



УДК 597.2/5:574.583(262.5)

**ИХТИОПЛАНКТОН И ТРОФИЧЕСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ  
В ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВАХ ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ  
ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА (ЧЁРНОЕ МОРЕ)  
В ЛЕТНИЙ СЕЗОН 2013 г.**

© 2019 г. **Т. Н. Климова, И. В. Вдодович, Ю. А. Загородняя, Г. А. Финенко, Н. А. Дацык**

Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия  
E-mail: [tnklim@mail.ru](mailto:tnklim@mail.ru)

Поступила в редакцию 24.10.2018; после доработки 16.01.2019;  
принята к публикации 22.05.2019; опубликована онлайн 24.06.2019.

В прибрежной акватории Юго-Западного Крыма летом 2013 г. изучены видовой состав и количественные показатели мезо-, макро- и ихтиопланктона, а также питание личинок рыб. В ихтиопланктоне обнаружены икра и личинки 33 видов рыб из 24 семейств, что вдвое превысило показатели 1990-х гг. В мае 2013 г. в прибрежной акватории Севастополя наблюдался результативный нерест хамсы, которому способствовали благоприятная температура воды в море (+21 °С) и хорошие кормовые условия. Наибольшее количество летнерестующих видов зарегистрировано в июне при температуре поверхностной воды +22,7 °С. Численность икры рыб в 2013 г. увеличилась по сравнению с таковой в 2000 г. в 3,4 раза, личинок — в 2,3 раза, что связано с их большей выживаемостью при улучшившихся условиях питания в результате относительно высокой численности зоопланктона с преобладанием мелкоразмерной фракции и доминированием в ней ювенильных стадий копепод. Другими факторами, улучшившими состояние кормовой базы личинок, были низкая численность гребневика *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 и его слабое воздействие на зоопланктон.

**Ключевые слова:** ихтиопланктон, зоопланктон, гребневика, питание личинок рыб, Чёрное море

В первой половине 1990-х гг. произошёл катастрофический обвал уловов всех рыб, включая доминирующую в пелагиали хамсу. Одной из причин случившихся изменений назвали массовое развитие в Чёрном море потребляющего зоопланктон хищного гребневика — вселенца мнемииопсиса. Его развитие привело к резкому сокращению численности всего кормового зоопланктона, в том числе копепод; исчезла обитающая в поверхностном слое массовая мелкая циклопоида *Oithona nana* Giesbr., 1892; возросла доля более крупных кормовых объектов, что отрицательно сказалось на питании и выживании личинок рыб. С вселением гребневика берое и, позднее, мелкой циклопоиды *Oithona davisae* Ferrari F. D. & Orsi, 1984 условия питания личинок стали улучшаться, что положительно сказалось на их численности в конце первой декады 2000-х гг. Изучение видового состава, численности и выживания икры и личинок рыб в период нереста, а также оценка видового разнообразия ихтиопланктона позволили получить новые данные о видовом составе и нерестовой активности достоверно размножающихся в прибрежной акватории Севастополя природных популяций рыб, об особенностях их питания и о трофических взаимоотношениях в планктонных сообществах. Принимая во внимание повышенную чувствительность икры и личинок рыб к изменению факторов среды, а также полученные данные по ихтиопланктону, можно косвенно судить об экологическом состоянии исследованной акватории.

Цель работы — анализ видового разнообразия ихтиопланктона в прибрежной акватории Севастополя в период летнего нерестового сезона (май — сентябрь) и исследование трофических взаимоотношений, складывавшихся летом 2013 г. в пелагиали: зоопланктон — личинки рыб — желетелый макропланктон.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В прибрежной акватории Севастополя в 2013 г. со второй декады мая по сентябрь с борта мотобота отбирали сетью Джеди (диаметр 36 см, ячейя сита 112 микрон) зоопланктон, а сетями Богорова — Расса (диаметр 80 см) — макропланктон (ячейя газа 300 микрон) и ихтиопланктон (ячейя газа 400 микрон). Схема станций приведена на рис. 1. На всех станциях ежемесячно проводили (в зависимости от погоды) от 6 до 15 вертикальных ловов ихтиопланктона в слое 0–10 м, а также дополнительно 1–3 горизонтальных лова в поверхностном слое в течение пяти минут на циркуляции при скорости мотобота около одной мили в час. Зоо- и макропланктон собирали на расположенной в двух милях от берега станции в слое 0–50 м. Всего собрано 69 проб ихтиопланктона (вертикальных — 52 лова, горизонтальных — 17) и по 7 проб зоо- и макропланктона. Пробы зоо- и ихтиопланктона сразу после взятия фиксировали 4%-ным формалином; затем их обрабатывали в лабораторных условиях. Обработку желетелого макропланктона проводили в свежем виде по методике, изложенной в [9].



**Рис. 1.** Схема станций отбора проб ихтиопланктона (●), мезо- и макропланктона (○) в прибрежной акватории Севастополя в летний сезон 2013 г.

**Fig. 1.** The map of sampling survey of ichthyoplankton (●), zooplankton and macroplankton (○) inshore Sevastopol in the summer season of 2013

Идентификацию ихтиопланктона и определение этапов эмбрионального развития проводили под микроскопом МБС-10 по [1]. Состояние икры оценивали визуально, считая погибшей частично или полностью помутневшую икру, а также икру с выраженными аномалиями в эмбриональном развитии. Видовые названия гидробионтов приведены по [16]. Численность ихтиопланктона по данным вертикальных ловов приведена под квадратным метром поверхности воды. Полученные величины в дальнейшем использованы при оценке экологических индексов: видового разнообразия Шеннона — Уивера [14], видового богатства Симсона [15], доминирования Симсона по [7, табл. 7.5, с. 133] и выровненности Пиелу [13] — для характеристики состояния ихтиопланктонного комплекса. Методика изучения питания личинок рыб изложена в работе [3]. Количественный учет зоопланктона проводили в камере Богорова по методике, принятой в лаборатории зоопланктона ФГБУН ИМБИ. Численность зоо- и макропланктона приведена в кубометре обловленного слоя воды.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В прибрежной акватории Севастополя летом 2013 г. идентифицированы икра и личинки 33 видов рыб из 24 семейств (табл. 1). Из них два вида — *Syngnathus schmidtii* (личинки) и *Scophthalmus maotica* (икра) — обнаружены только в горизонтальных поверхностных ловах.

В мае идентифицированы икра и личинки 13 видов теплолюбивых рыб из 9 семейств. Средняя численность икры составила 21,5, личинок — 9,5 экз.·м<sup>-2</sup> (табл. 1). В пробах преобладала икра *Engraulis encrasicolus* (41,9 %), *Diplodus annularis* (23,3 %) и *Mullus barbatus* (18,6 %). Доля мёртвой икры (в основном на первых этапах развития) составила 78 %. В открытом море в этот период получены близкие величины [5]. В прибрежье преобладали личинки из демерсальной икры семейств Blenniidae (68,6 %), Gobiidae (12,8 %), Labridae (13 %); единично встречался *Chromis chromis*. Личинки из пелагической икры были представлены только *D. annularis*.

**Таблица 1.** Видовая структура (% общего количества) и показатели разнообразия ихтиопланктона прибрежной акватории Севастополя в летний нерестовый сезон 2013 г. по данным вертикальных ловов (числитель — икра, знаменатель — личинки рыб)

**Table 1.** Species structure (% of total number) and biodiversity indices of ichthyoplankton in the inshore waters of Sevastopol during the spawning summer season 2013 on the base of data of vertically towed net (numerator – fish eggs, denominator – fish larvae)

| Видовой состав  | Летний сезон 2013 г. |                    |                     |                     |          |
|---|----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------|
|   | Май                  | Июнь               | Июль                | Август              | Сентябрь |
| <b>Engraulidae</b><br><i>Engraulis encrasicolus</i> Linnaeus, 1758        | $\frac{41,9}{0}$     | $\frac{48,2}{9,4}$ | $\frac{58,7}{17,0}$ | $\frac{79,0}{29,6}$ | 0        |
| <b>Atherinidae</b><br><i>Atherina mochon pontica</i> Linnaeus, 1758       | 0                    | 0                  | $\frac{0}{8,2}$     | 0                   | 0        |
| <b>Belonidae</b><br><i>Belone belone</i> (Linnaeus, 1761)                 | 0                    | $\frac{0}{3,1}$    | 0                   | 0                   | 0        |
| <b>Scorpaenidae</b><br><i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758             | 0                    | $\frac{1,0}{0}$    | 0                   | 0                   | 0        |
| <b>Gobiesocidae</b><br><i>Diplecogaster bimaculata</i> (Bonnaterre, 1788) | 0                    | $\frac{0}{3,1}$    | 0                   | 0                   | 0        |
| <i>Lepadogaster candolii</i> Risso, 1810                                  | 0                    | $\frac{0}{3,1}$    | 0                   | 0                   | 0        |
| <b>Blenniidae</b><br><i>Aidablennius sphynx</i> (Valenciennes, 1836)      | 0                    | 0                  | 0                   | $\frac{0}{4,3}$     | 0        |
| <i>Parablennius sanguinolentus</i> (Pallas, 1814)                         | $\frac{0}{13,0}$     | 0                  | 0                   | 0                   | 0        |
| <i>P. tentacularis</i> (Brunnich, 1768)                                   | $\frac{0}{13,0}$     | 0                  | $\frac{0}{8,2}$     | $\frac{0}{5,6}$     | 0        |
| <i>P. zvonimiri</i> Kolombatovic, 1892                                    | $\frac{0}{42,6}$     | $\frac{0}{6,2}$    | 0                   | $\frac{0}{1,4}$     | 0        |
| <i>Salaria pavo</i> (Risso, 1810)   | 0                    | $\frac{0}{3,1}$    | $\frac{0}{16,9}$    | $\frac{0}{18,3}$    | 0        |
| <i>Blennius</i> spp.  | 0                    | $\frac{0}{9,4}$    | $\frac{0}{16,9}$    | $\frac{0}{14,1}$    | 0        |

Продолжение на следующей странице...

| Видовой состав   | Летний сезон 2013 г. |                     |                    |                    |                   |
|--|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|  | Май                  | Июнь                | Июль               | Август             | Сентябрь          |
| <b>Callionymidae</b><br><i>Callionymus</i> sp.                             | 0                    | $\frac{0,5}{0}$     | 0                  | $\frac{0}{1,4}$    | 0                 |
| <b>Gobiidae</b><br><i>Pomatoschistus marmoratus</i> (Risso, 1810)          | $\frac{0}{2,8}$      | $\frac{0}{6,2}$     | 0                  | 0                  | 0                 |
| <i>Pomatoschistus minutus</i> (Pallas, 1770)                               | $\frac{0}{10,0}$     | $\frac{0}{9,4}$     | 0                  | $\frac{0}{5,6}$    | 0                 |
| <i>Pomatoschistus pictus</i> Malm, 1865                                    | 0                    | 0                   | $\frac{0}{8,2}$    | 0                  | 0                 |
| <i>Gobius niger</i> Linnaeus, 1758   | 0                    | $\frac{0}{6,2}$     | 0                  | $\frac{0}{4,3}$    | $\frac{0}{100,0}$ |
| <i>Gobius</i> sp.  | 0                    | $\frac{0}{3,1}$     | 0                  | $\frac{0}{5,6}$    | 0                 |
| <b>Labridae</b><br><i>Ctenolabrus rupestris</i> (Linnaeus, 1758)           | $\frac{2,3}{0}$      | 0                   | 0                  | 0                  | 0                 |
| <i>Symphodus ocellatus</i> Forsskål, 1775                                  | $\frac{0}{13,0}$     | $\frac{0}{3,1}$     | $\frac{0}{8,2}$    | 0                  | 0                 |
| <b>Pomacentridae</b><br><i>Chromis chromis</i> (Linnaeus, 1758)            | $\frac{0}{2,8}$      | 0                   | 0                  | $\frac{0}{1,4}$    | 0                 |
| <b>Mugilidae</b><br><i>Liza haematocheilus</i> (Temminck & Schlegel, 1845) | 0                    | $\frac{0,5}{0}$     | 0                  | 0                  | 0                 |
| <i>Liza aurata</i> (Risso, 1810)   | 0                    | 0                   | 0                  | 0                  | $\frac{50,0}{0}$  |
| <b>Carangidae</b><br><i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)   | $\frac{3,4}{0}$      | $\frac{5,5}{0}$     | $\frac{18,7}{8,2}$ | $\frac{14,8}{7,0}$ | 0                 |
| <b>Mullidae</b><br><i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758                   | $\frac{18,6}{0}$     | $\frac{14,5}{0}$    | $\frac{6,2}{0}$    | 0                  | 0                 |
| <b>Pomatomidae</b><br><i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766)          | 0                    | $\frac{2,1}{0}$     | $\frac{1,7}{0}$    | $\frac{0,2}{0}$    | 0                 |
| <b>Sciaenidae</b><br><i>Sciaena umbra</i> (Linnaeus, 1758)                 | 0                    | 0                   | $\frac{0,3}{0}$    | 0                  | 0                 |
| <b>Serranidae</b><br><i>Serranus scriba</i> (Linnaeus, 1758)               | $\frac{10,5}{0}$     | 0                   | 0                  | $\frac{1,0}{0}$    | 0                 |
| <b>Sparidae</b><br><i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)              | $\frac{23,3}{2,8}$   | $\frac{25,1}{34,6}$ | $\frac{13,8}{8,2}$ | $\frac{2,4}{1,4}$  | 0                 |
| <i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)  | 0                    | 0                   | 0                  | 0                  | $\frac{50,0}{0}$  |
| <b>Scombridae</b><br><i>Sarda sarda</i> Bloch, 1793                        | 0                    | $\frac{2,1}{0}$     | 0                  | $\frac{0,2}{0}$    | 0                 |
| <b>Trachinidae</b><br><i>Trachinus draco</i> Linnaeus, 1758                | 0                    | 0                   | $\frac{0,3}{0}$    | $\frac{2,4}{0}$    | 0                 |
| <b>Uranoscopidae</b><br><i>Uranoscopus scaber</i> Linnaeus, 1758           | 0                    | $\frac{0,5}{0}$     | $\frac{0,3}{0}$    | 0                  | 0                 |

Продолжение на следующей странице...

| Видовой состав   | Летний сезон 2013 г. |                    |                    |                    |                   |
|--|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|  | Май                  | Июнь               | Июль               | Август             | Сентябрь          |
| Средняя численность, экз.·м <sup>-2</sup>              | $\frac{21,5}{9,5}$   | $\frac{41,0}{6,4}$ | $\frac{48,3}{1,6}$ | $\frac{45,8}{7,6}$ | $\frac{0,7}{0,3}$ |
| Общее количество видов                                 | 13                   | 21                 | 14                 | 17                 | 3                 |
| Индекс видового разнообразия Шеннона — Уивера [14]     | 3,05                 | 2,53               | 1,88               | 1,65               |                   |
| Индекс видового богатства Симсона [15]                 | 8,05                 | 12,01              | 7,7                | 9,29               |                   |
| Индекс доминирования Симсона по [7, табл. 7.5, с. 133] | 0,16                 | 0,27               | 0,39               | 0,54               |                   |
| Индекс выровненности Пиелу [13]                        | 0,82                 | 0,57               | 0,49               | 0,4                |                   |
| Температура воды в море (°C), осреднённая по станциям  | +20,7                | +23,5              | +24,8              | +24,7              | +18,5             |

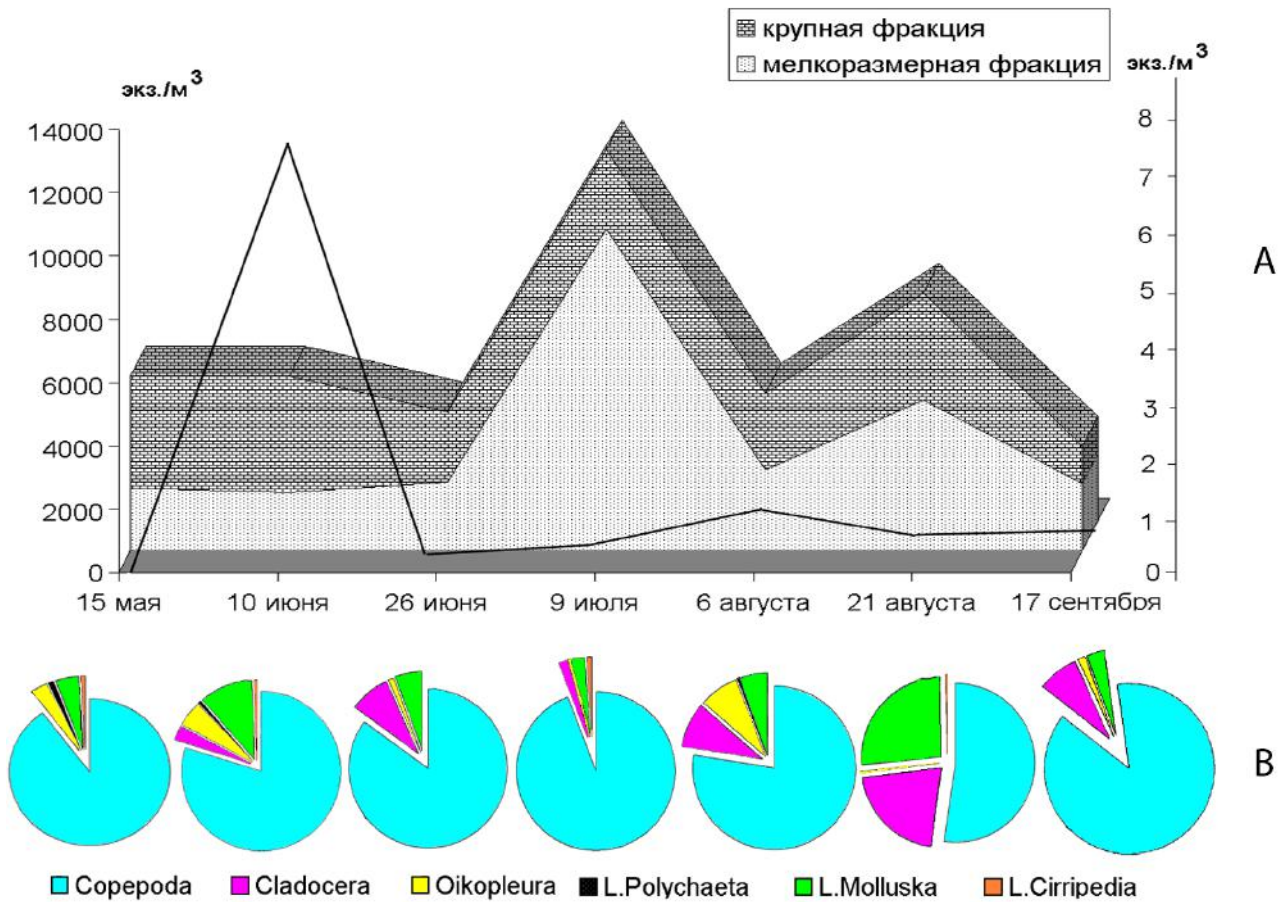
В июне в прибрежной акватории Севастополя идентифицированы икра и личинки 21 вида рыб из 15 семейств (табл. 1). Средняя численность икры составила 41,0, личинок — 6,4 экз.·м<sup>-2</sup> (табл. 1). Структура видового состава икры и личинок рыб была типичной для прибрежных акваторий Чёрного моря. Преобладала икра четырёх промысловых видов — мигрантов: *E. encrasicolus* (48,2 %), *D. annularis* (25,1 %), *M. barbatus* (14,5 %) и *Trachurus mediterraneus* (5,5 %). Икра остальных видов рыб встречалась единично. Кроме икры обычных в прибрежной акватории видов (*Scorpaena porcus*, *Callionymus* sp., *Uranoscopus scaber*), обнаружена икра ценных промысловых рыб (*Pomatomus saltatrix*, *Sarda sarda* и *Liza haematocheilus*). Доля мёртвой икры составила 77,1 %. Среди личинок преобладали личинки из демерсальной икры (56,3 %). На долю морских бычков и собачек приходилось 43,7 %; остальные (сарган *Belone belone*, зеленушка *Symphodus ocellatus* и два вида морских уток) встречались единично. Личинки из пелагической икры представлены двумя видами — *D. annularis* (34,6 %) и *E. encrasicolus* (9,4 %).

В июле в прибрежной акватории Севастополя идентифицированы икра и личинки 14 видов рыб из 11 семейств (табл. 1). Количество видов в ихтиопланктоне уменьшилось по сравнению с таковым в июне. Средняя численность икры была 48,3, личинок — 1,6 экз.·м<sup>-2</sup>. В июле зарегистрирована максимальная величина численности икры в летний нерестовый сезон 2013 г. Доминировала икра *E. encrasicolus* (58,7 %). Субдоминантными видами были *T. mediterraneus* (18,7 %) и *D. annularis* (13,8 %); икра других видов встречалась единично. Мёртвая икра составила 67,7 % общей численности икринок в пробе. Численность личинок рыб была низкой, среди них преобладали виды из демерсальной икры (66,6 %). Личинки из пелагической икры (*E. encrasicolus*, *T. mediterraneus* и *D. annularis*) в сумме составили 33,4 % численности личинок.

В августе в прибрежной акватории Севастополя в ихтиопланктоне обнаружены икра и личинки 17 видов рыб из 11 семейств (табл. 1). Средняя численность икры — 45,8, личинок — 7,6 экз.·м<sup>-2</sup>. Распределение ихтиопланктона в исследованной акватории было мозаичным. Максимальное количество икры (100 экз.·м<sup>-2</sup>) зарегистрировано в 1,5–2 милях от берега (глубины более 50 м) в слое 0–10 м, личинок (11 экз.·м<sup>-2</sup>) — в кутовой части Севастопольской бухты. Судя по высокой численности икры хамсы в море, в августе наблюдался её интенсивный нерест на шельфе юго-западного побережья Крыма. Икра и личинки хамсы составили 79 и 29,6 % общего количества соответственно. Наличие личинок разной длины в пробах свидетельствовало о результативности нереста и о благоприятных кормовых условиях для их выживания. Личинки бычковых и собачковых вместе составили 58,9 % общей численности; личинки промысловых видов — мигрантов (*E. encrasicolus*, *T. mediterraneus* и *D. annularis*) в сумме — 38 %.

В сентябре в прибрежной акватории Севастополя численность икры и личинок рыб была низкой (табл. 1). Средняя численность икры была 0,7, личинок — 0,3 экз.·м<sup>-2</sup>. Икра представлена кефалью *Liza aurata*, личинки — бычками *Gobius niger*. Возможно, низкая численность ихтиопланктона в сентябре 2013 г. связана со штормовой погодой: в период исследований волнение у берегов Крыма было 3 балла.

Личинки рыб на ранних стадиях развития питаются мелкоразмерной фракцией зоопланктона ( $\leq 0,5$  мм); его таксономическая структура и количественные показатели в прибрежной акватории Севастополя летом 2013 г. приведены на рис. 2. При переходе личинок с желточного типа питания на потребление пищевых объектов основным и наилучшим кормом для них являются науплиусы и копеподиты мелких копепод.



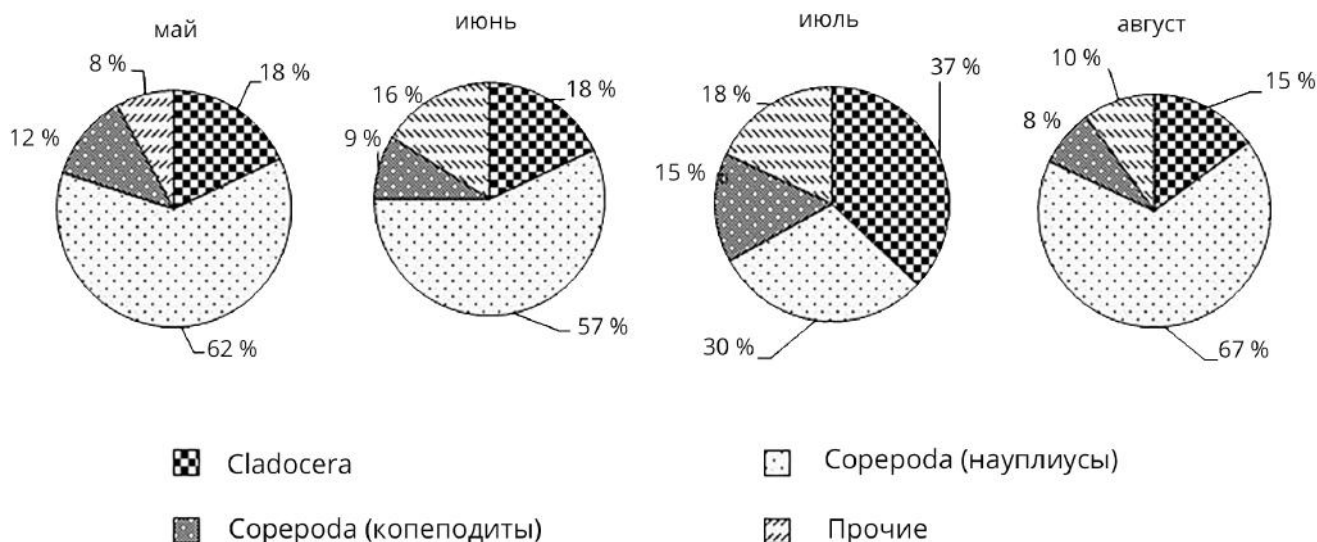
**Рис. 2.** Изменения численностей (экз.·м<sup>-3</sup>) двух размерных фракций зоопланктона ( $\leq 0,5$  и  $> 0,5$  мм) и мнемипсиса в прибрежной акватории Севастополя в летний сезон 2013 г. А — зоопланктон (гистограмма и левая ось ординат) и *Mnemiopsis* (кривая линия и правая ось ординат). В — соотношение основных таксономических групп в мелкоразмерной фракции зоопланктона в разные месяцы

**Fig. 2.** Changes in abundance (ind.·m<sup>-3</sup>) of two zooplankton size fractions ( $\leq 0.5$  and  $> 0.5$  mm) and *Mnemiopsis* inshore of Sevastopol during the summer season 2013. A – zooplankton (histogram and left y-axis) and *Mnemiopsis* (curved line and right y-axis). B – the ratio of main taxonomic groups in the small-sized fraction of zooplankton in the different months

В мае и начале июня в суммарной численности зоопланктона мелкоразмерная фракция составила 33–36 %; в конце июня доля увеличилась до 49 %. В июле количество зоопланктона существенно выросло, что совпало с интенсивным нерестом рыб. Более 80 % численности зоопланктона приходилось на мелкоразмерную фракцию, а её абсолютная величина была максимальной за весь летний нерестовый сезон. В августе (с увеличением численности личинок рыб, активным потреблением ими ювенильных стадий копепод и возросшим в начале месяца количеством мнемипсиса) численности зоопланктона и его мелкоразмерной фракции уменьшились до значений 51 и 58 % в начале и конце месяца соответственно. В сентябре (при невысокой численности зоопланктона и минимальном за летний нерестовый сезон количестве личинок рыб) доля мелкоразмерной фракция возросла до 64 %. Летом 2013 г. науплиусы и мелкие копеподиты доминировали в мелкоразмерной фракции

зоопланктона, составляя от 78 до 94 % её численности (рис. 2). Исключение — вторая половина августа, когда на фоне увеличения численностей обеих фракций зоопланктона доля ювенильных стадий копепод была ниже (52 %).

При исследовании питания личинок рыб в прибрежной акватории Севастополя на протяжении летнего нерестового сезона 2013 г. личинки с пустыми кишечниками не встречались, кроме хамсы, существенно отличающейся типом питания [3]. В мае — июне в кишечниках личинок рыб преобладали ювенильные стадии *Copepoda*, среди которых доминировали (более 50 % общего количества потреблённых организмов) науплиусы (рис. 3). В июле в питании личинок рыб доля *Copepoda* уменьшилась вдвое; большее значение приобрели *Cladocera*, которые в кишечниках составили 37 % всех потреблённых объектов. Возросла доля яиц гидробионтов; на рис. 3 они объединены в группу «прочие» с мелкими диатомовыми водорослями и единично встречающимися личинками моллюсков. Входящие в эту группы организмы имели небольшое значение в питании личинок рыб летом (от 8 до 18 %). В мае и августе структура видового состава потреблённых личинками пищевых объектов была сходной. В отличие от кишечников других личинок, кишечники хамсы не содержали оформленных пищевых объектов; обнаружена только аморфная масса, идентифицировать которую не удалось.



**Рис. 3.** Процентное соотношение разных кормовых организмов в кишечниках личинок рыб прибрежной акватории Севастополя в летний сезон 2013 г. (% общего количества потреблённых организмов)

**Fig. 3.** Percentage of food organisms in the fish larvae intestines from the inshore waters of Sevastopol during the summer season 2013 (% of total numbers of consumed items)

В летний период 2013 г. гребневик *Mnemiopsis leidy* в планктоне прибрежных районов в массовом количестве появился в июне (рис. 2). Его численность оставалась низкой (около  $0,8 \text{ экз.} \cdot \text{м}^{-3}$  и  $100 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ ) до конца октября. Пищевой пресс популяции на мезопланктон был невысоким (2 % биомассы в сутки, кроме показателей июня).

В начале летнего нерестового сезона наблюдались высокие индексы видового разнообразия и выровненности ихтиопланктонного сообщества (табл. 1), поскольку нерест доминирующих видов, прежде всего хамсы, только начался, и её численность была сравнительно низкой. В июне зарегистрирован максимальный индекс видового богатства ихтиопланктона. В июле, при интенсивном нересте летненерестующих видов рыб и максимальной численности икры хамсы, количество видов ихтиопланктона, индексы видового разнообразия и выровненности снизились, а индекс

доминирования увеличился. В августе продолжался интенсивный нерест рыб; индекс видового богатства увеличился, а высокая численность доминантных видов в ихтиопланктоне привела к снижению индексов видового разнообразия и выровненности.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Проведённые летом 2013 г. исследования ихтиопланктона на шельфе у Севастополя показали, что количество видов возросло вдвое по сравнению с таковым начала 1990-х гг. [4]. Максимальное их количество зарегистрировано в июне, тогда как ранее [2] максимум регистрировали в июле — августе. Большинство летненерестующих видов размножается в прибрежных водах [2], поэтому в прибрежной акватории Севастополя летом 2013 г. индексы видового разнообразия были в 3–4 раза выше, а доминирование отдельных видов в ихтиопланктоне было менее выражено, чем в открытом море [5]. Летом 2013 г. на шельфе Кавказского побережья в районе г. Сочи обнаружены икра и личинки 9 видов рыб, в акваториях у Анапы и Геленджика — по 13 видов [8], что свидетельствует о более высоком разнообразии ихтиопланктона на юго-западном шельфе у Севастополя.

В 2013 г. в акватории Севастополя численность ихтиопланктона увеличилась по сравнению с таковой 2000 г. [4] в 3,4 раза по икре рыб и в 2,3 раза — по личинкам. Личинки хамсы появились на мористых станциях крымского шельфа относительно рано, в конце мая, что связано, вероятно, с благоприятной для размножения рыб температурой воды в море [5]. Обычно личинки хамсы появлялись в море позднее, в конце июня [1]. Летом 2013 г. возросла доля личинок промысловых видов — мигрантов (ставриды и хамсы): в среднем 38 % общей численности личинок против 13 % в 1990-е гг. [4].

В июне 2013 г. средняя численность ихтиопланктона у берегов Крыма была значительно ниже, чем на северо-восточном шельфе у Кавказа, где в районе Геленджика она достигала 282 экз.·м<sup>-2</sup>, а в районе Анапы — 128 экз.·м<sup>-2</sup> [8]. Видовой состав ихтиопланктона у берегов Крыма и Кавказа различался. На северо-восточном шельфе доминировали *M. barbatus* и *D. annularis*, а ещё два вида — *Scorpaena porcus* и *Stenolabrus rupestris* — относились к преобладающим в ихтиопланктоне.

В июле у Севастополя, как и на всём крымском шельфе, доминировала икра хамсы. Проценты мёртвой икры в июле у Севастополя и на мелководном шельфе Керченского предпроливья имели близкие значения [5]. В прибрежных водах у Кавказского побережья количество видов и средняя численность икры и личинок рыб в июле 2013 г. снизились по сравнению с таковыми июня [8], что автор объяснила выеданием икры и личинок рыб мнемииопсисом. На шельфе у Севастополя уменьшения количественных показателей ихтиопланктона не наблюдали, что связано, вероятно, с низкой численностью мнемииопсиса и обилием мезопланктона.

Высокая доля ювенильных стадий копепод в питании личинок рыб при обилии мелкоразмерной фракции зоопланктона в море и отсутствие личинок с пустыми кишечниками (за исключением хамсы) свидетельствовали о благоприятных условиях питания. Эти факторы способствовали выживанию личинок в прибрежной акватории Севастополя на протяжении летнего нерестового сезона 2013 г. В начале августа отмечены небольшое увеличение численности мнемииопсиса и сокращение численности обеих фракций зоопланктона, что связано, вероятно, с началом интенсивного размножения мнемииопсиса, потребляющего зоопланктон. Однако эти изменения не сказались на питании личинок рыб; в их кишечниках доминировали науплиусы (67 %) и мелкие копеподиты (8 %).

С появлением в Чёрном море гребневика *Beroe ovata* Bruguère, 1789, основным объектом питания которого является мнемииопсис, развитие популяции последнего контролирует берое [9, 12]. За десятилетний период наблюдений (2004–2013) выявлена чёткая тенденция снижения численности популяции мнемииопсиса в прибрежной акватории Севастополя. Средняя плотность популяции мнемииопсиса в 2004–2009 гг. составила [198,2 ± 43,7(SE)]; в 2010–2013 гг. она оказалась существенно ниже — [54,5 ± 14,0(SE)] экз.·м<sup>-2</sup> ( $p < 0,01$ ). Массовое появление *Mnemiopsis leidy* отличалось в разные годы, и наблюдалось, как правило, тогда, когда температура



воды достигала +22...+23 °С [6, 11]. В конце июля 2013 г. температура поверхностного слоя моря повысилась до +27 °С; при таком её значении интенсивность питания *M. leidy* снизилась, скорость его размножения уменьшилась, а численность популяции сократилась. В летний период 2013 г. развитие гребневика *M. leidy* не было, по-видимому, определяющим в динамике видового состава и количестве ихтиопланктона. Наблюдающееся в последние годы снижение численности популяции мнемнопсиса, наряду с выеданием его *B. ovata*, связано также с потеплением климата [10].

#### Выводы:

1. В прибрежной акватории Севастополя в летний сезон 2013 г. обнаружены икра и личинки 33 видов рыб из 24 семейств. Средняя численность икры колебалась от 0,7 до 48,3, личинок — от 0,3 до 9,5 экз.·м<sup>-2</sup>. Доля промысловых видов — мигрантов, прежде всего хамсы и ставриды, увеличилась по сравнению с долями в 1990-е гг., а зарегистрированный в конце первой декады 2000-х гг. положительный тренд изменения численности ихтиопланктона сохранился.
2. Индексы видового разнообразия в прибрежье были в 2–3 раза выше, чем в открытом море. Наибольшее число видов и максимальная величина индекса видового богатства ихтиопланктона зарегистрированы в июне. Максимальные индексы видового разнообразия и выровненности отмечены в начале летнего нерестового сезона (май) в отсутствие доминирования отдельных видов в ихтиопланктоне. Индекс доминирования был максимальным в августе, в период массового нереста хамсы.
3. Летом 2013 г. в прибрежной акватории Севастополя наблюдались благоприятные условия для питания личинок рыб, о чём свидетельствовали высокая доля мелкоразмерной фракции зоопланктона с доминированием ювенильных стадий копепод как в море, так и в кишечниках личинок рыб, и отсутствие личинок с пустыми кишечниками.
4. Численность *Mnemiopsis leidy* в прибрежных районах была невысокой, что обусловило низкую скорость выедания им зоопланктона и отсутствие контроля над его развитием.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ИМБИ по теме «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана» (№ гос. регистрации АААА-А18-118020890074-2) и гранта РФФИ р\_а 18-44-920022 «Отклик черноморской пелагической экосистемы на изменение климата в регионе (на примере медуз, гребневиков и мелких пелагических рыб)».*

Результаты доложены на научной конференции «Перспективы и направления развития экологии водоёмов», посвящённой 110-летию со дня рождения д. б. н., профессора Виктора Сергеевича Ивлева (1907–1964) и 100-летию со дня рождения д. б. н. Ирины Викторовны Ивлевой (1918–1992) (г. Севастополь, 2017 г.).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Дехник Т. В. *Ихтиопланктон Черного моря*. Киев : Наукова думка, 1973. 234 с. [Dekhnik T. V. *Ikhtioplankton Chernogo morya*. Kiev: Naukova dumka, 1973, 234 p. (in Russ.)]
2. Дехник Т. В., Павловская Р. М. Сезонные изменения видового состава, распределения и численности ихтиопланктона // *Основы биологической продуктивности Черного моря* / ред.: В. Н. Грезе. Киев : Наукова думка, 1979. Гл. 12. С. 268–272. [Dekhnik T. V., Pavlovskaya R. M. Sezonnnye izmeneniya vidovogo sostava, raspredeleniya i chislennosti ikhtioplanktona // *Osnovy biologicheskoi produktivnosti Chernogo morya*. Kiev: Naukova dumka, 1979, pp. 268–272. (in Russ.)]
3. Дука Л. А., Синюкова В. И. *Руководство по изучению питания личинок и мальков морских рыб в естественных и экспериментальных условиях*. Киев : Наукова думка, 1976. 133 с. [Duka L. A., Sinyukova V. I. *Rukovodstvo po izucheniyu pitaniya lichinok i mal'kov morskikh ryb v estestvennykh i eksperimental'nykh usloviyakh*. Kiev: Naukova dumka, 1976, 133 p. (in Russ.)]
4. Климова Т. Н. *Ихтиопланктон Черного моря как индикатор экологического состояния шельфовых вод Украины* : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.10. Москва, 2005. 25 с. [Klimova T. N. *Ikhtioplankton Chernogo morya kak indikator ekologicheskogo sostoyaniya shel'fovyykh vod Ukrainy* :

- avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.00.10. Moscow, 2005, 25 p. (in Russ.)]
5. Климова Т. Н., Субботин А. А., Мельников В. В., Серебренников А. Н., Подрезова П. С. Пространственное распределение ихтиопланктона у Крымского полуострова в летний нерестовый сезон 2013 г. // *Морской биологический журнал*. 2019. Т. 4, № 1. С. 63–80. [Klimova T. N., Subbotin A. A., Mel'nikov V. V., Serebrennikov A. N., Podrezova P. S. Spatial distribution of ichthyoplankton near the Crimean Peninsula in the summer spawning season 2013. *Morskoy biologicheskij zhurnal*, 2019, vol. 4, no. 1, pp. 63–80. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.21072/mbj.2019.04.1.06>
  6. Ковалев А. В., Скрябин В. А., Островская Н. А., Загородняя Ю. А. Состояние зоопланктона, как кормовой базы рыб в Черном море // *Современное состояние ихтиофауны Черного моря* / ред. С. М. Коновалов ; НАН Украины, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. Севастополь, 1996. Гл. 6. С. 131–152. [Kovalev A. V., Skryabin V. A., Ostrovskaya N. A., Zagorodnyaya Yu. A. State of zooplankton, as feed base of fishes in the Black Sea. In: *Sovremennoe sostoyanie ikhtiofauny Chernogo morya* / S. M. Konovalov (Ed.); NAN Ukrainy, Institut biologii yuzhnykh morey im. A. O. Kovalevskogo. Sevastopol, 1996, ch. 6, pp. 131–152. (in Russ.)]
  7. Одум Ю. *Экология*. Москва : Мир, 1986. Т. 2. 373 с. [Odum Yu. *Ekologiya*. Moscow: Mir, 1986, vol. 2, 373 p. (in Russ.)]
  8. Селифонова Ж. П. *Структурно-функциональная организация экосистем заливов и бухт Черного и Азовского морей (Российский сектор)* : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.10. Мурманск, 2015. 270 с. [Selifonova Zh. P. *Strukturno-funktsional'naya organizatsiya ekosistem zalivov i bukht Chernogo i Azovskogo morei (Rossiiskii sektor)*. [dissertation]. Murmansk, 2015, 270 p. (in Russ.)]
  9. Финенко Г. А., Аболмасова Г. И., Романова З. А., Дацък Н. А., Аннинский Б. Е. Динамика популяции гребневиков *Mnemiopsis leidyi* и ее воздействие на зоопланктон в прибрежных районах Черного моря у берегов Крыма в 2004–2008 // *Океанология*. 2013. Т. 53, № 1. С. 88–97. [Finenko G. A., Abolmasova G. I., Romanova Z. A., Datsyk N. A., Anninskii B. E. Population dynamics of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and its impact on the zooplankton in the coastal regions of the Black Sea of the Crimean coast in 2004–2008. *Okeanologiya*, 2013, vol. 53, iss. 1, pp. 88–97. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.1134/S0001437012050074>
  10. Финенко Г. А., Дацък Н. А. Репродуктивные особенности гребневика *Mnemiopsis leidyi* А. Agassiz 1865 в шельфовой зоне Черного моря // *Морские биологические исследования: достижения и перспективы* : в 3-х т. : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроч. к 145-летию Севастопольской биологической станции (Севастополь, 19–24 сент. 2016 г.) / под общ. ред. А. В. Гаевской. Севастополь, 2016. Т. 1. С. 317–319. [Finenko G. A., Datsyk N. A. Reproductivnyye osobennosti grebnevisa *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz 1865 v shel'fovoi zone Chernogo morya. In: *Morskie biologicheskie issledovaniya: dostizheniya i perspektivy* : v 3-kh t. : sb. materialov Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, priuroch. k 145-letiyu Sevastopol'skoi biologicheskoi stantsii (Sevastopol, 19–24 Sept., 2016) / A. V. Gaevskaya (Ed.). Sevastopol, 2016, vol. 1, pp. 317–319. (in Russ.)]
  11. Цихон-Луканина Е. А., Резниченко О. Г., Лукашева Т. А. Питание гребневика-мнемиопсиса // *Рыбное хозяйство*. 1995. № 4. С. 46–47. [Tsikhon-Lukanina E. A., Reznichenko O. G., Lukasheva T. A. Pitaniye grebnevisa-mnemiopsisa. *Rybnoye khozyaistvo*, 1995, no. 4, pp. 46–47. (in Russ.)]
  12. Finenko G. A., Romanova Z. A., Abolmasova G. I., Anninsky B. E., Svetlichny L. S., Hubareva E. S., Bat L., Kideys A. E. Population dynamics, ingestion, growth and reproduction rates of the invader *Beroe ovata* and its impact on plankton community in Sevastopol Bay, the Black Sea. *Journal of Plankton Research*, 2003, vol. 25, iss. 5, pp. 539–549. <https://doi.org/10.1093/plankt/25.5.539>
  13. Pielou E. C. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology*, 1966, vol. 10, iss. 2, pp. 70–83. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90133-0](https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90133-0)
  14. Shannon C. E., Weaver W. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press, 1949, 117 p.
  15. Simpson E. H. Measurement of diversity. *Nature*, 1949, iss. 163, pp. 688.
  16. *WoRMS Editorial Board. World Register of Marine Species*. 2017. URL: <http://www.marinespecies.org> [accessed 2018.10.22]. <https://doi.org/10.14284/170>

**ICHTHYOPLANKTON AND TROPHIC RELATIONS  
IN THE PLANKTON COMMUNITIES  
INSHORE OF THE SOUTH-WESTERN CRIMEA (BLACK SEA)  
DURING THE SUMMER SEASON 2013**

**T. N. Klimova, I. V. Vdodovich, Yu. A. Zagorodnyaya, G. A. Finenko, and N. A. Datsyk**

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

E-mail: [tnklim@mail.ru](mailto:tnklim@mail.ru)

Species composition and quantitative indicators of zoo- and ichthyoplankton feeding of fish larvae were studied inshore of the South-Western Crimea in the summer of 2013. There were 33 species of fish eggs and larvae from 24 families identified in ichthyoplankton. It was twice as large as it was in the 1990s. Inshore of Sevastopol in May 2013 the anchovy spawning was efficiently spawned due to favorable temperature of the sea water (+21 °C) and good food conditions. The largest number of summer-spawning species was recorded in June at the surface water temperature of +22.7 °C. Abundance of fish larvae in inshore region increased too, compared to this of the 2000s, due to their high survival rate resulting from improved food conditions. There was relatively high abundance of zooplankton and the predominance of a small-sized fraction mainly by juvenile stages of copepods. Low abundance of ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and its slight impact on zooplankton were other factors that improved the food base of fish larvae.

**Keywords:** ichthyoplankton, zooplankton, ctenophores, fish larvae feeding, Black Sea