



В. А. Гринцов, канд. биол. наук, с. н. с., **В. В. Мурина**, докт. биол. наук, в. н. с.,

И. К. Евстигнеева, канд. биол. наук, с. н. с.

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

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА ОБРАСТАНИЯ ТВЕРДЫХ СУБСТРАТОВ КАРАДАГСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Исследовано сообщество обрастания на твердых субстратах (Карадаг, Крым) с глубины 3, 6 и 9 м. Определен 131 вид макрофитов и беспозвоночных из 18 таксонов: Rhodophyta, Phaeophyta, Chlorophyta, Porifera, Coelenterata, Turbellaria, Polychaeta, Cirripedia, Decapoda, Isopoda, Tanaidacea, Amphipoda, Pantopoda, Loricata, Bivalvia, Gastropoda, Bryozoa, Ascidiacea. Приведен список видов с указанием плотности и биомассы. Наиболее богатые по числу видов таксоны: Rhodophyta – 23, Annelida – 32 (из них Polychaeta – 30), Arthropoda – 31 (большой частью Amphipoda – 20), Mollusca – 20 (преимущественно Gastropoda – 15). По биомассе и плотности выделены наиболее массовые и наиболее редкие виды обрастания. В результате кластеризации выделено 2 комплекса видов с разными доминантами и субдоминантами: *Mytilus galloprovincialis* + *Cystoseira crinita* и *Mytilaster lineatus* + *Mytilus galloprovincialis*. Проведен анализ особенностей видовой структуры в выделенных комплексах, а также характеристик сообщества в целом: индексов видового разнообразия Шеннона и Симпсона, индекса функционального обилия для первых 20 наиболее массовых видов в обоих комплексах.

Ключевые слова: обрастание, биоразнообразие, структура, твердый субстрат, Черное море

Исследования биоразнообразия и структуры сообществ на территории Карадагского Природного Заповедника ведутся уже около 100 лет. Важность этих работ обусловлена необходимостью учета и контроля растительного и животного мира заповедной территории, без которых невозможно сохранить разнообразие живого. Однако из биотопов заповедника для сообществ на твердых грунтах в его морской части имеются сведения только общего порядка [9], данные по искусственным рифам [1, 7] и зарослям макрофитов [2]. Важность исследований усиливает тот факт, что твердые грунты занимают значительную территории в прибрежной части заповедника. Отсюда цель данной работы - оценка биоразнообразия и структуры сообщества обрастания на твердых субстратах в прибрежной зоне Карадагского заповедника.

Материал и методы. Материалом для исследования послужили пробы сообщества обрастания на скале Иван Разбойник (15 образцов), отобранные 11.07.03 водолазом с глубины 3, 6 и 9 м (по 5 фрагментов на каждом горизонте). Обрастание соскребали в мешок из газа с площади (20*20 см). На поверхности оброст помещали в емкости и фиксировали 4% раствором формальдегида. Дальнейшую обработку проводили в лаборатории отдела марикультуры и прикладной океанологии Ин-БЮМ НАНУ. Макрофитов и беспозвоночных идентифицировали по возможности до вида, взвешивали и для неколонизальных беспозвоночных подсчитывали плотность. Макрофиты определялись и взвешивались И.К. Евстигнеевой, многочетинковые черви идентифицировались В.В. Муриной. Определение всех остальных групп и анализ данных проводились

В.А. Гринцовым. Рассчитывали биомассу ($\text{г}\cdot\text{м}^{-2}$ поверхности субстрата) и плотность ($\text{экз}\cdot\text{м}^{-2}$ поверхности субстрата). Ряд видов из-за их малых размеров регистрировали без расчета биомассы и плотности. Представителей *Spongia* не идентифицировали до вида и в расчетах принимали за один вид.

Полученные данные по биомассе подвергли кластерному анализу для определения пространственной структурной организации обрастания. Сходство проб оценивали по индексам сходства Брая-Куртиса [10], методом групповых средних с трансформацией биомассы по типу “ $\ln X$ ”, где x – биомасса вида. В построенной дендрограмме на уровне 40% сходства было выделено 2 группы проб. Каждая представляет собой комплекс видов. Для каждого вида неколонизальных беспозвоночных 1 и 2 комплекса рассчитывали индексы функционального обилия (ИФО) по формуле $N^{0.25} \cdot B^{0.75}$ где N и B – соответственно численность и биомасса вида на единице площади [4, 6]. Кроме того, как для сообщества в целом, так и для

каждого комплекса были выделены 20 видов с наибольшей биомассой (табл. 1).

Для 1-го и 2-го комплексов рассчитаны Симпсона (S) и обратный ему индекс выравненности по средним значениям как биомассы, так и численности для обоих комплексов – “биоценотический тип расчета” [8]. Подобный тип расчета более приемлем для оценки сообщества при биоценотическом подходе, так как в этом случае в виде некоторых констант получаем характеристики целостной структуры сообщества [8]. Для макрофитов рассчитывали коэффициент общности видов Жаккара.

Результаты и обсуждение. Сообщество обрастания скалы Иван Разбойник включает 131 вид макрофитов и беспозвоночных из 16 таксонов (табл. 1). Около 100 из них сосредоточено всего в 4 таксонах: Rodophyta – 23, Annelida – 32 (из них Polychaeta – 30), Arthropoda – 31 (большой частью Amphipoda – 20), Mollusca – 20 (преимущественно Gastropoda – 15).

Табл. 1. Список видов макрофитов и беспозвоночных в обрастании скалы Иван Разбойник (биомасса, $\text{г}\cdot\text{м}^{-2}$ / численность, $\text{экз}\cdot\text{м}^{-2}$) § надстрочные символы – ранговое положение вида в ряду первых 20-ти наиболее обильных видов, * – значение биомассы

Table 1. Check list of algae and invertebrates in the fouling of “Ivan Rasboinik” rock (biomass, $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ / number, $\text{spec}\cdot\text{m}^{-2}$); symbols – of the species rang position among most 20 mass species, * – biomass

| Вид | Все сообщество | 1 комплекс | 2 комплекс |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| CHLOROPHYTA | | | |
| <i>Bryopsis plumose</i> (Huds.) Ag. | *0.273/ | 1.363/ | |
| <i>Cladophora sericea</i> (Huds.) Kutz. | ¹⁵ 18.753/ | 4.177/ | ¹³ 22.398/ |
| <i>Cladophora albida</i> (Huds.) Kutz. | ¹⁰ 31.276/ | 1.480/ | ⁹ 38.725/ |
| <i>Ulva rigida</i> Ag. H. | ⁸ 41.034/ | | ⁸ 51.293/ |
| RODOPHYTA | | | |
| <i>Acrochaetium thuretii</i> (Born.) Coll. et Herv. | 0.01/ | 0.063/ | |
| <i>Antithamnion crucianum</i> (Ag.) Nag. | 0.481/ | 2.397/ | 0.0025/ |
| <i>Apoglossum ruscifolium</i> (Turn.) J. Ag. | ¹⁶ 14.809/ | ⁹ 41.667/ | ¹⁹ 8.094/ |
| <i>Callithamnion corymbosum</i> (J.E.Smith) Lyngb. | 2.455/ | ¹⁶ 12.247/ | 0.007/ |
| <i>Ceramium rubrum</i> (Huds.) Ag. | ²⁰ 10.485/ | ¹³ 19.377/ | ¹⁸ 8.261/ |
| <i>Ceramium echinotum</i> J. Ag. | 0.521/ | 0.103/ | 0.625/ |
| <i>Ceramium tenuissimum</i> (Lyngb.) J. Ag. | ⁷ 54.831/ | 0.030/ | ⁷ 68.531/ |
| <i>Chondria dasyphylla</i> (Wood.) Ag. | 0.104/ | 0.020/ | 0.125/ |
| <i>Chondria tenuissima</i> (Good. et Wood.) Ag. | ¹² 25.000/ | 0.030/ | ¹⁰ 31.250/ |
| <i>Corallina mediterranea</i> Aresch. | ⁶ 74.043/ | 0.417/ | ⁵ 92.449/ |

Продолж. табл. I

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| <i>Gelidium latifolium</i> (Grev.) Born. et Thur. | ¹¹ 27.271/ | ¹⁰ 26.357/ | ¹¹ 27.500/ |
| <i>Jania rubens</i> (L.) Lamour. | ⁵ 84.792/ | | ³ 105.990/ |
| <i>Kylinia virgatula</i> (Harf.) Papenf. | 0.354/ | 1.770/ | |
| <i>Laurencia coronopus</i> J. Ag. | 2.934/ | ¹⁴ 14.670/ | |
| <i>Laurencia obtusa</i> (Huds.) Lamour | 0.021/ | | 0.026/ |
| <i>Laurencia papillosa</i> (Forsk.) Grev. | 2.917/ | ¹⁵ 12.500/ | 0.521/ |
| <i>Laurencia pinnatifida</i> (Gmel.) Lamour. | ¹⁸ 13.367/ | 4.167/ | ¹⁴ 15.667/ |
| <i>Lomentaria clavellosa</i> (Turn.) Gail. | 0.807/ | 0.907/ | 0.781/ |
| <i>Phyllophora nervosa</i> (DG.) Grev. | 6.250/ | | ²⁰ 7.813/ |
| <i>Polysiphonia elongata</i> (Huds.) Harv. | 1.167/ | 0.207/ | 1.407/ |
| <i>Polysiphonia nigrescens</i> (Dillw.) Grev. | 1.667/ | | 2.083/ |
| <i>Polysiphonia opaca</i> (Ag.) Zanard. | 10.481/ | ⁸ 52.097/ | 0.078/ |
| <i>Polysiphonia subulifera</i> (Ag.) Harv. | 0.002/ | | 0.003/ |
| PHAEOPHYTA | | | |
| <i>Cladostephus spongicosus</i> (Lightf.) Ag. | ⁹ 40.505/ | ⁴ 193.857/ | 2.117/ |
| <i>Corynophloea umbellate</i> Ag. Kurtz. | 3.959/ | ¹⁷ 10.417/ | 2.344/ |
| <i>Cystoseira crinita</i> (Desf.) Bory. | ³ 768.599/ | ² 3484.667/ | ⁶ 4.582/ |
| <i>Ectocarpus confervoides</i> (Roth) Le Jolis | ¹⁷ 14.579/ | ⁷ 72.897/ | |
| <i>Feldmannia irregularis</i> Kutz. Hauck | 0.021/ | 0.103/ | |
| <i>Padina pavonica</i> (L.) Gaill. | 5.209/ | ¹¹ 26.043/ | |
| <i>Sphacellaria cirrosa</i> (Roth.) Ag. | ¹³ 23.274/ | ⁵ 105.377/ | 2.748/ |
| <i>Zanardinia prototypes</i> Nardo | 9.543/ | | ¹⁵ 11.928/ |
| PORIFERA | | | |
| Spongia gen. sp. | 8.579/ | | ¹⁶ 10.724/ |
| COELENTERATA | | | |
| <i>Lucernaria campanulata</i> Lamouroux, 1815 | 0.009/4.167 | 0.043/20.833 | |
| TURBELLARIA | | | |
| <i>Stylochus tauricus</i> | 0.259/41.683 | 0.523/114.667 | 0.193/23.438 |
| POLYCHAETA | | | |
| <i>Amphitrite gracilis</i> (Grube, 1860) | 0.001/4.167 | | 0.001/5.208 |
| <i>Capitomastus minimus</i> (Langerhans, 1880) | 0.012/29.167 | | 0.015/36.458 |
| <i>Darvillea rubrovittatus</i> | 0.044/68.733 | | 0.055/85.917 |
| <i>Harmothoe reticulata</i> (Claparede, 1870) | 0.215/106.150 | 0.303/31.250 | 0.193/124.875 |
| <i>Haplosyllus spongicola</i> (Grube, 1855) | 0.001/4.167 | | 0.002/5.208 |
| <i>Eteone picta</i> Quetrefages, 1865 | 0.001/2.083 | | 0.001/2.604 |
| <i>Eulalia sanguinea</i> (Oersted, 1843) | 0.001/2.083 | | 0.001/2.604 |
| <i>Eulalia viridis</i> (Muller, 1776) | 0.009/10.417 | 0.030/31.250 | 0.003/5.208 |
| <i>Exogone gemmifera</i> Pagenstecher, 1862 | 0.146/306.267 | 0.067/72.917 | 0.166/364.604 |
| <i>Euclimene collaris</i> (Claparede, 1868) | 0.278/33.333 | | 0.347/41.667 |
| <i>Genetyllis tuberculatus</i> (Bobretzky, 1868) | 0.005/4.167 | 0.023/20.833 | |
| <i>Lysidice ninneta</i> (Audouin et M.-Edwards, 1833) | 0.541/43.767 | | 0.676/54.708 |
| <i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867 | 6.458/1354.283 | 2.233/239.583 | 7.514/1632.958 |
| <i>Paranaitis lineata</i> (Claparede, 1870) | 0.039/68.750 | 0.013/208.333 | 0.045/33.854 |
| <i>Pholoe synophthalmica</i> (Aud. et M. Edw., 1834) | 0.192/337.567 | 0.023/20.833 | 0.234/416.75 |
| <i>Platynetreis dumerillii</i> (Aud. et M. Edwards, 1834) | 3.635/293.867 | ²⁰ 4.493/333.417 | 3.421/283.979 |
| <i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838) | 0.003/4.167 | | 0.004/5.208 |
| <i>Pomatoceros triqveter</i> (Linne, 1867) | 0.038/10.417 | | 0.048/13.021 |
| <i>Prionospio cirrifera</i> Wiren, 1883 | 0.104/175.033 | 0.023/20.833 | 0.125/213.583 |
| <i>Policirrus caliendrum</i> Claparede, 1869 | 0.024/12.500 | | 0.031/15.625 |

Продолж. табл. 1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <i>Trypanosyllis zebra</i> (Grube, 1860) | 0.001/0.001 | | 0.001/0.001 |
| <i>Trypanosyllis prolifera</i> Krohn, 1852 | 0.026/62.483 | 0.023/31.250 | 0.026/70.791 |
| <i>Trypanosyllis gracilis</i> Grube, 1840 | 0.001/2.083 | | 0.002/2.604 |
| <i>Trypanosyllis hyaline</i> (Grube, 1863) | 0.003/6.250 | | 0.003/7.813 |
| <i>Trypanosyllis variegata</i> (Grube, 1860) | 0.035/35.417 | 0.020/31.250 | 0.039/36.458 |
| <i>Vermiliopsis infundibulum</i> (Philippi, 1844) | 0.205/56.283 | 0.417/10.417 | 0.152/67.750 |
| CIRRIPEDIA | | | |
| <i>Balanus improvisus</i> Darwin, 1854 | 0.009/2.083 | 0.043/10.417 | |
| DECAPODA | | | |
| <i>Alpheus dentipes</i> Guerin, 1832 | 0.433/4.167 | | 0.541/5.208 |
| <i>Athanas nitescens</i> Leach, 1814 | 0.373/31.250 | 1.487/114.583 | 0.095/10.417 |
| <i>Pisidia longimana</i> (Risso, 1815) | 5.064/854.200 | ¹⁹ 4.517/635.417 | 5.201/908.896 |
| <i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1758) | ¹⁹ 11.388/173.017 | ¹² 21.250/270.917 | ¹⁷ 8.923/148.542 |
| <i>Xanto poressa</i> (Olivi, 1792) | 1.187/2.083 | ¹⁸ 5.937/10.417 | |
| ISOPODA | | | |
| <i>Naesa bidentata</i> (Adams, 1800) | 0.252/214.357 | 0.050/125.250 | 0.303/229.208 |
| <i>Synisoma capito</i> (Rathke, 1837) | 0.087/58.333 | 0.087/72.917 | 0.087/54.688 |
| TANAIDACEA | | | |
| <i>Leptochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842) | 0.044/145.883 | 0.023/72.917 | 0.049/161.125 |
| AMPHIPODA | | | |
| <i>Amphithoe ramondi</i> Audouin, 1826 | 2.166/2060.383 | 2.533/2864.500 | 2.074/1859.354 |
| <i>Amphithoe helleri</i> Karaman, 1975 | 0.071/68.767 | 0.357/343.833 | |
| <i>Apherusa bispinosa</i> (Bate, 1857) | 1.429/4012.567 | 0.833/1979.500 | 1.565/4520.833 |
| <i>Biancolina algicola</i> Della Valle, 1893 | 0.056/150.050 | 0.237/625.167 | 0.011/31.271 |
| <i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813) | 0.924/1289.067 | 0.580/1114.750 | 1.010/1332.646 |
| <i>Echinogammarus foxi</i> (Schellenberg, 1928) | 0.004/2.083 | | 0.005/2.604 |
| <i>Erichthonius difformis</i> M.-Edwards, 1830 | 0.074/737.600 | 0.165/1656.417 | 0.051/507.897 |
| <i>Hyale pontica</i> Rathke, 1837 | 0.042/20.833 | 0.190/93.750 | 0.005/2.604 |
| <i>Hyale prevostii</i> (M.-Edwards, 1830) | 0.019/6.250 | 0.043/20.833 | 0.013/2.604 |
| <i>Jassa marmorata</i> (Holmes, 1903) | 0.015/18.750 | 0.010/41.667 | 0.017/13.021 |
| <i>Jassa ocia</i> (Bate, 1862) | 0.004/160.433 | 0.010/104.167 | 0.002/174.500 |
| <i>Melita palmate</i> (Montagu, 1804) | 0.027/16.667 | 0.083/52.083 | 0.013/7.813 |
| <i>Microdeutopus gryllotalpa</i> A.Costa, 1853 | 0.714/1047.950 | 0.167/197.833 | 0.851/1260.479 |
| <i>Micropythia carinata</i> (Bate, 1862) | 0.509/537.600 | 0.100/83.333 | 0.611/651.167 |
| <i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1815) | 0.344/3437.650 | 0.655/6552.333 | 0.266/2658.979 |
| <i>Caprella acantifera ferox</i> (Czernjavski, 1868) | 0.621/1890.350 | 0.500/1979.417 | 0.651/1868.083 |
| <i>Caprella liparotensis</i> Haller, 1879 | 0.067/214.600 | 0.317/1031.333 | 0.004/10.417 |
| <i>Caprella danilevskii</i> Czerniavski, 1868 | 0.015/10.417 | 0.063/41.667 | 0.003/2.604 |
| <i>Caprella mitis</i> Mayer, 1890 | 0.001/2.083 | | 0.001/2.604 |
| <i>Pseudoprotella phasma</i> (Montagu, 1804) | 0.002/2.083 | | 0.003/2.604 |
| PANTOPODA | | | |
| <i>Endeis spinosa</i> (Montagu, 1808) | 0.001/10.433 | 0.001/10.417 | 0.001/10.438 |
| <i>Tanystillum conirostre</i> (Dohri, 1881) | 0.005/52.100 | 0.013/135.417 | 0.003/31.271 |
| LORICATA | | | |
| <i>Acanthochitona fascicularis</i> (Linne, 1767) | 1.722/141.767 | 0.003/10.417 | 2.151/174.604 |
| <i>Lepidochitona cinerea</i> (Linne, 1767) | 0.131/33.333 | 0.010/20.833 | 0.161/36.458 |
| BIVALVIA | | | |
| <i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1790) | ¹ 2535.467/37520.733 | ³ 1991.000/17269.670 | ¹ 2535.467/42583.500 |
| <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819 | ² 2116.310/14412.650 | ¹ 3727.333/8489.667 | ² 2116.310/15893.400 |

Продолж. табл. 1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|------------------------------|----------------------|------------------------------|
| <i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1790) | 0.019/89.617 | | 0.019/112.021 |
| GASTROPODA | | | |
| <i>Bittium reticulatum</i> (Da Costa, 1778) | 2.139/160.433 | | 2.139/200.542 |
| <i>Cerithiopsis minima</i> (Brusina, 1864) | 0.021/10.417 | | 0.021/13.021 |
| <i>Cerithiopsis tubercularis</i> (Montagu, 1803) | 0.004/2.083 | | 0.004/2.604 |
| <i>Chrysalida incerta</i> Milachevitch, 1916 | 0.012/27.084 | | 0.012/33.855 |
| <i>Cytharella costata</i> (Pennant, 1767) | 0.052/2.083 | | 0.052/2.604 |
| <i>Gibbula adriatica</i> (Philippi, 1844) | 1.505/18.750 | | 1.505/23.438 |
| <i>Nana donavani</i> (Risso, 1826) | 1.813/22.917 | | 1.813/28.645 |
| <i>Odostomia eulimoides</i> Hanley, 1844 | 0.118/83.330 | 0.063/62.500 | 1.118/88.538 |
| <i>Omalogyra atomus</i> (Philippi, 1841) | 0.001/6.250 | | 0.001/7.813 |
| <i>Partenina indistincta</i> (Montagu, 1808) | 0.123/320.851 | | 0.123/401.063 |
| <i>Rissoa splendida</i> Eichwald, 1830 | 0.173/50.017 | 0.220/41.667 | 0.173/52.104 |
| <i>Rissoa parva</i> (Da Costa, 1779) | 0.071/52.083 | | 0.071/65.104 |
| <i>Rissoa venusta</i> Philippi, 1844 | 0.011/4.167 | | 0.011/5.209 |
| <i>Setia valvatoides</i> Milachevitch, 1909 | 0.001/4.167 | | 0.001/5.208 |
| <i>Tricolia pullus</i> (Linnaeus, 1758) | ¹⁴ 20.457/462.473 | 4.103/72.917 | ¹² 20.457/559.863 |
| BRYOZOA | | | |
| <i>Bowbankia gracilis</i> Leidy, 1855 | 0.020/ | | 0.020/ |
| <i>Lepralia pallasiana</i> (Moll, 1803) | ⁴ 100.692/ | ⁶ 89.873/ | ⁴ 100.692/ |
| <i>Membranipora denticulate</i> Busk, 1884 | 0.451/ | 1.367/ | 0.451/ |
| <i>Scrupocellaria bertoletii</i> Hell., 1867 | 1.583/ | | 1.583/ |
| ASCIDIACEA | | | |
| <i>Molgula euprocta</i> Drasche, 1884 | 0.165/31.25 | | 1.165/2.604 |

Полноту полученных данных характеризует кривая накопленного числа видов (рис. 1а).

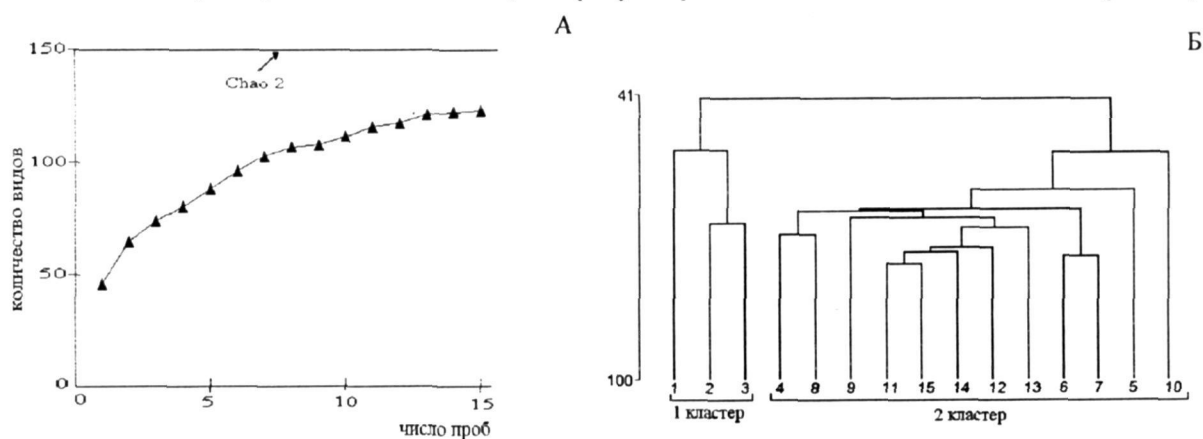


Рис. 1 Кривая количества обнаруженных видов и дендрограмма распределения проб сообщества на скале Иван Разбойник (средние групповые, логарифм биомассы по основанию «е»)

Fig. 1 Curve of quantitative reveal species and dendrogramm of the sample community distribution on the "Ivan Rasboinik" rock (group average, logarithm of the biomass according to "E")

Поскольку кривая не имеет явного выхода на плато, есть возможность обнаружения в районе исследования новых видов. Прогностическая оценка (Chao 2) дает значение около

150 видов, что, однако, возможно считать ориентировочной цифрой (см. рис. 1а).

Плотность особей для всего сообщества распределена в основном между 3-мя таксо-

нами - Polychaeta, Amphipoda, Bivalvia. Максимальная плотность на станциях превышает 10000 экз·м⁻². В эту группу входит 3 вида: *M. lineatus* -117623 экз·м⁻², *M. galloprovincialis* - 53000 экз·м⁻², *S. monoculoides* - 12688 экз·м⁻². Максимальная плотность ряда видов на станциях превышает 1000 экз·м⁻²: *N. zonata* - 3513 экз·м⁻², *A. ramondi* - 5125 экз·м⁻², *D. spinosa* - 3688 экз·м⁻², *M. gryllotalpa*-3250 экз·м⁻², *C. acantifera* -4469 экз·м⁻², *P. longimana* - 1625 экз·м⁻², *A. bispinosa* - 9906 экз·м⁻², *B. algicola* - 1563 экз·м⁻², *E. difformis* - 3688 экз·м⁻², *M. carinata* - 2844 экз·м⁻², *C. liparotensis* - 1750 экз·м⁻². *B. reticulatum* - 1219 экз·м⁻², *P. indistincta* - 1625 экз·м⁻², *T. pullus* - 2031 экз·м⁻².

Максимальная биомасса на станциях превышает 1000 гр/м⁻² для 3 видов: *M. lineatus* - 5076 г·м⁻², *M. galloprovincialis* - 11172 г·м⁻², *C. crinita* - 6719 г·м⁻².

К относительно редким в районе исследования можно отнести 27 видов, отмеченных только в одной пробе. Это: Algae - *A. thuretii*, *K. virgatula*, *P. nervosa*, *P. nigrescens*, *S. lirhys*; Coelenterata - *L. campanulata*; Polychaeta - *H. spongicola*, *E. picta*, *E. sanguinea*, *G. tuberculatus*, *T. zebra*, *T. gracilis*; Cirripedia - *B. improvisus*; Decapoda - *X. poressa*; Amphipoda - *E. foxi*, *C. mitis*, *P. phasma*; Gastropoda - *C. costata*, *R. venusta*, *S. valvatoides*; Ascidia - *M. euprocta*.

В результате кластеризации выделено 2 комплекса видов (рис. 16). Среднее сходство Брая-Куртиса в 1-м комплексе составляет 47.20, во 2-м - 65.48. По доминирующим и субдоминирующим видам 1-й комплекс возможно обозначить как *M. galloprovincialis* + *C. crinita*, 2-й - *M. lineatus* + *M. galloprovincialis*. Таким образом, и доминирующие и субдоминирующие виды в этих комплексах разные. Первый комплекс видов представлен на глубине 3 м (3 фрагмента сообщества), 2-й - на всех диапазонах глубины (преимущественно на 6 и 9 м).

По биомассе в обоих комплексах наблюдается абсолютное доминирование представителей *Bivalvia* (табл. 1). Однако по плотности, наряду с этим таксоном, значительной величины в 1-м и 2-м комплексах достигает отряд Amphipoda. По биомассе 10 наиболее массовых видов водорослей имеют большее обилие в 1-м комплексе, чем во 2-м (табл. 1). В результате анализа индекса функционального обилия (ИФО) представители *Bivalvia* также имеют абсолютное доминирование, причем в 1-м комплексе гораздо более выраженное, чем во 2-м (ИФО *M. galloprovincialis* - 449021 и 5338, *M. lineatus* - 421907 и 2990 в 1-м и 2-м комплексах соответственно). При сравнении ИФО других видов в 1-м и 2-м комплексах определено, что в 1-м комплексе условия более благоприятные для формирования поселений, чем во 2-м. Так, в 1-м комплексе 9 видов имеют значение ИФО более 100 (*A. ramondi* - 786, *P. hirtellis* - 661, *S. monoculoides* - 530, *P. longimana* - 392, *A. bispinosa* - 270, *P. dumerillii* - 241, *C. acantifera* - 176, *D. spinosa* - 128, *N. zonata* - 111), тогда как во 2-м, кроме доминанта и субдоминанта, таких видов нет. С другой стороны, из 20-ти видов с наибольшим ИФО в 1-м комплексе ни один вид не имеет значения меньше 13, тогда как во 2-м комплексе таких видов 11 (*A. bispinosa* - 11, *A. ramondi* - 11, *P. dumerillii* - 10, *B. reticulatum* - 8, *A. fascicularis* - 6, *D. spinosa* - 6, *M. gryllotalpa* - 5, *C. acantifera* - 5, *N. donavani* - 4, *G. adriatica* - 4, *M. carinata* - 4, *S. monoculoides* - 3, *L. ninnetta* - 2, *N. bidentata* - 2). Из 20 видов с наибольшим ИФО в обоих комплексах, ряд общих видов имеют более высокие показатели в 1-м комплексе, чем во 2-м (*A. bispinosa* - 240 и 11, *A. ramondi* - 786 и 11, *S. monoculoides* - 530 и 3, *P. longimana* - 392 и 19, *P. hirtellis* - 661 и 18, *M. gryllotalpa* - 14 и 5, *T. pullus* - 72 и 54, *P. dumerillii* - 241 и 10, *C. acantifera* - 176 и 5 соответственно). Кроме того, два вида, отсутствующие во 2-м комплексе, вошли в ряд 20-ти видов с наибольшим значением ИФО в

1-м (*X. poressa* – 22, *A. helleri* – 37). Однако некоторые наиболее массовые виды по биомассе и значениям ИФО, отмеченные в комплексе 2, не обнаружены в 1-м комплексе или имеют в нем минимальные значения (по биомассе 12 видов табл. 1, по ИФО – *N. bidentata*, *L. ninmeta*, *M. carinata*, *G. adriatica*, *N. donavani*).

Все вышеуказанные отличия свидетельствуют о том, что мы имеем дело с 2-мя довольно специфическими группировками видов, которые обусловлены различным сочетанием доминирующих и субдоминирующих форм – *M. galloprovincialis*, *C. crinita* и *M. lineatus*.

Параметры плотности и биомассы для комплексов в целом. При сравнении биомассы в выделенных комплексах большие значения наблюдаются в первом (9951.885 ± 9633.746) (среднее значение \pm доверительный интервал при $\alpha = 0.05$). Биомасса 2-го комплекса почти наполовину ниже (5160.464 ± 1294.942). Противоположная ситуация сложилась с плотностью беспозвоночных. В 1-м комплексе их плотность наполовину ниже (45041.920 ± 21586.413), чем во 2-м (80316.860 ± 21717.983). Отметим, что и биомасса и плотность в обоих комплексах на порядок выше, чем в бентосе рыхлых грунтов [8], а также выше многолетней биомассы в биоценозах *M. galloprovincialis* и *Chamelea gallina* для рыхлых субстратов [3].

Структура обрастания по индексам видового разнообразия. Значения индекса Симпсона по биомассе для 1-го и 2-го комплексов равны 0.524 и 0.655 соответственно. Значения индекса выравненности ($1/\text{индекс Симпсона}$) для 1-го и 2-го комплексов по биомассе равны 0.0059 и 0.0065. Практически для биомассы, как доминирование, так и выравненность видового разнообразия имеют сходное значение в обоих комплексах. По численности индекс Симпсона в 1-м и 2-м комплексах – 0.232 и 0.341 соответственно. Значения индекса вы-

равненности для 1-го и 2-го комплексов по численности равны 0.0048 и 0.0063. Отметим, что для видового разнообразия по численности большее значение индекса доминирования совпадает со значением по выравненности.

Учитывая, что водоросли, Polychaeta, Amphipoda составляют около 60 % видов сообщества и практически определяют его биоразнообразие, рассмотрим подробнее характеристики данных таксоценозов.

Водоросли-макрофиты скалы Иван-Разбойник представлены 35 видами, которые относятся к 3 отделам, 10 порядкам, 18 семействам и 20 родам. 66 % общего числа видов составляют красные водоросли. Число видов зеленых и бурых водорослей ниже соответственно в 3 и 6 раз. 50 % всех порядков приходится на красные водоросли, по числу семейств ведущее положение занимают красные и бурые водоросли, а разнообразие спектра родов особенно велико у последних.

Характерной особенностью растительности скалы Иван-Разбойник является незначительное число видов с высокой частотой встречаемости. Из пяти классов встречаемости с шагом 20 % выявлены лишь первые четыре, при этом 51 % видов имели встречаемость первого класса (0 – 20 %) и только четыре вида – четвертого (61 – 80 %). Характерными и константными видами фитоценона скалы являются зеленая нитчатка *C. albida*, а также багрянки *C. rubrum auctorum*, *C. mediterranea*, *G. latifolium*. Второе место по частоте встречаемости занимают *U. rigida*, *C. sericea*, *C. crinita* и *A. ruscifolium*.

В общем списке видов доминируют группы одно- и многолетних водорослей. Сезонный комплекс видов выражен незначительно. Среди сапробиологических группировок преобладают олигосапробионты - индикаторы вод с низкой трофностью, тогда как доля мезо- и полисапробионтов ниже в 2 и 7 раз соответственно. Из четырех групп галобности, известных для Черного моря, для фитоценона скалы

Иван-Разбойник характерны представители двух: солоноватоводно-морской и морской, с преобладанием последней. Растительности исследованного участка побережья Карадага присуще высокое содержание (71 %) водорослей ведущей группы, тогда как для всего Черного моря такое положение занимают редкие виды.

Структура фитообрастания скалы подвержена батиметрической изменчивости. Максимальное число видов в целом и в разных отделах характерно для глубины 3 м. Именно здесь все экологические группировки отличаются высоким видовым разнообразием. По мере увеличения глубины обитания снижаются показатели количественного развития красных водорослей, олигосапобионтов, солоноватоводно-морских, редких и ведущих видов. На нижних горизонтах отсутствуют однолетние водоросли, а число видов в многолетней и полисапобионтной группах почти не меняется с глубиной. На глубинах 6 и 9 м равным количеством видов представлены мезосапобионты и сопутствующие виды, отделы зеленых и бурых водорослей.

Высокие значения коэффициента общности видов Жаккара характерны для таксономического состава фитоценона на глубинах 3 и 6 м, 6 и 9 м (56 и 54 %). Наименьшие значения этого коэффициента отмечены для водорослей крайних для данного разреза глубин (3 и 9 м). Заметное таксономическое сходство на всех глубинах проявляют зеленые водоросли (75 – 100 %), а идентичность видовых списков бурых и красных водорослей характерна соответственно для глубин 6 и 9 (50 %), 3 и 6 м (57 %).

В широких пределах меняется суммарная биомасса водорослей с максимумом на 3 м (3040 г·м⁻²) и минимумом – на 9 м (167 г·м⁻²). На глубине 3 м основная роль в формировании фитомассы принадлежит бурым и красным водорослям, на 6 и 9 м – зеленым. Высокие уровни биомассы олигосапобионтов зарегистрированы на глубинах 3 и 6 м, мезосапоби-

онтов – на 3 м, полисапобионтов – на 6 м. Таким образом, с ростом глубины снижается разнообразие и количественное развитие представителей большинства отделов и экологических групп водорослей

Водоросли, господствующие по биомассе, на разных глубинах отличаются видовой принадлежностью и долей участия в сложении растительного сообщества. На глубине 3 м доминируют бурые водоросли и среди них *C. crinita* (75.5 %), на 6 м – багрянки и особенно *J. rubens*, (31 %), на 9 м – зеленые, треть суммарной биомассы которых приходится на долю *C. albida* (31 %). Группа содоминантов на верхнем горизонте представлена бурой водорослью *C. spongiosus* (39 %), на среднем – багрянкой *C. capillaris* (17 %), на нижнем – бурой водорослью *Z. prototypus*.

На глубине 3 м, где основная доля биомассы приходится на цистозиру, сообщество имеет монодоминантный характер, чему соответствует низкое значение индекса Шеннона (1.69). На более низких горизонтах распределение биомассы между слагающими видами равномернее, отсюда и значение индекса Шеннона ниже почти вдвое (2.99), что свидетельствует о разнообразии сопутствующих видов по сравнению с фитообрастанием на 3 м.

Методом кластерного анализа водоросли фитоценона скалы Иван-Разбойник были распределены на две равные по числу видов группы (27 и 28 таксонов). В первой группе оказались только обитатели глубины 3 м, во второй – водоросли всех трех горизонтов. Степень общности видовых группировок превысила 50%. По количественному развитию в первой группе выделялась *C. crinita*, во второй – багрянки *C. capillaris*, *J. rubens*, *C. mediterranea*.

Polychaeta. Полихеты скалы Иван-Разбойник представлены 28 видами, которые относятся к 13 семействам и 25 родам, причем 25 % от общего числа видов составляют представители сем. Syllidae. Второе место (18 %)

занимают Phyllodocidae, остальные 11 семейств представлены 1 – 2 видами (табл. 1).

По образу жизни большая часть полихет (18 видов 7 семейств) относится к числу бродячих подвижных полихет (подкласс Egraptia), к малоподвижным прикрепленным формам (подкласс Sedentaria) относится 10 видов 6 семейств. По типу питания полихеты первой группы являются детритофагами и полифагами, вторые – сестонофагами и фильтраторами.

Доминирующими по численности являются крупные полихеты сем. Nereidae – *N. zonata*, *P. dumerilli* и *L. ninetta*. По биомассе *N. zonata* также занимает первое место, второе принадлежит *P. synophthalmica*. Следует отметить, что *N. zonata* и *L. ninetta* найдены в желудке многих видов рыб Карадага, что касается последнего вида, то, подобно *P. ciliata*, он обладает способностью перфорировать не только отмершие, но и живые раковины промысловых моллюсков – мидий и устриц.

По размерному составу – макро- и мейобентосу – фауна многощетинковых червей обрастания Карадага характеризуется преобладанием представителей первой группы. В эту группу входят 15 видов сем. Phyllodocidae, Nereidae, Polynoidae, Terebellidae, Serpulidae, Terebellidae, Dorviellidae. Вторая группа – эумейобентос, мелкие черви, длина и диаметр которых не превышают 2 мм. Она включает два компонента: постоянный – эумейобентос и временный – псевдомейобентос. В группу эумейобентоса отнесены виды сем. Syllidae, Spirorbidae и Capitellidae, проводящие весь жизненный цикл в толще грунта, или не имеющие пелагической стадии развития или пелагическая фаза короткая, не превышающая 48 ч. Псевдомейобентос скального субстрата Карадага представлен ювенильными формами сравнительно крупных полихет сем. Sigalionidae и Spionidae.

Характерной особенностью многощетинковых червей скалы Иван-Разбойник является обилие видов с пелагической фазой в раз-

витии, которые составляют почти 54 %. Планктонную личинку имеют все виды сем. Phyllodocidae, а также виды сем. Nereidae, Polynoidae, Spionidae, Sigalionidae, Eunicidae, Spirorbidae,

Нельзя не отметить, что фауна скалы Ивана Разбойника отличается высоким видовым разнообразием, так как составляет 28 % от фауны многощетинковых червей всего Карадагского заповедника [7] и почти 15 % от фауны полихет Черного моря [3]. Несомненный интерес представляет характер вертикального распределения таксонов полихет обрастания скалы Ивана Разбойника.

Так, для глубины 3 м характерно обитание 18 видов, относящихся к 11 семействам: в частности преобладание видов сем. Phyllodocidae и Syllidae. По мере увеличения глубины обитания на 6 и 9 м таксономическое разнообразие полихет увеличивается до 22. Хотя их видовой состав различен, однако число видов с пелагической личинкой на всех трех горизонтах примерно одинаково – 11 – 12 видов. Относительно более разнообразная фауна полихет на больших глубинах, возможно, связана с количеством взвеси в сообществе, увеличивающимся с возрастанием глубины.

Amphipoda. Комплекс амфипод в обрастании этой скалы представлен 20 видами, относящимся к 11 семействам, 14 родам (табл. 1). Наиболее массовые виды – *A. bispinosa* (4012 экз·м⁻²), *S. monoculoides* (3437 экз·м⁻²), *A. ramondi* (2060 экз·м⁻²). С другой стороны, наиболее редкими видами оказались *Caprella mitis* (2.08 экз·м⁻²), *E. foxi* (2.08 экз·м⁻²), *P. phasma* (2.08 экз·м⁻²). Амфиподы данного местообитания представлены как трубочжилами (6 видов), так и видами, не строящими трубки (14 видов). В большинстве это мелкие формы.

В выделенных комплексах отмечается различные в виды-доминанты. Так, в 1-м комплексе доминирует *S. monoculoides*, а субдо-

минантом выступает *A. ramondi*, несколько ниже численность *A. bispinosa* и *C. acantifera ferox*. Во 2-м комплексе доминирует *A. bispinosa*, а субдоминантом является *S. monoculoides* и несколько ниже плотность *C. acantifera ferox* и *A. ramondi*. Различие в структуре выделенных комплексов усиливается отсутствием некоторых видов в них. Так, в 1-м комплексе отсутствует *E. foxi*, *C. mitis*, *P. phasma*, хотя их плотность невелика и во 2-м комплексе. С другой стороны, во 2-м комплексе отсутствует *A. helleri*, имеющий довольно большую плотность в 1-м (343.833 экз·м⁻²). По типу питания амфиподы преимущественно детритофаги и полифаги. Небольшое число видов – хищники (виды рода *Caprella*, *S. monoculoides*), ряд видов – фитофаги (род *Hyale*, *B. algicola*). Все виды сообщества являются типично морскими.

Для исследованного сообщества характерно неравномерность представленности различных семейств амфипод. Так, все черноморские капреллиды были отмечены в данном сообществе. С другой стороны, наиболее богатые видами семейства Gammaridae и Corophiidae в данном сообществе имеют только по одному виду.

Некоторые виды амфипод четко приурочены к определенным макрофитам, что накладывает отпечаток на их распределение в пространстве. Так, *B. algicola* питается почти исключительно талломами цистозир, из-за чего в данном местообитании особи этого вида четко приурочены к 3 м глубины, где наблюдается наибольшая биомасса цистозир (табл. 1).

Выводы. 1. Сообщество обрастания скалы Иван Разбойник (Карадаг, Черное море) включает 131 вид макрофитов и беспозвоноч-

ных входящих в 18 таксонов. Около 100 из них сосредоточено в 4 таксонах: водоросли-макрофиты (35), Polychaeta (30), Amphipoda (20), Gastropoda (15). 2. В результате кластеризации выделились 2 комплекса видов. По доминирующим и субдоминирующим видам 1-й комплекс возможно обозначить как *M. galloprovincialis* + *C. crinita*, 2-й – *M. lineatus* + *M. galloprovincialis*. 3. Водоросли фитоценона скалы Иван-Разбойник представлены 35 видами, 3 отделами, 10 порядками, 18 семействами и 20 родами. Наибольшим таксономическим разнообразием отличаются красные водоросли, наименьшим – зеленые. 4. Среди экологических групп водорослей – макрофитов преобладают одно- и многолетние, олигосапробионтная, морская и ведущая группы. 5. Состав доминантов водорослей – макрофитов, их биомасса и доля участия в сообществе меняются с глубиной: ближе к поверхности господствуют многолетние, морские, ведущие и олигосапробионтные водоросли отделов *Rhodophyta* и *Phaeophyta*, которые на больших глубинах сменяются однолетними, солоноватоводно-морскими, мезосапробионтными водорослями из отдела *Chlorophyta*. 6. Многощетинковые черви обрастания скалы Иван-Разбойник представлены 28 видами, 13 семействами. Наибольшим таксономическим разнообразием (25 %) характеризуются представители сем. Syllidae, второе место (18 %) занимают Phyllodocidae, остальные 11 семейств представлены 1 – 2 видами. 7. Амфиподы обрастания скалы Иван-Разбойник представлены 20 видами, 11 семействами, 14 родами. Наиболее массовые виды – *A. bispinosa* (4012 экз·м⁻²), *S. monoculoides* (3437 экз·м⁻²), *A. ramondi* (2060 экз·м⁻²).

1. Гринцов В. А., Мурина В. В., Евстигнеева И. К., Макаров М. А. Сообщества обрастания на искусственном рифе в пос. Курортное (Карадаг) // Карадаг. Гидробиологические исследования: Сб. науч. тр. посвящ 90-летию Карадаг науч. станции им. Т. И. Вяземского и 25-летию

Карадаг. природ. Заповедника НАНУ.- Симферополь, 2004. - 2.- С. 152 – 166.
2. Киселева Г. А., Гаголкина А. В. Макрозообентос зарослей водорослей прибрежной зоны Карадагского природного заповедника // Карадаг. Гидробиологические исследования: Сб.

- науч. тр. посвящ 90-летию Карадаг науч. станции им. Т. И. Вяземского и 25-летию Карадаг. природ. Заповедника НАНУ.- Симферополь, 2004.- т.2.- С. 141 - 152
3. Киселева М. И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря.- К.: Наук. думка, 1981.- 168 с.
 4. Кучерук Н. В., Савилова Т. А. Количественная и экологическая характеристика донной фауны шельфа и верхнего склона района Североперуанского апвеллинга // Бюлл. Моск. о-ва. испыт. природы. Отд. биол. - 1985. - 90, вып. 6. - С. 70 - 79.
 5. Маккавеева Е. Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Черного моря.- К.: Наук. думка, 1979. - 228 с.
 6. Мальцев В. И. О возможности применения показателя функционального обилия для структурных исследований зооценозов // Гидробиол. журн. - 1990. - 26, № 1. - С. 87 -89.
 7. Мурина В. В., Гринцов В. А. Видовой состав и количественное развитие многощетинковых червей из сообщества обрастаний волнореза пос. Курортное (Карадаг). // Карадаг. Гидробиологические исследования: Сб. науч. тр. посвящ 90-летию Карадаг науч. станции им. Т. И. Вяземского и 25-летию Карадаг. природ. Заповедника НАНУ.- Симферополь, 2004. - 2.- С. 133 – 141.
 8. Ревков Н. К., Николаенко Т. В. Биоразнообразие зообентоса прибрежной зоны южного берега Крыма (район бухты Ласпи) // Биология моря. - 2002. - 28, №3. - С. 170 – 180.
 9. Шаронов И. В. Фауна скал и каменистых россыпей в Черном море у Карадага. // Тр. Карадаг. биол. ст. - 1952. - Вып. 12. - С. 68 - 77
 10. Mc. Aleece, N. BioDiversity Pro. 1997. (<http://www.nrmc.demon.co.uk/bdpro/>)

Поступила 16 декабря 2004 г.
После доработки 01 августа 2005 г.

Біорізномаяття та структура суспільств обрастання твердих субстратів Карадагського природничого заповіднику (Чорне море). В. А. Грінцов, В. В. Муріна, І. К. Евстігнеєва. Досліджували фрагменти угруповань обрастання на твердих субстратах (Карадаг, Крим), зібраних 11.07.03. на глибині 3, 6, 9 м. Визначений 131 вид макрофітів та безхребетних, які відносяться до 16 таксонів: Algae, Porifera, Coelenterata, Turbellaria, Polychaeta, Cirripedia, Decapoda, Isopoda, Tanaidacea, Amphipoda, Pantopoda, Loricata, Bivalvia, Gastropoda, Bryozoa, Ascidiacea. Приведено список видів, а також їхня чисельність та біомаса. Найбільш багаті за чисельністю видів таксони Rodophyta (23), Annelida (32) (Polychaeta – 30), Arthropoda (31) (Amphipoda - 20), Mollusca (20) (Gastropoda - 15). За біомасою та чисельністю виділені найбільш масові види обрастання та види, які дуже рідко зустрічаються. В результаті кластерного аналізу виділені 2 комплекси видів з різними домінантами та субдомінантами: *Mytilus galloprovincialis* + *Cystoseira crinita* и *Mytilaster lineatus* + *Mytilus galloprovincialis*. Проведений аналіз особливостей видової структури у виділених комплексах, а також характеристик угруповання в цілому: індексів видового різноманіття Зенона та Сімпсона, індексу функціонального багатства для перших 20 найбільш масових видів в обох комплексах.

Ключові слова: обрастання, біорізномаяття, структура, тверді субстрати, Чорне море

Biodiversity and structure of fouling community on the hard substrata of Karadag natural reservation (the Black Sea). V. A. Grintsov, V. V. Murina, I. K. Evstigneeva The fouling community on the hard substrata (Karadag, Crimea) collected from depth 3, 6, 9 m on July 2003 has been investigated. 131 species of macroflora and macrofauna were found, which were presented by Algae, Porifera, Coelenterata, Turbellaria, Polychaeta, Cirripedia, Decapoda, Isopoda, Tanaidacea, Amphipoda, Pantopoda, Loricata, Bivalvia, Gastropoda, Bryozoa, Ascidiacea. The list of species with data of number and biomass was represented. Rodophyta (23), Annelida (32) (Polychaeta – 30), Arthropoda (31) (Amphipoda - 20), Mollusca (20) Gastropoda - 15) are the most rich by species. Taking into account of the number and biomass of the dominant and most rare species of the fouling community were marked. As result of cluster analysis two complex of species with the diverse dominant and subdominant species such as *Mytilus galloprovincialis* + *Cystoseira crinita* and *Mytilaster lineatus* + *Mytilus galloprovincialis* were revealed. Analysis of characters of species structure of two distinguished complex, and also the characteristics of the fouling community, as a whole, the species diversity indexes of Shannon and Simpson, also index of functional abundance for the first 20 mostly dominant species were presented.

Key words: fouling community, biodiversity, structure, hard substrates, Black Sea