

УДК 574.9:591.551 (262:5)

## ОБРАСТАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ТВЕРДЫХ СУБСТРАТОВ (СКАЛ) АКВАТОРИИ КАРАДАГСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

*Ковалева М. А., Болтачева Н. А., Макаров М. В., Бондаренко Л. В.*

*Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского, Севастополь, kovalmargarita@mail.ru*

Представлены современные данные (2011–2012 гг.) о состоянии макрозообентоса скал в акватории Карадагского природного заповедника. Идентифицировано 76 видов макрозообентоса. На основании доминирования по биомассе выделено сообщество *Mytilaster lineatus*. Средняя численность всех видов сообщества составила  $20347 \pm 371$  экз./м<sup>2</sup>, биомасса –  $3738 \pm 66$  г/м<sup>2</sup>. Высокое доминирование *M. lineatus* и низкая выравненность видов позволили предположить, что сообщество обитает в относительно неблагоприятных условиях среды.

*Ключевые слова:* сообщества обрастания, биоразнообразие, *Mytilaster lineatus*, Черное море.

### ВВЕДЕНИЕ

Естественные твердые субстраты занимают значительную часть крымского побережья Черного моря. В отличие от фауны рыхлых грунтов, макрофитов, искусственных твердых субстратов макрозообентос жестких поверхностей исследован гораздо меньше. Район Карадага (юго-восточный Крым) является заповедным и достаточно удаленным от крупных промышленных центров и портов. Длина береговой линии Карадага в пределах заповедника составляет около 8 км. Большую ее часть занимают естественные твердые субстраты: скалы и камни. Основными сведения по эпифауне этих субстратов в акватории Карадага известны по работам И. В. Шаронова [9], проведенными в 1938–1940 гг., а также И. А. Синегуба [8], выполненными в 1976–78 гг. Исследованию отдельных групп посвящены работы В. Е. Заики [1], В. А. Гринцова [3], Е. В. Лисицкой, Г.-В. В. Муриной [6] и М. В. Макарова [7]. Кроме фауны скал для данного района есть работы по искусственным рифам [2] и зарослям макрофитов [5]. Наше исследование проведено с целью получения современных данных о составе и состоянии макрозообентосного сообщества скал Карадага.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал для исследований собирали в период 2011–2012 гг. в летние сезоны на естественных твердых субстратах (скалах) в акватории Карадагского природного заповедника на глубине 0–9 м. Пробы макрозообентоса отбирали в следующих участках: скалы Кузьмичев камень, Иван разбойник, Маяк, Золотые ворота, Лев; бухты Сердоликовая, Пуццолановая, Барахты, Львиная. Всего взято 40 проб. Для отбора материала со скал использовали рамку, обшитую мельничным газом площадью захвата 0,04 м<sup>2</sup>. Затем осуществляли промывку проб и фиксировали их 4 % формальдегидом. В камеральных условиях материал разбирали по крупным таксономическим группам (типам и классам), затем определяли до вида, подсчитывали численность (экз./м<sup>2</sup>), биомассу (г/м<sup>2</sup>) и встречаемость (%) каждого вида. В данном исследовании учтены только три основные группы макрозообентоса, наиболее легко подающиеся количественному учету – Mollusca, Arthropoda, Annelida. Представителей Bivalvia и Polyplacophora идентифицировала М. А. Ковалева, Gastropoda – М. В. Макаров, Annelida – Н. А. Болтачева, Arthropoda – Л. В. Бондаренко.

Для сравнения плотности видов на единицу площади и выравненности относительного распределения особей среди видов в сообществе строили кривые доминирования – разнообразия, где ось абсцисс – ранжированный ряд от наиболее многочисленного вида к наименее многочисленному, а ось ординат – накопленный процент численности видов [10].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В составе обрастаний макрозообентоса обнаружено 76 видов (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав и количественные показатели (N – средняя численность, экз./м<sup>2</sup>, B – средняя биомасса, г/м<sup>2</sup>, P – встречаемость, %) макрозообентоса на скалах Карадага

Вид	N*	B*	P*
1	2	3	4
ANNELIDA			
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	6	<0,01	3
<i>Dorvillea rubrovittata</i> (Grube, 1855)	9	0,03	23
<i>Eulalia viridis</i> (Linnaeus, 1767)	15	0,05	30
<i>Eumida sanguinea</i> (Örsted, 1843)	35	0,1	50
<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparède, 1870)	21	0,05	35
Hesionidae g.sp.	1	<0,01	3
<i>Lysidice ninetta</i> Audouin & Milne-Edwards, 1833	16	0,2	28
<i>Micronephthys stammeri</i> (Augener, 1932)	1	<0,01	3
<i>Neodexiospira pseudocorrugata</i> (Bush, 1905)	1	<0,01	3
Nereidae g. sp.	23	0,01	5
<i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867	763	7,5	90
<i>Nudisyllis pulligera</i> (Krohn, 1852)	1	<0,01	3
<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)	4	0,8	15
<i>Pholoe inornata</i> Johnston, 1839	24	0,02	43
<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1834)	102	2	75
<i>Polycirrus</i> sp.	1	<0,01	3
<i>Prionospio cirrifera</i> Wirén, 1883	4	0,01	15
<i>Sabellaria taurica</i> (Rathke, 1837)	1	0,01	3
<i>Salvatoria clavata</i> (Claparède, 1863)	2	<0,01	5
<i>Sphaerosyllis bulbosa</i> Southern, 1914	1	<0,01	5
<i>Spirobranchus triqueter</i> (Linnaeus, 1758)	13	0,03	25
<i>Syllis gracilis</i> Grube, 1840	105	0,6	75
<i>Syllis hyalina</i> Grube, 1863	10	0,02	23
<i>Syllis prolifera</i> Krohn, 1852	48	0,1	55
<i>Trypanosyllis zebra</i> (Grube, 1840)	2	0,04	5
MOLLUSCA			
<i>Acanthochitona fascicularis</i> Linnaeus, 1767	14	0,68	30
<i>Bittium reticulatum</i> (Da Costa, 1778)	200	0,35	40
<i>Chrysallida indistincta</i> (Risso, 1826)	21	0,02	22,5
<i>Chrysallida obtusa</i> (T. Brown, 1827)	3	<0,01	10
<i>Cyclope donovani</i> (Risso, 1826)	10	0,66	13
<i>Gibbula adriatica</i> (Linné, 1758)	1	0,2	5
<i>Gibbula divaricata</i> (Linné, 1758)	5	0,25	5
<i>Lepidochitona (Lepidochitona) cinerea</i> (Linnaeus, 1767)	5	0,2	10
<i>Mytilaster lineatus</i> Linnaeus, 1767	14575	2054	100
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819	350	1577	72,5
<i>Odostomia eulimoides</i> Hanley, 1844	5,6	0,01	13
<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846)	1	82	2,5
<i>Rissoa parva</i> (Da Costa, 1779)	1	<0,01	2,5
<i>Rissoa splendida</i> (Eichwald, 1830)	12	0,13	20
<i>Setia turriculata</i> (Monterosato, 1884)	1	<0,01	2,5
<i>Tricolia pullus</i> (Linné, 1758)	151	5	52,5
ARTHROPODA			
<i>Amphithoe helleri</i> G. Karaman, 1975	25	0,02	30
Acarina g. sp.	1	<0,01	3
<i>Achelia echinata</i> Hodge, 1864	1	<0,01	3
Amphipoda g. sp.	1	0,02	43
<i>Amphithoe ramondi</i> Audouin, 1826	500	0,3	90

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
<i>Apherusa bispinosa</i> (Bate, 1857)	103	0,04	58
<i>Athanas nitescens</i> Leach, 1814	8	0,1	13
<i>Atylus guttatus</i> (A.Costa, 1851)	5	<0,01	3
<i>Atylus massiliensis</i> Bellan-Santini, 1975	4	<0,01	8
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	12	0,2	18
<i>Biancolina algicola</i> Della Valle, 1893	1	<0,01	3
<i>Brachynotus sexdentatus</i> Risso, 1827	1	0,02	3
<i>Caprella acanthifera ferox</i> (Czernjavski, 1868)	825	0,1	83
<i>Cumella limicola</i> G.A.Sars, 1879	2	<0,01	8
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	218	0,1	80
<i>Echinogammarus olivii</i> Milne Edwards, 1830	4	<0,01	5
<i>Erichthonius difformis</i> M.- Edwards, 1830	48	0,01	18
<i>Hyale perieri</i> (Lucas, 1846)	38	0,03	10
<i>Hyale pontica</i> (Rathke, 1837)	45	0,03	38
<i>Hyale prevostii</i> (M.-Edwards, 1830)	84	0,1	28
<i>Hyale schmidtii</i> (Heller, 1866)	288	0,2	55
<i>Hyale</i> sp.	48	0,01	33
<i>Jassa ocia</i> (Bate, 1862)	71	0,02	28
<i>Leptochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	28	0,003	23
<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)	17	0,02	20
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853	135	0,03	38
<i>Microdeutopus</i> sp.	36	0,01	28
<i>Naesa bidentata</i> (Adams, 1800)	23	0,01	45
<i>Nannastacus euxinicus</i> Bacescu, 1951	1	<0,01	5
<i>Perioculodes longimanus</i> (Bate and Westwood, 1868)	1	<0,01	3
<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1758)	46	2	60
<i>Pisidia longimana</i> (Risso, 1815)	465	2	38
<i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1815)	600	0,1	90
<i>Synisoma capito</i> (Rathke, 1837)	6	0,01	20
<i>Tanystylum conirostre</i> (Dohri, 1881)	91	0,03	60
Всего	20347±371	3738±66	

Наиболее полно представлена группа членистоногих – 35 видов (46 % общего количества видов), многочетинковых червей – 25 видов (32 %), моллюсков – 16 видов (22 %). Ракообразные представлены 29 видами Malacostraca, относящихся к 5 отрядам: Amphipoda, Decapoda, Isopoda, Tanaidacea и Cumacea. Наиболее многочисленным является отряд амфипод, на долю которого приходится более 70 % отмеченных в исследуемом районе видов высших ракообразных. Обнаружены также представители Cirripedia, Pantopoda и Acarina.

Средняя численность всех видов составила 20347±371 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса – 3738±66 г/м<sup>2</sup>. По численности преобладают моллюски (в среднем 15360 экз./м<sup>2</sup>), ракообразные и полихеты составляют 3360 и 1210 экз./м<sup>2</sup> соответственно. По биомассе также доминируют моллюски со средним показателем по полигону – 3721 г/м<sup>2</sup>, членистоногие и полихеты 5,6 и 11,65 г/м<sup>2</sup> соответственно.

Группа моллюсков представлена двумя видами двустворчатых моллюсков, 2 – хитонов и 10 – гастропод. Двустворчатый моллюск *M. lineatus* имеет высокую встречаемость, доминирует по численности (14575 экз./м<sup>2</sup>, 71 % общей численности) и по биомассе (2054 г/м<sup>2</sup>, 55 %) на всем полигоне. Высокое количественное развитие этого вида позволяет подтвердить факт об уже указанном нами ранее [6] доминировании этого моллюска в 2009 году и утверждать, что в данный период исследований выделенное нами сообщество биотопа скал Карадага можно считать сообществом *M. lineatus*.

Популяция *M. galloprovincialis* относительно малочисленна по всему району сбора проб, средняя численность ее составила 350 экз./м<sup>2</sup> (2 % общей численности), биомасса – 1577 г/м<sup>2</sup> (42 %

общей биомассы). Известно, что в предыдущие годы мидия на скалах Карадага занимала доминирующее положение [8]. Максимальное развитие моллюска во все годы отмечали на Золотых воротах. Возможно, этому способствуют особые гидродинамические условия, в которых находится указанная скала. Учитывая тот факт, что мидия распространена на субстрате неравномерно, мы сравнили наши данные с данными прошлых лет [6], полученными при сборе материала в тех же точках: западная сторона западной арки и восточная сторона восточной арки Золотых ворот, глубины – 0 и 6 м (табл. 2).

Таблица 2

Биомасса *Mytilus galloprovincialis* (г/м<sup>2</sup>) на двух сторонах скалы Золотые ворота в разные периоды исследований в акватории Карадага

Год	1981 г.	1998 г.	2009–2011 гг.
Зап. сторона, зап. арка; глубина 0 м	67200	39180	4228
Вост. сторона, вост. арка; глубина 6 м	11928	12580	2313

Так, можно констатировать, что на обеих глубинах биомасса мидии снизилась к 2009–2011 гг. в десятки раз.

При рассмотрении структуры изученного сообщества оказалось, что к числу руководящих видов в сообществе (встречаемость более 50 %) относятся 15 видов. Помимо Mytilidae это брюхоногие моллюски *Tricolia pullus*, полихеты *Nereis zonata*, *Platynereis dumerilii*, *Syllis gracilis*, *Typosyllis prolifera* и Arthropoda *Amphithoe ramondi*, *Apherusa bispinosa*, *Caprella acanthifera ferox*, *Dexamine spinosa*, *Hyale schmidtii*, *Pilumnus hirtellus*, *Stenothoe monoculoides*, *Tanystylum conirostre*. Группу характерных (встречаемость 25–50 %) составляют 18 видов, остальные 44 вида являются редкими (встречаемость менее 25 %). В целом, доля руководящих видов в сообществе – 19 %, характерных – 23 %, редких – 58 %.

Для оценки выравненности видов в сообществе был построен график доминирования – разнообразия макрозообентоса по его численности (рис. 1).

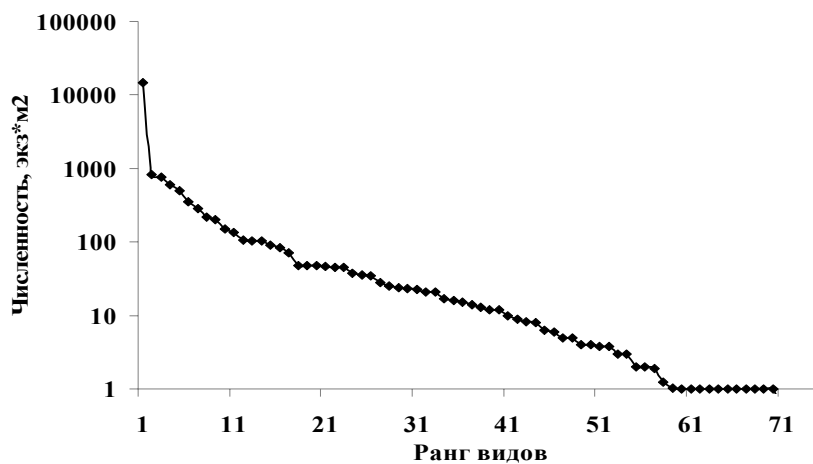


Рис. 1. Характер доминирования и разнообразия видов макрозообентоса на скалах Карадага в 2011 г.

Наиболее благополучным считается то сообщество, где много видов, в том числе видов-лидеров, и высокая выравненность (на графике это выглядит как гладкая кривая). Для сообщества скал в 2011–2012 гг. кривая доминирования – разнообразия относительно длинная, что говорит о большом количестве видов в сообществе. Однако преобладал только один вид, субдоминанты отсутствовали. Остальные виды уступали доминанту по численности, имели низкие количественные показатели, многие виды встречены в единичных экземплярах. Выравненность видов в целом низкая, а доминирование – высокое. По-видимому, это может свидетельствовать, что сообщество на скалах Карадага в 2011–2012 годах находилось в относительно неблагоприятных условиях.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В составе сообщества макрозообентоса скал в Карадагском заповеднике в диапазоне глубин 0–9 м идентифицировано 76 видов. Средняя численность всех видов сообщества составила  $20347 \pm 371$  экз./м<sup>2</sup>, биомасса –  $3738 \pm 66$  г/м<sup>2</sup>. В настоящее время по биомассе и численности в сообществе доминирует *Mytilaster lineatus*. По результату анализа значимости видов в структуре сообщества, можно предположить, что на данный момент это сообщество находится в относительно неблагоприятных условиях. По сравнению с 1981 и 1998 гг. биомасса мидий в 2009–2012 гг. сократилась в десятки раз.

## Список литературы

1. Митилиды Черного моря / [В. Е. Заика, Н. А. Валовая, А. С. Повчун, Н. К. Ревков]. – К., Наукова Думка, 1990. – 208 с.
2. Гринцов В. А. Сообщество обрастания на искусственном рифе в п. Курортное (Карадаг) / В. А. Гринцов, Г.-В. В. Мурина, И. К. Евстигнеева, М. В. Макаров // Карадаг: гидробиологические исследования: Сб. научных трудов, посвященный 90-летию Карадагской научной станции и 25-летию Карадагского природного заповедника НАНУ – Симферополь: СОНАТ, 2004. – Кн. 2. – С. 152–165.
3. Гринцов В. А. Биоразнообразие и структура сообщества обрастания твердых субстратов Карадагского природного заповедника (Черное море) / В. А. Гринцов, Г.-В. В. Мурина, И. К. Евстигнеева // Мор. экол. журнал. – 2005. – Т. 3, № 3. – С. 37–47.
4. Лисицкая Е. В. Биоразнообразие Polychaeta обрастания твердых субстратов (Карадаг, Черное море) / Е. В. Лисицкая, Г.-В. В. Мурина // Биоразнообразие и устойчивое развитие: II Международная научно-практическая конференция. Симферополь, 12–16 сентября 2012 г.: тез. докл. – Симферополь, 2012. – С. 201–204.
5. Киселева Г. А. Моллюски и полихеты в зарослях водорослей Карадагского природного заповедника / Г. А. Киселева, В. Коновалов, О. Куликова, М. Атамановская // Летопись природы, Т. XXIII. 2006 год. – Симферополь: Н. Орианда, 2008. – С. 228–229.
6. Ковалева М. А. Многолетняя динамика состояния поселений Mytilidae на скалах Карадага (Черное море) / М. А. Ковалева, Н. А. Болтачева, Н. С. Костенко // Мор. экол. журнал. – 2012. – Т. 11, № 2. – С. 39–44.
7. Макаров М. В. Брюхоногие моллюски (Gastropoda) в эпифитоне и перифитоне акватории Карадагского природного заповедника: современное состояние и многолетние изменения / М. В. Макаров // Біологія XXI століття: теорія, практика, викладання: міжнародна наукова конференція. Черкаси, Україна, 1–4 квітня 2007 р.: мат. конф. – К.: Фітосоціоцентр, 2007. – С. 155–157.
8. Синегуб И. А. Макрофауна зоны верхней сублиторали скал в Черном море у Карадага. / И. А. Синегуб // Гидробиологические исследования: сб. научных трудов, посвященный 90-летию Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского и 25-летию Карадагского природного заповедника НАН Украины. Книга 2. – Симферополь: СОНАТ, 2004. – С. 121–132.
9. Шаронов И. В. Фауна скал и каменистых россыпей в Черном море у Карадага / И. В. Шаронов // Труды Карадагской биол. ст. – 1952. – Вып. 12. – С. 68–79.
10. Whittaker R. H. Evolution and measurement of species diversity / R. H. Whittaker // Tarpon. – 1972. – Vol. 21. – P. 213–251.

**Ковальова М. О., Болтачова Н. О., Макаров М. В., Бондаренко Л. В. Обрастания природных твердых субстратов (скалы) акватории Карадагского природного заповедника // Экосистемы, их оптимизация та охрана. Симферополь: ТНУ, 2014. Вып. 10. С. 77–81.**

Представлены современные данные (2011–2012 гг.) о состоянии макрозообентоса скал в акватории Карадагского природного заповедника. Идентифицировано 76 видов макрозообентоса. На основании доминирования по биомассе выделено угруппованное *Mytilaster lineatus*. Средняя численность всех видов угруппованного скала  $20347 \pm 371$  экз./м<sup>2</sup>, биомасса –  $3738 \pm 66$  г/м<sup>2</sup>. Высокая степень доминирования *Mytilaster lineatus* и низкая равномерность видов позволили предположить, что сообщество обитает в относительно неблагоприятных условиях среды.

*Ключевые слова:* угруппованное обрастание, биоразнообразие, *Mytilaster lineatus*, Черное море.

**Kovalova M. A., Boltacheva N. A., Makarov M. V., Bondarenko L. V. The fouling community on the natural hard substrata of Karadag Nature Reserve (the Black Sea) // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 77–81.**

The modern data (2011–2012 years) about state of macrozoobenthos rocks in aquatorium of the Karadag nature reserve were presented. The 76 species of macrozoobenthos were identified. Abundance of all species in this community in average was  $20347 \pm 371$  ind./m<sup>2</sup>, biomass –  $3738 \pm 66$  g/m<sup>2</sup>. High dominance of *Mytilaster lineatus* and low uniformity of species to suppose this community dwells in relatively unfavorable environmental conditions.

*Key words:* fouling community, biodiversity, *Mytilaster lineatus*, the Black sea.

*Поступила в редакцию 02.02.2014 г.*