



УДК 595.371:639.4(262.5)

## БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ БОКОПЛАВОВ НА КОЛЛЕКТОРАХ МИДИЙНОЙ ФЕРМЫ (СЕВАСТОПОЛЬ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)

© 2017 г. **В. А. Гринцов**, канд. биол. наук, с. н. с.

Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия  
E-mail: [vgrintsov@gmail.com](mailto:vgrintsov@gmail.com)

Поступила в редакцию 10.07.2017 г. Принята к публикации 18.12.2017 г.

Боклопавы выполняют важную роль в море как ценный источник пищи для многих видов гидробионтов и участвуют в утилизации первичной и вторичной продукции. Они являются биоиндикаторами и промежуточными хозяевами паразитических организмов. Исследована годовая динамика видового состава и численности боклопавов коллекторов мидийной фермы у входа в бухту Карантинную (г. Севастополь, Чёрное море). Идентифицировано 72 613 особей, относящихся к 18 видам боклопавов, из которых 4 доминируют по численности в разные сезоны года. Установлена синхронность изменения численности боклопавов и суммарной сырой массы обрастателей (коэффициент корреляции — 0,95). Боклопавы систематизированы по биотопам обитания, оценена их численность в сообществе.

**Ключевые слова:** боклопавы, обрастание, биоразнообразие, Чёрное море

Боклопавы являются биоиндикаторами качества среды обитания, ценным источником пищи для многих видов гидробионтов и промежуточными хозяевами паразитических организмов, а также утилизируют первичную и вторичную продукцию [1]. Эти ракообразные — обычный компонент сообщества обрастания различных искусственных конструкций. В обрастании искусственных и природных твёрдых субстратов в акватории п-ва Крым (Чёрное море) выявлено 38 видов боклопавов, из них 36 отмечены в обрастании различных сооружений — причалов, молов, волнорезов, коллекторов марихозяйств [2]. В настоящей статье рассмотрена динамика разнообразия и количественных показателей 18 видов боклопавов в сообществе обрастания коллекторов фермы по культивированию двустворчатых моллюсков, которая находится у входа в бухту Карантинную (г. Севастополь, п-ов Крым, Чёрное море).

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальные коллекторы для выращивания мидий выставлены 11 января 2000 г. на носители фермы, расположенной на участке открытого берега близ Карантинной бухты в г. Севастополе (44°61'83.46"N, 33°50'33.80"E). По одному коллектору длиной 10 м отбирали ежемесячно в течение 16 месяцев с марта 2000 по август 2001 г., за исключением июля 2000 г., а также января, марта и июля 2001 г. Коллектор представлял собой верёвку со вставленными через 20 см фрагментами капронового фала длиной 10 см и толщиной 12 мм. Конструкции коллекторов и ферм подробно рассмотрены в работе [6]. Численность и количественные показатели боклопавов рассчитывали на 1 м<sup>2</sup> поверхности коллектора. При расчёте площади форму верёвки и фала приравнивали к цилиндру.

Фрагменты сообщества обрастания с коллектора помещали в ёмкость и выдерживали 15 мин в пресной воде. Фрагменты обрастания энергично встряхивали в воде, затем боклопавов смывали на мельничный газ с ячейей размером 0,5 мм. Смыв фиксировали 80 % этиловым спиртом. Боклопавов

идентифицировали, каждый вид раскладывали в отдельные ёмкости для дальнейшего изучения. Всего проанализировано 72 613 особей, относящихся к 18 видам бокоплавов (табл. 1). Параллельно измеряли сырую массу макрофитов, сидячих форм беспозвоночных, а также двух видов митилид (*Mytilus galloprovincialis* Lam. 1819 и *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791)), доминирующих по биомассе в сообществе. Сырую биомассу рассчитывали на 1 м<sup>2</sup> коллектора. Средние значения численности и сырой массы, доверительные интервалы, содержащие ошибку среднего, парную корреляцию рассчитывали в программе MS Excel.

**Таблица 1.** Видовой состав, численность бокоплавов и доля разных видов от общего числа особей

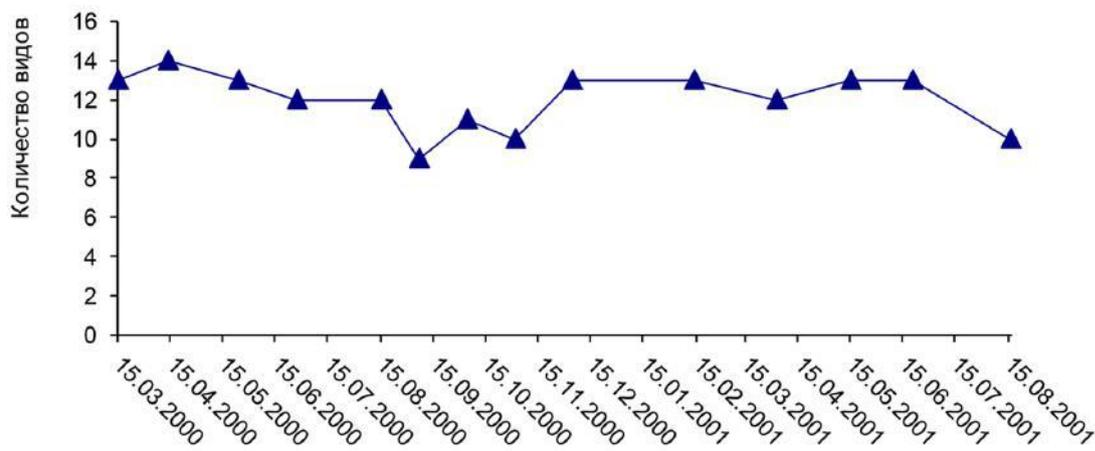
**Table 1.** The number of specimens and their share in all the studied specimens in different Amphipoda species

Вид	Численность	Доля особей, %
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin, 1826	3717	5,119
<i>Apherusa chierighinii</i> Giordani-Soica, 1950	154	0,212
<i>Caprella acanthifera</i> Leach, 1814	4996	6,880
<i>Caprella liparotensis</i> Haller, 1879	3	0,004
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagui, 1813)	734	1,011
<i>Echinogammarus foxi</i> (Schellenberg, 1928)	1	0,001
<i>Erichthonius difformis</i> Milne-Edwards, 1830	66	0,091
<i>Gammarellus carinatus</i> (Rathke, 1837)	8	0,011
<i>Gammarus insensibilis</i> Stock, 1966	176	0,242
<i>Hyale pontica</i> Rathke, 1837	16	0,022
<i>Hyale crassipes</i> (Heller, 1866)	1	0,001
<i>Jassa ocia</i> (Bate, 1862)	166	0,229
<i>Jassa marmorata</i> (Holmes, 1903)	26 608	36,644
<i>Melita palmata</i> (Montagui, 1804)	314	0,432
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853	2346	3,231
<i>Microdeutopus versicillatus</i> (Bate, 1856)	1	0,001
<i>Monocorophium insidiosum</i> Crawfort, 1937	330	0,454
<i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagui, 1815)	32 976	45,413
Всего особей:	72 613	

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе сукцессии число видов бокоплавов в сообществе обрастания варьировало от 9 до 14 (рис. 1). В начале экспозиции коллекторов (11.01.2000–13.03.2000) сообщество обрастания заселили 13 видов бокоплавов. В дальнейшем (13.03.2000–16.08.2001) число видов бокоплавов изменялось в небольшом диапазоне без определённой тенденции. Подобная ситуация может быть связана с условиями среды для поселения видов, способных выжить в данном сообществе.

Из таксономического состава бокоплавов выделены несколько групп видов, на примере которых рассмотрена динамика видового богатства в процессе сукцессии. Первая — виды, обнаруженные во все месяцы наблюдений: *A. ramondi*, *C. acanthifera*, *J. marmorata*, *J. ocia*, *M. gryllotalpa*, *M. insidiosum*, *S. monoculoides*. Большинство из них — типичные обитатели водорослевых сообществ или обрастаний. Так, по данным Е. Б. Маккавеевой [5], из 15–18 видов бокоплавов зарослей макрофитов 6 являются наиболее массовыми. Из них в нашем списке присутствуют *A. ramondi*, идентифицируемый как *Ampithoe vaillanti* Lucas, 1846, и *S. monoculoides*. Три вида указаны как обитатели макрофитов: *C. acanthifera* и *J. ocia* — цистозира, филофора; *M. gryllotalpa* — цистозира, разные виды водорос-



**Рис. 1.** Динамика количества видов бокоплавов в процессе сукцессии сообщества обрастания мидийных коллекторов

**Fig. 1.** Dynamics of Amphipoda species number in succession of fouling community of mussels collectors

лей [5]. *J. marmorata* отмечен как обитатель водорослевых сообществ и искусственных конструкций в море [10]. Особи *M. insidiosum* строят трубки среди макрофитов и гидроидных полипов [7]. Вторая группа — это случайные или нетипичные для обрастания виды.

В процессе исследования на коллекторах встречены единичные экземпляры *E. foxi* и *M. versicillatus*. Эти виды более характерны для других биотопов. *E. foxi* — массовый вид прибрежных вод, обитающий под камнями [8] и в зоне галечно-песчаных пляжей [3]. *M. versicillatus* указан как обитатель не только водорослевых сообществ (цистозира, филлофора) [5], но и рыхлых грунтов [4].

Отдельно следует рассмотреть холодолюбивый вид *G. carinatus*, появляющийся в прибрежной зоне моря в зимний и весенний период [1]. В наших исследованиях он также отмечен в это время в небольших количествах. Остальные виды бокоплавов в обрастании отсутствовали в отдельные периоды, как и описанные выше виды второй группы. Бокоплав *C. liparotensis* несколько отличается от остальных по биологии. Особи этого вида встречаются в обрастании, но преимущественно в сообществе с доминированием гидроидных полипов, которые способствуют формированию его поселений. В Средиземном море этот вид всегда ассоциирован с гидроидными полипами [9]. В нашем исследовании обнаружены только 3 экз. *C. liparotensis* в августе 2001 г. Таким образом, видовой состав бокоплавов сообщества обрастания является конгломератом групп видов, разных по предпочтению биотопов обитания.

Проанализируем численность семи видов бокоплавов, не являющихся случайными в сообществе обрастания и отмеченных круглый год (рис. 2). Сопоставление графиков суммарной биомассы сидячих организмов (макрофитов, сессильных форм, митилидов) и численности *A. ramondi*, *J. marmorata*, *M. gryllotalpa*, *S. monoculoides* показало синхронность в изменении этих параметров. Сопряженность изменений численности бокоплавов и суммарной биомассы обрастателей отражена в положительных парных корреляциях. Для *A. ramondi* коэффициент корреляции равен 0,66, для *J. marmorata* — 0,47, для *M. gryllotalpa* — 0,57, для *S. monoculoides* — 0,69. Возможно, что увеличение биомассы обрастаний сопровождается возрастанием для этих видов бокоплавов количества микроубежищ и пищи, что способствует росту их численности в сообществе. Известно, что *S. monoculoides*, *A. ramondi* и *M. gryllotalpa* потребляют в пищу мелкие формы макрофитов и детрит [1].

Динамика численности *C. acanthifera* сопряжена с изменением параметров суммарной сырой биомассы сидячих форм (рис. 3А). Значение положительной парной корреляции между численностью бокоплова и суммарной сырой биомассой обрастателей равно 0,49. Между тем, на графике прослеживается запаздывание второго пика численности *C. acanthifera* по отношению к пику сырой массы (пик

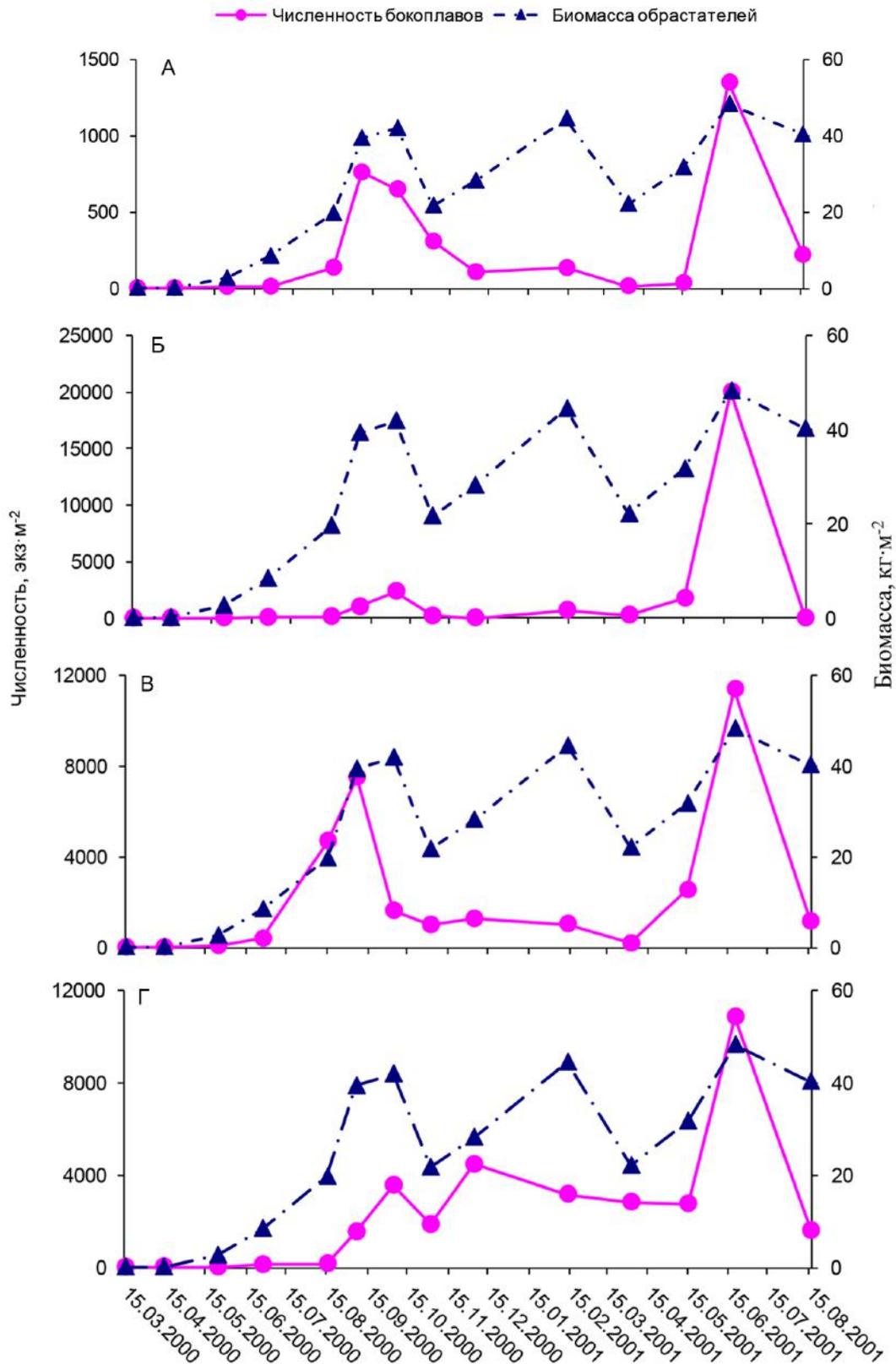
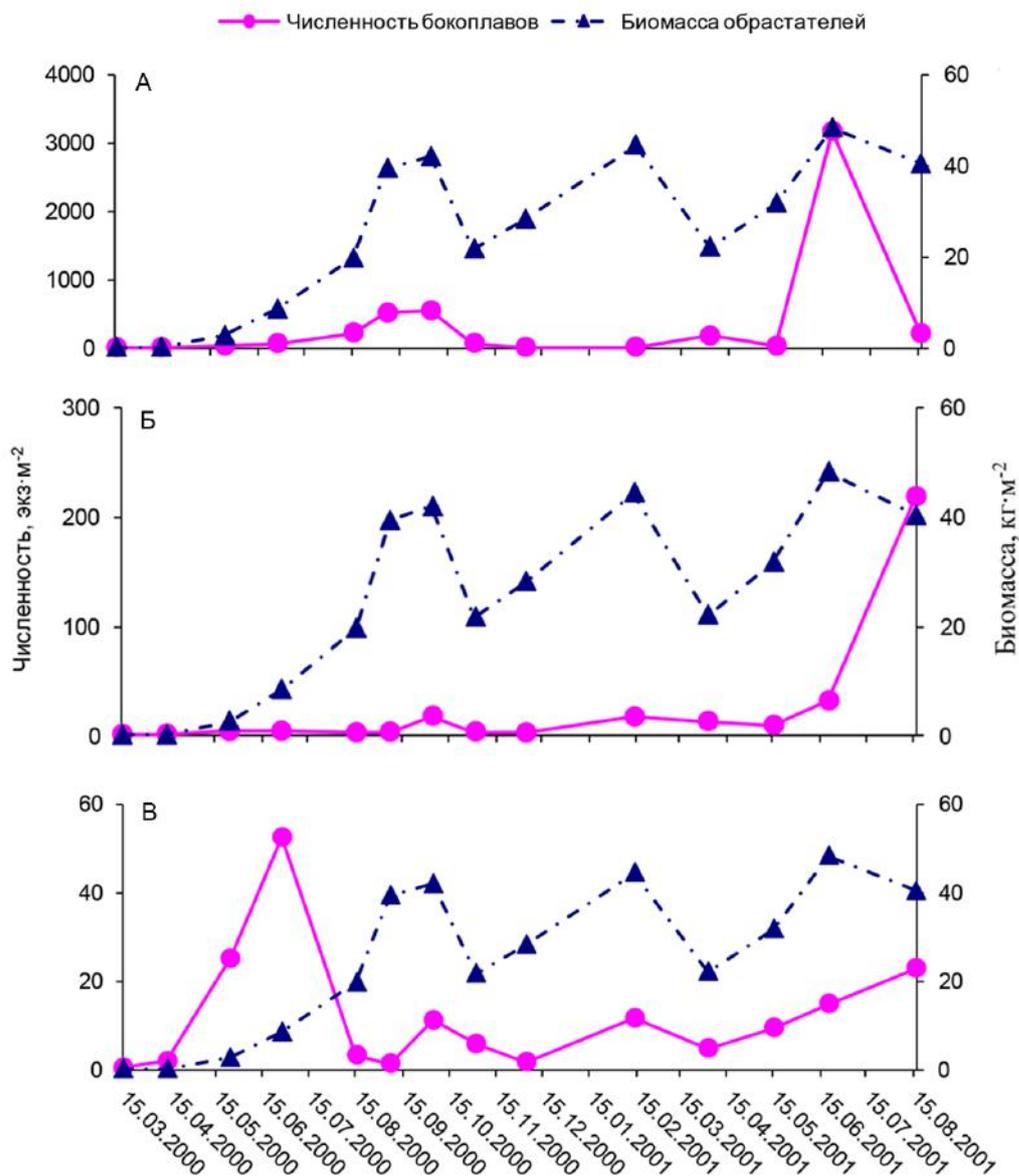


Рис. 2. Динамика численности бокоплавов и биомассы обрастателей: А — *A. ramondi*; Б — *J. marmorata*; В — *M. grylloalpa*; Г — *S. monoculoides*

Fig. 2. Dynamics of amphipods number (specimens per m and of the wet weight of fouling organisms): А — *A. ramondi*; Б — *J. marmorata*; В — *M. grylloalpa*; Г — *S. monoculoides*

биомассы обрастателей приходится на февраль, в то время как пик численности бокоплава — на март), что может быть связано с особенностью биологии вида или его питанием. В пищевом комке этого вида значительную долю занимают копеподы (30 %) [1], на основании чего можно заключить, что *C. acanthifera* в значительной степени является хищником. Возможно, сдвиг второго пика численности связан с особенностями динамики пищевого объекта этого вида бокоплава.



**Рис. 3.** Динамика численности бокоплавов и биомассы обрастателей: А — *C. acanthifera*; Б — *M. insidiosum*; В — *J. ocia*

**Fig. 3.** Dynamics of amphipods number as well as the wet weight of fouling organisms: А – *C. acanthifera*; Б – *M. insidiosum*; В – *J. ocia*

Динамика численности бокоплавов *M. insidiosum* и *J. ocia* слабо связана с изменением параметров биомассы сидячих организмов обрастания (рис. 3Б, рис. 3В). Значение парной корреляции численности *M. insidiosum* и биомассы обрастателей является положительным, но низким (0,36), а для *J. ocia* — близким к нулю. Вероятно, динамика численности этих видов определяется не биомассой организмов обрастания. Скорее всего, их численность лимитируется каким-то пищевым ресурсом, например специфической компонентой детрита. Известно, что представители семейства Corophiidae, к которым

относится *M. insidiosum*, являются типичными детритоядными формами [1]. Они строят трубки, в которых живут и поедают детрит, попадающий к ним вследствие турбулентности воды или иных процессов. *J. ocia* также относится к трубкожилам, поэтому имеет сходный образ жизни с таковым *M. insidiosum*. Наиболее вероятно, что именно накопление детрита отчасти определяет динамику численности этих видов. Другим фактором, влияющим на динамику численности бокоплавов, может быть период размножения. По крайней мере, для *J. ocia* максимальный пик численности фиксируется в мае — июне, когда происходит массовое заселение субстрата молодью бокоплава.

Пять постоянно присутствующих видов бокоплавов, отнесённых к первой группе (*A. ramondi*, *C. acanthifera*, *J. marmorata*, *M. gryllotalpa*, *S. monoculoides*), имеют наибольшую долю в общей численности (см. табл. 1). Именно эти виды в основном потребляют мелкие макрофиты и детрит. Для них явно выражена тенденция увеличения численности от начала выставления коллекторов до конца экспозиции. Отметим, что 3 из 5 видов, доминирующих в обрастании, относятся к трубкожилам.

Суммарная численность бокоплавов за период исследования колебалась от 36 до 47 013 экз.·м<sup>-2</sup>. Динамика их численности в высокой степени сопряжена с изменением параметров суммарной сырой биомассы обрастателей (рис. 4). Коэффициент парной корреляции является положительным и составляет 0,95. Подобная очень высокая степень корреляции между указанными параметрами может свидетельствовать о весьма полноценном использовании бокоплавами сообщества обрастания как ресурса для своего обитания.

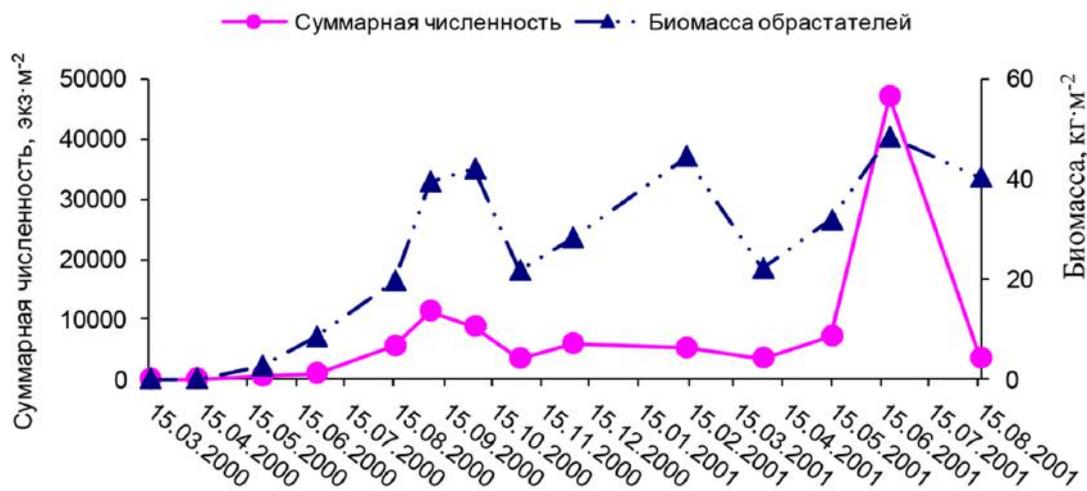


Рис. 4. Динамика численности бокоплавов и суммарной биомассы обрастателей

Fig. 4. Dynamics of total number of amphipods and wet weight of fouling organisms

В процессе сукцессии сообщества обрастателей происходит чередование видов бокоплавов, имеющих максимальную численность. Так, в марте 2000 г. доминировал *D. spinosa* (14 экз.·м<sup>-2</sup>), в апреле — *S. monoculoides* (27 экз.·м<sup>-2</sup>), в мае — снова *D. spinosa* (284 экз.·м<sup>-2</sup>), в июне, августе и сентябре — *M. gryllotalpa* (389, 4698 и 7502 экз.·м<sup>-2</sup> соответственно). В последующие месяцы (в октябре, ноябре, декабре 2000 г., а также в феврале, апреле и мае 2001 г.) вновь доминировал *S. monoculoides* (3358, 1861, 4461, 3172, 2832, 2759 экз.·м<sup>-2</sup> соответственно). В июне доминировал *J. marmorata* (20 012 экз.·м<sup>-2</sup>), в августе — *S. monoculoides* (1598 экз.·м<sup>-2</sup>). Таким образом, из 18 видов бокоплавов только 4 являются доминантами сообщества обрастателей. Наибольшее время максимальную численность имел *S. monoculoides* — типичный обитатель водорослевых сообществ.

#### Выводы.

1. В обрастании коллекторов мидийной фермы близ Карантинной бухты (г. Севастополь, Чёрное море) отмечено 18 видов бокоплавов, включающих типичных обитателей водорослевых сообществ

и сообществ обрастания и рыхлых субстратов, а также случайные виды, характерные для других биотопов.

2. Количество видов бокоплавов в процессе сукцессии сообщества обрастания изменяется в пределах от 9 до 14. Уже в начале экспозиции коллекторов в сообщество вселяются представители 13 видов.
3. Динамика численности бокоплавов — обитателей водорослевых сообществ и сообществ обрастания (*A. ramondi*, *J. marmorata*, *M. gryllotalpa*, *S. monoculoides*, *C. acanthifera*) сопряжена с динамикой суммарной сырой биомассы обрастателей. Эти виды имеют наибольшие значения численности.
4. Численность всех видов бокоплавов, обитающих на коллекторах, в высокой степени коррелирует с показателями суммарной сырой массы обрастателей (коэффициент корреляции составляет 0,95).
5. В сообществе обрастания в разные периоды доминируют по численности бокоплавов *D. spinosa*, *J. marmorata*, *M. gryllotalpa* и *S. monoculoides*. Наибольший период времени доминировал *S. monoculoides* — типичный обитатель водорослевых сообществ.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ИМБИ по теме «Разработка научных основ решения гидробиологических и биотехнологических проблем интегрированного управления прибрежными зонами» (№ 115081110011) с использованием материалов центра коллективного пользования «Коллекция гидробионтов Мирового океана» ФГБУН ИМБИ.*

**Благодарность.** Выражаем благодарность сотрудникам отдела аквакультуры и морской фармакологии ФГБУН ИМБИ: Л. В. Ладыгиной — за предоставление микроводорослей, С. В. Щурову и М. А. Попову — за помощь в отборе проб и за данные о температуре воды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Грезе И. И. Амфиподы Черного моря и их биология. Киев : Наукова думка, 1977. 156 с. [Greze I. I. *Amfipody Chernogo morya i ikh biologiya*. Kiev: Naukova dumka, 1977, 156 p. (in Russ.)].
2. Гринцов В. А. Разноногие раки (Arthropoda: Crustacea: Amphipoda) в обрастании // *Каталог фауны обрастания в Мировом Океане. Многощетинковые черви, Ресничные черви, Разноногие раки, Морские пауки, Актинии* / ред.: Э. В. Багавеева, В. А. Гринцов, Е. Е. Костина, А. А. Петров, О. П. Полтаруха, А. К. Райский, Р. П. Токинова. Москва: КМК, 2013. Т. 2. С. 69–80. [Grintsov V. A. Raznogie raki (Arthropoda: Crustacea: Amphipoda) v obrastanii. In: *Katalog fauny obrastaniya v Mirovom Okeane. Mnogoshchetinkovye chervi, Resnichnye chervi, Raznogie raki, Morskie pauki, Aktinii* / E. V. Bagaveeva, V. A. Grintsov, E. E. Kostina, A. A. Petrov, O. P. Poltarukha, A. K. Raisky, R. P. Tokinova (Eds.). Moscow: KMK, 2013, vol. 2, pp. 69–80. (in Russ.)].
3. Гринцов В. А. Динамика структуры популяций двух видов бокоплавов рода *Echinogammarus* (Gammaridae, Amphipoda) из бухты Ласпи (Крым, Черное море) // *Морской биологический журнал*. 2016. Т. 1. № 3. С. 22–26. [Grintsov V. A. Dynamics of population structure of two species of *Echinogammarus* genus (Gammaridae, Amphipoda) from Laspi Bay (Crimea, Black Sea). *Morskoi biologicheskii zhurnal*, 2016, vol. 1, no. 3, pp. 22–26. doi: [10.21072/mbj.01.3.03](https://doi.org/10.21072/mbj.01.3.03) (in Russ.)].
4. Киселева М. И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря. Киев : Наукова думка, 1981. 168 с. [Kiseleva M. I. *Bentos rykhlykh gruntov Chernogo morya*. Kiev: Naukova dumka, 1981, 168 p. (in Russ.)].
5. Маккавеева Е. Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Черного моря. Киев : Наукова думка, 1979. 228 с. [Makkaveeva E. B. *Bespozvonochnye zaroslei makrofitov Chernogo morya*. Kiev: Naukova dumka, 1979, 228 p. (in Russ.)].
6. Холодов В. И., Пиркова А. В., Ладыгина Л. В. *Выращивание мидий и устриц в Чёрном море*. Воронеж: ООО «Издат-Принт», 2017. 508 с. [Kholodov V. I., Pirkova A. V., Ladygina L. V. *Vyrashchivanie midii i ustrits v Chernom more*.

- Voronezh: ООО “Izdat-Print”, 2017, 508 p. (in Russ.)].
7. Crawford G. I. A review of the amphipod genus *Corophium*, with notes on the British species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1937, vol. 21, no. 2, pp. 589–630.
  8. Karaman G. S. Genus *Echinogammarus* Stebbing, 1899. The Amphipoda of the Mediterranean. *Memoires de l' institut oceanographique*. Monaco, 1982, vol. 13, no. 1, pp. 271–282.
  9. Krapp-Schickel G. Genus *Caprella* Lamarck, 1801. The Amphipoda of the Mediterranean. *Memoires de l' institut oceanographique*. Monaco, 1993, vol. 13, no. 3, pp. 773–794.
  10. Myers A. A. Genus *Jassa* Leach, 1814. The Amphipoda of the Mediterranean. *Memoires de l' institut oceanographique*. Monaco, 1989, vol. 13, no. 2, pp. 434–438.

## DYNAMICS OF DIVERSITY AND ABUNDANCE OF AMPHIPODA OF MUSSEL COLLECTORS (SEVASTOPOL, BLACK SEA)

V. A. Grintsov

Kovalevsky Institute of Marine Biological Research RAS, Sevastopol, Russian Federation

E-mail: [vgrintsov@gmail.com](mailto:vgrintsov@gmail.com)

Amphipoda are an important component of fish food. They serve also as bioindicators, intermediate hosts for parasitic organisms, and utilizers of primary and secondary production. In this work, dynamics of biodiversity and abundance of Amphipoda from the fouling community of mussel farm collectors in the open coastal zone near Karantinnaya Bay (Sevastopol, Black Sea) have been studied over 16 months. Eighteen species in 72 613 specimens of Amphipoda have been identified. Four species of Amphipoda dominate in the community in different seasons. Highly synchronous dynamics of number of Amphipoda and total wet weight of sessile organisms in the community was found (with correlation coefficient 0.95). Amphipoda have been systematized according to their biotopes, and the sizes of the Amphipoda populations have been evaluated.

**Keywords:** Amphipoda, fouling community, biodiversity, Black Sea