

УДК [582.263-152.644:594](262.5+262.54)

DOI 10.29039/2413-1725-2024-10-2-116-127

ХАРАКТЕРИСТИКА ТАКСОЦЕНА MOLLUSCA В ЗАРОСЛЯХ ВОДОРΟΣЛЕЙ CHLOROPHYTA ВДОЛЬ ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

Макаров М. В.

*ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Россия
E-mail: mihaliksevast@inbox.ru*

Показано распределение моллюсков в эпифитоне некоторых зелёных водорослей у Азово-Черноморского побережья Крыма от залива Донзулав до Казантипа. Всего в период 2001–2023 гг. отмечено 20 видов, относящихся к Bivalvia (7 видов) и Gastropoda (13 видов). Многие виды впервые отмечены в данном биотопе. Максимальное количество видов (14) обнаружено в устье реки Чёрная. Средняя численность вдоль побережья Крыма составила 2539 ± 148 экз./кг, средняя биомасса $23,1 \pm 1,7$ г/кг. По численности доминировала *Hydrobia acuta* Draparnaud, 1805, по биомассе – *Mytilaster lineatus* Gmelin, 1791. Наибольшие численность (4936 экз./кг) и биомасса (138 г/кг) – в акватории Казантипа. Трофическая принадлежность включала в себя 7 групп. По количеству видов преобладали фитофаги, по численности – детритофаги, по биомассе – сестонофаги. В сравнительном аспекте средняя численность и средняя биомасса Mollusca была выше на водорослях *Cladophora* sp., чем на *Ulva intestinalis* Linnaeus, 1753.

Ключевые слова: вид, численность, биомасса, трофика, сравнительный аспект, эпифитон, биотоп.

ВВЕДЕНИЕ

Эпифитон макрофитов, включая моллюсков, вдоль побережья Крыма относительно хорошо изучен, однако, это касается преимущественно населения цистозиры и в меньшей мере, морской травы зостеры и некоторых других [1–4]. Mollusca на зелёных водорослях, относящихся к отделу Chlorophyta были исследованы очень мало, очень давно и только в районе Севастополя [5]. Морские зелёные водоросли широко распространены в мире и включают в себя более 2000 видов. Они используются в мониторинге прибрежных экосистем как индикаторы загрязнения сточными водами и другими поллютантами [6]. Зелёные водоросли обладают высокой способностью продуцировать органические вещества, столь необходимые для жизнедеятельности животных: до 72 % сухой массы слоевища ульвы составляют углеводы [7]. Использование биомассы водорослей рода *Cladophora* в агроаквакультуре является очень перспективным направлением, которое не только экономически выгодно, но и может способствовать снижению существующих растущих угроз для окружающей среды [8]. Автором накоплен многолетний массив данных по видовому составу, численности и биомассе моллюсков в этом биотопе в различных участках у побережья Крыма.

Цель – охарактеризовать современное (2001–2023 гг.) состояние таксоценоза Mollusca в эпифитоне водорослей отдела Chlorophyta вдоль побережья Крыма.

Задачи: исследовать видовой состав, численность и биомассу моллюсков в разных районах; изучить трофическую принадлежность таксоценоза Mollusca; провести сравнительную характеристику видового состава, численности и биомассы моллюсков в эпифитоне некоторых зелёных водорослей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Пробы собирали в период с 2001 по 2023 гг. на мелководье (глубины от 0 до 3 м) в эпифитоне водорослей: *Cladophora* sp., *Chetomorpha* sp., *U. intestinalis*, *U. rigida* C.Agardh, 1823 и *Ulva* sp., а также в ассоциациях: *Ulva* sp. + *Cladophora* sp., *Ulva* sp. + *Chetomorpha* sp., *Cladophora* sp. + *Chetomorpha* sp., *Cladophora* sp. + *U. linza* Linnaeus, 1753, *Cladophora* sp. + *U. linza* + *U. rigida* в 8 районах: залив Донузлав, устье реки Чёрная, бухта Стрелецкая, бухта Круглая, Карадаг, Опук, Керченский пролив и Казантип (Рис. 1).



Рис. 1. Схема районов отбора проб эпифитона Chlorophyta у побережья Крыма.

Цифрами обозначены: 1 – Донузлав, 2 – устье реки Чёрная, 3 – бухта Стрелецкая, 4 – бухта Круглая, 5 – Карадаг, 6 – Опук, 7 – Керченский пролив, 8 – Казантип.

Всего отобрана 51 проба. Большинство из них в период с мая по сентябрь. Эпифитон брали с помощью мешков из мельничного газа. Промывали через сито размером ячеек 0,5 мм. Фиксировали 4 % раствором нейтрализованного формалина. Затем разбирали по таксономическим группам и отбирали моллюсков. Их определяли по [9, 10], подсчитывали количество экземпляров, взвешивали на торсионных весах с точностью до 0,001 г. Макрофиты взвешивали на весах «Sortorius» с точностью до 0,1 г. Рассчитывали численность (экз.) и биомассу (г) Mollusca на единицу веса (кг) водорослей. Для средней численности и средней биомассы моллюсков приведён доверительный интервал [11]. Современную классификацию проводили в соответствии с мировым реестром морских видов [12]. Трофическую принадлежность определяли по [10, 13]. Солёность воды (‰) измеряли соленомером.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего вдоль побережья Крыма в зарослях зелёных водорослей в 2001–2023 гг. обнаружено 20 видов моллюсков (табл.).

Таблица

Видовой состав, средняя численность (экз./кг, над чертой) и средняя биомасса (г/кг, под чертой) Mollusca в различных районах у побережья Крыма

Вид, район	Донузлав	Устье реки Чёрная	Бухта Стрелецкая	Бухта Круглая	Карадаг	Опук	Керч. пр.	Казантип
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Abra nitida</i> (O. F. Müller, 1776)	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
<i>A. segmentum</i> (Récluz, 1843)	$\frac{0}{0}$	$\frac{5}{0,001}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
<i>Abra</i> sp.	$\frac{0}{0}$	$\frac{6}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
<i>Cerastoderm a glaucum</i> (Bruguère, 1789)	$\frac{0}{0}$	$\frac{14}{0,03}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
<i>Lentidium mediterraneu m</i> (O. G. Costa, 1830)	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{58}{0,096}$
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)	$\frac{0}{0}$	$\frac{93}{0,103}$	$\frac{40}{-}$	$\frac{118}{0,528}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1809}{1,808}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{993}{131,37}$
<i>Mytilus galloprovinci alis</i> Lamarck, 1819	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{0,004}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0,01}$

ХАРАКТЕРИСТИКА ТАКСОЦЕНА MOLLUSCA В ЗАРОСЛЯХ ...

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)	$\frac{449}{4,94}$	$\frac{7}{0,494}$	$\frac{426}{6,867}$	$\frac{227}{1,498}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{23}{0,162}$	$\frac{0}{0}$
Nudibranchi a gen. sp.	$\frac{0}{0}$	$\frac{16}{0,023}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)	$\frac{0}{0}$	$\frac{2615}{5,459}$	$\frac{271}{0,61}$	$\frac{64}{0,007}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{3629}{6,157}$
<i>Parthenina interstincta</i> (J. Adams, 1797)	$\frac{0}{0}$	$\frac{32}{0,045}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{4}{0,005}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
<i>Rissoa membranacea</i> (J. Adams, 1800)	$\frac{0}{0}$	$\frac{8}{0,133}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{909}{10,937}$	$\frac{0}{0}$
<i>R. parva</i> (da Costa, 1778)	$\frac{225}{0,34}$	$\frac{50}{0,257}$	$\frac{1628}{6,065}$	$\frac{14}{0,005}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{906}{1,65}$	$\frac{0}{0}$
<i>R. splendida</i> Eichwald, 1830	$\frac{0}{0}$	$\frac{12}{0,01}$	$\frac{138}{0,44}$	$\frac{114}{1,087}$	$\frac{55}{0,05}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
<i>R. venusta</i> R. A. Philippi, 1844	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{581}{1,76}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{409}{1,253}$	$\frac{0}{0}$
<i>Setia valvatoides</i> Milaschewitsch, 1909	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{543}{1,728}$	$\frac{35}{0,043}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1891}{1,89}$	$\frac{226}{0,407}$
<i>Theodoxus major</i> Issel, 1865	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{24}{0,06}$
<i>Tricolia pullus</i> (Linnaeus, 1758)	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{17}{0,426}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
<i>Tritia pellucida</i> (Risso, 1827)	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
<i>Tritia</i> sp. (juv.)	$\frac{112}{1,12}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Всего	$\frac{786 \pm 49}{6,4 \pm 0,5}$	$\frac{2860 \pm 255}{6,6 \pm 0,5}$	$\frac{3630 \pm 171}{22,9 \pm 1,1}$	$\frac{592 \pm 26}{2,7 \pm 0,1}$	$\frac{55 \pm 5}{0,1 \pm 0,01}$	$\frac{1809 \pm 177}{1,8 \pm 0,2}$	$\frac{4138 \pm 214}{15,9 \pm 1,1}$	$\frac{4936 \pm 571}{138,1 \pm 12,8}$

Примечание: – данные отсутствуют.

Двустворчатые моллюски *A. nitida*, *A. segmentum*, *C. glaucum*, *L. mediterraneum* и брюхоногие *H. acuta*, *P. interstincta*, *S. valvatooides*, *Th. major* впервые отмечены в эпифитоне зелёных водорослей у берегов Крыма. Моллюски *A. segmentum* и *C. glaucum* – эвритопные виды, *L. mediterraneum* обитает на песчаных грунтах, *H. acuta* – почти на всех грунтах, среди водорослей и морских трав, но предпочитает заиленные грунты, особенно в вершинах бухт, *P. interstincta* – на твёрдых и рыхлых поверхностях, *S. valvatooides* – в зарослях макрофитов и единично на скалах, *Th. major* считается обитателем солоноватых вод внутренних морей и пресных вод речных дельт на песчано-ракушечных грунтах и валунах [14–19]. Также можно отметить, что *B. reticulatum*, представители семейства Rissoidae и *T. pullus* являются эвритопными, в том числе характерными для зарослей макрофитов, а тритии – обитатели рыхлых грунтов и на водорослях встречаются эпизодически [4, 10].

Максимальное количество видов (14) отмечено в устье реки Чёрная (Юго-Западный Крым). Там наблюдаются своеобразные эстуарные условия. Эстуарий – полузамкнутый водный объект, являющийся частью устьевой области реки и характеризующийся активными процессами смешения речных и морских вод [20].

Ни один из видов моллюсков не встречен во всех районах исследований, что говорит о различных условиях обитания в них.

Средняя численность Mollusca в эпифитоне Chlorophyta вдоль побережья Крыма колебалась от 55 экз./кг в акватории Государственного природного заповедника «Карадагский» до 4936 экз./кг в районе Государственного природного заповедника «Казантипский», в среднем по Крыму она составила 2539 ± 148 экз./кг. По данному показателю преобладала *H. acuta* (60 %) преимущественно в устье реки Чёрная и в районе Казантипа. В этих акваториях пониженная солёность (во время исследований она составляла 15–16,8 ‰ и 10,3 ‰ соответственно) [21]. *H. acuta* – эвригалинный вид и легко переносит снижение солёности [17].

Средняя биомасса моллюсков в данном биотопе изменялась от 0,05 г/кг на Карадаге до 138,1 г/кг на Казантипе, в среднем по Крыму она была $23,12 \pm 1,68$ г/кг. Доминировал как в целом, так и в некоторых районах (Опук и Казантип) *M. lineatus* – эвритопный и массовый вид в Азово-Черноморском бассейне [17].

Трофическая характеристика (принадлежность) моллюсков включала в себя 7 групп: детритофаги, падальщики, полифаги, сестонофаги, фитофаги, эктопаразиты и прочие. По количеству видов (6 или 32 %) преобладали фитофаги (Рис. 2).

Фитофаги представлены моллюсками из семейства Rissoidae, а также *T. pullus*. Это растительноядные микрофаги, питающиеся преимущественно мелкими одноклеточными диатомовыми водорослями [10]. На макрофитах у них наибольшее количество видов [22].

По численности (1520 экз./кг или 57 %) доминировали детритофаги (Рис. 3).

По данному показателю среди детритофагов явно (почти 100 %) преобладала *H. acuta* и только менее 1 % приходилось на моллюсков рода *Abra*.

По биомассе значительно (17,4 г/кг или 76 % г/кг) доминировали моллюски из трофической группы сестонофагов (Рис. 4).

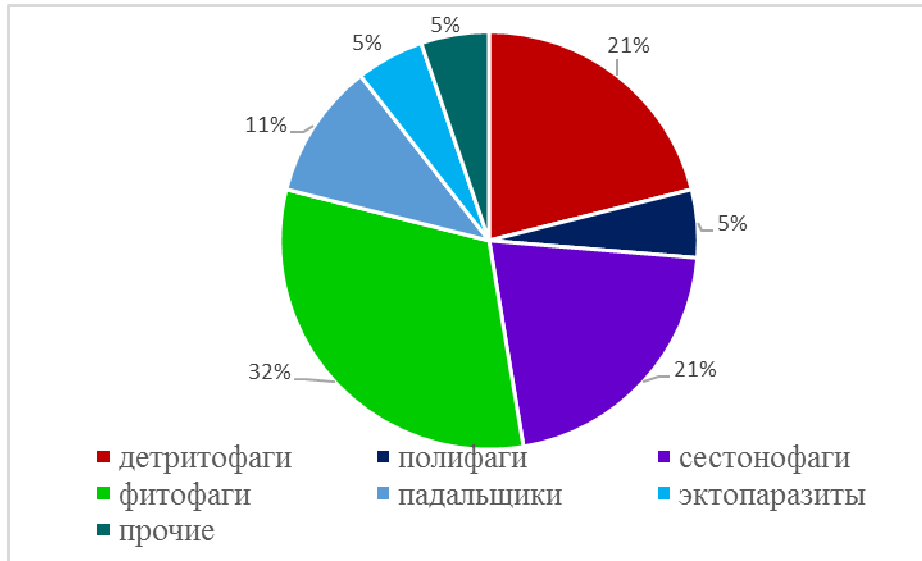


Рис. 2. Трофическая характеристика таксоцены Mollusca по количеству видов.

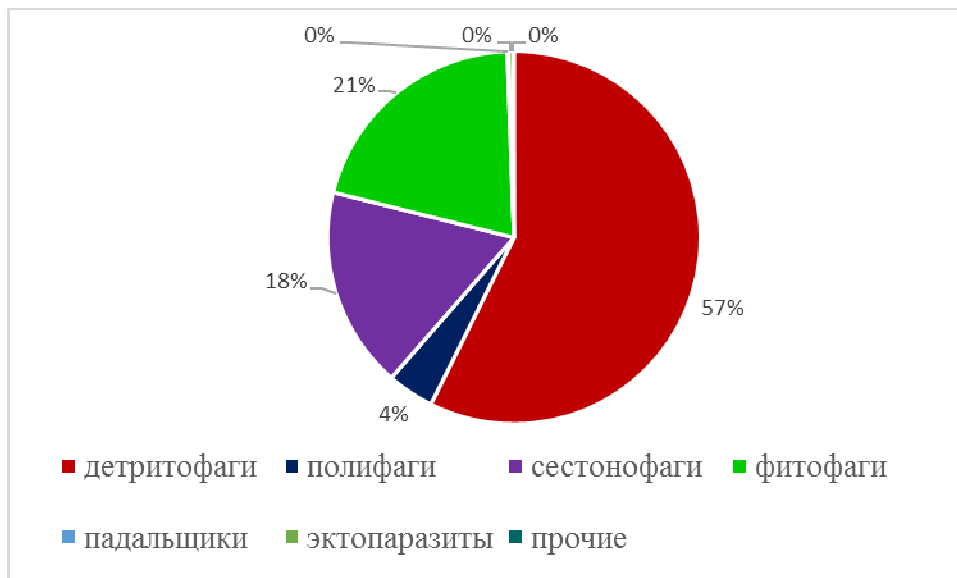


Рис. 3. Трофическая характеристика таксоцены Mollusca по численности.

К сестонофагам относятся двустворчатые моллюски-фильтраторы. Среди них явно (99 %) преобладал митилястер, особенно на Казантипе. Известно, что биологическая фильтрация в прибрежных водах не только является одним из основных способов получения пищи, но и представляет собой глобальную многоступенчатую систему процесса самоочищения среды. Бентосные организмы,

наряду с макрофитами, также принимают активное участие в биологической очистке природных вод [23].

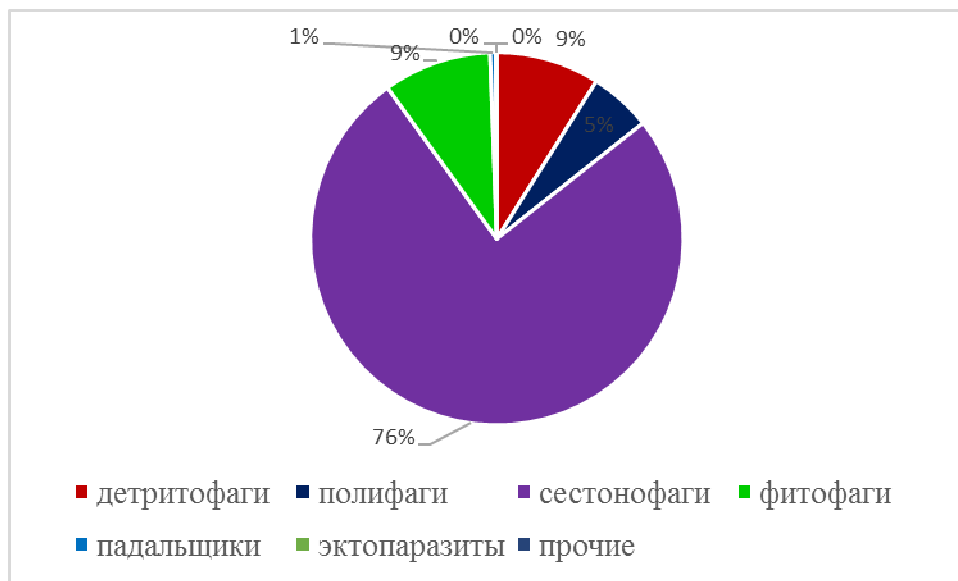


Рис. 4. Трофическая характеристика таксоцена Mollusca по биомассе.

Проведено сравнение видового состава, численности и биомассы Mollusca в биотопах некоторых водорослей Chlorophyta: рода *Cladophora* и *U. intestinalis*. *Cladophora* sp. – род нитчатых зелёных водорослей. Талломы кладофор представляют собой длинные разветвлённые нити. Обитает на скалах, камнях, ракушках и песке [6, 24, 25]. Представители рода *Ulva* характеризуются трубчатым талломом, часто ветвящимся, сначала всегда прикреплённым к субстрату узким стебельком, позднее он может оторваться и свободно плавать. Обитает на твёрдых грунтах. В распреснённых и загрязнённых участках прибрежной зоны образует заросли [6, 24–26]. Численность и биомасса моллюсков в среднем были выше на водорослях рода *Cladophora*, чем на *U. intestinalis* (Рис. 5, 6).

На обоих водорослях, но особенно на ульве, доминирует (88 %) *H. acuta*. Это эврибионтный вид. Выдерживает значительные колебания температуры, гипоксию, устойчив к сероводородному загрязнению [6, 27].

По биомассе на *Cladophora* sp. преобладает *B. reticulatum* благодаря своим относительно крупным размерам. Это эврибионтный вид [10]. Однако, на *U. intestinalis* по данному показателю доминирует *H. acuta*.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТАКСОЦЕНА MOLLUSCA В ЗАРОСЛЯХ ...

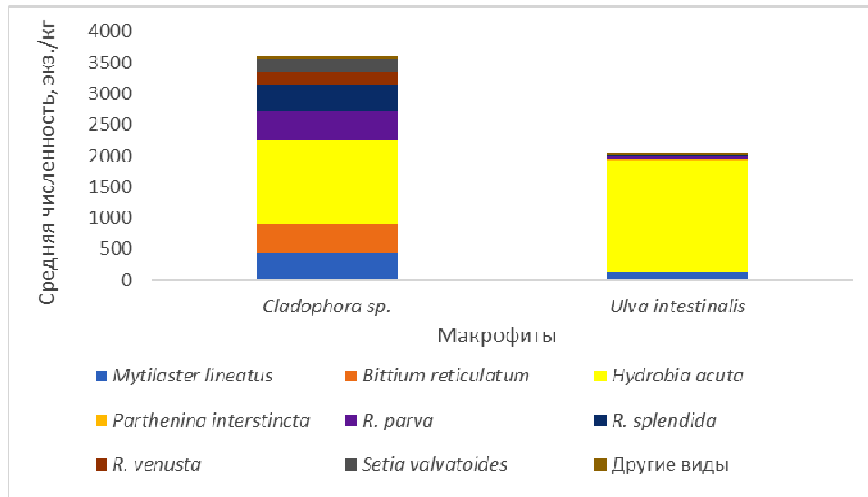


Рис. 5. Средняя численность Mollusca на различных водорослях Chlorophyta.

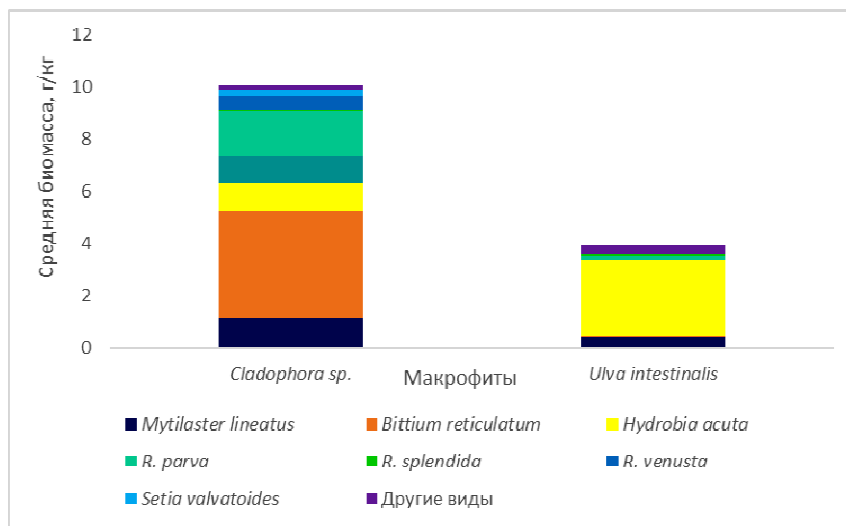


Рис. 6. Средняя биомасса Mollusca на различных водорослях Chlorophyta.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В эпифитоне водорослей отдела Chlorophyta вдоль побережья Крыма в период 2001-2023 гг. отмечено 20 видов Mollusca, из них 7 относятся к Bivalvia, а 13 – к Gastropoda. Двустворчатые моллюски *Abra nitida*, *A. segmentum*, *Cerastoderma glaucum*, *Lentidium mediterraneum* и брюхоногие *Hydrobia acuta*, *Parthenina interstincta*, *Setia valvatoides* и *Theodoxus major* впервые отмечены в эпифитоне зелёных водорослей у берегов Крыма. Наибольшее количество видов (14)

обнаружено в устье реки Чёрная. Средняя численность моллюсков варьировала от 55 экз./кг в акватории Карадага до 4936 экз./кг в районе Казантипа, составляя в среднем по Крыму 2539 экз./кг. По данному показателю доминировала *Hydrobia acuta*. Средняя биомасса Mollusca изменялась от 0,05 г/кг на Карадаге до 138,1 г/кг на Казантипе, в среднем она была 23,1 г/кг. По этому показателю преобладал *Mytilaster lineatus*. Трофическая принадлежность включала в себя 7 групп. По количеству видов преобладали фитофаги (32 %), по численности – детритофаги (57 %), по биомассе – сестонофаги (76 %). В сравнительном аспекте средняя численность и средняя биомасса Mollusca была в целом выше на водорослях рода *Cladophora*, чем на *Ulva intestinalis*.

БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаю Благодарности сотрудникам ФИЦ ИнБЮМ: к. б. н., н. с. лаборатории Проблем идентификации видов Белогуровой Р. Е., м.н.с. отдела Экологической паразитологии Белоусовой Ю. В. и м.н.с. лаборатории Хемэкологии отдела Радиационной и химической биологии Витер Т. В., а также Бабиш Е. И. за помощь в сборе проб и Колесниковой Е. А. за помощь в определении макрофитов.

Статья подготовлена по теме государственного задания ФГБУН ФИЦ ИнБЮМ «Биоразнообразие как основа устойчивого функционирования морских экосистем, критерии и научные принципы его сохранения» (№ гос. регистрации 1023032000049-6-1.6.21).

Список литературы

1. Киселева Г. А. Видовой состав и динамика макрозообентоса в ассоциациях водорослей Карадагского природного заповедника / Г. А. Киселева // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып. 20. – С. 57–66.
2. Макаров М. В. Таксоценоз Mollusca в эпифитоне морской травы *Zostera* sp. в акватории бухты Казачья (Черное море) / М. В. Макаров // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2018. – Вып. 3. – С. 92–97. doi: 10.22449/2413-5577-2018-3-92-97.
3. Макаров М. В. Макрозообентос зарослей водорослей *Cystoseira crinita* Duby, 1830 у берегов Крыма и Кавказа (Чёрное море) / М. В. Макаров, В. Г. Копий, Л. В. Бондаренко, Т. В. Витер, Д. В. Подзорова // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2020. – Т. 6 (72), № 3. – С. 97–116. DOI: 10.37279/2413-1725-2020-6-3-97-116.
4. Маккавеева Е. Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Чёрного моря / Е. Б. Маккавеева – Киев: Наукова думка, 1979. – 229 с.
5. Маккавеева Е. Б. Эпифитон зарослей зеленой ульвы (*Ulva rigida*) / Е. Б. Маккавеева // Экология моря. – 1992. – Вып. 42. – С. 20–24.
6. Milchakova N. A. Marine plants of the Black Sea. An illustrated field Guide / N. A. Milchakova. – Sevastopol: Digit Print Press. – 2011. – 144 p.
7. Бойко Л. И. Сезонная динамика биомассы, продукции и биохимического состава водоросли *Ulva rigida* AG в Чёрном море / Л. И. Бойко, В. В. Громов, А. А. Калугина-Гутник, Е. И. Медведева, К. А. Панченко, Е. Б. Петренко // Растительные ресурсы. – 1978. – Т. 14. – С. 540–546.
8. Prazukin A. V. Unlimited possibilities to use *Cladophora* (Chlorophyta, Ulvophyceae, Cladophorales) biomass in agriculture and aquaculture with profit for the environment and humanity / Prazukin A. V., Anufrieva E. V., Shadrin N. V. // Science of The Total Environment. – 2023. – Vol. 884. – Art. no. 163894 (18 p.).

9. Голиков А. Н. Определитель фауны Черного и Азовского морей / А. Н. Голиков, Я. И. Старобогатов // Т. 3: моллюски – Киев: Наукова думка, 1972. – С. 60–249.
10. Чухчин В. Д. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря / В. Д. Чухчин. – Киев: Наукова думка, 1984. – 176 с.
11. Холодов В. И. Планирование экспериментов в гидробиологических исследованиях / В. И. Холодов. – 2016. – Симферополь: Н. Орианда. – 196 с.
12. World register of marine species. URL: <http://www.marinespecies.org>. [Accessed 29.11.2023].
13. Мельникова А. В. Новые данные о распространении брюхоногого моллюска *Theodoxus pallasi* Lindholm, 1924 (Mollusca, Gastropoda) в Куйбышевском водохранилище / А. В. Мельникова, М. А. Гвоздарева // Российский журнал биологических инвазий. – 2022. – № 2. – С. 59–64.
14. Давиташвили Л. Ш. Справочник по экологии морских двустворок / Л. Ш. Давиташвили, Р. Л. Мерклин – Москва: Наука. – 1968. – 178 с.
15. Жадин В. И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР / В. И. Жадин // Определители по фауне СССР, издаваемые Зоол. инст. АН СССР. – М. Л.: Изд-во АН СССР. – Т. 46. 1952. – 376 с.
16. Ковалёва М. А. Обрастания естественных твёрдых субстратов (скал) акватории Карадагского природного заповедника (Чёрное море) / М. А. Ковалёва, Н. А. Болтачева, М. В. Макаров, Л. В. Бондаренко // Экосистемы: их оптимизация и охрана. – Симферополь: ТНУ, 2014. – Вып. 10. – С. 77–81.
17. Копий В. Г. Атлас обитателей псевдолиторали Азово-Черноморского побережья Крыма / В. Г. Копий, Л. В. Бондаренко / Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН. – Севастополь: ФИЦ ИнБЮМ. – 2020. – 120 с.
18. Макаров М. В. Структура таксоцены Mollusca на естественных твёрдых субстратах в акваториях охраняемых районов Крыма / М. В. Макаров, М. А. Ковалева // Экосистемы. – 2017. – Вып. 9. – С. 20–24.
19. Макаров М. В. Экологические особенности Pygamidellidae (Gastropoda, Mollusca) у побережий Крыма и Кавказа / М. В. Макаров // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2021. – Том 7 (73), № 4. – С. 79–91.
20. Михайлов В. Н. Новый подход к определению и типизации эстуариев / В. Н. Михайлов, С. Л. Горин, М. В. Михайлова // География. Вестник Московского университета. – 2009. – № 5. – С. 3–11.
21. Макаров М. В. Таксоцен Mollusca в эпифитоне макрофитов побережья Казантипа (Крым, Азовское море) / М. В. Макаров // Биоразнообразии и устойчивое развитие: Тезисы докладов Международной научно-практической конференции, Симферополь, 19–22 мая 2010 г. – Симферополь, 2010. – С. 84–85.
22. Рябушко Л. И. Диатомовые водоросли эпифитона макрофитов крымского побережья Чёрного моря / Л. И. Рябушко, А. Г. Широаян, Д. Н. Лишаев // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – Природного Заповедника РАН. – 2020. – Вып. 3 (15). – С. 3–11.
23. Капков В. И. Биоремедиация морских прибрежных экосистем: использование искусственных рифов / В. И. Капков, Е. В. Шошина, О. А. Беленикина // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. – 2016. – Т. 19, № 1/2. – С. 286–295.
24. Зинова А. Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР / А. Д. Зинова. – М. – Л.: Наука, 1967. – 398 с.
25. Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря / А. А. Калугина-Гутник. – Киев: Наукова думка, 1975. – 248 с.
26. Степаньян О. В. Макрофитобентос Чёрного и Азовского морей: флористические и экологические аспекты (обзор) / О. В. Степаньян // Наука юга России. – 2020. – Т. 16, № 4. – С. 26–38. DOI: 10.7868/S25000640200404.
27. Анистратенко В. В. Моллюски Азовского моря / И. А. Халиман, О. Ю. Анистратенко. – Киев : Наукова думка, 2011. – 172 с.

CHARACTERIZATION OF MOLLUSCA TAXOCENE IN CHLOROPHYTA
ALGAE ALONG THE COAST OF THE CRIMEA

Makarov M. V.

Institute of biology of the southern seas RAS, Sevastopol, Russia
E-mail: mihaliksevast@inbox.ru

The distribution of mollusks in the epiphyton of some green algae (*Cladophora* sp., *Chetomorpha* sp., *Ulva intestinalis*, *U. rigida* and *Ulva* sp., and in the associations: *Ulva* sp. + *Cladophora* sp., *Ulva* sp. + *Chetomorpha* sp., *Cladophora* sp. + *Chetomorpha* sp., *Cladophora* sp. + *U. linza*, *Cladophora* sp. + *U. linza* + *U. rigida*) off the Azov-Black Sea coast of Crimea from Donzulav Gulf to Kazantip was shown. A total of 20 species belonging to Bivalvia (7 species) and Gastropoda (13 species) were recorded in the period 2001-2023 years. Many species (bivalves *Abra nitida*, *A. segmentum*, *Cerastoderma glaucum*, *Lentidium mediterraneum*, gastropods *Hydrobia acuta*, *Parthenina interstincta*, *Setia valvatoides* and *Theodoxus major*) were recorded for the first time in epiphyton of Chlorophyta, because this biotope under-researched. The maximum number of species (14) was found in the mouth of the Chernaya River. The average abundance along the Crimean coast was from 55 ind./kg in the water area in Karadag to 4936 ind./kg in the area of Kazantip, averaging over Crimea 2539 ± 148 ind./kg. The average biomass of Mollusca varied from 0.05 g/kg on Karadag to 138.1 g/kg on Kazantip, with the Crimean average 23.1 ± 1.7 g/kg. Gastropods *H. acuta* dominated in abundance, but Bivalvia *Mytilaster lineatus* – in biomass. Trophic affiliation included 7 groups. Phytophagous species were predominated in terms of number of species (6 or 32 %). Phytophagous species were represented by molluscs from the family Rissoiidae, as well as *Tricolia pullus*. Detritophagous dominated in terms of abundance (1520 ind./kg or 57 %). According to this indicator, *H. acuta* clearly prevailed among detritophages (almost 100 %) and only less than 1 % were molluscs of the genus *Abra*. Sestonophagous were prevailed in terms of biomass (17,4 g/kg or 76 %). The sestonophagous species include bivalve filter-feeding mollusks. Among them, *M. lineatus* was clearly (99 %) predominated, especially on Kazantip. In comparative aspect, the mean abundance and mean biomass of Mollusca was higher on algae *Cladophora* sp., than on *Ulva intestinalis*. On abundance, on both algae, but especially in *Ulva* sp., were dominated (88 %) *H. acuta*. On biomass, on *Cladophora* sp. was dominated *Bittium reticulatum* due to its relatively large size, but on *Ulva* sp. was dominated *H. acuta*.

Keywords: species, abundance, biomass, trophic, comparative aspect, epiphyton, biotop.

References

1. Kiselyova G. A. Species composition and dynamics of macrozoobenthos in algal associations of the Karadag Nature Reserve. *Ecosystems, their optimization and protection*. **20**, 57 (2009). (in Russ.).
2. Makarov M. V. The taxon of molluscs in epiphyton marine grass *Zostera* sp. in the Kazachya Bay (the Black Sea). *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, **1**, 119 (2018). doi:10.22449/2413-5577-2020-1-119-130 (in Russ.).
3. Makarov M. V., Kopyy V. G., Bondarenko L. V., Viter T. V., Podzorova D. V. Macrozoobenthos in the epiphyton of algae *Cystoseira crinita* Duby, 1830 near the coast of Crimea and the Caucasus (the Black

- Sea). *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, **6 (72)**, № 3, 97 (2020). DOI: 10.37279/2413-1725-2020-6-3-97-116.
4. Makkaveeva E. B. *Invertabrates of overgrown macrophyts of the Black Sea*, 229 p. (Kiev: Naukova dumka, 1979).
 5. Makkaveeva E. B. Epiphyton of green *Ulva* thickets (*Ulva rigida*). *Ecology of the sea*, **42**, 20 (1992).
 6. Milchakova N. A. *Marine plants of the Black Sea. An illustrated field Guide*, 144 p. (Sevastopol: Digit Print Press, 2011).
 7. Boyko L. I., Gromov V. V., Kalugina-Gutnik A. A., Medvedeva E. I., Panchenko K. A., Petrenko E. B. Seasonal dynamics of biomass, production and biochemical composition of the alga *Ulva rigida* AG in the Black Sea. *Plant resources*, **14**, 540 (1978). (in Russ.).
 8. Prazukin A. V., Anufrieva E. V., Shadrin N. V. Unlimited possibilities to use *Cladophora* (Chlorophyta, Ulvophyceae, Cladophorales) biomass in agriculture and aquaculture with profit for the environment and humanity. *Science of The Total Environment*, **884**, 163894 (2023).
 9. Golikov A. N., Starobogatov Ya. I. Gastropod Mollusks. *The definition of fauna of the Black and Azov Seas*, **3**, 65 (1972). (in Russ.).
 10. Chukhchin V. D. *Ecology of the Black Sea gastropods*, 176 p. (Kiev: Naukova dumka, 1984).
 11. Holodov V. I. *Planning of experiments in hydrobiological research*, 196 p. (Simferopol: N. Orianda, 2016).
 12. World register of marine species. WoRMS. URL: <http://www.marinespecies.org>. [Accessed 29.11.2023].
 13. Melnikova A. V. New data on the distribution of the gastropod mollusk *Theodoxus pallasi* Lindholm, 1924 (Mollusca, Gastropoda) in the Kuibyshev reservoir. *Russian Journal of Biological Invasions*, **2**, 59 (2022).
 14. Davitashvili L. Sh., Merklin R. L. (Eds.). *Handbook of the ecology of marine bivalves*, 178. (Moscow: Nauka, 1968). (in Russ.).
 15. Zhadin V. I. Mollusks of fresh and brackish waters of the USSR. *Definitions of the fauna of the USSR, published by the Zool. inst. of the USSR Academy of Sciences*, **46**, 376 (M. L.: USSR Academy of Sciences Publishing House, 1952). (in Russ.).
 16. Kovaleva M. A., Boltacheva N. A., Makarov M. V., Bondarenko L. V. Fouling of natural hard substrates (rocks) in the water area of the Karadag Nature Reserve (the Black Sea). *Ecosystems, their optimization and protection*, **10**, 77 (2014). (in Russ.).
 17. Kopy V. G., Bondarenko L. V. *Atlas of inhabitants of the pseudo-littoral of the Sea of Azov-Black Sea coast of Crimea*, 120 p. (Sevastopol: IBSS, 2020). (in Russ.).
 18. Makarov M. V., Kovalyova M. A. The structure of taxon of molluscs on natural hard substrates in aquatorium of Crimean reserve areas. *Ekosystems*, **9**, 20 (2017).
 19. Makarov M. V. Ecological features of Pyramidellidae (Gastropoda, Mollusca) near the coasts of the Crimea and the Caucasus. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, **7 (73)**, **4**, 79 (2021).
 20. Mikhailov V. N., Gorin S. I., Mikhailova M. V. New approach to the definition of estuaries and to their typology, *Moscow University Geography Bulletin*, **5**, 3 (2009).
 21. Makarov M. V. Taxocene of Mollusca in the epiphyton of macrophytes of the Kazantip coast (Crimea, Azov Sea). *Abstracts of the international scientific and practical conference: Biodiversity and sustainable development* (Simferopol, may, 20-22, 2010), 84–85. (in Russ.).
 22. Ryabushko L. I., Shiroyan A. G., Lishaev D. N. Diatom algae of epiphyton macrophytes of the Crimean Black Sea coastline, *Proceedings of the Karadag Research Station named after T.I. Vyazemsky – Natural Reserve of RAS*, **3 (15)**, 3 (2020).
 23. Kapkov V. I. Bioremediation of marine coastal ecosystems: use of artificial reefs. *Bulletin of MSTU. Proceedings of Murmansk State Technical University*, **19**, № ½, 286 (2016). (in Russ.).
 24. Zinova A. D. *Definition of green, brown and red algae of the southern seas of the USSR*. 398 (M. – L.: Science, 1967). (in Russ.).
 25. Kalugina-Gutnik A. A. *Phytobenthos of the Black sea*, 248 p. (Kiev: Naukova dumka, 1975). (in Russ.).
 26. Stepanyan O. V. Macrophytobenthos of the Black and Azov Seas: floristic and ecological aspects (review), *Science in the south Russia*, **16 (4)**, 26 (2020). DOI: 10.7868/S25000640200404.
 27. Anistratenko V. V., Haliman I. A., Anistratenko O. Yu. *Mollusks of Sea of Azov*, 172 p. (Kiev: Naukova dumka, 2011). (In Russ.).