

УДК 595.35-13-022.2(262.5.04)

ДИНАМИКА ПЛОТНОСТИ ЛИЧИНОК *VERRUCA SPENGLERI* (CRUSTACEA, CIRRIPIEDIA, THORACICA) В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ КРЫМА

© 2022 г. Е. В. Лисицкая^а, *, С. В. Щуров^а

^аФГБУН ФИЦ “Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН”,
пр. Нахимова, д. 2, Севастополь, 299011 Россия

*e-mail: e.lisitskaya@gmail.com

Поступила в редакцию 16.02.2022 г.

После доработки 17.03.2022 г.

Принята к публикации 20.03.2022 г.

В Черном море зарегистрировано шесть видов усоногих раков (Cirripedia, Thoracica), относящихся к трем семействам. Все они имеют в жизненном цикле пелагическую стадию развития. В качестве средиземноморского вида, вселившегося в Черное море, указан представитель семейства Verrucidae — *Verruca spengleri* Darwin 1854. Целью настоящей работы являлось изучение динамики плотности личинок *V. spengleri* в прибрежных водах Крыма. Исследования проводили в 2019–2021 годы на Севастопольском взморье. Пробы отбирали ежемесячно планктонной сетью Джеди (диаметр входного отверстия 36 см, ячейка мельничного газа 135 мкм). Облавливали слой воды 10–0 м. Обработку проб проводили на живом материале путем тотального подсчета личинок в камере Богорова, использовали световые микроскопы МБС-9 и Микмед-5. Личинки *V. spengleri* встречались в планктоне только в летний сезон. Единичные науплиусы, находящиеся на ранних стадиях развития, отмечены в конце мая—начале июня при прогреве воды до 18–19°C. Увеличение плотности личинок верруки зарегистрировано в июне—июле в температурном диапазоне 20–25°C. В августе численность личинок снижалась на порядок, в сентябре они практически не встречались. Согласно полученным данным, у берегов Крыма период нереста *V. spengleri* продолжается менее 3 мес. В последние годы на Севастопольском взморье количество личинок *V. spengleri* существенно увеличилось. Их плотность достигала 1068–1556 экз./м³, тогда как в 1994–2004 годах не превышала 153 экз./м³. Полученные данные подтверждают, что усоногий рак *V. spengleri* успешно натурализовался и широко распространился в прибрежных водах северной части Черного моря.

Ключевые слова: виды-вселенцы, усоногие раки, науплиус, *Verruca spengleri*, Черное море

DOI: 10.31857/S0044513422100099

В Черном море зарегистрировано шесть видов усоногих раков (Cirripedia, Thoracica), относящихся к трем семействам, все они имеют в жизненном цикле пелагическую стадию развития (Зевина, Полтаруха, 1999; Шалаева, Гринцов, 2004). В качестве средиземноморского вида, вселившегося в Черное море, указан представитель семейства Verrucidae — *Verruca spengleri* Darwin, 1854 (Заика и др., 2010; Шиганова и др., 2012). Этот вид впервые был обнаружен в северо-восточной части Атлантики у о-ва Мадейра и описан Ч. Дарвином в 1854 г., позже найден у Азорских о-вов, в Средиземном, Мраморном, Эгейском морях и Босфорском проливе (Young, 1998; Young et al., 2003; Topaloğlu, Gönülal, 2012). В Черном море вид *V. spengleri* был зарегистрирован се-

вернее Босфора и у Севастополя (Зевина, Долгопольская, 1969). У берегов Крыма впервые взрослые особи верруки были обнаружены в 1893 г. А.А. Остроумовым. Находку в районе Севастополя усоного рака *V. spengleri*, характерного для при-босфорского района, он объяснял тем, что все найденные особи были в свое время принесены в виде личинок течением от Босфора (Остроумов, 1893). В 1949 г. в планктоне Севастопольской бухты М.А. Долгопольской в массовом количестве встречены личинки верруки, ошибочно принятые за личинок морских уток *Lepas*. Согласно ее предположению (Долгопольская, 1954), личинки имеют местное происхождение, хотя взрослые особи обнаружены не были. На днищах судов домики *V. spengleri* не встречались (Зевина, Полтаруха,

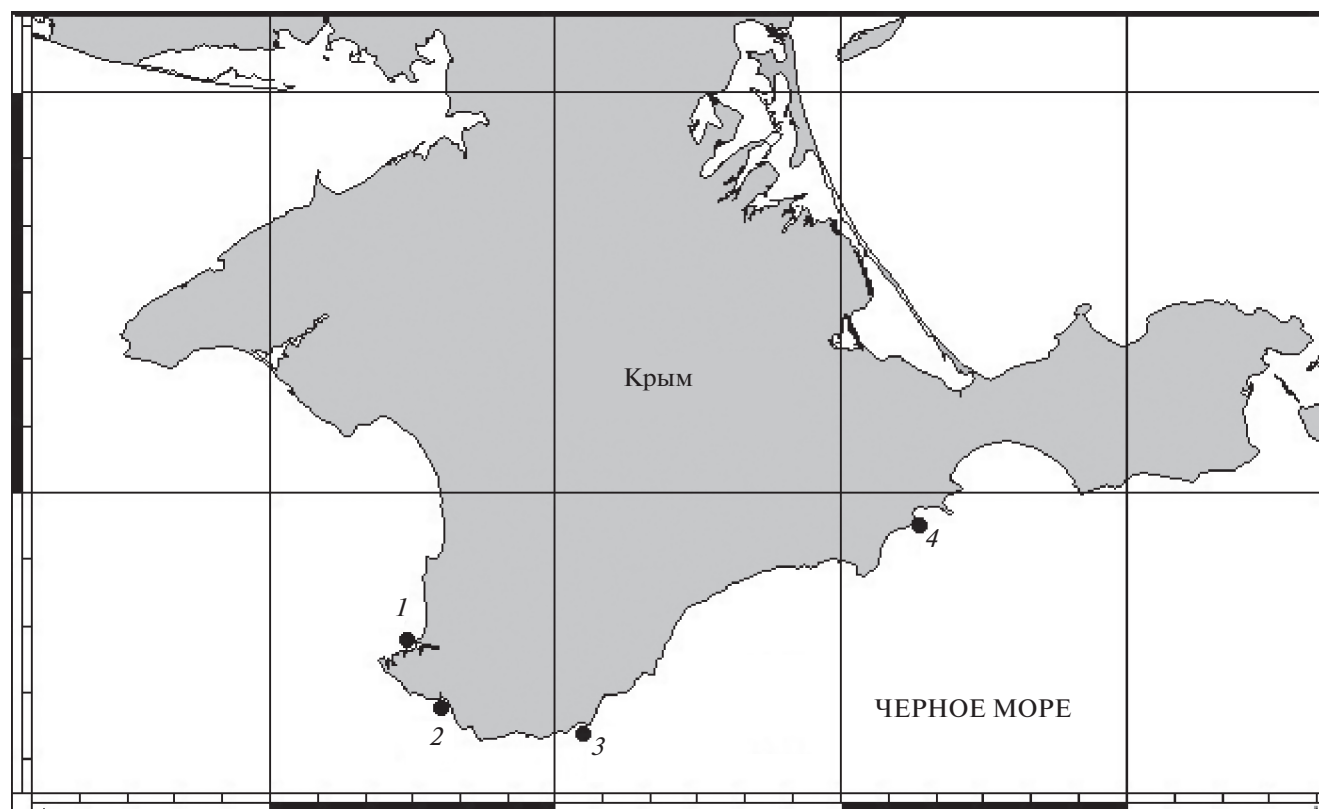


Рис. 1. Карта-схема районов исследований: 1 – Севастопольское взморье, 2 – Балаклавская бухта, 3 – Голубой залив (ЮБК, поселок Качивели), 4 – акватория Карадагского природного заповедника.

1999). Результаты наблюдений позволили предположить, что этот усконогий рак расселился именно на пелагической стадии развития. В прибрежных зонах Крыма *V. spengleri* строит известковые домики на камнях и валунах. Этот вид предпочитает районы с активным водообменом, обычно заселяет твердые субстраты на глубине более 5 м, однако иногда встречается и на глубине 0.1–2 м (Полтаруха, Гринцов, 2003; Шалаева, Гринцов, 2004). Сбор взрослых особей, которые имеют небольшие размеры (около 5–6 мм) и малозаметны в расщелинах скал и камней, сопряжен с определенными трудностями и требует проведения водолазных работ, поэтому данных по распространению верруки в Черном море крайне мало (Полтаруха, Гринцов, 2003; Шалаева, Гринцов, 2004). Учитывая, что распределение и численность личинок в планктоне в значительной мере зависит от расположения поселений и сроков нереста взрослых особей, данные по плотности науплиусов *V. spengleri* могут косвенно отражать современное состояние популяции этого вида. Цель настоящей работы – изучение динамики плотности личинок усконового рака *Verruca spengleri* в прибрежных водах Крыма.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2019–2021 годах на Севастопольском взморье, западнее бухты Мартиновой (рис. 1). Пробы отбирали ежемесячно планктонной сетью Джеди с диаметром входного отверстия 36 см и ячейей мельничного газа 135 мкм. Облавливали слой воды от дна до поверхности (10–0 м). Обработку проб проводили на живом материале путем тотального подсчета личинок в камере Богорова, использовали световые микроскопы МБС-9 и Микмед-5. Фотографии выполнены фотокамерой “Sony cyber-shot 16.2”. Также проанализированы материалы, полученные нами в прибрежных водах Крыма в период с 1994 по 2018 год. Исследования были проведены в акваториях Севастопольской и Балаклавской бухт, “Карадагской научной станции имени Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН”, в Голубом заливе (Южный Берег Крыма, поселок Качивели) (рис. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В период исследований в прибрежном планктоне встречались науплиусы усконового рака



Рис. 2. Науплиус *Verruca spengleri* из планктона. Масштаб 100 мкм.

V. spengleri, начиная со второй стадии развития. Личинки имели фронтолатеральные рожки, длинный абдоминальный отросток и дорсальную тора-

кальную иглу. В передней части тела хорошо просматривался науплиальный глаз (рис. 2). Морфологические признаки личинок соответствовали описаниям (Полтаруха, 2002; Полтаруха, Корн, 2008).

В 2019–2021 годах на Севастопольском взморье личинки верруки встречались только в летний сезон (рис. 3). Лишь один раз в конце мая 2019 г., когда температура воды прогрелась до 18.6°C, в планктоне были обнаружены 4 науплиуса, которые находились на II–III стадии развития. Можно предположить, что нерест взрослых особей данного вида только начинался.

В период исследований температура морской воды в июне изменялась в пределах 20–23.8°C, максимальная плотность личинок – 1068 экз./м³ – отмечена 10 июня 2020 г. при температуре воды 21.4°C. В 2019 г. при температуре воды 23.8°C плотность личинок составляла 570 экз./м³. В июне 2021 г. вода прогрелась только до 20°C, плотность науплиусов снизилась до 286 экз./м³. В июле, когда прибрежные воды прогревались до 25°C, плотность личинок изменялась от 70 до 95 экз./м³. Массовый нерест *V. spengleri* к этому времени закончился. В августе температура воды продолжала повышаться до 26–28.8°C, однако плотность науплиусов существенно снизилась и не превышала 48 экз./м³. В сентябре личинки в планктоне уже не встречались, вероятно, они уже осели на твердые субстраты. Таким образом, высокая плотность науплиусов *V. spengleri* в планктоне отмечена в температурном диапазоне 20–25°C.

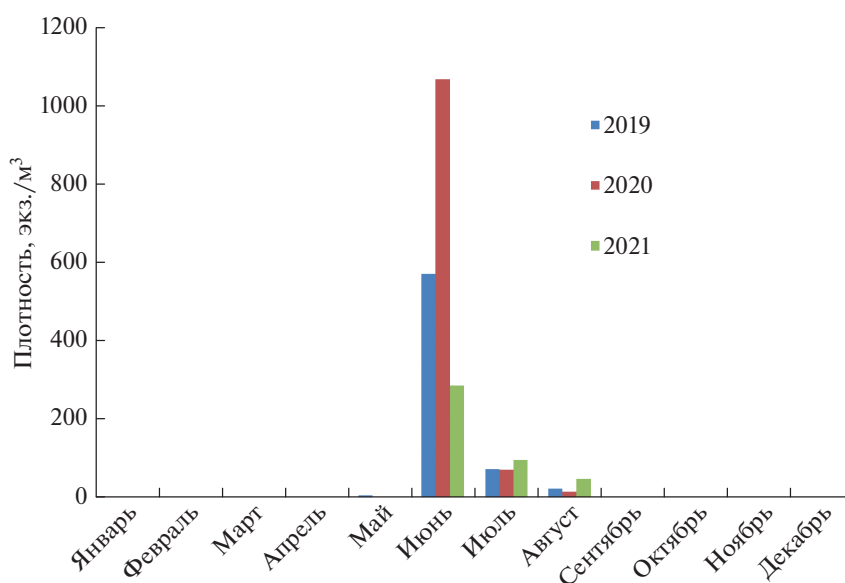


Рис. 3. Динамика плотности (экз./м³) личинок *Verruca spengleri* в акватории Севастополя (2019–2021 годы).

Продолжительность нерестового периода составляла не более трех месяцев.

В западной части Севастопольского взморья (от устья р. Бельбек до мыса Маргопуло) плотность науплиусов *V. spengleri* в июле 2018 г. достигала 184 экз./м³. Необходимо отметить, что в этот период на Севастопольском взморье сформировался однородный слой воды толщиной до 10 м с температурой 23°C. Соленость была типичной для летнего сезона, увеличивалась от поверхности до дна и составляла 18,05–18,25‰ (Рябушко и др., 2019). В конце июня 2019 г. температура воды прогрелась до 25°C, при этом плотность личинок достигла максимального показателя – 1556 экз./м³ (Рябушко и др., 2020).

В материалах, полученных нами на взморье Севастополя в период с 1994 по 2004 г., личинки *V. spengleri* встречались при прогреве воды в море выше 19°C. Их максимальная плотность (153 экз./м³) зарегистрирована в середине июня. К августу количество личинок снижалось. В Балаклавской бухте и сопредельных акваториях от мыса Айя до мыса Фиолент в период 2000–2008 гг. плотность личинок *V. spengleri* в июне составляла 20–30 экз./м³. На Южном берегу Крыма в Голубом заливе количество науплиусов *V. spengleri* в июне 2010 г. составляло 5 экз./м³, а в июне 2011 г. – 18 экз./м³. В районе Коктебельской бухты и акватории Карадагского природного заповедника за весь период наблюдений плотность личинок не превышала 300 экз./м³ (Лисицкая, 2018). Таким образом, длительный период исследований показал, что в прибрежных водах Крыма в летний период постоянно встречались личинки *V. spengleri*. Их численность в планктоне из года в год колебалась, зависела от места и даты сбора проб и гидрологического режима акватории.

Личинки *V. spengleri* были обнаружены и в планктоне северо-восточного шельфа Черного моря в районах от Анапы до Туапсе, а в Новороссийской бухте они указаны как обычный вид. Их численность увеличивалась в июне с повышением температуры воды до 19–20°C (Селифонова, 2012). Данных о встречаемости личинок верруки в Азовском море и в северо-западной части Черного моря нет. Маловероятно и нахождение взрослых особей в этих акваториях, характеризующихся низкой соленостью и замерзанием в зимний период (Полтаруха, Гринцов, 2003). Литературных данных по распространению и численности личинок *V. spengleri* в Средиземном и сопредельных морях найти не удалось.

Таким образом, полученные данные подтверждают, что усоногой рак *V. spengleri* успешно нату-

рализовался и широко распространился в прибрежных водах северной части Черного моря. Динамика численности пелагических личинок обусловлена особенностями репродуктивного цикла взрослых особей данного вида, от температуры зависят сроки созревания гонад и нереста. У берегов Крыма *V. spengleri* размножается с июня по август, вымет личинок начинается при прогреве воды выше 18°C. Результаты исследований 2019–2021 гг. показали, что плотность личинок верруки в прибрежных водах Крыма в последнее десятилетие увеличилась на порядок. Так как вид *V. spengleri* по толерантности к температуре относится к субтропическому, можно предположить, что положительные тренды температуры и солености, зарегистрированные в поверхностных водах Черного моря и, в частности, на взморье Севастополя, способствуют увеличению популяции данного вида (Шиганова и др., 2012; Kapranov et al., 2020).

В настоящее время актуальным является вопрос о возможности вселения в Черное море новых видов усоногой раков. На днищах судов заносятся десятки видов Cirripedia, но из-за более низких показателей солености и температуры воды многие из них сразу погибают. У видов, которые выживали, наблюдали полную резорбцию половых продуктов (Зевина, 1994). Потенциальную возможность случайного заноса с балластными водами на пелагической стадии имеют многие виды, однако натурализуются только те, которые выживают при низкой солености. За период исследований в прибрежных водах Крыма личинок новых видов усоногой раков мы не встречали. Однако повышение температуры воды в Черном море способствует натурализации некоторых субтропических и тропических видов, проникших с течениями или балластными водами (Заика и др., 2010; Шиганова и др., 2012). Чтобы отслеживать процессы проникновения и распространения в прибрежных водах Крыма новых видов усоногой раков, необходимо проведение дальнейших исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований, выполненных в акватории Севастополя в 2019–2021 годы, и анализа полученных ранее данных уточнены сроки размножения *Verruca spengleri* и нахождения их личинок в планктоне. В прибрежных водах Крыма личинки *V. spengleri* встречались только в летний сезон. В конце мая–начале июня при прогреве воды до 18–19°C в планктоне появлялись единичные науплиусы. Увеличение плотности

личинок верруки зарегистрировано в июне—июле при температуре 20–25°C. В августе численность личинок снижалась на порядок, в сентябре они уже не встречались. Таким образом, у берегов Крыма нерест *V. spengleri* начинается в конце мая—начале июня. В последние годы на Севастопольском взморье отмечено существенное увеличение количества личинок *V. spengleri*. Их плотность достигала 1068–1556 экз./м³, тогда как в период 1994–2004 гг. она не превышала 153 экз./м³.

БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаем благодарность сотрудникам ИнБЮМ О.А. Трощенко, М.А. Попову, М.М. Шевченко за помощь в отборе проб и Е.А. Шалаевой за научные консультации при подготовке рукописи.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме “Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса”, номер государственной регистрации темы: 121030300149-0.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Долгопольская М.А., 1954. Еще один случай незавершенной иммиграции из Средиземного моря в Черное // Труды Севастопольской биологической станции. Т. 8. С. 174–177.
- Заика В.Е., Сергеева Н.Г., Колесникова Е.А., 2010. Вселенцы в донной макрофауне Чёрного моря: распространение и влияние на сообщества бентали // Морской экологический журнал. Т. IX. № 1. С. 5–22.
- Зевина Г.Б., Долгопольская М.А., 1969. Подкласс усоногие раки – Cirripedia. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Киев: Наукова думка. Т. 2. С. 260–267.
- Зевина Г.Б., 1994. Биология морского обрастания. М.: Изд-во МГУ. 133 с.
- Зевина Г.Б., Полтаруха О.П., 1999. Усоногие раки (Cirripedia, Thoracica) Черного моря // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. Т. 104. Вып. 1. С. 30–39.
- Лисицкая Е.В., 2018. Меропланктон. Биология Черного моря у берегов Юго-Восточного Крыма / Под ред. Н.С. Костенко. Симферополь: ИТ АРИАЛ. С. 234–244.
- Остроумов А.А., 1893. Отчет о деятельности Биологической станции в Севастополе за двухлетие, 1892–1893 г. С.-Пб.: Тип. Императ. Акад. Наук. 8 с.
- Полтаруха О.П., 2002. Диагностические признаки и ключ для определения всех науплиальных стадий усоногих раков (Crustacea, Cirripedia, Thoracica), постоянно обитающих в Черном море // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. Т. 107. Вып. 1. С. 26–31.
- Полтаруха О.П., Гринцов В.А., 2003. Сравнительное изучение морфологии и некоторых особенностей экологии *Verruca spengleri* (Crustacea, Cirripedia) из Черного моря и Атлантического океана // Зоологический журнал. Т. 82. № 6. С. 659–664.
- Полтаруха О.П., Корн О.М., 2008. Атлас-определитель личинок усоногих раков (Cirripedia: Thoracica) прибрежных вод России. М.: Товарищество научных изданий КМК. 152 с.
- Рябушко В.И., Щуров С.В., Ковригина Н.П., Лисицкая Е.В., Поспелова Н.В., 2019. Комплексные экологические исследования – как основа выбора места размещения морской фермы в прибрежной зоне западного Крыма (Черное море) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. Вып. 2. С. 67–77.
- Рябушко В.И., Щуров С.В., Ковригина Н.П., Лисицкая Е.В., Поспелова Н.В., 2020. Комплексные исследования экологического состояния прибрежной акватории Севастополя (Западный Крым, Черное море) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. № 1. С. 103–118.
- Селифонова Ж.П., 2012. Таксономический состав и сезонная динамика меропланктона прибрежных вод северо-восточного шельфа Черного моря // Биология моря. Т. 38. № 1. С. 3–10.
- Шалаева Е.А., Гринцов В.А., 2004. Подкласс усоногие раки – Cirripedia, Thoracica. Карадаг. Гидробиологические исследования. Книга 2-я. Симферополь: Сонат. С. 376–377.
- Шиганова Т.А., Мусаева Э.И., Лукашова Т.А., Ступникова А.Н., Засько Д.Н., Анохина Л.Л., Сивкович А.Е., Гагарин В.И., Булгакова Ю.В., 2012. Увеличение числа находок средиземноморских видов в Черном море // Российский журнал биологических инвазий. № 3. С. 61–98.
- Kapranov S.V., Kovrigina N.P., Troshchenko O.A., Rodionova N.Yu., 2020. Long-term variations of thermohaline and hydrochemical characteristics in the mussel farm area in the coastal waters off Sevastopol (Black Sea) in 2001–2018 // Continental Shelf Research. V. 206. P. 1–16.
- Topaloğlu B., Gönülal O., 2012. A new record for the Turkish Aegean Sea Fauna: Scalpellum scalpellum Linnaeus, 1767 (Crustacea: Cirripedia: Thoracica) // J. Black Sea/Mediterranean Environment. V. 18. № 1. P. 90–96.
- Young P.S. 1998. Cirripedia (Crustacea) from the “Campanhe Bicares” in the Azores region, including a generic revision of Verrucidae // Zoosystema. V. 20 № 1. P. 31–92.
- Young P.S., Zibrowius H., Bitar G., 2003. *Verruca stroemia* and *Verruca spengleri* (Crustacea: Cirripedia): distribution in the north-eastern Atlantic and the Mediterranean Sea // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. V. 83. P. 89–93.

LARVAL DENSITY DYNAMICS OF *VERRUCA SPENGLERI* (CRUSTACEA, CIRRIPIEDIA, THORACICA) IN THE COASTAL WATERS OF CRIMEA

E. V. Lisitskaya¹, *, S. V. Shchurov¹

¹Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, Russian Academy of Sciences, Sevastopol, 299011 Russia

*e-mail: e.lisitskaya@gmail.com

Six species of barnacles belonging to three families have been recorded in the Black Sea. All of them have a pelagic stage of development in their life cycle. *Verruca spengleri* Darwin 1854, a representative of the family Verrucidae, is known to be a Mediterranean species that has invaded the Black Sea. The aim of this work was to study the dynamics of the population density of *V. spengleri* larvae in the coastal waters of Crimea. The studies were carried out in 2019–2021 along the Sevastopol coast. Samples were taken monthly with a Jeddy plankton net (inlet diameter 36 cm, mill gas mesh 135 µm). A water layer of 10–0 m was investigated. Live samples were processed by total counting the larvae in the Bogorov chamber, using MBS-9 and Mikmed-5 light microscopes. Larvae of *V. spengleri* were found in plankton only in the summer season. Single nauplii at the early stages of development were recorded in late May to early June when the water warmed up to 18–19°C. An increase in the density of verruca larvae was recorded in June–July at temperatures ranging 20–25°C. In August, the number of larvae decreased approximately ten times, while in September they did not occur. The data obtained indicate that the spawning period of *V. spengleri* off the Crimean coast lasts about 3 months. In recent years, near the Sevastopol coast, the number of larvae of *V. spengleri* is noted to have significantly increased. Their density reached 1068–1556 ind./m³, while in the period 1994–2004 it did not exceed 153 ind./m³. The data obtained confirm that the barnacle *V. spengleri* has successfully naturalized and spread widely in the coastal waters of the northern part of the Black Sea.

Keywords: alien species, barnacles, nauplius, *Verruca spengleri*, Black Sea