



УДК 581.5/9:574.5(477.75)

К. А. Колова, студент, Ю. В. Молчанова, студент, Г. А. Киселёва, к. б. н., доцент

Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского, Симферополь, АР Крым, Украина

## ДИНАМИКА ВИДОВОГО БОГАТСТВА МАКРОЗООБЕНТОСА В АССОЦИАЦИЯХ ВОДОРΟΣЛЕЙ КАРАДАГСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Проанализированы биоразнообразие и пространственное распределение макрозообентоса в ассоциациях водорослей Карадагского природного заповедника. Наблюдается частичная смена состава водорослей и беспозвоночных. Численность и биомасса макрозообентоса за летний период 2006 – 2010 гг. уменьшились.

**Ключевые слова:** макрозообентос, ассоциации водорослей, экосистема, Карадагский заповедник

Прибрежная акватория Карадага характеризуется наибольшей полнотой и разнообразием донного населения. Вопросы естественной динамики морских сообществ, происходящие при различных нарушениях, всегда являются актуальными. Изменение состава водорослей неизбежно сказывается на видовом богатстве и продуктивности сообществ беспозвоночных. Они фактически первыми реагируют на смену условий обитания [2, 3, 4, 5, 14]. Это соответственно может привести к изменению видового состава и снижению численности рыб, нерестилища которых приурочены к зарослям водорослей. В настоящее время отмечается заметное увеличение мутности воды, приводящее к ухудшению состояния зарослей макрофитов, что оказывает непосредственное влияние на колебания численности массовых видов зооэпифитона и макрозообентоса в целом.

Ниже представлена часть результатов многолетних исследований (2006 – 2010 гг.) видового разнообразия макрозообентоса в ассоциациях водо-

рослей на разных глубинах Карадагского побережья. Цель работы: анализ видового богатства и пространственного распределения эпифитного зообентоса прибрежной акватории Карадага

**Материал и методы.** Материалом для исследования послужили беспозвоночные, обитающие в зарослях зелёных (*Enteromorpha* sp., *Chaetomorpha* sp., *Ulva rigida* C.Ag., *Cladophora* sp., *Codium* sp.), красных (*Corallina* sp., *Polysiphonia subulifera* (Ag.) Harv., *Phyllophora nervosa* (DC.) Grev, *Laurencia* sp., *Gracilaria* sp., *Ceramium rubrum* (J. Ag.) и бурых водорослей (*Cladostephus spongiosus* (Huds.) C. Ag., *Cystoseira barbata* C. Ag., *C. crinita* (Desf.) Bory, *Padina pavonia* (L.) Lamour). Сбор материала выполнен в летний период 2010 г. в акватории Карадагского природного заповедника на глубинах 1,5, 3, 6, 9 и 12 м по шести створам: бухта Биостанция, Кузьмичевы камни, Пуццолановая бухта, Золотые Ворота, средняя Сердоликовая бухта, Лягушачья бухта (рис. 1).

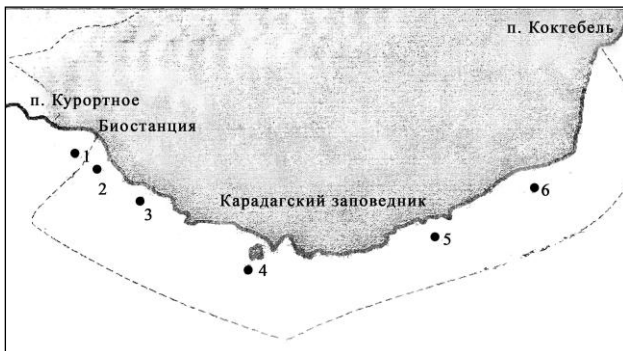


Рис. 1 Карта-схема расположения створов для сбора макрозообентоса в ассоциациях водорослей Карадагского природного заповедника (1 – бухта Биостанция; 2 – Кузьмичевы камни; 3 – Пуццолановая бухта; 4 – Золотые ворота; 5 – Средняя Сердоликовая бухта; 6 – Лягушачья бухта)

Fig. 1 Scheme of stations in coastal waters in Karadag

Пробы отбирали при помощи мешка из мельничного газа общепринятыми методами [11]. Количественные показатели численности и биомассы макрозообентоса и эпифитона приведены к килограмму массы водорослей. Все группы беспозвоночных, кроме губок, некоторых кишечнополостных, мшанок, немертин и турбеллярий, определены до вида. Проведён сравнительный анализ материала за предыдущие годы исследования.

**Результаты и обсуждение.** Среди донной растительности скалистой сублиторали открытых акваторий Чёрного моря наиболее распространена ассоциация *Cystoseira crinita* + *C. barbata* – *Cladostephus spongiosus*. Цистозировые заросли играют субстратообразующую роль при формировании сообществ моллюсков-фильтраторов и других зооэпифитов, обеспечивающих самоочистительный потенциал прибрежной экосистемы.

Видовой состав и распределение фитобентоса за последние годы претерпели существенные изменения. Повсеместно отмечаются заиление грунтов, уменьшение прозрачности воды и угнетение макрофитов. На глубине 12 м полностью исчезли ассоциации доминирующих видов многолетних бурых водорослей *Cystoseira crinita* и *C. barbata*. На глубине 9 м практически по всей изучаемой акватории водоросли распределены мозаично. В настоящее время наиболее стабильными зонами с высоким видовым разнообразием гидробионтов и продуктивностью фитофильных сообществ являются глубины 6 – 3 м. Здесь менее сказывается действие прилива, сохраняются устойчивые ассоциации водорослей. Нами подтверждается тенденция к сукцессионным процессам, вызванным накоплением органики в прибрежной полосе, и как следствие, заилением донных грунтов. В 2008 – 2010 гг. зарегистрировано 29 видов макрофитов. При этом цистозировые заросли не обнаружены в акватории скал Золотые ворота на глубинах 6 и 9 м, у Кузьмичева камня – на глубинах 6 – 9 м. У Кузьмичева камня на 12 м найдены лишь «следы» водорослей с мозаичным распределением. Следствием антропогенной эвтрофикации заповедной зоны

является высокая степень встречаемости мезосапробной зелёной водоросли *Ulva rigida*. Роль ульвы возросла, повсеместно формируются цистозирово-ульвовая и филлофорово-ульвовая ассоциации водорослей [1, 6, 7, 10].

Подтверждается ранее отмеченное изменение в вертикально-поясном распределении растительных ассоциаций [1]. На глубинах 6 – 9 м доминирующая роль переходит от *Cystoseira* spp. к *Phyllophora nervosa* и *U. rigida*. На больших глубинах отмечается замена ассоциаций олигосапробных видов на полисапробную *Cladophora albida* (Nees) Kutz. или полная деградация донной растительности.

Изучению фитофильной фауны прибрежной зоны Чёрного моря постоянно уделяется особое внимание. В зарослях макрофитов создаются благоприятные условия для обитания организмов самой разнообразной трофической принадлежности. Структурно-функциональные показатели морского зообентоса в значительной степени определяются динамикой гидролого-гидрохимических факторов и жизненных циклов беспозвоночных. Прибрежные зарослевые сообщества быстро реагируют на незначительные нарушения [3, 4, 5].

Список беспозвоночных, встречающихся на макрофитах Чёрного моря у берегов Карадага, насчитывает 126 видов [12]. За все годы исследования в зарослях водорослей акватории Карадага нами выявлено 98 видов макрозообентоса и эпифитона, из них Polychaeta – 28, Mollusca – 23, Crustacea – 38, прочие – 9 видов. В процентном соотношении доминируют ракообразные (38 %); среди них наиболее значимы по биомассе и количественной представленности бокоплавы. На глубинах 6 – 12 м часто регистрируются единичные мелкие десятиногие раки (13 видов). Полихеты по видовому богатству достигают 27 %, но в составе сообществ не дают высокой численности и биомассы. В их число входят седентарные и эррантные виды из 10 семейств. Наиболее часто отмечены полихеты из семейства Nereidae – ценные кормовые объекты для рыб. Видовое обилие

моллюсков составляет 25 %, но при этом они доминируют по биомассе и численности. Основной вклад в биомассу эпифитона водорослей обеспечивают двустворчатые моллюски (8 видов) с преобладанием митилид. Мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) отмечены крайне редко и лишь незначительных размеров, что, вероятно, связано с их выеданием хищным брюхоногим моллюском *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) и естественными процессами динамики и смены видов [13]. Руководящим видом на твёрдых субстратах мелководья от причала до Сердоликовой бухты является *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791). Этот

вид выполняет функцию вида эдификатора, в его друзах чаще регистрируются полихеты и некоторые виды ракообразных. Плотность и встречаемость *M. lineatus* изменяется. В 2002 г. митилястер имел 100 % встречаемость по всем глубинам и изучаемым зонам и достигал 8636 экз кг<sup>-1</sup> веса водорослей на глубине 9 м у Кузьмичевых камней [3]. Сейчас отмечается угнетение популяций и этого вида: в 2004 г. максимальная численность митилястера составила 1054 экз кг<sup>-1</sup>, в 2006 г. – 1410.5, в июне 2008 г. в акватории Кузьмичевых камней на глубине 6 м лишь 124.5 экз кг<sup>-1</sup>, встречаемость же митилястера по всем зонам составила 75 % (табл. 1).

Табл. 1 Многолетние изменения численности (экз кг<sup>-1</sup>) некоторых бентических видов в зарослях цистозеры (Карадаг, Кузьмичевы камни)

Table 1 Long-term changes of number (spec. kg<sup>-1</sup>) of some benthic species in Cystoseira biotopes from Karadag

Виды	1955*	1981*	2002	2004	2006	2008	2010
<i>Lucernaria campanulata</i>	13	0	6.14	28.3	14.2	0	0
<i>Rissoa splendida</i>	1196	784	72.15	320.4	122.9	6.86	922.6
<i>Tricolia pullus</i>	19	687	560	293	1346	17.7	509.7
<i>Cyclope donovani</i>	0	5	16.8	13.3	10.8	2.4	19.4
<i>Mytilaster lineatus</i>	66	5664	8636	1054	1410.5	124.5	207.4
<i>Caprella acanthifera ferox</i>	22	2221	210	160.7	214.3	33.1	2.34
<i>Jassa ocia</i>	0	0	200	0	87.3	3.43	6.7
<i>Synisoma capito</i>	0	39	41.6	10.1	10.6	1.71	2.3

\*Данные Е. Б. Маккавеевой [12]

За последние годы субдоминантом в летний период повсеместно является брюхоногий моллюск *Tricolia pullus* (L., 1758). 15 видов брюхоногих моллюсков широко представлены по всем изучаемым зонам, достигая максимума на глубинах 6 – 12 м. По сравнению с ранними исследованиями [12], значительно уменьшилась численность хитоновых моллюсков, брюхоногих моллюсков *Rissoa splendida* Eichwald, 1830 и *Bittium reticulatum* (Da Costa, 1778), амфиподы *Caprella acanthifera ferox* Leach, 1814. На глубинах 3 – 9 м не зарегистрированы характерные для зарослей водорослей брюхоногие моллюски *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805), редко встречались мелкие десятиногие раки, крайне редко отмечен *Leptochelia savigny* (Croyer, 1842) из отряда Anisopoda. Заметно возросла

доля видов-биоиндикаторов загрязнения: плотоядных моллюсков *Cyclope donovani* Risso, 1826 и *Cyclope neritea* (L., 1758), полихет *Nephtys hombergii* Savigny, 1818, равноногих раков *Synisoma capito* (Rathke, 1837). Число видов и общая численность гастропод увеличиваются с глубиной от 1.5 до 4 – 6 м (в 2010 г. – от 2 до 6 видов при численности до 1356 экз кг<sup>-1</sup>), а к 12 м постепенно снижаются (3 вида, но доминирующий здесь вид *Bittium reticulatum* в отдельных зонах может достигать численности до 2412 экз кг<sup>-1</sup> – Лягушачья бухта).

По видовому богатству в составе макрозообентоса преобладают ракообразные. Массовыми среди них являются *Amphithoe ramondi* Audouin, 1826, *Erichthonius difformis*

Milne-Edwards, 1830, *Stenothoe monoculoides*  
(Montagu, 1815), *Caprella acantifera ferox*

Leach, 1814, *Hyale pontica* Rathke, 1837, *Synisoma capito*. Всё более увеличивается значимость видов с широкой экологической амплитудой, способных обитать в условиях разной интенсивности загрязнения хозяйственными стоками. Данные [2, 15] свидетельствуют о том, что отдельным, часто встречающимся видам беспозвоночных присуща эврибионтность: *Apherusa bispinosa* (Bate, 1857), *A. ramondi*, *Erichthonius difformis* M-Edwards, 1830; *Microdeutopus gryllotalpa* A. Costa, 1853, *C. acanthifera*, *R. splendida*, *T. pullus*, *M. lineatus*. Вместе с тем представлены и стенобионтные формы: *Macropodia longirostris* (Fabricius, 1798), *Gammarellus carinatus* (Rathke, 1837), *Tritaeta gibbosa* (Bate, 1862), *Caprella liparotensis* Haller, 1879, *Endeis spinosa* (Montagu, 1808) и др. Изменение состава фауны за последние 20 лет и количественная представленность отдельных видов свидетельствует об изменении экологических условий в районе. Из прошлого состава макрозооэпифитона не регистрируется 7 видов.

Распределение беспозвоночных по глубинам в значительной степени определяется естественными гидрофизическими и гидрохимическими параметрами. Неорганическая

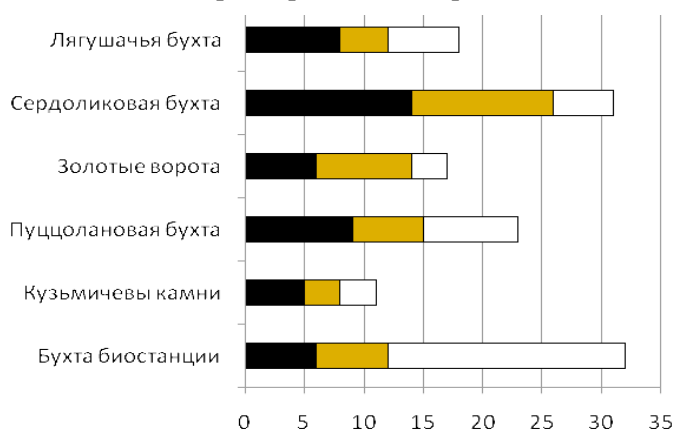


Рис. 2 Соотношение числа видов основных групп макрозообентоса в ассоциациях цистозеры по разным створам исследования акватории Карадага, 2010 г.  
Fig. 2 Correlation of different groups of macrozoobenthos in *Cystoseira* biotops in coastal waters of Karadag

На глубине 3 м максимальное число видов (38) отмечено в Пуццолановой и Лягушачьей (31) бухтах. По всем остальным створам (Лягушачья бухта, Золотые ворота, Кузьмичевы камни) число найденных видов практически одинаково – 20 – 23.

взвесь, поступающая из прибрежной зоны (Чёрный овраг, Причал и др.), ингибирует поселения фито- и зообентоса. Органические вещества, поступающие с хозяйственно-бытовыми стоками дельфинария и поселка Коктебель (бухта биостанции, Лягушачья бухта), напротив, способствуют процветанию беспозвоночных.

Естественное воздействие прибоя подавляет беспозвоночных на незначительных глубинах и обеспечивает смещение подвижных видов в более глубокие горизонты. По видовому разнообразию более значимыми являются глубины 3 – 6 м. Здесь регистрируется соответственно 62.7 и 47.8 % видов от всего макроэпифитона. Увеличение численности и биомассы меньшего количества видов может наблюдаться и на глубинах 9 – 12 м. Здесь численность беспозвоночных зависит от густоты расположения талломов водорослей. При снижении плотности макрофитов наблюдается концентрация животных на водорослях (Лягушачья, Сердоликовая бухты, Кузьмичевы камни). В 2010 г. наибольшее видовое богатство зарегистрировано на глубине 6 м в Сердоликовой бухте (27 видов) и у Кузьмичева камня (35 видов) (рис. 2).

Следует констатировать уменьшение общего числа регистрируемых видов в зарослях водорослей по изучаемому региону. В 2006 г. отмечено 98 видов макрозообентоса, в 2008-м – 88.

Уменьшилась встречаемость и численность стенобионтных видов (*Tritiaeta gibbosa* (Bate);, *Caprella liparotensis* Haller, *Lucernaria campanulata* Lamouroux, 1815), не регистриру-

ются отдельные виды десятиногих раков и др. В 2009 г. выявлено 74 вида макрозообентоса, а в 2010-м – 68 (рис. 3).

#### Число видов

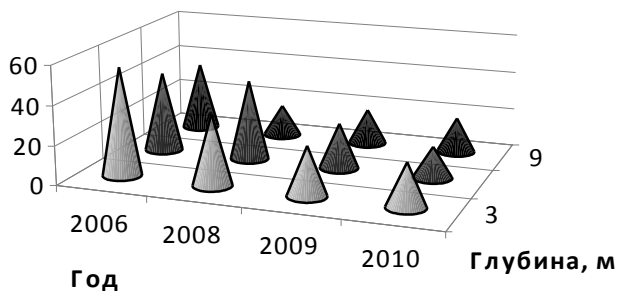


Рис. 3 Распределение числа видов беспозвоночных в зарослях водорослей акватории Карадага по глубинам (3, 6, 9 м) и годам исследования

Fig. 3 Number of invertebrates' species in *Cystoseira* biotops in coastal waters of Karadag

В целом результаты проведенных исследований дают основание отметить важные закономерности функционирования сообществ макрозообентоса и эпифитона в зарослях водорослей Карадагского заповедника. Регистрируемая гетерогенность фауны обусловлена многообразием экологических условий, способствующих процветанию разных фаунистических комплексов. Популяционные параметры и таксономический состав бентофауны подвергаются перестройкам в зависимости от гидрологического режима, характера и степени накопления в прибрежной полосе органических веществ.

При загрязнении акватории наблюдается изменение видового состава компонентов зооценоза, его структуры и функционирования. Увеличивается доля эврибионтных видов, способных существовать в условиях низкого содержания кислорода и высокой концентрации растворенных и взвешенных органических веществ.

**Благодарности.** Выражаем благодарность администрации КаПриЗ за предоставление плавсредств, водолазам за помощь в сборе материала, к.б.н. Дикому Е.А. за помощь в сборе материала и определение видового состава водорослей.

1. Дікий Є. О. Сукцесії донної рослинності шельфу південно-східного Криму: автореф. дис.... канд.биол.наук. – К., 2007. – 23 с.
2. Гринцов В. А. Биоразнообразие и экология боккоплавов прибрежья Карадага // Карадаг 2009: Сб. науч. тр., посвященный 95-летию Карадагской научной станции. – 2009. – С. 361-365.
3. Киселева Г. А., Гаголкина А. В. Макрозообентос зарослей водорослей прибрежной зоны Карадагского природного заповедника // Карадаг. Гидробиологические исследования: Сб. науч. тр. к 90-летию Карадагской научной станции. – 2004. – Кн. 2. – С.121 – 133.
4. Киселева Г. А., Борисенко Т. А., Гаголкина А. В. Структура зарослевых сообществ цистозеры Карадагского побережья // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана: Сб. науч. тр. – Вып.15. – 2005. – С.117 – 126.
5. Киселева Г. А., Гаголкина А. В., Борисенко Т. А. Структурно-функциональное биоразнообразие

- зообентоса зарослей цистозеры Карадагского побережья // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана: Сб. науч. тр. – 2006. – Вып.16. – С. 73 – 76.
6. Киселева Г. А., Дикий Е. А. Состояние зооценозов в ассоциациях водорослей Карадагского заповедника // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана: Сб. науч. тр. – 2008. – Вып.18. – С. 73 – 77.
7. Киселева Г. А., Дикий Е. А., Заклецкий А. А. Беспозвоночные в зарослях водорослей Карадагского природного заповедника // Карадаг 2009: Сб. науч. тр. к 95-летию Карадагской научной станции. – 2009. – С. 366 – 376.
8. Ковригина Н. П., Трощенко О. А., Щуров С. В. Гидролого-гидрохимические исследования в акватории Карадагского природного заповедника в 2008 г. // Летопись природы. – Симферополь, 2010. – 25. – С. 34 – 42.
9. Колесникова Е. А. Мазлумян С. А. Межгодовые

- и многолетние изменения многообразия бентоса прибрежных зарослей цистозеры и особенности структуры вагильного бентоса на различных видах макрофитов // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). – Ред В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 238 – 246.
10. *Костенко Н. С.* Тенденции развития донной растительности Карадагского природного заповедника НАН Украины в условиях антропогенного воздействия // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана: Сб. науч. тр. – 2002. – Вып. 12. – С.133 – 137.
  11. *Маккавеева Е. Б.* Беспозвоночные зарослей макрофитов Черного моря. – К.: Наук. думка, 1979. – 228 с.
  12. *Маккавеева Е. Б.* Природа Карадага. – Киев: Наук. думка, 1989. – С. 233 – 242.
  13. *Ревков Н. К.* Некоторые замечания по составу и многолетней динамике фауны моллюсков рыхлых грунтов юго-восточного Крыма (Черное море) // Карадаг 2009: Сб. науч. тр. к 95-летию Карадаг. научн. станции. – 2009. – С. 251 – 261.
  14. *Синегуб И. А.* Макрофауна зоны верхней сублиторали скал в Черном море у Карадага // Карадаг. Гидробиологические исследования: Сб. науч. тр. к 90-летию Карадагской научной станции. – 2004. кн. 2 – С.121 – 132.
  15. *Чухчин В. Д.* Экология брюхоногих моллюсков Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1984. – 175 с.

Поступила 15 октября 2011 г.

**Динаміка видового різноманіття макрозообентосу в асоціаціях водоростей Карадазького природного заповідника.** К. О. Колова, Ю. В. Молчанова, Г. О. Кисельова. Проаналізовано біорізноманітність та просторовий розподіл макрозообентосу в асоціаціях водоростей Карадазького природного заповідника. Спостерігається часткова зміна складу водоростей та безхребетних. Чисельність та біомаса макробентосу у літній період 2006 – 2010 р. зменшилась.

**Ключові слова:** макрозообентос, екосистема, зарості водоростей, Карадазький заповідник

**Dynamics of species diversity of the macrozoobenthos of the algae tangle in Karadag Natural Reserve.** K. A. Kolova, Yu. V. Molchanova, G. A. Kiselyova. The comparative inter-annual analysis (summer seasons of 2006 – 2010) of macrozoobenthos spatial distribution and diversity in the coastal algae thickets of Karadag Natural Reserve is carried out. Changes in the species composition of algae and associated epiphytic fauna of invertebrates were observed. The decrease of average values of macrozoobenthos abundance and biomass, especially among Mollusca, Crustacea has been observed since 2006.

**Key words:** macrozoobenthos, ecosystem, tangle of algae, Karadag Natural Reserve