data on a specific and trophic structure, abundance and biomass of molluscs in fouling of hard artificial reefs along the Black sea Crimean coast.

**Keywords:** artificial hard substrates, foulings, Mollusca, Crimean coast, the Black sea.

### References

1. Brayko V. D. *The fouling in the Black sea*, 224 (Naukova dumka, Kiev, 1985).
2. Mironov O. G., Milovidova N. Yu., Tsimbal I. M. Forming of benthic communities on newly created malls buildings, *Hydrobiological journal*, **19**, (1), 48 (1983).
3. Grintcov V. A., Murina G.-V. V., Evstigneeva I. K., Makarov M. V. *The community of fouling on hard artificial near village Kurortnoe (Karadag)*, Karadag: hydrobiological researches: proceedings of papers, dedicated 90-anniversary of Karadag scientific station and 25-years Karadag nature reserve NASU, **2**, 152 (SONAT, Simferopol, 2004).

4. Makarov M. V. The Seasonal dynamics of Gastropoda on hard artificial reefs (breakwaters) in the aquatorium of Sevastopol (the Black sea), *Proceedings of TNPU. Biology. Hydroecology*, **4 (27)**, 146 (2005).
5. Makarov M. V. Molluscs of hard artificial substrates of coast of Sevastopol (south-west Crimea, the Black sea), *Proceedings of TNPU. Biology*, **2 (51)**, 168 (2012).
6. Makarov M. V., Bondarenko L. V., Kopyy V. G., Kovaleva M. A. Macrozoobenthos of biofouling of hydraulic engineering structures in areas which are different in ecological conditions near the crimean coast (the Black sea), *Ecological monitoring and biodiversity*, **1 (11)**, 76 (2016).
7. Makarov M. V., Kovalyova M. A. The structure of taxon of molluscs on natural hard substrates in aquatorium of Crimean reserve areas, *Ekosystemy*, **9 (39)**, 20 (2017).
8. Kiseleva M. I. *The benthos of soft sediments of the Black sea*, 165 (Naukova dumka, Kiev, 1965).
9. Bondarev I. P. State of populations of *Rapanavenosa* in Crimean part of natural habitat, *The commercial bioresources Black and Azov seas*, of Red. V. N. Eremeev, A. V. Gaevskaya, G. E. Sulman, Yu. A. Zagorodnyaya; NAS of Ukraine, Institute of biology of south seas of NAS of Ukraine, 177 (Ekosi-hydrophysics, Sevastopol, 2011).
10. Makarov M. V. The size structure of population of *Rapana venosa* in the aquatorium of the Kerch strait in summer 2013, *Materials of scientific and practice youth conference «Ecological problems of the Azov-Black seas region and complex management by coastal zone»*, Sevastopol: Ecosi-hydrophysics, 75 (Sevastopol, 2014).
11. Makarov M. V. Size-weight structure of *Rapana venosa* (Mollusca, Gastropoda) near Crimean coast in 2008 // *Biodiversity of Caucasus and South of Russia. Proceeding of XVIII international conference*, 368 (Grozniy, 2016).
12. Chukhchin V. D. *The ecology of gastropods of the Black sea*, 176 (Naukova dumka, Kiev, 1984).
13. Mironov O. G., Kiryuhina L. N., Alemov S. V. *Medical-biological aspects of ecology of Sevastopol bays in XX centure*, 185 (ECOSI-Hydrophisc, Sevastopol, 2003).