

Развитие колониального оболочника *Botryllus schlosseri* и мшанки *Cryptosula pallasiana* в сообществах макрообрастания на искусственных субстратах (Севастопольская бухта, Черное море)

Л.Б. Далёкая 

✉ dalekaya1950@mail.ru

ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского»
Российской академии наук, г. Севастополь, Россия

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Флуктуации численности и биомассы массовых видов макрообрастания следует учитывать при культивировании с целью получения из них биологически активных веществ, для прогнозирования закономерностей формирования прибрежных сообществ и разработки методов борьбы с этим видом биоповреждений. В работе рассмотрена динамика оседания и развития массовых видов сообщества макрообрастания: колониального оболочника *Botryllus schlosseri* (Pallas, 1766) и мшанки *Cryptosula pallasiana* (Moll, 1803) на искусственных субстратах короткой и длительной экспозиции в вершинной части Севастопольской бухты в двух периодах: 1979–1987 гг. и 2011–2015 гг.

Методы. Для выявления особенностей динамики сообществ обрастания применяли метод попарно соединенных стеклянных экспериментальных пластин. Сравнительный анализ видового состава и структуры сообществ макрообрастания проводили в течение ряда лет на пластинах 10, 30-суточной и 1–12-месячной экспозиции. Для этого в начале января, ежедекадно и ежемесячно устанавливали и обрабатывали в течение года серию пластин различной экспозиции. **Результаты.** Установлено, что увеличение экспозиции субстратов способствовало разрастанию колоний *Botryllus schlosseri* и смещению пика численности мшанки *Cryptosula pallasiana*. Выявлены многолетние флуктуации структурных характеристик в сообществах макрообрастания на искусственных субстратах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Botryllus schlosseri*, *Cryptosula pallasiana*, Черное море, обрастание, искусственный субстрат, экспозиция, сукцессия, биомасса.

Финансирование: Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана», № 121030100028-0.

Для цитирования: Далёкая Л.Б. Развитие колониального оболочника *Botryllus schlosseri* и мшанки *Cryptosula pallasiana* в сообществах макрообрастания на искусственных субстратах (Севастопольская бухта, Черное море) // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2022. № 5. С. 96–106. DOI: 10.35567/19994508_2023_5_8.

Дата поступления: 25.08.2022.

DEVELOPMENT OF *BOTRYLLUS SCHLOSSERI* COLONIAL SHELL AND *CRYPTOSULA PALLASIANA* PEARLWEED IN ENCRUSTATION COMMUNITIES AT THE ARTIFICIAL SUBSTRATES (THE BLACK SEA SEVASTOPOL BAY)

Lyudmila B. Dalyokaya 

✉ dalekaya1950@mail.ru

Russian Academy of Sciences A.O. Kowalewski Institute of Marine Biological Researches,
Sevastopol, Russia

ABSTRACT

Relevance. The mass species of macro/encrustation abundance and biomass fluctuations are to be taken into account in the process of their cultivation with the purpose of obtaining biologically active substances, in order to forecast the offshore communities formation regularities and development of methods to prevent this type of biological impairment. The article discusses dynamics of precipitation and development of mass species of the macro/encrustation communities: colonial shell *Botryllus schlosseri* (Pallas, 1766) and bryozoans *Cryptosula pallasiana* (Moll, 1803) at artificial substrates of short and prolonged exposition in the apical part of the Sevastopol bay during 1979–1987 and 2011–2015 periods. **Methods.** To reveal special features of the encrustation communities' dynamics we used the method of in-pairs connected glass experimental plates. We conducted comparative analysis of the species composition and structure of the macro/encrustation communities for a number of years with the plates of 10, 30 days and 1-12 months exposition. To do this we every ten days and every month since January arranged and processed a series of plates of various expositions. **Results.** The article states that increase of the substrates exposition promotes enlargement of colonies of *Botryllus schlosseri* and shift of the bryozoans *Cryptosula pallasiana* abundance pick. We have revealed many-year fluctuations of the structural characteristics in the macro/encrustation communities at artificial substrates.

Keywords: colonial shell *Botryllus schlosseri*, bryozoans *Cryptosula pallasiana*, artificial substrates of various exposures, long-term fluctuations, Sevastopol Bay (Black Sea).

For citation: Dalyokaya L.B. Development of colonial shell *Botryllus schlosseri* and bryozoans *Cryptosula pallasiana* in encrustation communities at the artificial substrates (the Black Sea Sevastopol Bay). *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*. 2023. No. 5. P. 96-106. DOI: 10.35567/19994508_2023_5_8.

Received 25.08.2022.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время большое внимание уделяется выявлению гидробионтов, перспективных для получения из них биологически активных веществ. В этом отношении заслуживают внимания некоторые виды макрообрастания, например, колониальная асцидия *Botryllus schlosseri* (Pallas, 1766) (далее – *B. schlosseri*) [1–3]. В зависимости от начала развития сообществ на искусственных субстратах в 1980–1990-е годы оболочник *B. schlosseri* формировал первую или вторую стадию сукцессии различной интенсивности [4]. В 1990-е и в начале 2000-х годов стадию доминирования *B. schlosseri* вытеснило массовое развитие одиночной асцидии *Molgula euprocta* Drasche (далее – *M. euprocta*) [5]. В этот период в сообществах выявлена незначительная численность *B. schlosseri* в качестве эпибионта на поверхности *M. euprocta*. В 2011–2015 гг. отмечено исчезновение из обрастания *M. euprocta* и некоторое увеличение численности и биомассы колониального оболочника *B. schlosseri* в сообществах при преимущественном развитии мшанки *C. pallasiana*.

Мшанка *C. pallasiana* имеет широкое распространение в обрастании в Мировом океане¹. В вершинной части Севастопольской бухты в течение всех периодов наблюдений мшанка *Cryptosula pallasiana* (далее – *C. pallasiana*) является постоянным спутником в обрастании и массовым видом, создающим существенную минеральную составляющую биомассы сообществ. В обрастании в незначительном количестве развиваются также мшанки *Conopeum seurati* (Canu, 1928), *Bowerbankia imbricata* (Adams, 1798), *Scrupocellaria bertholletii* Audouin, 1826.

Цель данной работы – выявление особенностей развития *B. schlosseri* и *C. pallasiana* в сообществах обрастания на искусственных субстратах различной экспозиции в течение двух периодов: 1979–1987 гг. и 2011–2015 гг.

Данные о флуктуациях численности и биомассы перспективных с позиций культивирования с минимальным количеством сопутствующих гидробионтов видов макрообрастания важны с целью получения из них биологически активных веществ, а также с позиций разработки методов борьбы с этим видом биоповреждений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Действие локальных условий обитания гидробионтов, физико-химические свойства субстратов, их ориентация, глубина погружения, удаленность от берега, начало экспонирования в море обуславливают существенные различия качественных и количественных характеристик сообщества. Поэтому для выявления закономерностей формирования обрастания необходимо нивелировать влияние факторов, которые не являются определяющими для развития гидробионтов в конкретном районе. Для этого был использован однотипный субстрат со стабильным месторасположением.

Материал для изучения состава и структуры сообщества обрастания искусственных субстратов отобран в стандартной точке наблюдений в вершине Севастопольской бухты в 1979–1987 гг. и 2011–2015 гг. по специальной программе, предусматривающей сбор однотипной информации:

Для выявления особенностей динамики сообществ обрастания применяли метод экспериментальных пластин [6]. Используемые субстраты представляли собой стеклянные пластины размером 4 x 12 см. После крепления площадь поверхности для оседания и развития обрастателей составляла 40 см². Попарно соединенные стекла укрепляли с помощью резинового жгута в металлической раме и в вертикальной плоскости погружали в море на глубину 1–1,5 м. Общая глубина в точках исследования составляла 4–6 м. Ориентация пластин выдерживалась с севера на юг. Дискретность снятия образцов с последующей заменой соответствовала методическим рекомендациям [7] и варьировала в зависимости от задач наблюдений.

Сравнительный анализ видового состава и структуры сообществ макрообрастания проводили в течение ряда лет на пластинах 10, 30-суточной и 1–12-месячной экспозиции (развивающихся с января). Для выявления дина-

¹ Каталог фауны обрастания в мировом океане. Т. 1. М.: Изд.-во Товарищества научных изданий КМК, 2004. 219 с.

мики оседания гидробионтов использовали образцы короткой экспозиции – 10 суток, устанавливаемые и изымаемые из моря еженедельно. Экспериментальные пластины 30-суточной экспозиции расширяют возможность колонизации субстратов обрастателями. Более длительная экспозиция в период незначительного количества личинок в планктоне увеличивает пространственно-временные границы для поиска субстрата личинками и в большей мере дает представление о интенсивности роста популяций за счет оседания новых особей, почкования и роста развивающихся колоний. Формирование ценоза обрастания и ход сукцессии изучали на образцах длительной экспозиции. Для этого в начале января устанавливали серию пластин сроком на 1–12 месяцев. Через 30 суток проводили съемку образцов различной экспозиции.

При достижении необходимого срока экспонирования субстраты с обрастанием, не нарушая целостности сообщества, погружали в сосуды с морской водой и доставляли в лабораторию. Парно соединенные пластины (4–6 шт. для каждой серии наблюдений) разъединяли.

Видовой состав и численность макрообрастателей в сообществах идентифицировали на живом материале в кюветах с морской водой под бинокулярном МБС-10 в нескольких полях зрения (по вертикали и горизонтали пластин). Затем проводили пересчет среднедекадной, среднемесячной численности на площадь поверхности субстрата. Определение видовой принадлежности проводили по определителям черноморской фауны². Сырую массу макрообрастателей определяли на электронных весах ТВЕ-2,1.

Учет колониальных форм, образующих на поверхности пластин густые поселения и выросты над поверхностью субстратов, весьма затруднен. Иногда вся поверхность пластин была покрыта мшанками в несколько слоев. В этих случаях определяли суммарную площадь, занятую мшанками, и осуществляли пересчет, принимая во внимание, что поле зрения бинокуляра площадью 0,63 см² содержит в среднем 140 анцеструл.

При анализе количественного распределения обрастателей применяли статистические методы, показавшие, что отклонение от средней не превышало 20 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Потенциальная способность макрообрастателей оседать на свободный субстрат и вероятность включения видов в сообщества позволяют выявить пластины короткой экспозиции (10 и 30 сут). Динамика среднедекадной численности и биомассы мшанки *C. pallasiana* и колониального оболочника *B. schlosseri* в сообществах 10-суточной экспозиции в 1979–1987 гг. представлена на рис. 1.

На пластинах 10-суточной экспозиции в декабре–мае оседали единичные экземпляры мшанки *C. pallasiana* (рис. 1а). В июне наблюдалось увеличение ее численности с максимальными значениями в июле. В августе обнаружено резкое снижение численности *C. pallasiana*, которая оставалась незначитель-

² Определитель фауны Черного и Азовского морей. К.: Наукова думка, 1972. Т. 3. 337 с.

ной до декабря. Оседание колониальной асцидии *B. schlosseri* наблюдалось в мае–ноябре, при этом в мае–июне численность оболочника была невелика и аналогична значениям в августе–ноябре. Пик численности оболочника и мшанки приходился на июль.

Таким образом, на субстратах 10-суточной экспозиции оседание *C. pallasiana* и *B. schlosseri* происходило синхронно, не препятствуя друг другу. Однако сырая масса оболочника в мае–октябре значительно превышала массу мшанки (рис. 1б). Еще более выражено это явление было в сообществах 30-суточной экспозиции за счет особенностей роста колоний оболочника (рис. 2б).

Максимальные значения численности колониального оболочника в сообществах 30-суточной экспозиции наблюдались в июне–августе (рис. 2а). За счет интенсивного роста колоний биомасса оболочника значительно превышала количество мшанки в мае–сентябре. Только в октябре на фоне резкого уменьшения численности *B. schlosseri* биомасса мшанки *C. pallasiana* стала в два раза больше биомассы оболочника.

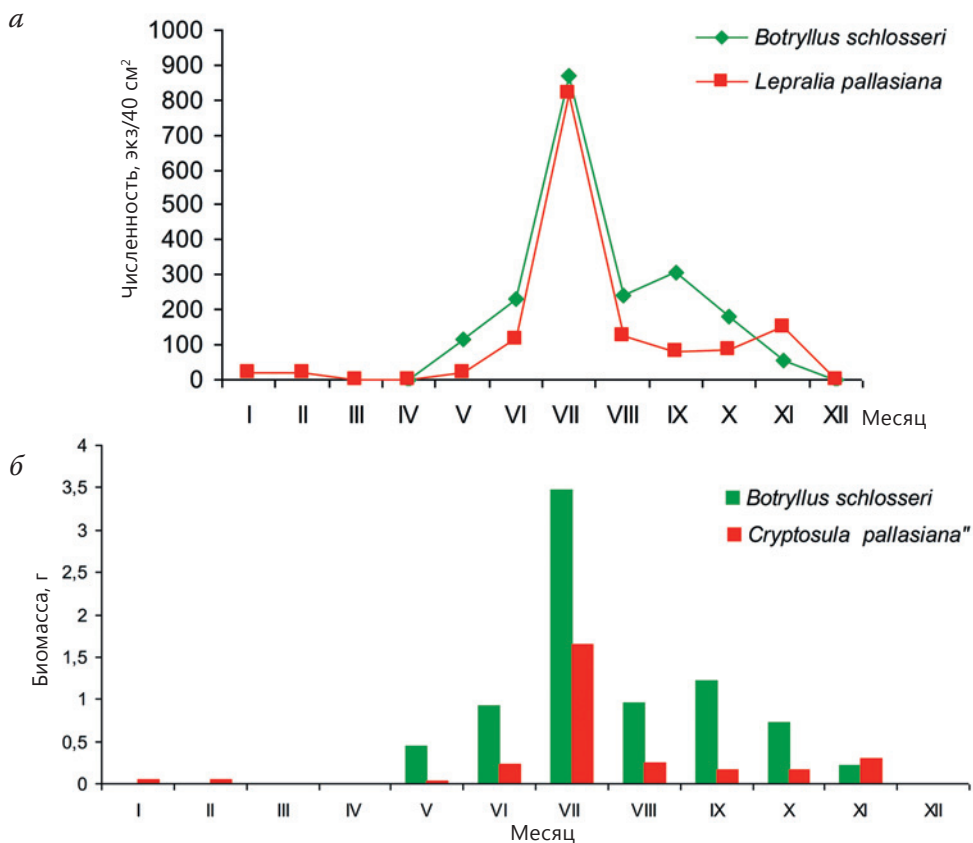


Рис. 1. Динамика средней численности макрообрастателей (а) и биомассы (б) на пластинах 10-суточной экспозиции в вершине бухты Севастопольской, 1979–1987 гг.

Fig. 1. Dynamics of the average abundance of macrofoulers (a) and biomass (b) on plates of a 10-day exposure at the top of Sevastopol Bay, 1979–1987.

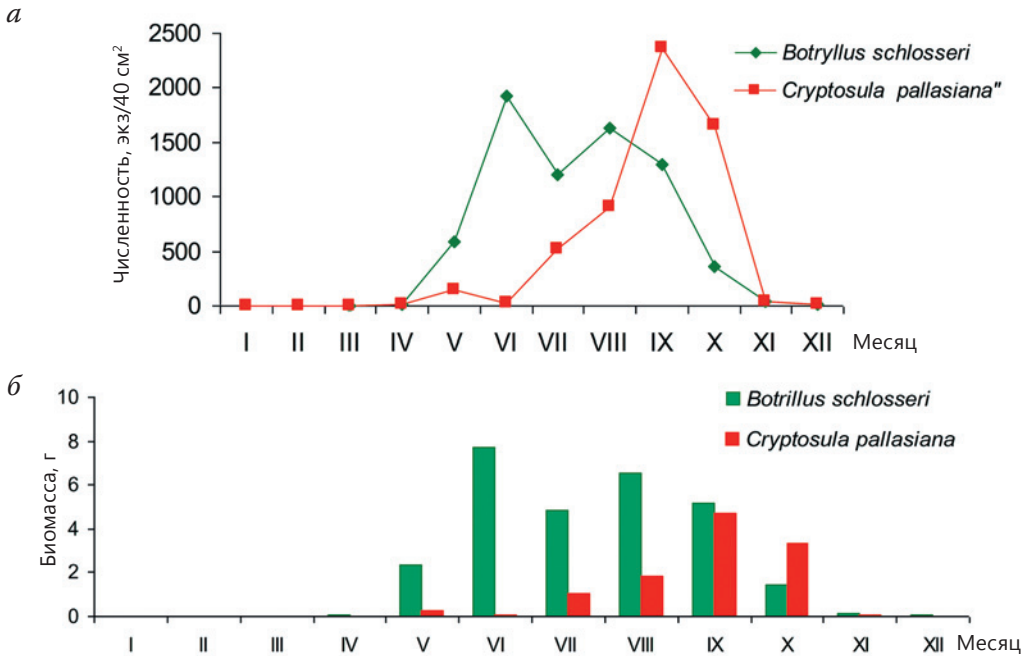


Рис. 2. Динамика средней численности макрообрателей (а) и биомассы (б) на пластинах 30-суточной экспозиции в вершине бухты Севастопольской, 1979–1987 гг.

Fig. 2. Dynamics of the average number of macrofouling (a) and biomass (b) on plates of 30 daily exposures at the top of Sevastopol Bay, 1979–1987.

На субстратах 30-суточной экспозиции происходило как оседание личинок, так и интенсивный рост колоний оболочника. Разрастание мезоглеи колоний *B. schlosseri* препятствовало развитию *C. pallasiana* в июле в отличие от сообществ 10-суточной экспозиции. Пик численности мшанки выявлен в сентябре на фоне резкого снижения численности оболочника за счет отрыва колоний от субстрата под собственной тяжестью из-за разрастания мезоглеи.

В сообществах многомесячного обрастания (развивающихся с января в 1979–1987 гг.) в январе–апреле выявлена незначительная численность *C. pallasiana* и *B. schlosseri* (рис. 3а).

В мае доминировала мшанка, хотя численность ее невысока, затем она увеличивалась с формированием многослойных поселений и выростов над субстратом. В августе–декабре *C. pallasiana* преобладала в сообществе по численности при резком уменьшении развития оболочника. В июне-июле численность *B. schlosseri* в сообществах резко увеличивалась. В конце лета снижение плотности происходило за счет отрыва части колоний от субстрата под собственной тяжестью вследствие разрастания мезоглеи. В августе–декабре численность *B. schlosseri* сохранялась за счет уцелевших, сильно разросшихся колоний или развития в качестве эпибionта. В ноябре-декабре численность колониального оболочника уменьшалась до нулевых значений.

Таким образом, в 1979–1987 гг. в июне–июле колониальный оболочник *B. schlosseri* доминировал по численности в сообществах многомесячного обростания, а в августе–декабре – *C. pallasiana*. Несмотря на превышающую численность мшанки в этих сообществах, биомасса *B. schlosseri* была многократно выше, особенно в мае–августе (рис. 3б). Уменьшение биомассы оболочника в августе–декабре связано с отрывом *B. schlosseri* от субстрата и снижением оседания в этот период.

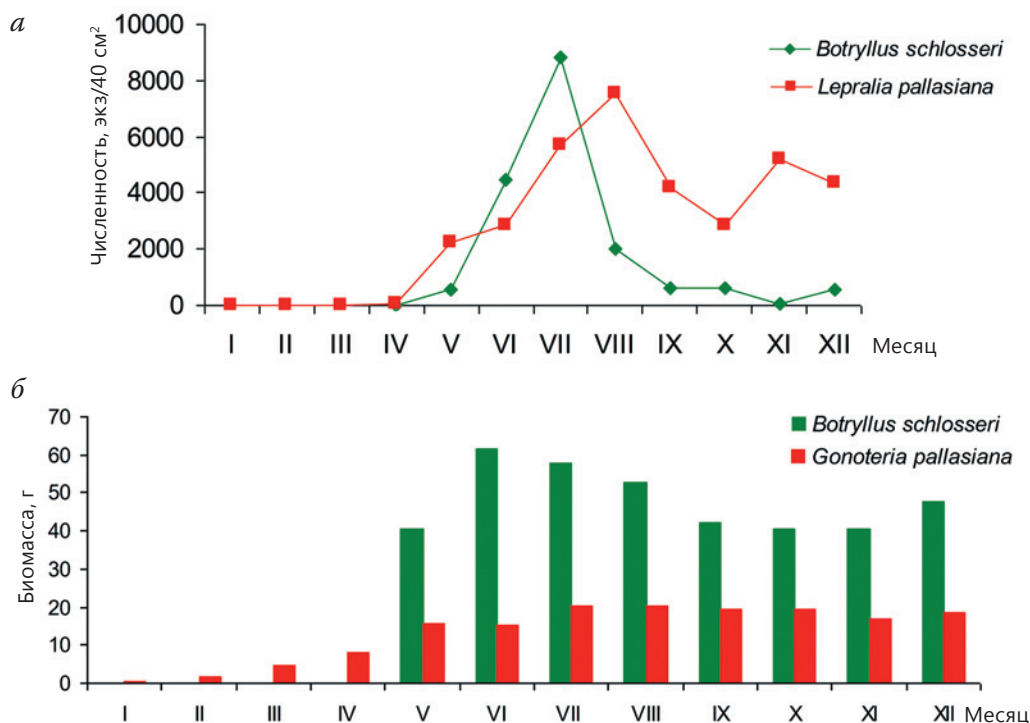


Рис. 3. Динамика средней численности (а) и биомассы (б) макрообрастателей на пластинах многомесячной экспозиции в вершине бухты Севастопольской, 1979–1987 гг.

Fig. 3. Dynamics of the average abundance (a) and biomass (b) of macrofouling on multi-month exposure plates at the top of Sevastopol Bay, 1979–1987.

По данным 2011–2015 гг. выявлено массовое развитие мшанки *C. pallasiana* в сообществах обростания разной экспозиции. В отличие от периода 1970–1980 гг. оседание и развитие мшанки на субстратах 30-суточной экспозиции обнаружено в апреле (рис. 4а).

Пик численности мшанки *C. pallasiana* на субстратах 30-суточной экспозиции наблюдался в июле. Численность колониального оболочника в течение года была минимальной, что отражено в динамике накопления его биомассы (рис. 4б). Так, в 1980-е годы, в июне, в период массового развития *B. schlosseri* его биомасса в сообществе 30-суточной экспозиции была в 16 раз больше по сравнению с периодом 2011–2015 гг.

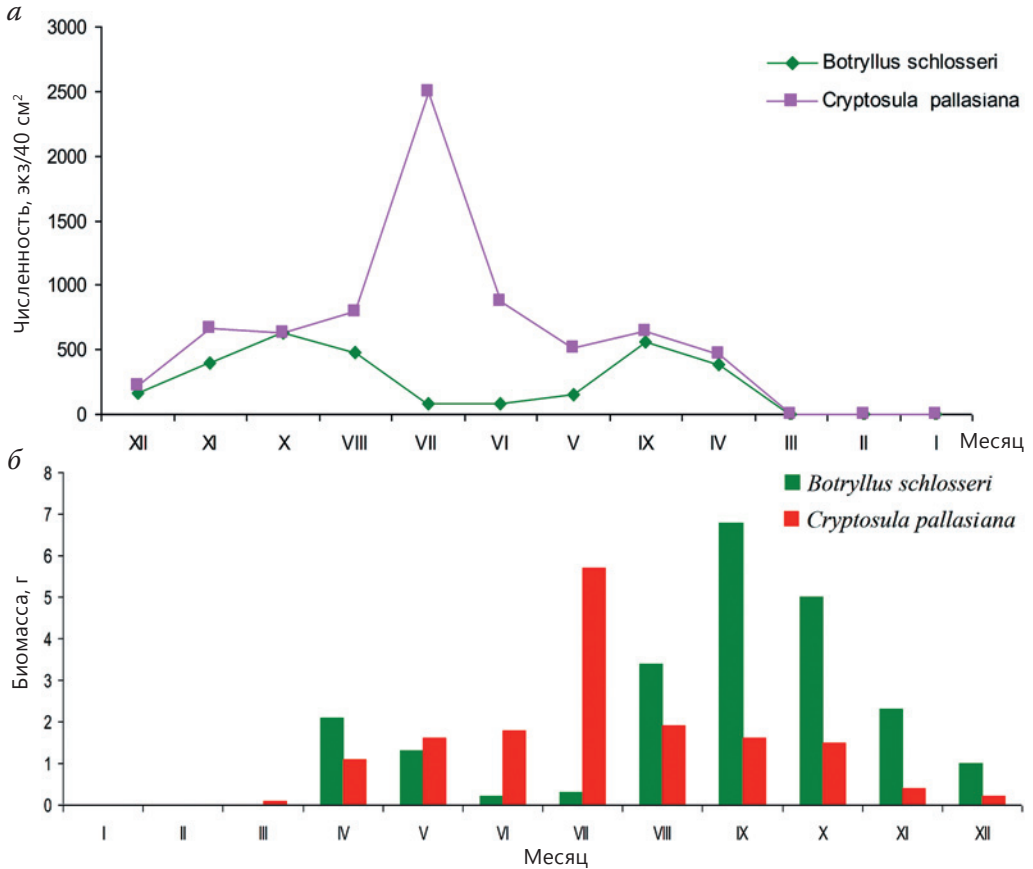


Рис. 4. Динамика средней численности макрообрастателей (а) и биомассы (б) на субстратах 30-суточной экспозиции в вершине Севастопольской бухты в 2011–2015 гг.

Fig. 4. Dynamics of the average number of macrofouling (a) and biomass (b) on substrates of 30-day exposure at the top of Sevastopol Bay, 2011–2015.

В 2011–2015 гг. в многомесячном сообществе выявлено преимущественное развитие мшанки (рис. 5а). Пик численности *C. pallasiana* отмечен в мае, тогда как в период 1979–1989 гг. наблюдалось постепенное увеличение ее численности с апреля по август.

Максимальная численность *C. pallasiana* в обрастании в летние месяцы в 2,2 раза выше в 2011–2015 гг. по сравнению с 1979–1987 гг., 18 и 8 тыс. экз., соответственно. Показательно, что значения численности *B. schlosseri* в 2011–2015 гг. незначительны в течение всего года. Биомасса сообществ с увеличением экспозиции закономерно возрастала в 2011–2015 гг., однако была многократно меньше, чем в 1979–1987 гг. При этом биомасса *C. pallasiana* составляла более 35 г/40 см², тогда как несколько десятилетий назад не превышала 20 г/40 см².

Аналогичные явления многолетних различий развития макрообрастателей отмечены в Одесском заливе [10]. Сравнение видового состава сообществ обрастания в 2016 г. с данными, полученными в том же районе моря в 1976

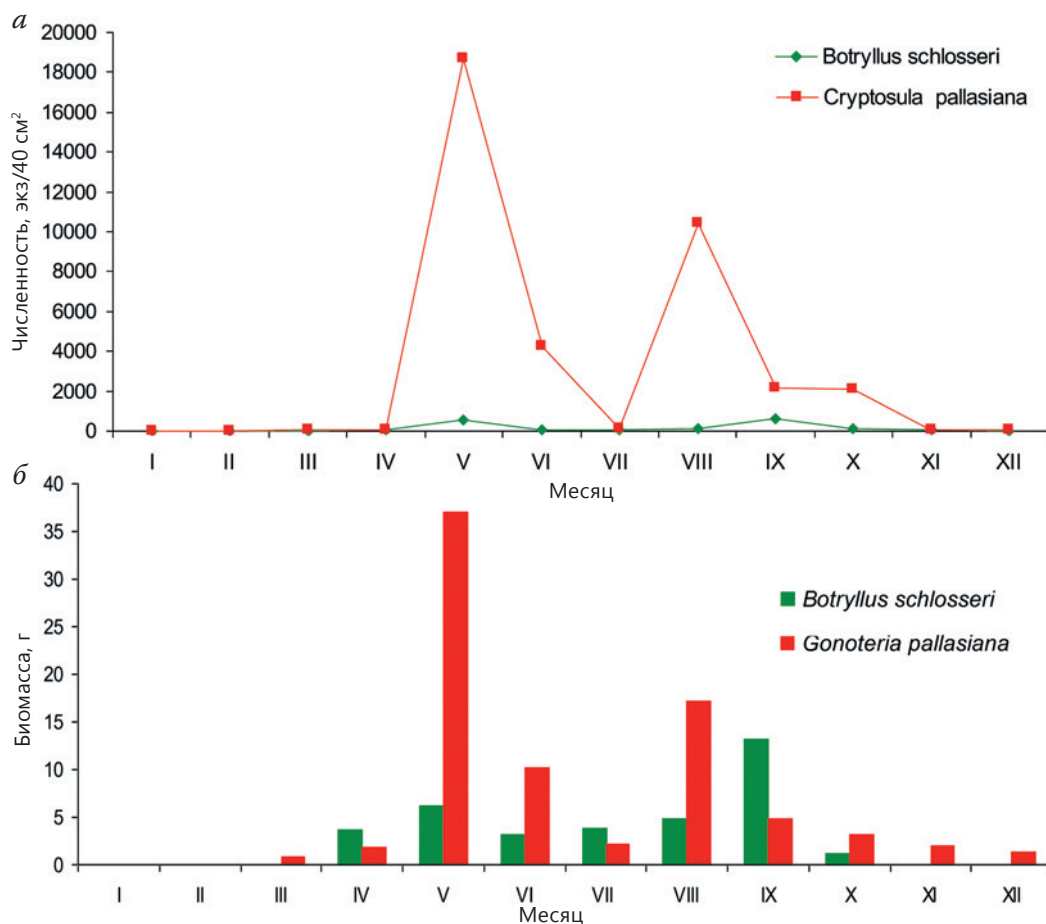


Рис. 5. Динамика средней численности макрообрастателей (а) и биомассы (б) на субстратах многомесячной экспозиции в вершине Севастопольской бухты в 2011–2015 гг.

Fig. 5. Dynamics of the average number of macrofouling (a) and biomass (b) on substrates of many months exposure at the top of the Sevastopol Bay in 2011–2015.

и 1994 г., показало существенные различия соотношения видов. Так, ранее не обнаруженный в обрастании *B. schlosseri* в 2016 г. отмечен в нескольких районах залива.

Изучение особенностей формирования обрастания на искусственных субстратах позволяет выявить закономерности развития сообществ, что является основой для прогнозирования функционирования ценозов.

ВЫВОДЫ

Длительные наблюдения за развитием обрастаний на искусственных субстратах выявили особенности развития отдельных видов. В 1979–1987 гг. на субстратах 10-суточной экспозиции происходило синхронное оседание *C. pallasiana* и *B. schlosseri* со значительным превышением сырой массы оболочки в мае–октябре. Особенности роста колоний вызывает смещение сро-

ков развития видов при увеличении экспозиции субстратов. В сообществах 30-суточной экспозиции максимальные значения численности оболочника наблюдались в июне–августе, а пик численности мшанки выявлен в сентябре. В сообществах многомесячного обрастания колониальный оболочник *B. schlosseri* доминировал по численности в июне-июле, а в августе–декабре – *C. pallasiana*. Несмотря на превышающую численность мшанки в этих сообществах, биомасса *B. schlosseri* многократно выше, особенно в мае–августе.

В период 2011–2015 гг. выявлено массовое развитие мшанки *C. pallasiana* в сообществах обрастания разной экспозиции и значительное уменьшение численности и биомассы колониального оболочника *B. schlosseri*. В летние месяцы численность *C. pallasiana* была в 2,2 раза выше по сравнению с аналогичным периодом 1979–1987 гг. При этом биомасса *C. pallasiana* составляла более 35 г/40 см², тогда как несколько десятилетий назад не превышала 20 г/40 см². В период массового развития *B. schlosseri* его биомасса была в 16 раз меньше по сравнению с 1979–1987 гг.

Изучение многолетних флуктуаций численности и биомассы доминирующих видов первичной сукцессии в биоценозах на искусственных субстратах имеет научное и практическое значение. Данные о многолетних флуктуациях численности массовых видов макрообрастания следует учитывать при культивировании доминирующего вида с минимальным количеством сопутствующих гидробионтов с целью получения из них биологически активных веществ. Выявление особенностей развития видов позволяет прогнозировать закономерности формирования сообществ обрастания, что важно также при разработке методов борьбы с этим видом биоповреждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нехорошев М.В., Гринцов В.А., Апрышко Р.Н. Перспектива создания противоопухолевых препаратов из оболочников, культивируемых в Черном море // Российский биотерапевтический журнал. 2006. Т. 5. № 1. С. 17.
2. Kenneth L. Renebart Antitumor Compounds from Tunicates // Medicinal Research Reviews. No. 1. 2000. P. 1–27.
3. Далёкая Л.Б. Оболочники (Ascidacea) – перспективный объект культивирования // Экология моря. 2010. № 81. С. 37–39.
4. Далёкая Л.Б. Первичная сукцессия сообществ обрастания на искусственных субстратах в Севастопольской бухте // Наукові записки Тернопільського педагогічного університету Сер. Біологія. 2010. № 3 (44). С. 69–71.
5. Далёкая Л.Б., Умянцева А.В. Динамика численности оболочников в сообществах обрастания искусственных субстратов // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна: IV междунар. конф. 8–9 окт. 2009 г. Керчь, 2010. С. 68–73.
6. Брайко В.Д. Обрастание в Черном море. Киев: Наукова думка, 1985. 250 с.
7. Долгопольская М. А. Экспериментальное изучение процесса обрастания в море // Труды Севастопольской биологической станции. Т. VIII. М.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 157–173.
8. Варигин А. Ю. Долговременная динамика состояния сообществ обрастания Одесского залива Черного моря // Biosystems Diversity. 25(2). 2017. С. 61–66.

REFERENCES

1. Nekhoroshev M. V., Grincov V. A., Apryshko R. N. Prospects of development of antitumoral medications made from tunicates cultivated in the Black Sea. *Russian Bio/therapeutic Journal*. 2006. Vol. 5. No. 1. P. 17 (In Russ.).

2. Kennetb L. Renebart Antitumor Compounds from Tunicates. *Medical Research Reviews*. 20. № 1. 2000. P. 1–27.
3. Dalyokaya L. B. Tunicates (Asciadiacea) as a promising object of cultivation. *Marine ecology*. 2010. 81. P. 37–39 (In Russ.).
4. Dalyokaya L.B. Primary succession of encrustation communities at artificial substrates in the Sevastopol Bay. *Scientific Notes of Ternopil Pedagogical University*. Ser. Biology. 2010. No. 3 (44). P. 69–71 (In Russ.).
5. Dalyokaya L. B., Umyanceva A.V. Tunicates abundance dynamics in the artificial substrates encrustation communities. *Current problems of the Azov-Black Sea basin ecology: IV International Conference, October 8-9, 2009 Kerch*. 2010. P. 68–73 (In Russ.).
6. Brayko V.D. Encrustation in the Black Sea. Kiev: Naukova dumka, 1985. 250 p. (In Russ.).
7. Dolgopol'skaya M. A. Experimental studying of the encrustation process in a sea. *Proceedings of the Sevastopol Biological Station*. Vol. VIII. M.: Izd-vo AN SSSR, 1954. P. 157–173 (In Russ.).
8. Varigin A.Y. Long-term dynamics of the encrustation communities state in the Black Sea Odessa Bay. *Biosystems Diversity*. 25(2). 2017. P. 61–66 (In Russ.).

Сведения о авторе:

Далёкая Людмила Борисовна, младший научный сотрудник, лаборатория фиторесурсов отдела биотехнологии и фиторесурсов, Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского» Российской академии наук, Россия, 299011 г. Севастополь, ул. Нахимова 2; ORCID: 0000-0001-5862-3364; e-mail: dalekaya 1950@mail.ru

About the author:

Lyudmila B. Dalyokaya, Junior Researcher, Russian Academy of Sciences A.O. Kowalewski Institute of Marine Biological Researches Department of Biotechnology and Phyto/resources Laboratory of Phyto/resources, ul. Nakhimova, 2, Sevastopol, 299011, Russia; ORCID: 0000-0001-5862-3364; e-mail: dalekaya 1950@mail.ru