

УДК 591.524.1:582.272(262.5)

Макрозообентос в эпифитоне водоросли *Cystoseira crinita* Duby, 1830 акватории государственного природного заповедника Утриш (Черное море)

Макаров М. В., Витер Т. В.

Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН
Севастополь, Россия

mihaliksevast@inbox.ru, tatjana-viter@rambler.ru

В работе впервые приводятся данные по видовому составу, численности, биомассе и встречаемости, а также трофической структуре макрозообентоса, обитающего в эпифитоне водоросли *Cystoseira crinita* в прибрежной акватории в районе государственного природного заповедника Утриш (черноморское побережье Кавказа). На основании индекса функционального обилия выделено сообщество брюхоногого моллюска *Rissoa splendida*. Показано микрораспределение видового состава и количественных показателей макрозообентоса по глубинам 1, 3 и 5 м. Проведено сравнение видового состава макрозообентоса между одноименными сообществами в эпифитоне цистозир у берегов Кавказа и Крыма по индексу общности фаун Чекановского – Серенсена. Оценены видовое разнообразие и выравненность видов в сообществе. Отмечен относительно богатый видовой состав и сравнительно невысокие показатели численности и биомассы животных на цистозире в данном районе. Выделено 6 трофических группировок.

Ключевые слова: эпифитон цистозир, макрозообентос, распределение, глубина, сообщество, заповедник Утриш.

ВВЕДЕНИЕ

Бурая водоросль *Cystoseira crinita* является многолетним видом, который широко распространен в Черном море (Калугина-Гутник, 1975). Эти водоросли образуют заросли в прибрежной зоне моря, являясь биотопом для многих видов макрозообентоса. Зарослевые сообщества прибрежной акватории имеют наиболее динамичную структуру, поскольку находятся под прессом не только природных (прибойность, перепады температур), но и антропогенных (загрязнение, рекреационная нагрузка) 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. Этот биотоп в Черном море достаточно хорошо изучен вдоль побережья Крыма (Маккавеева, 1979; Киселева, 2009; Макаров и др., 2017), однако у побережья Кавказа, в частности в акватории государственного природного заповедника Утриш, он ранее не был исследован. Заповедники, как известно, играют большую роль в сохранении биоразнообразия. Следует отметить, что данный заповедник относительно молодой. Он был создан лишь осенью 2010 года.

Цель данной работы – изучение качественного состава и количественных показателей макрозообентоса в эпифитоне водорослей *C. crinita* акватории заповедника Утриш.

Задачи:

определить видовой состав макрозообентоса в эпифитоне цистозир в районе заповедника Утриш;

оценить численность и биомассу видов;

выделить сообщество в данном биотопе;

проанализировать микрораспределение макрозообентоса по глубинам;

определить трофическую структуру сообщества.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Пробы эпифитона цистозеры брали в районе акватории государственного природного заповедника Утриш, находящегося в предгорьях Кавказа, у черноморского побережья Краснодарского края на Абраусском полуострове между Анапой и Новороссийском, в сентябре 2017 года на двух разрезах по глубинам 1, 3 и 5 м в двух повторностях. Всего отобрано 12 количественных проб. Материал собирали с помощью мешка из мельничного газа, которым накрывали куст цистозеры и срезали ее ножом у подошвы, затем делали смыв животных с водорослей через сито диаметром ячеек 0,5 мм и отбирали макрозообентос. Цистозеру взвешивали, животных фиксировали 4 % формальдегидом. В камеральных условиях их разбирали по таксономическим группам и идентифицировали до вида, подсчитывали количество особей, взвешивали на торсионных весах с точностью до 0,001 г, затем рассчитывали численность (экз.) и биомассу (г) каждого вида на единицу веса водорослей (кг), их встречаемость (%) и определяли трофическую структуру сообщества. Номенклатуру видов приводили в соответствии с мировым реестром World Register of Marine Species (<http://www.marinespecies.org>). Само сообщество выделяли по индексу функционального обилия (ИФО), равному $N^{0,25}B^{0,75}$, где N – численность, экз./кг, B – биомасса макрозообентоса, г/кг (Мальцев, 1990). При сравнении общности фаун в одноименных сообществах в эпифитоне цистозеры у берегов Кавказа и Крыма использовали коэффициент Чекановского – Серенсена. Оценку видового разнообразия проводили с помощью индекса Шеннона (Wilhm, 1966). Расчет выполняли в приложении Diverse пакета PRIMER-5 (использован логарифм по основанию 2). Для оценки выравненности видов в сообществе построили кривые доминирования – разнообразия, где ось абсцисс – ранжированный ряд от наиболее многочисленного вида к наименее многочисленному, а ось ординат – численность видов (Whittaker, 1965).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего в исследованном районе в эпифитоне цистозеры обнаружено 28 видов макрозообентоса, из них 6 видов относятся к типу Mollusca (5 видов, относящихся к классу Gastropoda и 1 вид, принадлежащий к классу Bivalvia), 4 вида – к типу Annelida, 17 видов – к типу Arthropoda. Тип Platyhelminthes фигурирует в подсчетах как один вид. Такая таксономическая структура в целом характерна для эпифитона цистозеры и у берегов Крыма, однако количество видов в акватории Утриша значительно больше (Макаров и др., 2017). Отмеченные виды макрозообентоса являются вполне типичными для зарослевых биоценозов (табл. 1).

Средняя численность макрозообентоса в эпифитоне цистозеры акватории Утриша относительно невелика и составила лишь 1431 ± 31 экз./кг. Возможно, это связано с влиянием прибойности, поскольку район находится на открытом побережье. Для сравнения: в более закрытой бухте Круглой (район Севастополя) средняя численность макрозообентоса в зарослях цистозеры в 2015 г. была 2869 ± 80 экз./кг (Макаров и др., 2017).

Наибольшая численность и встречаемость отмечены у амфиподы *E. difformis*. Это типично зарослевая форма, трубкажил. Строит домики из секрета, детрита и растительной ткани. По численности эриктониус занимает одно из первых мест среди бокоплавов в эпифитоне цистозеры. В некоторые сезоны количество рачков достигало более 13 тыс. экз./кг массы водорослей (Маккавеева, 1960).

Среди Mollusca максимальная численность обнаружена у гастроподы *R. splendida*. Это эвритоппный и массовый черноморский моллюск. У берегов Крыма он был многочисленным в 1950–1970-х годах, однако затем его обилие резко сократилось и лишь в последние годы снова стало увеличиваться (Маккавеева, 1979; Макаров, 2016). Относительно высокая численность обнаружена и у митилястера. Этот вид встречается в большом количестве на водорослях и твердых субстратах в прибрежной зоне, нередко образуя там одноименные сообщества (Макаров и др., 2017, Макаров, Ковалева, 2017). Обращает на себя внимание низкая численность триколий и биттиумов у побережья Утриша, хотя эти виды также являются многочисленными в черноморских эпифитонных сообществах. Виды *G. adriatica* и *R. parva* встречаются на цистозере мозаично.

Таблица 1

Видовой состав и количественные показатели макрозообентоса в эпифитоне
Cystoseira crinita в акватории заповедника Утриш на глубинах 1, 3 и 5 м

Видовой состав	Средняя численность, экз./кг	Средняя биомасса, г/кг	Встречаемость, %
ANNELIDA			
<i>Namanereis pontica</i> (Bobretzky, 1872)	1	0,022	58
<i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867	80	0,009	33
<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)	26	0,011	67
<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin&Milne Edwards, 1833)	67	0,001	8
PLATYHELMINTHES	0	0,001	8
MOLLUSCA			
<i>Mytilaster lineatus</i> Gmelin, 1791	140	1,557	58
<i>Bittium reticulatum</i> (Da Costa, 1778)	9	0,131	17
<i>Gibbula adriatica</i> Philippi, 1844	2	0,077	8
<i>Rissoa parva</i> (Da Costa, 1778)	1	0,001	8
<i>R. splendida</i> Eichwald, 1830	180	7,37	67
<i>Tricolia pullus</i> Linnaeus, 1758	12	0,224	33
ARTHROPODA			
<i>Caprella acanthifera</i> Leach, 1814	132	0,016	83
<i>Caprella danilevskii</i> Czerniavski, 1868	9	0,002	25
<i>Erichthonius difformis</i> H. Milne Edwards, 1830	309	0,016	100
<i>Jassa ocia</i> (Spence Bate, 1862)	6	0,001	17
<i>Ampithoe helleri</i> Karaman, 1975	84	0,014	75
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin, 1826	270	0,035	92
<i>Biancolina algicola</i> Della Valle, 1893	1	0,001	17
<i>Apherusa bispinosa</i> (Spence Bate, 1857)	6	0,001	25
<i>Cymadusa crassicornis</i> (Costa, 1853)	14	0,003	50
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	2	0,000	25
<i>Hyale pontica</i> Rathke, 1847	17	0,004	17
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853	48	0,005	33
<i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1815)	3	0,001	17
<i>Nototropis guttatus</i> Costa, 1853	0	0,001	8
<i>Mesopodopsis slabberi</i> (VanBeneden, 1861)	4	0,008	25
<i>Chondrochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	1	0,001	17
<i>Dynamene bidentata</i> (Adams, 1800)	6	0,001	25

Средняя биомасса макрозообентоса также невелика, она составила $9,73 \pm 0,52$ г/кг. Здесь явно преобладают риссои. Доля митилястера хотя и значительная, но меньше, чем риссой, так как в основном он представлен молодью. Это, возможно, связано с тем, что *R. splendida* размножается зимой, а *M. lineatus* летом (Чухчин, 1984). В момент взятия проб в начале сентября риссои уже успели подрасти, тогда как митилястеры только завершили свое размножение. Эти виды, наряду с *B. reticulatum*, в настоящее время у побережий Кавказа и Крыма составляют фаунистическое ядро в биотопе цистозир.

В микрораспределении макрозообентоса по глубинам четкой динамики не выявлено. На отметке 1 м средняя численность составила 2232 экз./кг, на 3 м – 864 экз./кг, на 5 м – 1197 экз./кг. Средняя биомасса – 5,6; 3,3 и 19,6 г/кг соответственно. Следует отметить, что на глубине 1 м по численности преобладает *A. ramondi*, по биомассе доминирует *M. lineatus*. Митилястер крепко прикрепляется к таллосу цистозир в основном в нижней ее части, у подошвы, и таким образом легко может переносить воздействие прибойности. На глубине

3 м по численности преобладает *E. difformis*, по биомассе – *R. splendida*. Риссоя также доминирует на глубине 5 м как по численности, так и по биомассе. Возможно, это связано с тем, что, несмотря на наличие у нее слизистой нити (Чухчин, 1984), она хуже может удерживаться на поверхности таллома, чем митилиастеры.

Для выделения сообществ использовали индекс функционального обилия (ИФО), который является прямым оценочным эквивалентом энергетической роли гидробионтов. Выделено сообщество брюхоногого моллюска *R. splendida* (ИФО составил 16,384). Одноименные сообщества отмечены на аналогичных глубинах и у берегов Крыма – в районах Симеиза (Южный берег Крыма) в 2014 г. и Тарханкута (Северо-западный Крым) в 2013 г. (Макаров и др., 2017). Эти районы, как и побережье Утриша, являются открытыми, то есть подвержены влиянию прибойности. Таким образом, сообщество *R. splendida* в зарослях цистозеры можно считать вполне типичным для открытых побережий северной части Черного моря. Коэффициент общности видов Чекановского – Серенсена составил: Утриш – Симеиз – 0,5, Утриш – Тарханкут – также 0,5.

Видовое разнообразие сообществ оценивали по индексу Шеннона, рассчитанному по численности и биомассе. При благоприятных условиях существования, в целом, численность и биомасса в сообществах возрастают за счет большого количества видов, но каждый вид представлен меньшим количеством особей. При неблагоприятных условиях существования видовое разнообразие уменьшается, а численность и биомасса каждого оставшегося вида возрастают. Чем больше видовое разнообразие сообщества, тем оно устойчивее к изменениям условий среды.

Средние значения индекса Шеннона по биомассе были невысокими и составляли 0,85–1,23. Это связано с явным преобладанием по биомассе митилиастера (на глубине 1 м) и риссой (на глубинах 3–5 м). Средние значения данного индекса по численности гидробионтов не превышали двух на всех исследованных глубинах, что может свидетельствовать о достаточной устойчивости сообществ.

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. 1).

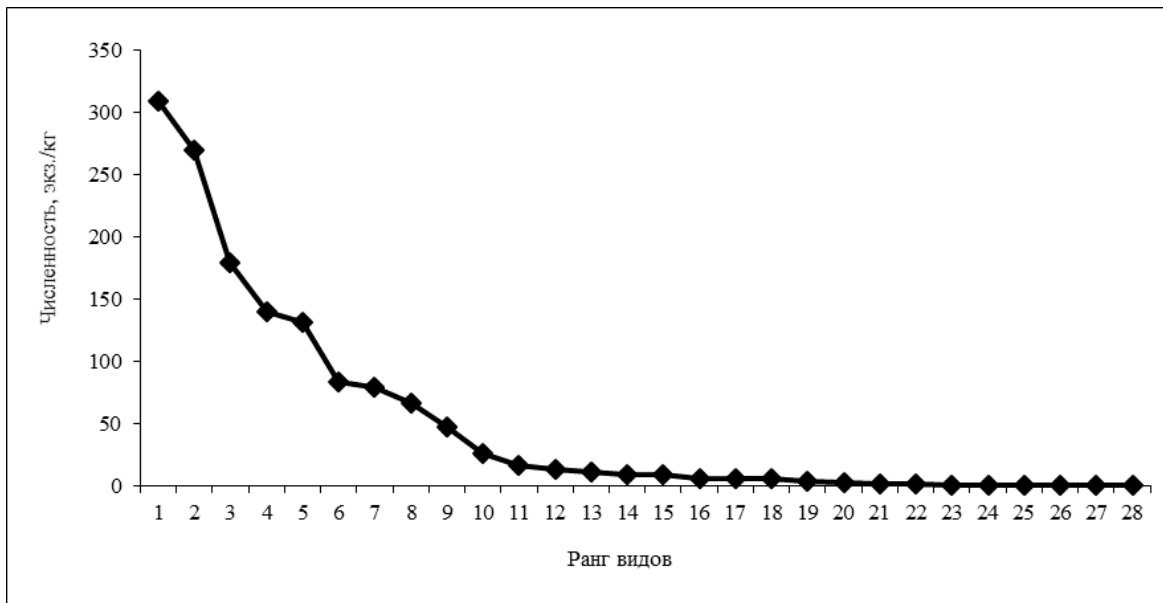


Рис. 1. Доминирование – разнообразие видов в сообществе *Rissoa splendida* у побережья Утриша на глубинах 1, 3 и 5 м осенью 2017 года

Анализ полученных ранговых кривых показал, что в сообществе *R. splendida* в эпифитоне *S. crinita* акватории Утриша виды относительно выравнены, нет значительного доминирования одного или нескольких видов. Это также может говорить о вполне устойчивом состоянии данного сообщества.

Трофическая структура исследуемого биоценоза в целом разнообразна и включает в себя 6 групп: фитофаги, детритофаги, сестонофаги, хищники, полифаги и прочие. По количеству видов (8 видов, или 29 %), численности (568 экз./кг, или 40 %) и особенно биомассе (7,82 г/кг, или 80 %) преобладают фитофаги. Высокий процент фитофагов характерен для эпифитона цистозир, в том числе в одноименных сообществах, так как во многом пищевые предпочтения определяют характер местообитания вида.

ВЫВОДЫ

1. В эпифитоне водоросли *S. crinita* у побережья Утриша в сентябре 2017 года обнаружено 28 видов макрозообентоса.
2. Средняя численность составила 1431 ± 31 экз./кг, средняя биомасса – $9,7 \pm 0,5$ г/кг.
3. Выделено сообщество брюхоногого моллюска *Rissoa splendida*, что типично для биотопа цистозир открытых побережий северной части Черного моря.
4. В микрораспределении видов по глубинам четкой закономерности не выявлено. Максимальная численность отмечена на глубине 1 м (2232 экз./кг), биомасса – на отметке 5 м (19,6 г/кг).
5. Трофическая структура сообщества представлена 6 группами, среди которых преобладают фитофаги.

Статья выполнена в рамках госзаданий по темам: «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана» (№ гос. регистрации АААА-А18-118020890074-2), «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем» (№ гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2).

Список литературы

- Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. – Киев: Наукова думка, 1975. – 248 с.
- 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.
- Макаров М. В. Долговременные изменения численности и биомассы Mollusca в зарослях *Cystoseira* sp. в бухте Круглая (юго-западный Крым, Черное море) // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: V Международная научная конференция, 12–17 сентября 2016 г.: матер. – Минск: БГУ. – С. 235–236.
- Макаров М. В., Ковалева М. А. Структура таксоценоза Mollusca на естественных твердых субстратах в акваториях охраняемых районов Крыма // Экосистемы. – 2017. – Вып. 9. – С. 20–24.
- Макаров М. В., Бондаренко Л. В., Копий В. Г., Подзорова Д. В. Современное состояние макрозообентоса в зарослях водорослей *Cystoseira crinita* Duby, 1830 вдоль побережья Крыма (Черное море) // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: IX Международная научно-практическая конференция, 6 октября 2017 г.: матер. – Керчь: КФ («ЮгНИРО»), 2017. – Т. 1. – С. 92–98.
- Маккавеева Е. Б. К биологии и сезонным колебаниям численности некоторых бокоплавов Черного моря // Труды Севаст. биол. ст. – 1960. – Т. 13. – С. 120–127.
- Маккавеева Е. Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Черного моря – К.: Наукова думка, 1979. – 229 с.
- Мальцев В. И. О возможности применения показателя функционального обилия для структурных исследований зооценозов // Гидробиологический журнал. – 1990. – Т. 26, № 1. – С. 87–89.
- Чухчин В. Д. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря. – Киев: Наукова думка, 1984. – 176 с.
- Whittaker R.H. Dominance and diversity in land plant communities // Science. – 1965. – Vol. 147. – P. 250–260.
- Wilhm J L., Dorris T. C. Species diversity of benthic macroinvertebrates in a stream receiving domestic and oil refinery effluents // Amer. Middl and Natur. – 1966. – Vol. 76, N 2. – P. 427–429.

Makarov M. V., Viter T. V. Macrozoobenthos in epiphyton of algae *Cystoseira crinita* Duby, 1830 in aquatorium of State nature reserve Utrish (the Black sea) // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 105–111.

First data on species composition, abundance, biomass, frequency and trophic structure of macrozoobenthos in *C. crinita* epiphyton in coastal water area of reserve Utrish (the Black sea coast of Caucasus) were presented. The community of *Rissoa splendida* was found. The microdistribution of macrozoobentos at depths of 1, 3 and 5 m was shown. The comparison of species composition of macrozoobenthos between the same communities in cystoseira epiphyton near coasts of Caucasus and Crimea was made by Sørensen-Czekanowski community index. The species diversity and species evenness of community were estimated. The relatively rich species composition and comparatively low rates of animals' abundance and biomass on cystoseira were found in this area. The 6 trophic groups were determined.

Key words: *Cystoseira* epiphyton, macrozoobentos, distribution, depth, community, reserve Utrish.

Поступила в редакцию 08.05.18