

УДК 574.583:639.4(262.5)

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА МЕРОПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ МИДИЙНО-УСТРИЧНОЙ ФЕРМЫ (СЕВАСТОПОЛЬ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)

© 2017 г. **Е. В. Лисицкая**, канд. биол. наук, с. н. с.

Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия
E-mail: e.lisitskaya@gmail.com

Поступила в редакцию 28.06.2017 г. Принята к публикации 18.12.2017 г.

При организации мидийно-устричных ферм необходимо учитывать динамику численности личинок объектов культивирования и сопутствующих видов, которые могут неблагоприятно повлиять на качество и количество ожидаемой продукции марикультуры. В 2014–2017 гг. проведён мониторинг меропланктона в акватории мидийно-устричной фермы, расположенной на внешнем рейде Севастопольской бухты. Материал собирали ежемесячно сетью Джеди (диаметр входного отверстия — 36 см, размер ячеек газа — 135 мкм). Облавливали слой воды от дна до поверхности (10–0 м). Обработку проводили на живом материале путём тотального подсчёта личинок в камере Богорова под бинокулярном МБС-9. Идентифицированы личинки 62 таксонов, из них *Bivalvia* — 9 видов, *Gastropoda* — 15, *Polychaeta* — 19, *Cirripedia* — 2, *Decapoda* — 12, прочие — 5. Таксономический состав меропланктона зависел от сроков размножения донных беспозвоночных и изменялся по сезонам. С декабря по февраль численность меропланктона не превышала 195 экз.·м⁻³, число видов — 6. Увеличение количества видов и численности личинок отмечено с июня по сентябрь. Максимальная численность меропланктона зарегистрирована в августе 2014 г. Изучена сезонная динамика численности личинок мидии *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 и потенциального объекта культивирования — анадары *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906). Личинки *M. galloprovincialis* присутствовали в планктоне с середины сентября по май и отсутствовали в летние месяцы. Увеличение их численности зарегистрировано в апреле и сентябре — октябре. Зимний нерест мидий отмечен в декабре — январе при температуре воды 8,0–8,9 °С. Личинки анадары *A. kagoshimensis* встречались с июля по ноябрь. Их численность существенно увеличивалась в сентябре. Приведены данные по встречаемости личинок беспозвоночных, оказывающих негативное влияние на культивируемых моллюсков. Велигеры хищного брюхоногого моллюска *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) встречались с июля по октябрь. Личинки полихеты-перфоратора *Polydora websteri* Hartman in Loosanoff & Engle, 1943 обнаружены с июня по октябрь. Личинки полихеты *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873) отмечены в октябре. Науплиусы усонного рака *Amphibalanus improvisus* Darwin, 1854 присутствовали круглый год, их численность увеличивалась с марта по июнь и в октябре — ноябре. Сроки нахождения личинок в планктоне необходимо учитывать при планировании гидротехнических работ на мидийно-устричной ферме.

Ключевые слова: меропланктон, личинки, сезонная динамика, мидийно-устричная ферма, Чёрное море

Многие морские донные беспозвоночные имеют в жизненном цикле пелагическую стадию развития. Совокупность пелагических личинок (меропланктон) входит в состав зоопланктона. Существенную роль в черноморском меропланктоне играют личинки двустворчатых моллюсков, в том числе одного из основных объектов марикультуры — мидии *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 — и перспективного для культивирования — анадары *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906). Некоторые виды беспозвоночных уже на личиночной стадии оказывают негативное влияние на культивируемых моллюсков.

К таковым отнесены виды, способные перфорировать створки моллюсков: хищный брюхоногий моллюск *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) и многощетинковый червь *Polydora websteri* Hartman in Loosanoff & Engle, 1943 [9, 13]. Личинки полихеты *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873) и усонного рака *Amphibalanus improvisus* Darwin, 1854, оседая на раковины моллюсков, строят известковые домики, которые ухудшают товарный вид мидий и устриц [1, 3]. Следовательно, при организации мидийно-устричных ферм на Чёрном море необходимо учитывать данные по таксономическому составу меропланктона, а также по динамике численности личинок объектов культивирования и сопутствующих видов, которые могут способствовать формированию сообщества на коллекторах либо неблагоприятно влиять на качество и количество ожидаемой продукции [4, 12].

С 2014 г. в районе мидийно-устричной фермы, функционирующей на внешнем рейде Севастопольской бухты, проводится комплексный мониторинг, включающий изучение меропланктона. Цель настоящей работы — анализ таксономического состава меропланктона и сезонной динамики численности пелагических личинок видов, влияющих на функционирование марихозяйства.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Мидийно-устричная ферма ООО НИО «Марикультура» размещена в акватории, прилегающей к береговой базе ФГБУН ИМБИ (западнее бухты Мартыновой), между южным молом Севастопольской бухты и западной границей гидрологического памятника природы регионального значения «Прибрежный аквальный комплекс у Херсонеса Таврического». Ферма удалена от берега на 200–300 м в сторону открытой части моря. Координаты станции отбора проб: 44°37'12.12"N, 33°30'9.73"E. Глубины в районе размещения фермы — 10–18 м. Изучение меропланктона в акватории фермы проводили в 2014–2017 гг. Пробы отбирали ежемесячно сетью Джели (диаметр входного отверстия — 36 см, размер ячее мельничного газа — 135 мкм). Облавливали весь слой воды от дна до поверхности (10–0 м). Обработку проводили на живом материале путём тотального подсчёта личинок в камере Богорова в бинокляре МБС-9. Для уточнения их видовой принадлежности использовали световой микроскоп Микмед-5. Личинок, идентификация которых была затруднена, подращивали в лабораторных условиях до появления характерных видовых признаков. Для этого выловленных из планктона личинок помещали в кристаллизаторы с фильтрованной морской водой, воздух подавали микрокомпрессором ProSilent. Воду меняли раз в два дня, а после оседания личинок — два раза в неделю. В качестве корма добавляли смеси микроводорослей (*Isochrysis galbana*, *Tetraselmis suecica*, *Chaetoceros calcitrans*, *Phaeodactylum tricorutum*, *Rhodomonas salina*), выращенные к. б. н. Л. В. Ладыгиной. Не идентифицированных до вида личинок подсчитывали суммарно по таксонам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В акватории мидийно-устричной фермы обнаружены пелагические личинки морских беспозвоночных, относящихся к 8 типам животных (табл. 1) [15]. До типа идентифицированы представители 5 таксонов: личинки мшанок (Bryozoa), камптозой (Entoprocta), пилидии немертин (Nemertea) и актинотрохи *Phoronis* (Phoronida). Они единично встречались в водах марихозяйства с мая по сентябрь. В январе и мае в планктоне появлялись не идентифицированные планулы Cnidaria.

До вида определены личинки донных беспозвоночных, относящихся к 3 типам (табл. 1). Тип Arthropoda, подтип Crustacea: инфракласс Cirripedia — 2 вида, отряд Decapoda — 12 видов. Тип Mollusca: класс Bivalvia — 9 видов, класс Gastropoda — 15 видов (из них 2 — до рода). Тип Annelida, класс Polychaeta — 19 видов (из них 2 — до рода). Личинки некоторых видов, относящихся к указанным таксонам, удалось определить только до семейства, а моллюсков — до классов. Учитывая сложность идентификации личинок на ранних стадиях развития, необходимость дорастивать их в лабораторных условиях, а также отсутствие описания личиночных стадий некоторых видов, можно сказать, что представленный список является неполным и будет дополняться по мере получения новых данных.

Таблица 1. Таксономический состав меропланктона в районе мидийно-устричной фермы
Table 1. The taxonomic composition of meroplankton in the area of mussel-oyster farm

Таксон, вид	Таксон, вид
Тип Annelida, класс Polychaeta	Тип Mollusca, класс Bivalvia
<i>Genetyllis tuberculata</i> (Bobretzky, 1868)	<i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)
<i>Phyllodoce</i> sp.	<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819
<i>Nephtys hombergii</i> Savigny, 1818	<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)
<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)	<i>Gibbomodiola adriatica</i> (Lamarck, 1819)
<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparède, 1870)	<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Pholoe inornata</i> Johnston, 1839	<i>Politiitapes aureus</i> (Gmelin, 1791)
<i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867	<i>Spisula subtruncata</i> (Da Costa, 1778)
<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)	<i>Teredo navalis</i> Linnaeus, 1758
<i>Hediste diversicolor</i> (O. F. Müller, 1776)	<i>Mya arenaria</i> Linnaeus, 1758
Nereididae gen. sp.	Cardiidae gen. sp.
<i>Lysidice ninetta</i> Aud. et H. M. Edw., 1833	Veneridae gen. sp.
<i>Malacoceros fuliginosus</i> (Claparède, 1870)	larvae Bivalvia
<i>Scolecopsis squamata</i> (Müller, 1806)	Тип Mollusca, класс Gastropoda
<i>Microspio mecznikowianus</i> (Claparède, 1869)	<i>Tricolia pullus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Spio decoratus</i> Bobretzky, 1870	<i>Gibbula</i> sp.
<i>Prionospio</i> sp.	<i>Bittium reticulatum</i> (Da Costa, 1778)
<i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802	<i>Caecum trachea</i> (Montagu, 1803)
<i>Polydora websteri</i> Hartman in Loosanoff & Engle, 1943	<i>Rissoa membranacea</i> (J. Adams, 1800)
Spionidae gen. sp.	<i>Rissoa splendida</i> Eichwald, 1830
<i>Magelona rosea</i> Moore, 1907	<i>Rissoa parva</i> (Da Costa, 1778)
Capitellidae gen. sp.	<i>Rissoa</i> sp.
<i>Hydroides dianthus</i> (Verrill, 1873)	<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)
Тип Arthropoda, подтип Crustacea	<i>Tritia reticulata</i> (Linnaeus, 1758)
инфракласс Cirripedia	<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846)
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	<i>Retusa truncatula</i> (Bruguère, 1792)
<i>Verruca spengleri</i> Darwin, 1854	<i>Limapontia capitata</i> (O. F. Müller, 1774)
отряд Decapoda	<i>Tergipes tergipes</i> (Forsskål in Niebuhr, 1775)
<i>Hippolyte leptocerus</i> (Heller, 1863)	<i>Bela nebula</i> (Montagu, 1803)
<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1813 [in Leach, 1813–1814])	larvae Gastropoda
<i>Upogebia pusilla</i> (Petagna, 1792)	Тип Cnidaria
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	planula Coelenterata
<i>Clibanarius erythropus</i> (Latreille, 1818)	Тип Phoronida
<i>Pisidia longimana</i> (Risso, 1816)	actinotrocha Phoronis
<i>Palaemon elegans</i> Rathke, 1837	Тип Nemertea
<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)	pilidium Nemertea
<i>Xantho poressa</i> (Olivi, 1792)	Тип Bryozoa
<i>Rhithropanopeus harrisii</i> (Gould, 1841)	cyphonautes Bryozoa
<i>Pachygrapsus marmoratus</i> (Fabricius, 1787)	Тип Entoprocta
<i>Eriphia verrucosa</i> (Forskål, 1775)	larvae Kamptozoa

В акватории марихозияства пелагические личинки морских животных встречаются круглый год. Таксономический состав и численность меропланктона зависят от сроков размножения донных беспозвоночных и изменяются по сезонам. Минимальное количество видов (до 6) отмечено в зимний период при температуре воды 6,0–7,9 °C. В исследуемый период с декабря по февраль суммар-

ная плотность меропланктона не превышала 195 экз. \cdot м⁻³ (рис. 1). В планктоне встречались личинки полихет (*H. imbricata*, Spionidae gen. sp.), науплиусы *A. improvisus* (Cirripedia), личинки Bivalvia (*M. galloprovincialis*, *S. subtruncata*) и не идентифицированные до вида велигеры брюхоногих моллюсков. При прогреве воды до 9,0–11,0 °С плотность меропланктона увеличивалась в марте 2017 г. до 781 экз. \cdot м⁻³, а в апреле 2015 и 2016 гг. — до 1536–1733 экз. \cdot м⁻³ соответственно. По численности преобладали личинки Bivalvia (*M. galloprovincialis*) и науплиусы баянуса *A. improvisus*. В планктоне появлялись личинки Polychaeta (*P. cornuta*, *S. decoratus*, *M. mecznikowianus*) и велигеры Gastropoda (*R. splendida*, *T. reticulata*). В мае 2017 г. плотность меропланктона достигала 1752 экз. \cdot м⁻³, а в мае 2014 г. — 2450 экз. \cdot м⁻³. В это время начинали размножаться многие виды многощетинковых червей (*H. reticulata*, *Ph. inornata*, *H. diversicolor*, *A. succinea*, *N. zonata*), были отмечены личинки двустворчатых моллюсков семейства Cardiidae и *M. arenaria*.

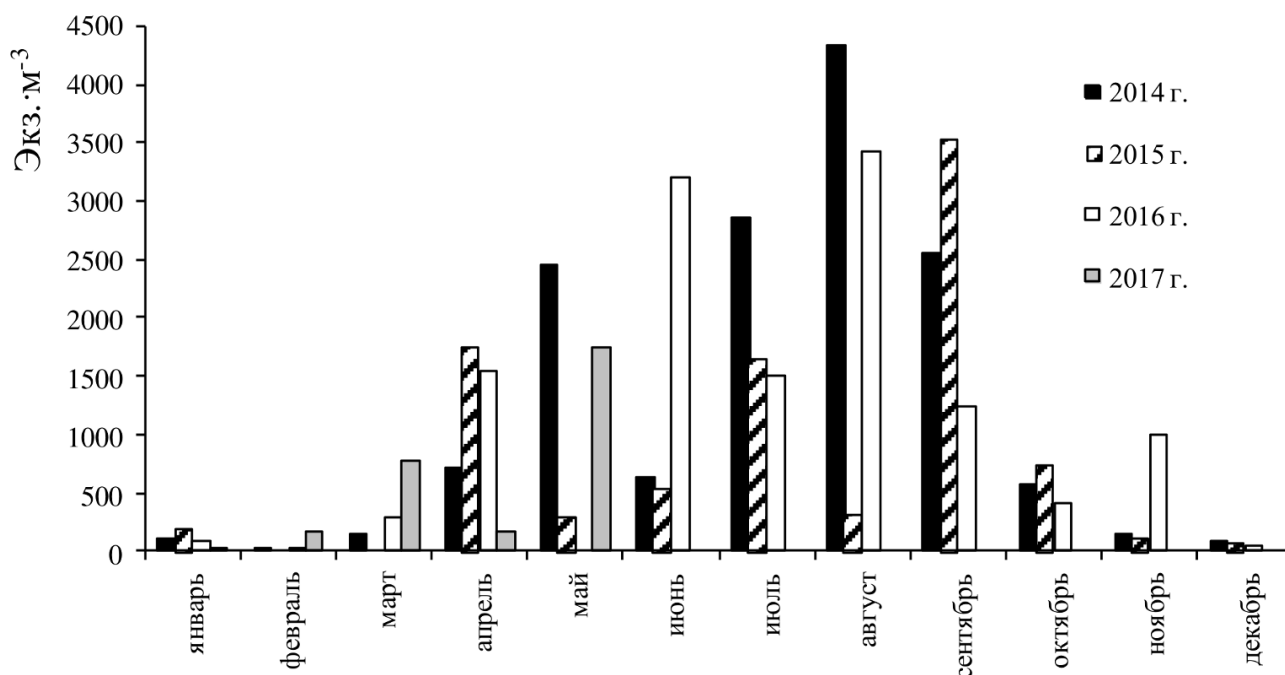


Рис. 1. Сезонная динамика численности меропланктона в акватории мидийно-устричной фермы
Fig. 1. Seasonal dynamics of abundance of the meroplankton in the waters of the mussel-oyster farm

Существенное увеличение количества видов и плотности личинок в планктоне отмечено с июня по сентябрь. Максимальная плотность меропланктона (4328 экз. \cdot м⁻³) зарегистрирована в августе 2014 г. при температуре воды 25,2 °С. В 2016 г. она достигала в июне 3208 экз. \cdot м⁻³, а в августе — 3415 экз. \cdot м⁻³ при размножении многих видов двустворчатых (*M. lineatus*, *Ch. gallina*, Veneridae gen. sp.) и брюхоногих моллюсков (*B. reticulatum*, *R. parva*, *R. membranacea*, *T. pulla*, *Gibbula* sp.). Эти виды являются массовыми в прибрежных водах Крыма, а их личинки доминируют в планктоне [5, 13]. В июле — августе единично встречались великонхи *G. adriatica* и велигеры Gastropoda (*C. trachea*, *R. truncatula*, *H. acuta*). Существенно увеличился и видовой состав Polychaeta. По численности доминировали эврибионтные виды *N. hombergii*, *S. decoratus*, *Prionospio* sp., реже встречались нектохеты *G. tuberculata*, *Phyllodoce* sp., единично отмечены личинки спионид *S. squamata*, *M. fuliginosus*, нектохеты *M. rosea*, *L. ninetta* и Capitellidae gen. sp. Полихеты, которые являлись массовыми в планктоне, обычны и в зообентосе. Однако некоторые виды, образующие большие скопления на твёрдых субстратах, например представители семейства Spiroboridae, имеют короткую пелагическую стадию в развитии [7]. В планктонных пробах личинки таких видов отмечены не были, т. к. они быстро завершают метаморфоз и оседают.

Только в тёплый период года при температуре воды выше 18 °С в планктоне марихозяйства зарегистрированы личинки всех идентифицированных нами видов Decapoda (табл. 1). Из них по численности преобладали зоёя *H. leptocerus*, *U. pusilla*, *C. erythropus*. В меньшем количестве (до 10 экз.·м⁻³) встречаются личинки *A. nitescens*, *P. elegans*, *D. pugilator*, *P. longimana*. Личинки крабов *E. verrucosa*, *P. hirtellus*, *X. poressa*, *P. marmoratus*, *Rh. harrisii* отмечены единично. С июня по август в водах марихозяйства встречены науплиусы *V. spengleri*, их численность не превышала 153 экз.·м⁻³. Негативного воздействия этого вида усоногих раков на культивируемых моллюсков мы не наблюдали.

К октябрю при понижении температуры воды до 17,2 °С количество видов меропланктона уменьшалось. Суммарная численность личинок полихет (*Phyllodoce* sp., *P. cornuta*, *P. websteri*, Spionidae gen. sp.) не превышала 38 экз.·м⁻³. Единично отмечены личинки Gastropoda (*L. capitata*, *Rissoa* sp.) и Decapoda (*H. leptocerus*). Максимальная плотность меропланктона в октябре составляла 735 экз.·м⁻³, а в ноябре (при температуре 12,0 °С) — 991 экз.·м⁻³ (рис. 1). Доминировали по численности, как и в ранневесенний период, личинки Bivalvia (*M. galloprovincialis*) и науплиусы Cirripedia (*A. improvisus*).

Необходимо отметить, что первые исследования меропланктона в акватории внешнего рейда Севастопольской бухты проведены нами в 1994–1996 гг. [8, 10]. Для того периода идентифицированы личинки 44 видов; определено до вида меньшее, чем в настоящий период, количество личинок полихет и брюхоногих моллюсков, не указаны личинки, относящиеся к прочим таксонам. В зимних сборах также преобладали великонхи Bivalvia, они составляли 75 % от суммарной численности меропланктона и были представлены доминирующим видом *M. galloprovincialis*. На долю личинок усоногого рака *A. improvisus* приходилось 24 %, на полихетный меропланктон — 1 %, личинки Gastropoda и Decapoda отсутствовали. В весеннем планктоне личинки мидии составляли 81 %, науплиусы баянуса — 15 %, появлялись личинки многощетинковых червей семейств Nereididae и Spionidae. Наибольшее видовое разнообразие в тот период, как и в 2014–2017 гг., было отмечено в летне-осенних сборах. Летом до 58 % численности приходилось на долю личинок двустворчатых моллюсков, но доминирующим видом, в отличие от такового в холодный период года, являлся *M. lineatus*. Личинки десятиногих раков (*U. pusilla*, *P. elegans*, *D. pugilator*, *P. longimana*) составляли 11 % от суммарной численности меропланктона. Около 5 % численности приходилось на личинки брюхоногих моллюсков и полихет. Личинки усоногих раков составляли около 20 % за счёт увеличения численности науплиусов *V. spengleri* (до 148 экз.·м⁻³). В осенний период доминировали Cirripedia: 65 % численности приходилось на долю личинок *A. improvisus*. За счёт осеннего нереста мидий Bivalvia составляли 27 %. Представители остальных таксонов отмечены в незначительном количестве [8].

По данным прошлых лет, к массовым видам меропланктона с численностью более 60 % от суммарной отнесены личинки *M. galloprovincialis*, *M. lineatus* (Bivalvia) и *A. improvisus* (Cirripedia). В последние годы к ним добавились личинки *B. reticulatum* (Gastropoda) [10]. Следует отметить, что общая сезонная динамика меропланктона за прошедшие 20 лет существенно не менялась, однако отдельных видов и их численности изменения всё же коснулись. Так, проведено сравнение количества экземпляров велигеров Gastropoda на примере массового вида *R. parva*. В период 1994–1996 гг. (до организации марихозяйства) его численность не превышала 20 экз.·м⁻³, в 2002–2004 гг. (во время функционирования экспериментального хозяйства) она достигала 150 экз.·м⁻³. В 2014–2017 гг. численность личинок в планктоне возросла на порядок. Можно предположить, что этому способствовало искусственное увеличение субстратов для оседания, представленных буями, коллекторами и створками выращиваемых моллюсков.

В летний период 2014–2016 гг. в акватории марихозяйства обнаружены велигеры брюхоногого моллюска *B. nebula*, не встречавшиеся здесь ранее. Данный вид является хищником и питается трубчатыми полихетами [13]. На выращиваемых моллюсках и гидротехнических сооружениях морской фермы обитают многощетинковые черви семейства Serpulidae, которые живут в трубках и могут служить пищей для *B. nebula*. Весьма вероятно, что в дальнейшем будет происходить увеличение количества личинок данного вида.

Личинки двустворчатого моллюска *M. arenaria* впервые отмечены в 2000 г. в незначительном количестве [5]. В период наших исследований личинки мидии единично встречались в конце мая и, предположительно, были принесены с водными массами с других районов Крыма.

Рассмотрим динамику численности пелагических личинок беспозвоночных, которые являются объектами культивирования.

***Mytilus galloprovincialis* (Bivalvia).** Один из факторов, влияющих на интенсивность оседания личинок мидий на коллекторы марихозяйства, — численность их личинок в планктоне [8]. В 2014 г. увеличение количества личинок *M. galloprovincialis* отмечено в январе при температуре воды 8,9 °С (рис. 2). Большинство личинок находилось на ранней стадии великонхи «без глазка». Известно, что при благоприятных температурных условиях возможен зимний нерест мидии, что мы и наблюдали в акватории марихозяйства [4]. Весенний пик численности личинок (176 экз.·м⁻³) зарегистрирован в апреле при температуре воды 11,2 °С. В летний период личинки не встречены. Осенний нерест мидии (численность личинок — 262 экз.·м⁻³) проходил в октябре при понижении температуры воды до 17 °С.

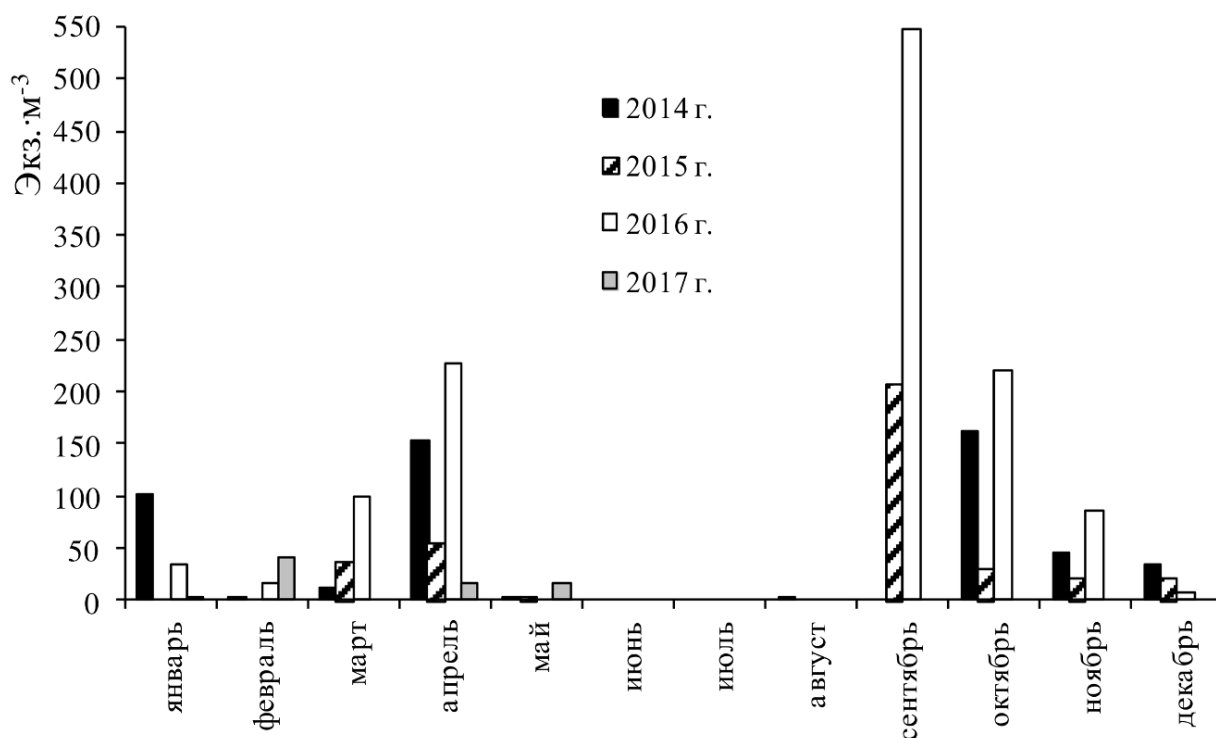


Рис. 2. Сезонная динамика численности личинок мидии *Mytilus galloprovincialis*

Fig. 2. Seasonal dynamics of abundance of the larvae of mussels *Mytilus galloprovincialis*

В 2015 г. выраженного весеннего пика численности личинок мидии не отмечено. В марте количество великонх *M. galloprovincialis* не велико: на стадии «без глазка» — до 12 экз.·м⁻³, на стадии «с глазком» — до 23 экз.·м⁻³, в апреле численность повысилась до 15 и 38 экз.·м⁻³ соответственно. В мае личинки мидии встречены единично. В пробах от 10 сентября численность великонх «с глазком» составила 207 экз.·м⁻³, при этом более ранние стадии не обнаружены. Существенное влияние на численность личинок оказывают гидродинамические процессы. Вероятно, личинки принесены с водными массами из более глубоких слоёв, где происходило размножение мидии природных популяций [6]. В октябре при температуре воды 18,8 °С в планктоне присутствовали только личинки, находящиеся на поздних стадиях развития (30 экз.·м⁻³). В 2016 г. увеличение численности личинок зарегистрировано в середине апреля (226 экз.·м⁻³ на стадии великонхи «с глазком») при температуре воды 11,9 °С. В конце сентября, когда температура воды составляла 20,6 °С, численность великонх «без глазка» достигала 383 экз.·м⁻³,

«с глазком» — 165 экз.·м⁻³. В октябре при температуре воды 19,1 °С количество ранних великонок не превышало 20 экз.·м⁻³, поздних — 200 экз.·м⁻³. В 2017 г. выраженного весеннего пика численности не зарегистрировано, личинки встречены в незначительном количестве (до 42 экз.·м⁻³).

По нашим данным, осенью 1994 г. численность личинок мидии в районе внешнего рейда не превышала 70 экз.·м⁻³, а в декабре повысилась до 536 экз.·м⁻³. В январе 1995 г. при температуре воды 8,8 °С она составляла 132 экз.·м⁻³, в марте при температуре воды 8 °С — 336 экз.·м⁻³. Постепенно численность личинок мидии снижалась, к маю она не превышала 30 экз.·м⁻³. В летний период личинки мидии не встречались, и только к концу осени их численность повысилась до 60 экз.·м⁻³. В 1996 г. весенний пик — 307 экз.·м⁻³ — отмечен в начале апреля при температуре воды 8,4 °С, в апреле 1997 г. численность личинок мидии достигала 840 экз.·м⁻³. По результатам исследований 2000–2002 гг., пики численности великовок мидии в акватории фермы отмечены в апреле, мае и декабре [5]. Полученные данные подтверждают массовый весенний нерест, характерный для культивируемой мидии [4].

Таким образом, в акватории марихозяйства личинки *M. galloprovincialis* были обычны с середины сентября по май, в летние месяцы (с июня по август) они практически не встречались. Существенное увеличение их численности наблюдали в апреле при температуре воды 11,2–11,9 °С и сентябре — октябре при температуре воды до 17,0–20,6 °С. Зимний нерест мидии отмечен в декабре — январе при температуре воды 8,0–8,9 °С. В экспериментальных условиях продолжительность личиночной стадии варьировала от 24 до 42 суток [12]. С учётом литературных данных и наших наблюдений можно определить наиболее вероятные сроки массового оседания личинок мидии на ферме: конец апреля — май (весеннее оседание), октябрь — ноябрь (осеннее), декабрь — январь (зимнее оседание при высоких зимних температурах воды).

***Anadara kagoshimensis* (Bivalvia).** Перспективным для культивирования является вселившийся в Чёрное море двустворчатый моллюск анадара. Впервые личинки этого вида на взморье Севастополя были идентифицированы в 2000 г. Они встречались в больших количествах с середины августа по декабрь (с максимумом 155 экз.·м⁻³). В 2001 г. пик численности личинок анадары приходился на начало ноября (81 экз.·м⁻³), а в 2002 г. он был зафиксирован в сентябре (104 экз.·м⁻³) [5]. В 2014–2017 гг. личинки анадары единично отмечены в планктоне в июле при прогреве воды до 25,0 °С. В августе при температуре воды около 26,0 °С их численность начинала увеличиваться (рис. 3), к сентябрю при 23,0–24,0 °С она достигала максимума (так, в 2014 г. составила 450 экз.·м⁻³). К октябрю личинки начинали оседать, их количество в планктоне снижалось, в ноябре они встречались единично. Следовательно, проводить сбор спата *A. kagoshimensis* в садках марихозяйства оптимально в сентябре.

В акватории марихозяйства отмечены личинки беспозвоночных, которые способны оказывать негативное влияние на культивируемых мидий и устриц.

***Rapana venosa* (Gastropoda).** Хищный брюхоногий моллюск *R. venosa*, вселенец из Японского моря, у берегов Крыма размножается в июле — сентябре при температуре воды 19–25 °С [13]. Личинки *R. venosa*, оседая, переходят на хищнический тип питания — начинают перфорировать раковины моллюсков. В экспериментальных условиях установлено, что способностью перфорировать спат мидии обладают молодые рапаны с высотой раковины до 3671,0 ± 568,9 мкм [11]. Велигеры *R. venosa* встречены в планктоне марихозяйства с июля по октябрь, их численность увеличивалась в августе — сентябре. Следовательно, именно в этот период необходимо проводить чистку устричных садков от осевшей молодежи рапаны.

Некоторые виды многощетинковых червей, имеющих пелагическую личинку, тоже являются перфораторами, высверливая ходы в раковинах моллюсков. Это негативно влияет на выживаемость и коммерческую ценность мидий и устриц и наносит ущерб марихозяйству.

***Lysidice ninetta* (Polychaeta).** Известно, что распространённая в Чёрном море полихета *L. ninetta* обладает способностью перфорировать раковины моллюсков [2]. Этот вид обитает на каменистых, песчаных и ракушечных грунтах до глубины 30 м. Половозрелые черви отмечены в Чёрном море в июле — сентябре [7]. Личинки полихет встречены в летний период при температуре воды выше 20 °С.

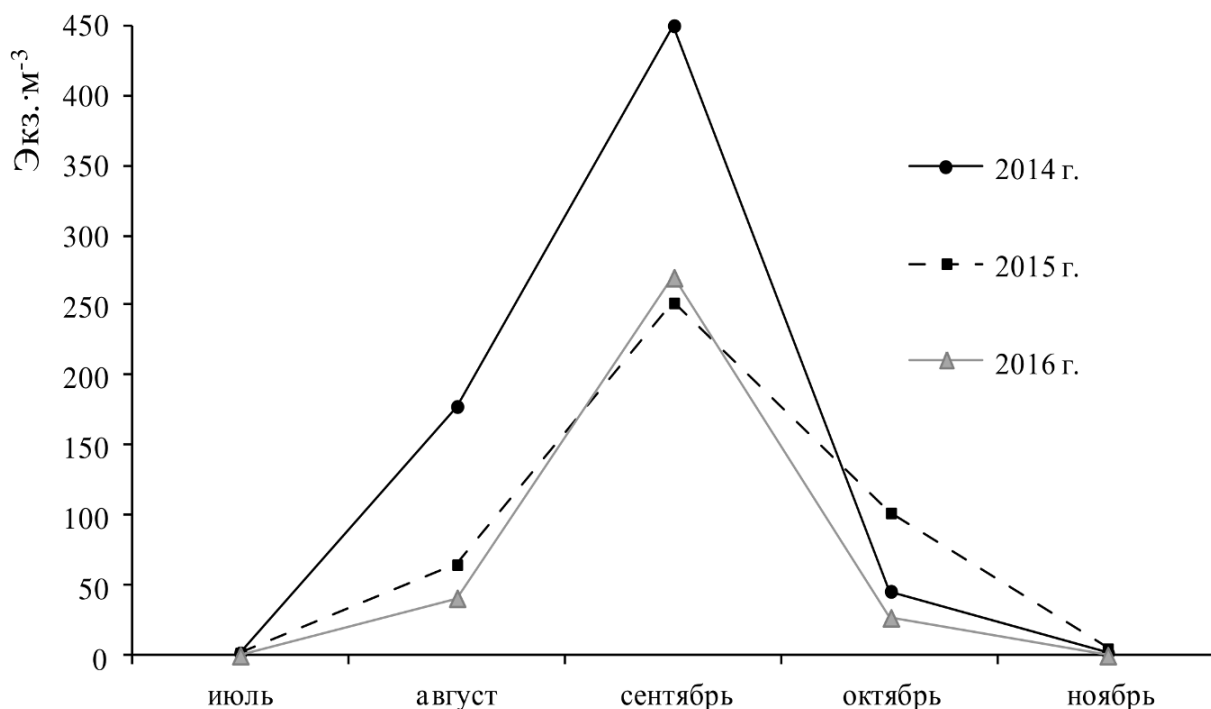


Рис. 3. Сезонная динамика численности личинок анадары *Anadara kagoshimensis*

Fig. 3. Seasonal dynamics of abundance of the larvae of anadara *Anadara kagoshimensis*

Их максимальная численность не превышала 30 экз.·м⁻³. По нашему мнению, способность данного вида перфорировать створки моллюсков вызывает сомнения. Необходимо проведение экспериментальных исследований в этом направлении.

***Polydora websteri* (Polychaeta).** При осмотре устриц *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), выращиваемых в марихозиях у берегов Крыма, нами обнаружен многощетинковый червь *P. websteri*, перфорирующий раковины моллюсков [9]. Этот вид является одним из основных вредителей культивируемых устриц [14]. В районе фермы личинки *P. websteri*, находящиеся на стадии оседания, встречены с июня по октябрь. Их численность не превышала 10 экз.·м⁻³. Биотехнология культивирования устриц должна быть направлена на снижение уровня поражения раковин полидорой. Необходимо устанавливать устричные фермы в местах с интенсивным водообменом и выращивать моллюсков до товарного размера в подвесной культуре, а также проводить профилактические мероприятия — очистку устричных садков и устриц от первичных трубок полидоры [12].

***Hydroides dianthus* (Polychaeta).** В 2009 г. нами обнаружен новый для Чёрного моря вид многощетинковых червей *H. dianthus* [1]. Его личинки оседают на створки моллюсков и строят известковые трубки. В устричных марихозиях Японии и Северной Америки тяжёлые экономические потери связывают с гибелью молодых моллюсков вследствие обильного обрастания полихетами данного вида. Личинки полихеты встречены в акватории марихозия в октябре при температуре воды 15–16 °С. В период исследований на створках мидий, выращиваемых на ферме, уже обнаружены трубки *H. dianthus*. Следовательно, можно ожидать увеличения численности их личинок в планктоне.

Сравнив данные, полученные в 1994–1996 и 2014–2017 гг., отметим, что за прошедшие 20 лет к видам, оказывающим негативное воздействие на культивируемых моллюсков, присоединились 2 новых — многощетинковые черви *P. websteri* и *H. dianthus*.

***Amphibalanus improvisus* (Cirripedia).** Важную роль в обрастании искусственных и природных субстратов играют усонogie раки. В Чёрном море доминирующим в обрастании является эврибионтный вид *A. improvisus* [3]. В планктоне марихозия науплиусы баянуса встречаются практически круг-

лый год (рис. 4). Количество личинок *A. improvisus* увеличивалось с марта по май при прогреве воды с 9,0 до 21,0 °С и немного снижалось к июню. В 2015 г. в этот период численность *A. improvisus* изменялась от 33 до 403 экз.·м⁻³, максимальная концентрация науплиусов зарегистрирована в апреле (1600 экз.·м⁻³). Снижение численности науплиусов на порядок в мае могло свидетельствовать о начале оседания личинок на субстрат, в т. ч. на коллекторы и гидротехнические сооружения фермы. В 2016 г. в апреле их численность достигала 1261 экз.·м⁻³, в июне — 1110 экз.·м⁻³, в 2017 г. в мае — 1683 экз.·м⁻³. В октябре — ноябре численность науплиусов *A. improvisus* увеличивалась, однако регулярных ярко выраженных пиков не наблюдали. По данным 1994–1996 гг., осенние пики численности науплиусов *A. improvisus* (448–774 экз.·м⁻³) были зарегистрированы в конце сентября — октябре при температуре воды 16,0–17,8 °С, весенний максимум (567 экз.·м⁻³) — в конце апреля 1996 г. при температуре воды 9,6 °С [8, 10]. Численность личинок данного вида в 2014–2017 гг. была в 2–3 раза выше, чем таковая 20 лет назад. Следовательно, в районах размещения марихозяйств можно ожидать увеличения количества личинок усоногих раков в планктоне и взрослых особей на коллекторах и створках моллюсков.

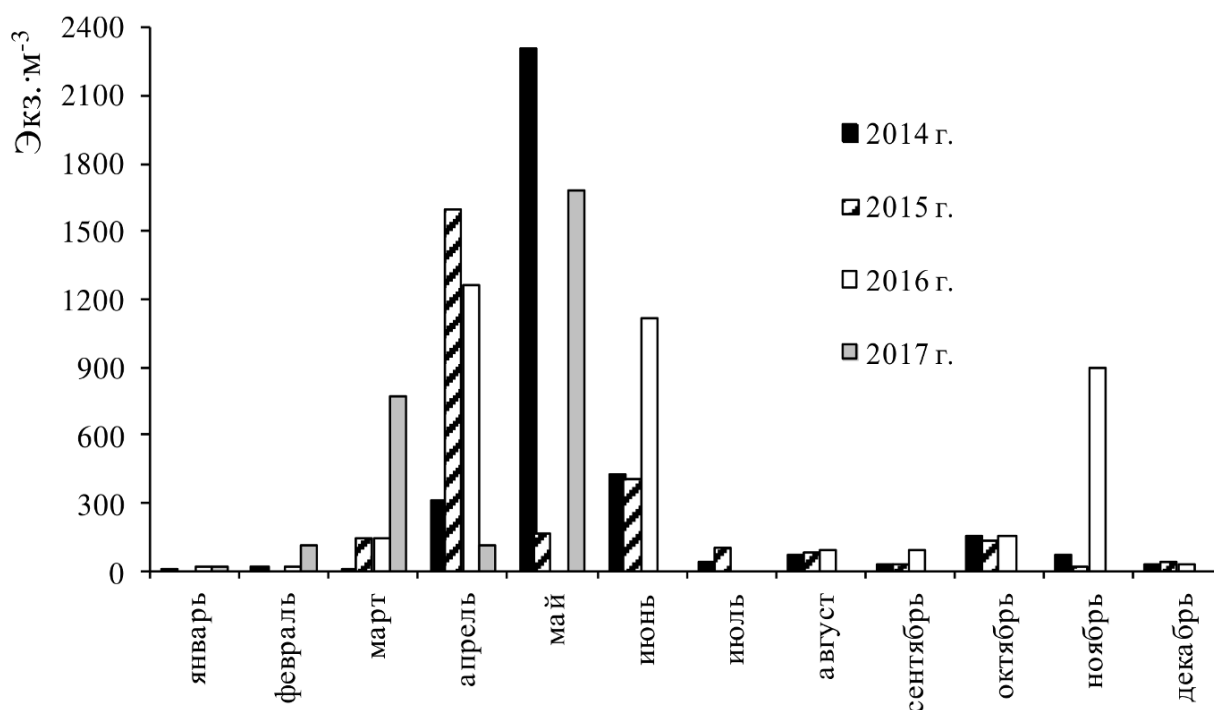


Рис. 4. Сезонная динамика численности личинок *Amphibalanus improvisus*

Fig. 4. Seasonal dynamics of abundance of the larvae of *Amphibalanus improvisus*

Таким образом, с целью контроля таксономического состава пелагических личинок донных беспозвоночных и динамики их численности в акваториях функционирующих мидийно-устричных ферм, а также в районах, в которых предполагается организация марихозяйств, необходимо проводить регулярный мониторинг меропланктона.

Заключение. В 2014–2017 гг. в планктоне мидийно-устричной фермы, расположенной на внешнем рейде Севастопольской бухты, идентифицированы личинки 62 таксонов. Из них один вид — двустворчатый моллюск *M. galloprovincialis* — является объектом культивирования. Личинки мидии присутствовали в планктоне с середины сентября по май, в летние месяцы они практически не встречались. Увеличение численности личинок зарегистрировано в апреле и сентябре — октябре. Зимний нерест мидий отмечен в декабре — январе при температуре воды 8,0–8,9 °С. В районе марихозяйства обнаружены личинки потенциального объекта культивирования — двустворчатого моллюска *A. kagoshimensis*. Личинки анадары встречены с июля по ноябрь, их численность существенно увеличивалась в сентябре.

В меропланктоне марихозийства обнаружены личинки 4 видов беспозвоночных, оказывающих негативное воздействие на культивируемых моллюсков. Установлены сроки их нахождения в планктоне. Велигеры хищного брюхоногого моллюска *R. venosa* встречались с июля по октябрь. Личинки многощетинковых червей *P. websteri* отмечены с июня по октябрь, а *H. dianthus* — в октябре. Науплиусы *A. improvisus* встречались круглый год, их численность увеличивалась с марта по июнь и в октябре — ноябре. Данные о динамике численности личинок в планктоне позволяют определить оптимальные сроки установки коллекторов и проведения профилактических мероприятий на мидийно-устричной ферме.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ИМБИ по теме «Разработка научных основ решения гидробиологических и биотехнологических проблем интегрированного управления прибрежными зонами» (гос. рег. № 115081110011).

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. Болтачева Н. А., Лисицкая Е. В., Лебедевская М. В. Новый для Чёрного моря вид полихет *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873) (Polychaeta: Serpulidae) из прибрежных вод Крыма // *Морской экологический журнал*. 2011. Т. 10, № 2. С. 34–38. [Boltacheva N. A., Lisitskaya E. V., Lebedovskaya M. V. New species *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873) (Polychaeta: Serpulidae) from the coastal waters of Crimea (the Black Sea). *Morskoj ekologicheskij zhurnal*, 2011, vol. 10, no. 2, pp. 34–38. (in Russ.)].
2. Виноградов К. А. К фауне кольчатых червей (Polychaeta) Чёрного моря // *Труды Карадагской биологической станции*. 1949. Т. 8. С. 3–84. [Vinogradov K. A. K faune kol'chatykh chervej (Polychaeta) Chernogo morya. *Trudy Karadagskoj biologicheskoy stantsii*, 1949, vol. 8, pp. 3–84. (in Russ.)].
3. Зевина Г. Б., Полтаруха О. П. Усоногие раки (Cirripedia, Thoracica) Чёрного моря // *Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический*. 1999. Т. 104, № 1. С. 30–39. [Zevina G. B., Poltarukha O. P. Usonogie raki (Cirripedia, Thoracica) Chernogo morya. *Bulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelej prirody. Otdel biologicheskij*, 1999, vol. 104, no. 1, pp. 30–39. (in Russ.)].
4. Иванов В. Н., Холодов В. И., Сеничева М. И., Пиркова А. В., Булатов К. В. *Биология культивируемых мидий*. Киев : Наукова думка, 1989. 99 с. [Ivanov V. N., Kholodov V. I., Senicheva M. I., Pirkova A. V., Bulatov K. V. *Biologiya kul'tiviruemykh midij*. Kiev: Naukova dumka, 1989, 99 p. (in Russ.)].
5. Казанкова И. И. Сезонная динамика личинок двустворок и их вертикальное распределение в прибрежном планктоне внешнего рейда Севастопольской бухты // *Экология моря*. 2002. Вып. 61. С. 59–63. [Kazankova I. I. Seasonal dynamics of Bivalvia larvae and their vertical distribution in the coastal plankton (Sevastopol, the Black Sea). *Ekologiya morya*, 2002, iss. 61, pp. 59–63. (in Russ.)].
6. Казанкова И. И., Немировский М. С. Пространственно-временная динамика численности личинок черноморских Bivalvia в весенний период и ее связь с гидрофизическими особенностями района // *Морской экологический журнал*. 2003. Т. 2, № 3. С. 94–101. [Kazankova I. I., Nemirovsky M. S. Spatial-temporal dynamics of Black Sea Bivalvia larvae number in spring in relation to the hydrophysical patterns of the region. *Morskoj ekologicheskij zhurnal*, 2003, vol. 2, no. 3, pp. 94–101. (in Russ.)].

7. Киселева М. И. *Многощетинковые черви (Polychaeta) Чёрного и Азовского морей*. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2004. 409 с. [Kiseleva M. I. *Mnogoshchetinkovyе chervi (Polychaeta) Chornogo i Azovskogo morej*. Apatity: Izd-vo Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN, 2004, 409 p. (in Russ.)].
8. Лисицкая Е. В. Сезонная динамика меропланктона в акватории экспериментального мидийного хозяйства (Севастополь, Чёрное море) // *Экология моря*. 2001. Вып. 55. С. 83–86. [Lisitskaya E. V. Seasonal dynamic of meroplankton in the experimental marifarm region (Sevastopol, the Black Sea). *Ekologiya morya*, 2001, iss. 55, pp. 83–86. (in Russ.)].
9. Лисицкая Е. В., Болтачева Н. А., Лебедевская М. В. Новый для фауны Украины вид *Polydora websteri* Hartman, 1943 (Polychaeta: Spionidae) из прибрежных вод Крыма (Чёрное море) // *Морской экологический журнал*. 2010. Т. 9, № 2. С. 74–80. [Lisitskaya E. V., Boltacheva N. A., Lebedovskaya M. V. New Ukrainian Fauna species *Polydora websteri* (Hartman, 1943) (Polychaeta: Spionidae) from the coastal waters of Crimea (Black Sea). *Morskoy ekologicheskij zhurnal*, 2010, vol. 9, no. 2. pp. 74–80. (in Russ.)].
10. Мурина В. В., Лисицкая Е. В., Шалыпин В. К. Личинки массовых видов донных беспозвоночных в планктоне Севастопольской бухты // *Гидробиологический журнал*. 2001. Т. 37, № 2. С. 13–20. [Murina V. V., Lisitskaya E. V., Shalyapin V. K. Larvae of abundant species of bottom invertebrates in plankton of Sevastopol Bay. *Gidrobiologicheskij zhurnal*, 2001, vol. 37, no. 2, pp. 13–20. (in Russ.)].
11. Пиркова А. В., Ладыгина Л. В. Личиночное развитие, рост и питание молодых рапаны *Rapana venosa* Valenciennes, 1846 (Gastropoda: Muricidae) // *Биоразнообразие и устойчивое развитие* : материалы III Международной научно-практической конференции (г. Симферополь, 15–19 сентября 2014 г.). Симферополь, 2014. С. 267–269. [Pirkova A. V., Ladygina L. V. Lichinochnoe razvitie, rost i pitanie molodi rapany *Rapana venosa* Valenciennes, 1846 (Gastropoda: Muricidae). In: *Bioraznoobrazie i ustojchivoe razvitie*: materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Simferopol, 15–19 Sept. 2014 g.). Simferopol, 2014, pp. 267–269. (in Russ.)].
12. Холодов В. И., Пиркова А. В., Ладыгина Л. В. *Выращивание мидий и устриц в Чёрном море*. Севастополь: DigitPrint, 2010. 424 с. [Kholodov V. I., Pirkova A. V., Ladygina L. V. *Vyrashchivanie midij i ustrits v Chernom more*. Sevastopol: DigitPrint, 2010, 424 p. (in Russ.)].
13. Чухчин В. Д. *Экология брюхоногих моллюсков Чёрного моря*. Киев : Наукова думка, 1984. 176 с. [Chukhchin V. D. *Ekologiya bryukhonogikh mollyuskov Chernogo morya*. Kiev: Naukova dumka, 1984, 176 p. (in Russ.)].
14. Handley S. J., Bergquist P. R. Spionid polychaete infestations of intertidal oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg), Mahurangi Harbour, northern New Zealand. *Aquaculture*, 1997, vol. 153, iss. 3–4, pp. 191–205. doi: [10.1016/S0044-8486\(97\)00032-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00032-X).
15. World Register of Marine Species. Available at: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=search> [accessed 04.08.2017].

TAXONOMIC COMPOSITION AND SEASONAL DYNAMICS OF MEROPLANKTON IN THE AREA OF MUSSEL-OYSTER FARM (SEVASTOPOL, BLACK SEA)

E. V. Lisitskaya

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

E-mail: e.lisitskaya@gmail.com

Organizing mussel-oysters farm, it is necessary to take into account data about dynamics of the number of cultivated objects and associated species that either facilitate formation of species community at collectors or may adversely affect the quality and quantity of expected product. Monitoring of meroplankton in aquatory of mussel-oysters farm located in outer harbor of Sevastopol Bay was performed in 2014–2017.

Material was collected daily with Juday net (input hole diameter is 36 cm, mesh aperture is 135 μm). A water layer from bottom to surface (10–0 meters) was examined. Live material was treated by total calculation of larvae number in Bogorov chamber with binocular MBC-9. Larvae of 62 species of benthic invertebrates, including 9 species of Bivalvia, 15 species of Gastropoda, 19 species of Polychaeta, 2 species of Cirripedia, 12 species of Decapoda and 5 species of other taxonomical groups, were identified. Taxonomic composition of meroplankton depended on reproduction periods of benthic invertebrates and changed seasonally. From December to February the quantity of meroplankton was not more than 195 specimens per cubic meter, the number of species was 6. The increase of species number and quantity of larvae was observed from July to September. Maximal quantity of meroplankton was recorded in August, 2014. The seasonal dynamics of quantity of mussel larvae *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 and potential cultivated object, inflated ark *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906), was studied. Larvae of *M. galloprovincialis* were observed in plankton from September to May. They were not found in summer months. The increase of their number was recorded in April, and in September and October. Winter spawning of mussels was observed in December and January at 8.0–8.9 °C water temperature. Larvae of inflated ark *A. kagoshimensis* were observed from July to November, and their number significantly increased in September. Data for the occurrence of larvae of invertebrates, which have a negative effect on cultivated mollusks, have been given. Veliger larvae of carnivorous gastropoda *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) were observed from July to October. Larvae of polidora-perforator *Polydora websteri* Hartman in Loosanoff & Engle, 1943 were observed from June to October. Larvae of polychaeta *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873) were recorded in October. Nauplius larvae of barnacle *Amphibalanus improvisus* Darwin, 1854 were observed throughout the year. Their number was increasing from March to July, and in October and November. Planning hydraulic engineering works in mussel-oysters farm, it is necessary to take into account a period of presence of larvae in plankton.

Keywords: meroplankton, larvae, seasonal dynamics, mussel-oysters farm, Black Sea