

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА В ЗАРОСЛЯХ ВОДОРΟΣЛЕЙ *CYSTOSEIRA CRINITA* DUBY, 1830 ВДОЛЬ ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

**М. В. Макаров, к. б. н., н. с., Л. В. Бондаренко, м. н. с.,
В. Г. Копий, н. с., Д. В. Подзорова, м. н. с.**

ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН»
mihalik@rambler.ru

Приведены данные по видовому составу, численности и биомассе эпифитона цистозеры в различных районах побережья Крыма (Черное море). Материал собирали в летние сезоны 2013, 2014 и 2015 гг. Отобрано 30 проб на глубинах 1, 3 и 5 м в двух повторностях. Выделены сообщества в каждом исследованном районе. Определена трофическая структура эпифитонных сообществ.

Ключевые слова: *Cystoseira crinita*, Крым, трофическая структура, эпифитон, макрозообентос, сообщества

Зарослевые сообщества прибрежной акватории имеют наиболее динамичную структуру, поскольку находятся под прессом не только природных, но и антропогенных факторов. Донные биоценозы реагируют на внешние воздействия, вызванные деятельностью человека, изменением видового состава и соотношением численности видов с различной устойчивостью к загрязнению. В зарослях макрофитов создаются благоприятные условия для обитания большого количества организмов самой разнообразной трофической принадлежности.

Зернов С.А. выделил в самостоятельные биоценозы макрозообентос в зарослях zostеры и филлофоры, а население цистозеры включил в биоценоз скал [1]. В дальнейшем эпифитон бурых водоростей рода *Cystoseira* исследовали Резниченко О.Г., Маккавеева Е.Б., Киселева Г.А. [2-4, 8, 10] и др.

Цель нашего исследования заключалась в изучении эпифитона цистозеры в прибрежной зоне Крыма в летний период 2013-2015 гг.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В основу работы положены материалы, собранные в 5 различных районах Крыма: 1 – акватория Тарханкута; 2 – бухта Круглая; 3 – побережье Симеиза; 4 – акваториям. Мартыан; 5 – бухта Двукорная (рис. 1).

Материал собирали в летние сезоны 2013, 2014 и 2015 гг. Отобрано 30 проб на глубинах 1, 3 и 5 м в двух повторностях. Сбор цистозеры осуществляли по общепринятой методике [6]. Макрозообентос разбирали по таксономическим группам и идентифицировали до вида. Численность и биомассу макрозообентоса рассчитывали на единицу массы водорослей.

Для сравнения видового состава эпифитона водорослей *Cystoseira crinita* Duby, 1830 исследуемых районов использовали кластерный анализ и матрицу сходства видов по коэффициенту Чекановского-Серенсена. Сообщества выделяли по индексу функционального обилия (ИФО), равному $N^{0,25} \cdot B^{0,75}$, где N – численность, экз./кг, B – биомасса макрозообентоса, г/кг [9].

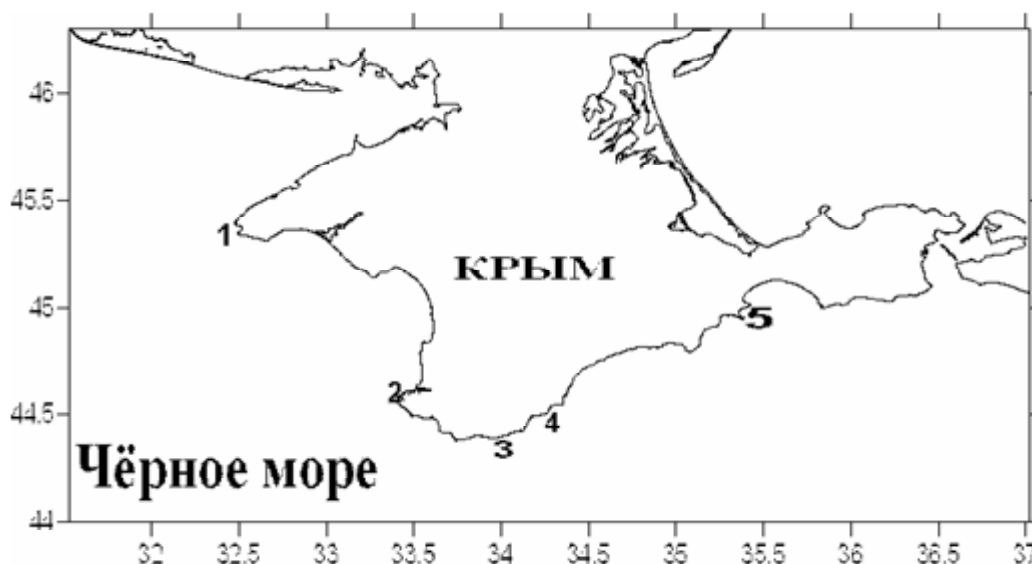


Рис. 1 Карта-схема районов отбора проб

Для оценки выравненности видов в сообществах построили кривые доминирования-разнообразия, где ось абсцисс – ранжированный ряд от наиболее многочисленного вида к наименее многочисленному, а ось ординат – численность видов [12]. Определена трофическая структура сообществ макрозообентоса на цистозире.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Акватория Тарханкута приурочена к северо-западной части Крыма и входит в состав природного парка регионального значения «Тарханкутский». Она находится вдали от промышленных районов, испытывает сравнительно небольшую антропогенную нагрузку и может характеризоваться как относительно чистая [5]. Побережье Тарханкута открытое, в основном обрывистое, сложенное известняками.

Бухта Круглая расположена в юго-западном Крыму в пределах Севастополя. Характеризуется антропогенной и рекреационной нагрузкой. У входных мысов бухты располагаются подводные каменистые гряды. Донная растительность занимает около 1/3 поверхности дна. Заросли цистозир приурочены к каменистым участкам [6].

Поселок Симеиз находится на Южном берегу Крыма и относится к Большой Ялте. Данный район отличается открытым каменистым побережьем, подвержен слабой рекреационной и антропогенной нагрузкам.

Акватория природного заповедника «Мыс Мартыян» расположена в пределах Южного берега Крыма и Большой Ялты, в 30 км к востоку от Симеиза. Характеризуется каменистым открытым побережьем и минимальной антропогенной нагрузкой.

Бухта Двукорная находится в юго-восточном Крыму, в окрестностях г. Феодосия, между мысом Ильи и полуостровом Киик-Атлама. Ее берега преимущественно возвышенные и обрывистые, глинистые.

В исследуемых районах обнаружено 32 вида макрозообентоса: Arthropoda (19 видов), Mollusca (9 видов), Annelida (4 вида).

Количество видов по районам колеблется незначительно, от 15 до 18. Для всех районов выделено 8 общих видов, типичных для зарослевых сообществ. Коэффициент общности видов Чекановского-Серенсена варьирует от 0,39 до 0,79 (табл. 1).

В большинстве районов сходство фаун достаточно высокое. Наиболее сходны между собой фауны в бухте Круглой и на Тарханкуте, наименее – в бухте Двукорной и на м. Мартыян.

Результаты кластерного анализа также выявили, что наиболее сходными районами по наличию/отсутствию видов являются Тарханкут и бухта Круглая, однако наименее сходными по данному показателю оказались акватории м. Мартыни б. Круглая (рис. 2).

Таблица 1

Матрица сходства видов макрозообентоса в зарослях цистозир у побережья Крыма

Район	Бухта Круглая	Симеиз	Мыс Мартыян	Бухта Двужкорная	Тарханкут
Бухта Круглая	0	0,63	0,62	0,67	0,79
Симеиз	0,63	0	0,65	0,65	0,69
Мыс Мартыян	0,62	0,65	0	0,39	0,61
Бухта Двужкорная	0,67	0,65	0,39	0	0,76
Тарханкут	0,79	0,69	0,61	0,76	0

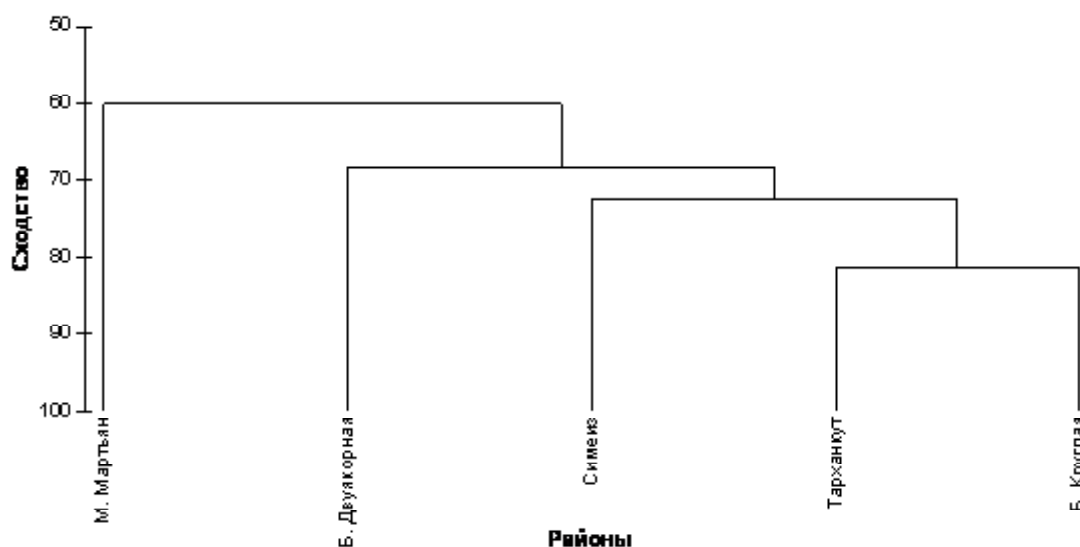


Рис. 2 Дендрограмма сходства видов по районам вдоль побережья Крыма

Таким образом, фаунистический состав в акваториях Тарханкута и бухты Круглой является наиболее сходным.

Анализ количественных показателей выявил, что средняя численность макрозообентоса в зарослях цистозир вдоль побережья Крыма составила 4100 ± 151 экз./кг, средняя биомасса – $31,52 \pm 0,95$ г/кг (табл. 2). Максимальная численность макрозообентоса отмечена у побережья Симеиза (6110 экз./кг), минимальная – в районе Тарханкута (2504 экз./кг). Существенный вклад в формирование данного показателя вносит двустворчатый моллюск *Mytilaster lineatus*. По литературным данным, *M. lineatus* доминирует по численности в зарослях цистозир и в других районах побережья Крыма [2, 4].

Таблица 2

Видовой состав, средняя численность (N_{cp} , экз./кг) и средняя биомасса (B_{cp} , г/кг) макрозообентоса в эпифитоне водорослей *C. crinita* у берегов Крыма

Вид	Тарханкут		Круглая		Симеиз		Мартыян		Двужкорная	
	N_{cp}	B_{cp}	N_{cp}	B_{cp}	N_{cp}	B_{cp}	N_{cp}	B_{cp}	N_{cp}	B_{cp}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)	0	0	8	0,3	0	0	0	0	0	0
<i>Nereis</i> sp.	3	0,01	0	0	0	0	5	0,01	0	0

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Muller, 1776)	0	0	1	0,03	0	0	0	0	0	0
<i>Polyophtalmus pictus</i> (Dujardin, 1839)	0	0	4	0,01	6	0,02	0	0	0	0
<i>Mytilaster lineatus</i> Gmelin, 1791	92	1,4	348	0,3	3580	7,09	1877	10,6	3192	19,8
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)	448	4,9	1175	15,7	907	9,87	131	0,8	916	6,09
<i>Gibbula adriatica</i> Philippi, 1844	0	0	4	0,3	0	0	6	0,01	0	0
<i>Rissoa</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0,01
<i>Rissoa parva</i> (da Costa, 1778)	6	0,01	7	0,01	0	0	0	0	13	0,01
<i>R. splendid</i> Eichwald, 1830	1719	20,6	456	6,7	739	16	448	10,4	201	7,2
<i>R. venusta</i> Philippi, 1844	0	0	0	0	5	0,01	0	0	0	0
<i>Tricolia pullus</i> Linnaeus, 1758	71	1,53	174	3,8	324	9,7	83	1,9	188	1,2
<i>Tritia pellucid</i> (Risso, 1826)	4	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Apherusa bispinosa</i> (Bate, 1857)	1	0,01	31	0,01	52	0,01	35	0,01	79	0,06
<i>Amphibalanus improvises</i> Darwin, 1854	0	0	0	0	2	0,02	0	0	0	0
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin, 1826	11	0,02	257	0,07	69	0,02	178	0,04	69	0,01
<i>Ampithoe hellery</i> G. Karaman, 1975	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0,03
<i>Biancolina algicola</i> DellaValle, 1893	1	0,01	9	0,01	23	0,01	4	0,01	0	0
<i>Caprella acantifera</i> (Czernjavski, 1868)	7	0,01	268	0,04	152	0,13	23	0,01	11	0,01
<i>Caprella danilevskyi</i> Czemjavski, 1868	0	0	0	0	0	0	9	0,01	0	0
<i>Clibanarius erythropus</i> Latreille, 1818	0	0	0	0	0	0	2	0,03	0	0
<i>Chondrochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	113	0,03	51	0,05	7	0,01	0	0	43	0,01
Decapoda gen. sp.	0	0	0	0	0	0	3	0,01	0	0
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	6	0,01	12	0,01	0	0	0	0	57	0,01
<i>Dynamene bidentata</i> (Adams, 1800)	0	0	15	0,01	15	0,01	6	0,01	0	0
<i>Erichthonius difformis</i> M.-Edwards, 1830	16	0,01	18	0,01	156	0,02	1355	0,1	0	0
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> A. Costa, 1953	0	0	0	0	26	0,01	0	0	0	0
<i>Hyale</i> sp.	0	0	0	0	0	0	5	0,01	0	0
<i>Hippolyte leptocerus</i> (Heller, 1863)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,3
<i>Jassa oia</i> (Bate, 1862)	0	0	0	0	0	0	19	0,01	0	0
<i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1815)	7	0,01	31	0,01	11	0,01	7	0,01	32	0,01
<i>Stenosoma capito</i> (Rathke, 1837)	0	0	0	0	11	0,2	0	0	6	0,01
Bcero	2504	28,7	2869	27,3	6110	43	4198	24	4855	34,8

В акваториях Тарханкута и бухты Круглой наибольшая численность отмечена у брюхоногих моллюсков *R. splendida* и *B. reticulatum*. Численность *T. pullus* в настоящее время относительно невысокая. Другие виды брюхоногих моллюсков в данном биотопе встречаются мозаично в зарослях макрофитов и на твердых субстратах (*G. adriatica*), а *T. pellucida* обитает преимущественно на рыхлых грунтах и на цистозире встречается мало [11].

Наибольший показатель численности ракообразных отмечен для *E. difformis* (309 экз./кг). Это типично зарослевая форма, трубкожил. Строит домики из секрета, детрита и растительной ткани. По численности эриктониус занимает одно из первых мест среди бокоплавов в эпифитоне цистозиры. В некоторые сезоны количество рачков достигало более 13 тыс. экз./кг массы водорослей [7].

Число видов, а также количественные показатели Polychaeta в зарослевых сообществах невысоки. В таких биоценозах преобладают полихеты, чей жизненный цикл или пищевые предпочтения связаны с растительным компонентом сообщества. В наших сборах отмечено 4 вида полихет. Наибольшие показатели численности и биомассы у *A. succinea* в бухте Круглая (8 экз./кг и 0,27 г/кг, соответственно).

Максимальная биомасса макрозообентоса выявлена у побережья Симеиза (43 г/кг), наименьшая – в акватории м. Мартьян (24 г/кг). В исследуемых районах основной вклад в формирование данного показателя вносит *R. splendida* (12 г/кг). Доля митилястера хотя и значительная, но меньше, чем риссои, т. к. он представлен в основном молодью. В целом по биомассе, как и по численности доминируют риссои, биттиум и митилястер. Эти виды в настоящее время составляют фаунистическое ядро в биотопе цистозиры у побережья Крыма.

Для выделения сообществ использовали индекс функционального обилия, который является прямым оценочным эквивалентом энергетической роли гидробионтов [9]. Выявлены три сообщества: *R. splendida* (в акваториях Тарханкута и Симеиза ИФО составил 62,2 и 41,6, соответственно); *M. lineatus* (в акваториях м. Мартьян и бухты Двужорной – 38,5 и 70,7, соответственно); в бухте Круглой отмечено сообщество *B. reticulatum* (46,134). В целом эти виды являются либо доминантами, либо субдоминантами в данных зарослевых биоценозах. Как показано выше, коэффициент сходства видов в сообществе *R. splendida* разных районов относительно высокий (0,69). В сообществе *M. lineatus* – низкий (0,39), что, вероятно, можно объяснить наличием разных субстратов.

Кривую доминирования-разнообразия использовали для оценки влияния нарушений на видовую структуру сообществ: чем круче падает кривая, тем меньше общее разнообразие и сильнее доминирование одного или нескольких видов в сообществе (рис. 3).

Анализ полученных ранговых кривых показал, что в сообществе *B. reticulatum* (бухта Круглая) условия для обитания гидробионтов наиболее благоприятные (на графике пологая кривая). Сообщества *R. splendida* и *M. lineatus* находятся в менее благоприятных условиях: отмечено резкое падение кривых.

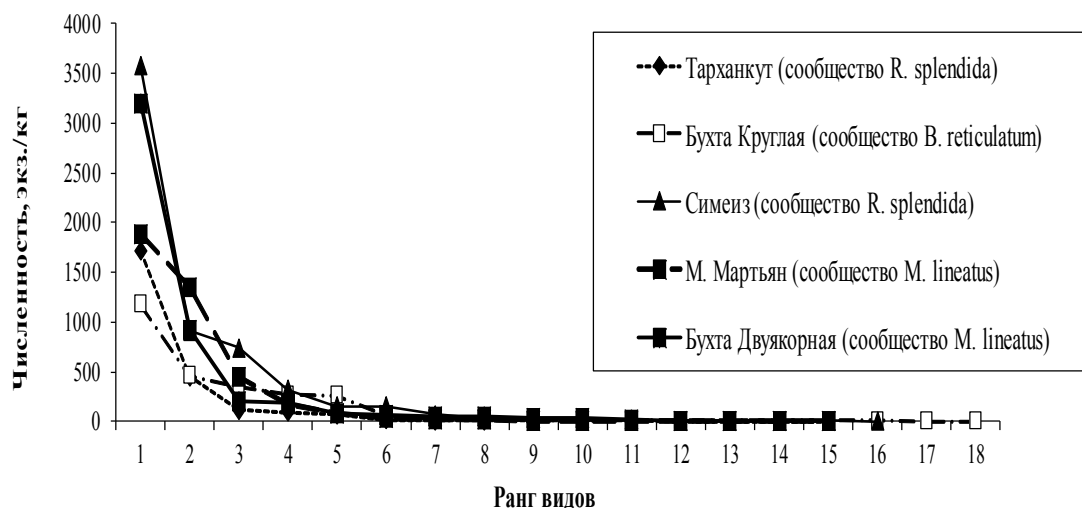


Рис. 3 Доминирование-разнообразие макрозообентоса в зарослях цистозиры у берегов Крыма

В трофической структуре зарослевых сообществ выделено 6 группировок. Преобладают фитофаги (10 видов) и полифаги (9 видов), детритофаги представлены 7 видами, сестонофаги и плотоядные – по 1 виду, 4 вида с неизвестным спектром питания. К фитофагам в биотопе цистозирьи относятся в основном гастроподы и некоторые ракообразные, к полифагам – преимущественно раки и полихеты, к детритофагам – полихеты и ракообразные. По численности и биомассе доминируют фитофаги (2038 экз./кг и 16 г/кг, соответственно). Высокий процент фитофагов характерен для эпифитона цистозирьи, так как во многом пищевые предпочтения определяют характер места обитания вида.

ВЫВОДЫ

В эпифитоне водорослей *C. crinita* у черноморского побережья Крыма обнаружено 32 вида макрозообентоса, среди которых преобладают виды рода *Arthropoda*. Средняя численность макрозообентоса составила 4100 экз./кг, средняя биомасса – 31,5 г/кг. Ранжированный ряд по данным показателей возглавляют *Mollusca*. В исследуемых районах выделено три сообщества: *M. lineatus*, *B. reticulatum*, *T. pullus*. Трофическая структура представлена 6 группировками, преобладают фитофаги.

Статья выполнена в рамках госзадания по теме «Мониторинг биологического разнообразия гидробионтов Черноморско-Азовского бассейна и разработка эффективных мер по его сохранению» (№ 1001-2014-0014).

ЛИТЕРАТУРА

1. Зернов С.А. К вопросу об изучении жизни Черного моря // Записки Импер. Акад. наук. – 1913. – Сер. 8. – Т. 32, № 1. – 300 с.
2. Киселева Г.А. Видовой состав и динамика макрозообентоса в ассоциациях водорослей Карадагского природного заповедника // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып. 20. – С. 57-66.
3. Киселева Г.А., Заклецкий А.А., Ширинская С.Э. Макрозообентос в ассоциациях цистозирьи прибрежной сублиторали и островов Скалы-Корабли в Опухском природном заповеднике // Геополитика и экодинамика регионов. – 2014. – № 1. – С. 613-618.
4. Киселева Г.А., Дикий Е.А., Заклецкий А.А., Подзорова Д.В. Биоразнообразие макрозообентоса в ассоциациях водорослей (юго-восточное побережье, мыс Киик-Атлама) // Биоразнообразие и устойчивое развитие : матер. II Междунар. науч.-практ. конф. (г. Симферополь, 12-16 сентября 2012 г.). – Симферополь, 2012. – С. 181-183.
5. Ковалева М.А., Болтачева Н.А., Макаров М.В., Бондаренко Л.В. Макрозообентос скал верхней сублиторали Тарханкутского полуострова (Крым, Черное море) // Бюл. Моск. об-ва испыт. природы / отд. Биол. – 2016. – Т. 121, вып. 1. – С. 35-42.
6. Колесникова Е.А., Мазлумян С.А. Динамика распределения эпифитона прибрежных зарослей цистозирьи в бухте Омега (район Севастополя) // Акватория и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу. – Севастополь: Аквавита, 1999. – С. 221-228.
7. Маккавеева Е.Б. К биологии и сезонным колебаниям численности некоторых бокоплавов Черного моря // Труды Севаст. биол. станции. – 1960. – Т. 13. – С. 120-127.
8. Маккавеева Е.Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Черного моря. – К.: Наукова думка, 1979. – 229 с.
9. Мальцев В.И. О возможности применения показателя функционального обилия для структурных исследований зооценозов // Гидробиологический журнал. – 1990. – Т. 26, № 1. – С. 87-89.
10. Резниченко О.Г. Фауна зарослей цистозирьи Черного моря // Труды ин-та океанологии. – 1957. – Т. XXIII. – С. 185-194.
11. Чухчин В.Д. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря. – К.: Наукова думка, 1984. – 176 с.
12. Whittaker, R. H. Dominance and diversity in land plant communities // Science. – 1965. – Vol. 147. – Pp. 250-260.

Поступила 20.06.2017 г.

Current state of macrozoobenthos in the vegetation of algae *Cystoseira crinita* Duby, 1830 off the Crimean coasts (Black Sea). M. V. Makarov, L. V. Bondarenko, V. G. Kopyi, D. V. Podzorova. *Data on species composition, abundance and biomass of cystoseira epiphyton in various coastal zones off Crimea (Black Sea) are presented. The material was collected during summer periods of 2013, 2014, and 2015. Altogether, 30 samples were selected at depths of 1, 3 and 5 m in two repetitions. Communities for each studied area were identified. Trophic structure of epiphyton communities is defined.*

Keywords: *Cystoseira crinita*, Crimea, epyphiton, macrozoobenthos, aquatic communities, coastal waters, trophic structure