



УДК 597.55:591.524.12:574.472

https://doi.org/10.47921/2619-1024_2024_7_2_54

EDN: OUIQNJ



ИХТИОПЛАНКТОН ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КРЫМА В ЛЕТНИЙ НЕРЕСТОВЫЙ СЕЗОН 2023 Г.

Т. Н. Петрова

Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского — природный заповедник РАН — филиал Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН» (ФИЦ ИнБЮМ), Феодосия 298188, Россия
E-mail: tanysha_07011977@mail.ru

Аннотация

Введение. Последние систематические исследования ихтиопланктона в акватории юго-восточного Крыма проводились 30 лет назад. Однако, несмотря на высокую значимость этого района для воспроизводства рыб, современные данные по нему остаются скудными. **Актуальность.** Мониторинговые исследования ихтиопланктона, проводимые Карадагской биологической станцией, позволяют анализировать современное состояние ихтиопланктонных комплексов и прогнозировать успешность пополнения поколений природных популяций рыб. **Цель** работы — анализ данных, полученных в ходе мониторинговых исследований ихтиопланктона прибрежных акваторий юго-восточного Крыма в летний нерестовый сезон 2023 г. **Методы.** Ихтиопланктонные пробы отбирали в мае–сентябре 2023 г. в прибрежной акватории юго-восточной части Крымского полуострова над глубиной от 3 до 20 м. Выполнено 15 экспедиций в акватории Карадагского ПЗ, а также в Тихой и Лисьей бухтах. **Результаты.** Идентифицированы икра и личинки 30 видов рыб, принадлежащих к 20 семействам. Средняя численность икры составляла 145,9 экз./100 м³, а личинок — 15,1 экз./100 м³. Индекс видового сходства летнего ихтиопланктона 2020 и 2023 гг. равнялся 0,79. Индексы разнообразия в 2023 г. снизились по сравнению с 2020 г. в среднем в 1,2 раза в связи с выраженным доминированием хамсы, которое ранее не наблюдалось. **Заключение.** Наибольшее количество видов (28) отмечено в акватории Карадагского природного заповедника: численность икры составляла 153,2 экз./100 м³, а личинок — 12,0 экз./100 м³. Минимальное количество видов (14) наблюдалось в бухте Тихой: численность икры составляла 113,0 экз./100 м³, а личинок — 7,7 экз./100 м³. В пробах преобладали икра хамсы *Engraulis encrasicolus* (52,0 %) и султанки *Mullus barbatus* (20,6 %), среди личинок — хамса (46,4 %) и личинки из демерсальной икры *Chromis chromis* и семейств Gobiidae, Blenniidae, Labridae (40,2 %).

Ключевые слова: ихтиопланктон, летний нерестовый сезон, видовое разнообразие, численность, прибрежные воды, Карадаг, Крым, Черное море

ICHTHYOPLANKTON OF COASTAL WATERS OF THE SOUTHEASTERN CRIMEA DURING THE SUMMER SPAWNING SEASON OF 2023

T. N. Petrova

*T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station — Nature Reserve of the RAS — Branch of the Federal Research Center “A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS” (FRC IBSS), Feodosia 298188, Russia
E-mail: tanysha_07011977@mail.ru*

Abstract

Background. The last systematic studies of ichthyoplankton in the coastal waters of Southeastern Crimea were carried out 30 years ago. However, despite the high importance of this aquatic area for fish reproduction, the current data on it remain extremely scarce. **Relevance.** Monitoring surveys of ichthyoplankton carried out by the Karadag Biological Station make it possible to analyze the current state of ichthyoplankton complexes and predict the success of recruitment to the natural fish populations. The **aim** of this article is to analyze the data obtained during monitoring studies of ichthyoplankton in the coastal waters of Southeastern Crimea during the summer spawning season of 2023. **Methods.** Ichthyoplankton samples were collected in May–September 2023 in the coastal waters along the southeastern part of the Crimean Peninsula over a depth of 3 to 20 m. Fifteen expeditions were carried out in the aquatic area of the Karadag Nature Reserve, in Tikhaya (Quiet) Bay and Lisya (Fox) Bay. **Results.** Eggs and larvae of 30 fish species belonging to 20 families have been identified. The average number of eggs was 145.9 pcs./100 m³, and for larvae it was 15.1 ind./100 m³. Species similarity index for the summer ichthyoplankton in 2020 and 2023 was 0.79. Diversity indices in 2023 decreased by an average of 1.2 times compared to 2020 due to the pronounced dominance of anchovy, which had not been previously observed. **Conclusion.** The highest number of species (28) was recorded in the coastal waters of the Karadag Nature Reserve: the abundance of eggs was 153.2 pcs./100 m³, and the abundance of larvae was 12.0 ind./100 m³. The lowest number of species (14) was observed in Tikhaya (Quiet) Bay: the abundance of eggs was 113.0 pcs./100 m³, and the abundance of larvae was 7.7 ind./100 m³. In the samples, the eggs of *Engraulis encrasicolus* (52.0 %) and *Mullus barbatus* (20.6 %) prevailed. Among larvae, the most prevalent were those of anchovy (46.4 %) and hatched from demersal eggs of *Chromis chromis*, as well as the fish species belonging to the families Gobiidae, Blenniidae, and Labridae (40.2 %).

Keywords: ichthyoplankton, summer spawning season, species diversity, abundance, coastal waters, Karadag, Crimea, Black Sea

ВВЕДЕНИЕ

Для черноморского шельфа в районе Крымского полуострова характерно быстрое нарастание глубин, поэтому ширина его здесь не превышает 5–7 км. Шельфовая зона моря в районе Карадага относится к «мелководным». Изобата 20 м характеризует наиболее резкий перепад глубин в прибрежной зоне Карадагского взморья. В районе Коктебельской бухты она проходит в 2 км от берега, в районе п. Курортное — в 1,6 км, а у подножья Карадага — всего в 200 м. Изобата 50 м, формально являющаяся гидрологической границей района, в Коктебельской бухте и п. Курортное удалена от берега приблизительно на 14 км, а у Карадага — всего на 6 км. Граница шельфа проходит вдоль материкового свала глубин и идентифицируется по положению изобаты 100 м. Благодаря хорошей связи с открытым морем, близости

струи Основного Черноморского течения (ОЧТ) и сгонно-нагонной циркуляции, в шельфовой зоне Крымского полуострова происходит активный водообмен [1, 2].

Пространственно-временная неоднородность планктонных сообществ в значительной степени обусловлена гидрологическими условиями соответствующего района, которые в первую очередь определяются водообменом с соседними акваториями, топографией береговой линии, рельефом дна и господствующими ветрами [3]. Струя ОЧТ, как внешняя граница восточного циклонического круговорота, распространяется вдоль свала глубин по краю Карадагского шельфа. В теплый период года за счет ослабления динамической активности ОЧТ смещается в сторону открытого моря, а в холодный период активно внедряется на мелководный шельф, взаимодействуя с прибрежными

водами. Близость Азовского моря, как источника опресненной воды, влияет на характер термохалинной структурированности вод и, как следствие, на обилие и видовой состав зоо- и ихтиопланктона [4].

Потепление климата, которое отмечается с начала 1990-х гг., оказало наиболее существенное влияние на экосистемы морей с ярко выраженной сезонностью, к каковым относится Черное море [5, 6]. В Черном море были отмечены изменения в фенологии нереста как умеренноводных, так и тепловодных рыб, что привело к изменению видового разнообразия, сезонного и пространственного распределения ихтиопланктона. Выживаемость природных популяций рыб на ранних стадиях онтогенеза является показателем адаптации вида к изменению условий окружающей среды и имеет определяющее значение в формировании будущих поколений рыб [7–10].

Юго-восточное побережье Крымского полуострова, простирающееся от м. Меганом до м. Киик-Атлама, является одним из уникальных участков прибрежной зоны Черного моря. Оно характеризуется разнообразными биотопами, приуроченными как к открытому взморью, так и к бухтам, отличающимся своими геоморфологическими и биоценологическими особенностями. Наличие значительного числа убежищ и участков, благоприятных для нереста и нагула, обеспечивает богатое видовое разнообразие ихтиофауны. В первую очередь это касается морских оседлых видов придонного комплекса, постоянно обитающих в акваториях бухт, и промысловых видов, мигрирующих в этот район на нерест и нагул [11].

Несмотря на высокую значимость прибрежных акваторий юго-восточного Крыма для воспроизводства рыб, современные данные по этому району остаются скудными. Последние систематические исследования ихтиопланктона в акватории юго-восточного Крыма проводились 30 лет назад [12].

Целью настоящего исследования является анализ данных, полученных в ходе мониторинговых исследований ихтиопланктона прибрежных акваторий юго-восточного Крыма в летний нерестовый сезон 2023 г.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ихтиопланктонные пробы отбирали в безветренную погоду в мае–сентябре 2023 г. в прибреж-

ной акватории юго-восточной части Крымского полуострова над глубиной от 3 до 20 м. Всего было выполнено 15 научно-исследовательских экспедиций в акватории Карадагского природного заповедника (ПЗ), а также в Тихой и Лисьей бухтах (рис. 1).

Сбор проб производили в режиме горизонтальных поверхностных ловов путем трехминутного буксирования сети ИКС-80 в слое 0–0,5 м; площадь входного отверстия была 0,5 м², ячея сита — 400 микрон [13]. Ихтиопланктон фиксировали 2%-ным раствором формальдегида и обрабатывали в стационарных условиях.

Всего в летний нерестовый сезон 2023 г. было отобрано и обработано 64 пробы (горизонтальные поверхностные ловы) ихтиопланктона. Камеральную обработку и идентификацию ихтиопланктона выполняли в лаборатории с помощью бинокулярного микроскопа Микромед МС-4-Zoom LED. Ихтиопланктон идентифицировали по монографии Т.В. Дехник [14]. За мертвую принималась частично или полностью помутневшая икра.

Видовые названия гидробионтов приведены в соответствии с таксономической базой данных WoRMS [15]. Порядок перечисления семейств и видов рыб приведен по Н.В. Парину и соавт. [16].

Для сравнения ихтиопланктонных комплексов использованы индексы видового сходства [17], разнообразия [18], видового богатства [19], доминирования [20] и выравненности [21]. Эффективность нереста определялась как процентное соотношение количества личинок к количеству икры. Нерест считался результативным при наличии в пробах личинок.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Таксономический состав ихтиопланктона юго-восточного Крыма в летний нерестовый период 2023 г. представлен 30 видами рыб, относящимися к 20 семействам (икринки 17 видов и личинки — 24) (табл. 1).

В акватории Тихой бухты отмечены 14 видов, в Лисьей бухте — 23 вида, в акватории Карадагского ПЗ — 28 видов. Максимальным видовым разнообразием и наиболее высокими показателями численности икры характеризовался ихтиопланктон Карадагского ПЗ. В Лисьей бухте отмечена самая высокая численность личинок рыб (табл. 1).

В Тихой бухте структура видового состава ихтиопланктона была типичной для прибрежных

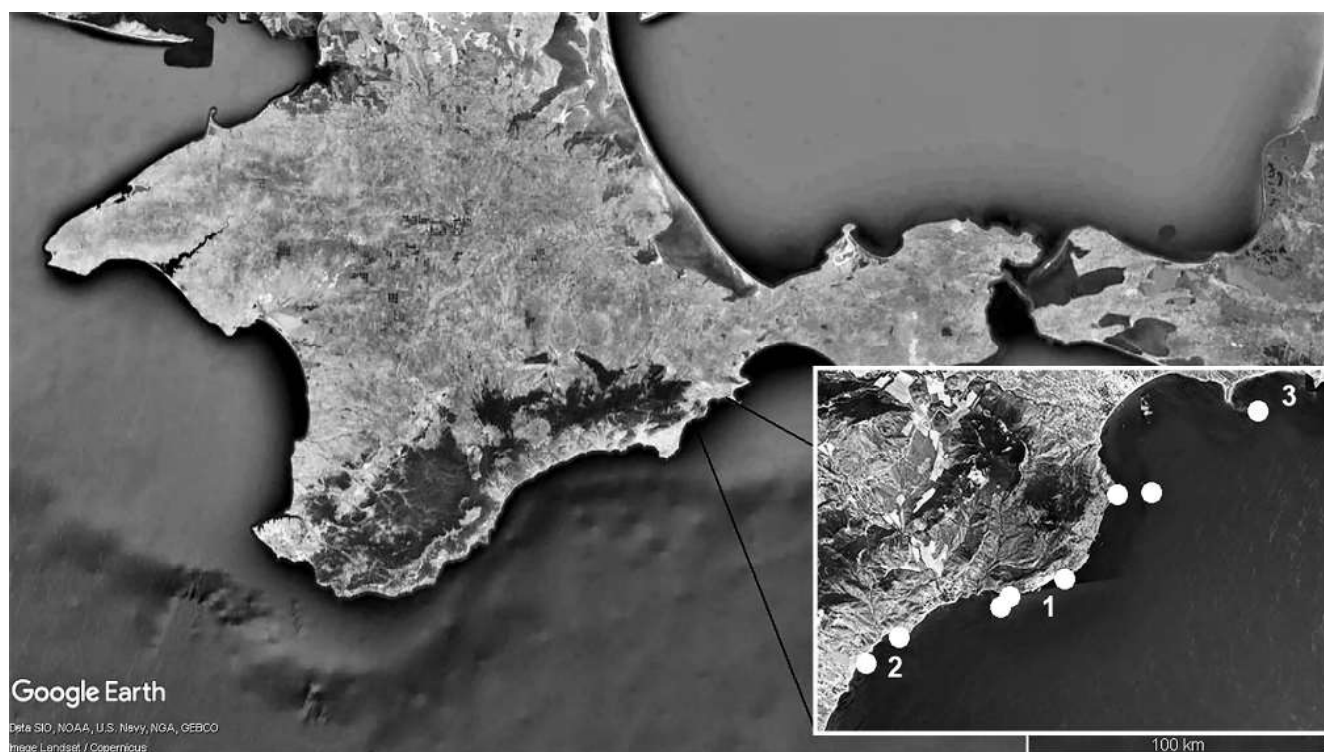


Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора ихтиопланктонных проб в летний нерестовый сезон 2023 г.: 1 — Карадагский ПЗ; 2 — Лисья бухта; 3 — Тихая бухта

Fig. 1. Outline map of the location of ichthyoplankton sampling stations during the summer spawning season of 2023: 1 — Karadag Nature Reserve; 2 — Lisya (Fox) Bay; 3 — Tikhaya (Quiet) Bay

Таблица 1. Видовой состав и средняя численность (экз./100 м³) ихтиопланктона в бухтах Тихая и Лисья и в прибрежной акватории Карадагского природного заповедника в 2023 г. (по результатам горизонтальных поверхностных ловов)

Table 1. Species composition and average abundance (specimens/100 m³) of ichthyoplankton in Tikhaya (Quiet) Bay, Lisya (Fox) Bay, and in the coastal waters of the Karadag Nature Reserve in 2023 (based on the results of horizontal surface samplings)

Виды Species	Всего по трем районам Total for three localities		Тихая бухта Tikhaya Bay		Лисья бухта Lisya Bay		Карадагский ПЗ Karadag NR	
	Икра Eggs	Личинки Larvae	Икра Eggs	Личинки Larvae	Икра Eggs	Личинки Larvae	Икра Eggs	Личинки Larvae
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Family: Engraulidae <i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758) хамса / European anchovy	75,8	7,0	26,7	4,7	65,8	17,4	85,4	4,2
Family: Ophidiidae <i>Ophidion rochei</i> Müller, 1845 ошибень / Roche's snake blenny	0,6	0,04	—	0,3	0,6	—	0,7	—
Family: Mugilidae <i>Chelon aurata</i> (Risso, 1810) сингиль / golden grey mullet	0,03	—	—	—	—	—	0,1	—

Таблица 1 (продолжение)

Table 1 (continued)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Family: Syngnathidae								
<i>Syngnathus abaster</i> Risso, 1826 пухлякская игла-рыба / black-striped pipefish	–	0,07	–	0,7	–	–	–	–
Family: Scorpaenidae								
<i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758 морской ерш / black scorpionfish	4,2	–	0,7	–	3,7	–	4,9	–
Family: Serranidae								
<i>Serranus scriba</i> (Linnaeus, 1758) каменный окунь / painted comber	1,5	0,1	2,0	–	1,4	–	1,5	0,2
Family: Pomatomidae								
<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766) луфарь / bluefish	0,6	0,07	1,0	–	0,6	0,3	0,5	–
Family: Carangidae								
<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868) ставрида / Mediterranean horse mackerel	11,3	0,6	10,3	–	12,5	0,6	11,0	0,6
Family: Sparidae								
<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758) ласкирь / annular seabream	10,9	0,1	32,7	–	5,5	–	9,5	0,2
Sparidae spp.	5,2	0,1	14,0	–	2,2	0,5	4,9	0,1
Family: Sciaenidae								
<i>Sciaena umbra</i> Linnaeus, 1758 темный горбыль / brown meagre	0,3	0,03	–	–	0,8	0,2	0,3	–
Family: Mullidae								
<i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758 султанка / red mullet	30,0	0,8	23,7	0,4	36,8	0,5	28,9	1,0
Family: Pomacentridae								
<i>Chromis chromis</i> Linnaeus, 1758 ласточка / damselfish	–	0,3	–	–	–	0,9	–	0,1
Family: Labridae								
<i>Symphodus cinereus</i> (Bonnaterre, 1788) рябчик / grey wrasse	–	0,2	–	–	–	0,2	–	0,2
<i>Symphodus ocellatus</i> (Forsskål, 1775) глазчатый губан / ocellated wrasse	–	0,3	–	–	–	0,2	–	0,4
<i>Symphodus roissali</i> (Risso, 1810) перепелка / five-spotted wrasse	–	0,5	–	–	–	1,1	–	0,3
<i>Symphodus tinca</i> (Linnaeus, 1758) рулена / East Atlantic peacock wrasse	–	0,2	–	–	–	0,5	–	0,2
<i>Ctenolabrus rupestris</i> (Linnaeus, 1758) гребенчатый губан / goldsinny wrasse	0,2	–	–	–	–	–	0,3	–
Family: Trachinidae								
<i>Trachinus draco</i> Linnaeus, 1758 морской дракон / greater weever	2,4	–	1,4	–	2,6	–	2,5	–
Family: Uranoscopidae								
<i>Uranoscopus scaber</i> Linnaeus, 1758 звездочет / Atlantic stargazer	0,4	–	–	–	0,2	–	0,5	–

Таблица 1 (окончание)

Table 1 (finished)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Family: Blenniidae								
<i>Aidablennius sphynx</i> (Valenciennes, 1836) морская собачка-сфинкс / sphinx blenny	–	0,1	–	–	–	0,2	–	–
<i>Parablennius sanguinolentus</i> (Pallas, 1814) пятнистая морская собачка / rusty blenny	–	0,07	–	–	–	–	–	0,1
<i>Parablennius tentacularis</i> (Brünnich, 1768) длиннощупальцевая морская собачка / tentacled blenny	–	0,6	–	0,7	–	0,2	–	0,7
<i>Parablennius zvonimiri</i> (Kolombatović, 1892) бурая морская собачка / red (Zvonimir's) blenny	–	0,4	–	–	–	0,2	–	0,5
<i>Salaria pavo</i> (Risso, 1810) морская собачка-павлин / peacock blenny	–	0,1	–	–	–	–	–	0,2
Blenniidae spp.	–	1,5	–	–	–	3,3	–	1,2
Family: Callionymidae								
<i>Callionymus</i> sp.	1,2	0,1	–	–	2,3	0,3	1,0	0,1
Family: Gobiidae								
<i>Gobius niger</i> Linnaeus, 1758 черный бычок / black goby	–	2,1	–	1,0	–	3,1	–	2,0
Family: Bothidae								
<i>Arnoglossus kessleri</i> Schmidt, 1915 арноглосс Кесслера / scaldback	1,3	0,1	0,7	–	1,4	–	1,3	0,2
Family: Soleidae								
<i>Pegusa nasuta</i> (Pallas, 1811) носатая солея / blackhand (snouted) sole	0,07	–	–	–	–	–	0,1	–
Средняя численность Average abundance	145,9	15,1	113,0	7,8	136,3	29,1	153,2	12,0
Стандартное отклонение Standard deviation	209,1	31,8	145,8	4,5	193,0	64,2	223,4	15,0
Всего видов Total number of species	17	24	10	6	14	17	17	19
	30		14		23		28	

акваторий Крыма. В пробах преобладала икра пелагофильных видов: двух видов сем. Sparidae — 41,3 %, хамсы *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) — 23,6 % и султанки *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 — 21,0 %. Среди личинок доминировала хамса — 60,3 %. Остальные виды икры и личинок пелагофильных рыб встречались единично. Доля личинок прибрежных видов рыб с демерсальной икрой в сумме составляла всего 21,8 %. В пробах Лисьей бухты преобладала икра хамсы, составляя 48,3 %, и султанки — 27,0 %. Так же, как и в Тихой бухте, доминировали личинки хамсы, составляя 59,8 %. Остальные виды встречались единично. Доля личинок рыб из демерса-

льной икры в сумме составляла 33,0 %. У берегов Карадагского ПЗ икра хамсы доминировала в пробах, составляя 55,7 %, а вторым по численности видом была султанка — доля ее икры составляла 18,9 %. Личинки хамсы преобладали в пробах, составляя 35,0 %. Доля личинок рыб с демерсальной икрой здесь была максимальной и составляла 49,2 %.

Наибольшая численность личинок хамсы (17,4 экз./100 м³) и эффективность нереста (26,4 %) наблюдались в акватории Лисьей бухты. При этом численность личинок хамсы, как и эффективность ее нереста, не зависели от процентного соотношения живой и мертвой икры в пробах. Так, в

Лисьей бухте и в акватории Карадагского ПЗ доля мертвой икры в пробах была вполне сопоставимой — 42,0 и 43,0 %, соответственно; при этом численность личинок в Лисьей бухте была в 4 раза, а эффективность нереста — в пять раз выше. В Тихой бухте доля мертвой икры в пробах была максимальной и составляла 75,3 %, однако численность личинок оказалась вполне сопоставимой с таковой в акватории Карадагского ПЗ, а эффективность нереста (17,6 %) была в 3,5 раза выше.

Сроки наступления массового нереста теплолюбивых рыб зависят от температуры воды в море и не совпадают в различные годы исследований. Это объясняется особенностями гидрологического режима в весенне-летний период, когда происходит формирование вертикальной стратификации вод летнего типа с верхним квазиоднородным слоем, в котором происходят нерест, эмбриональное и постэмбриональное развитие тепловодных видов рыб [14]. На рис. 2 представлены количество видов и средняя численность икры и личинок рыб с мая по сентябрь 2023 г.

Минимальная средняя численность ихтиопланктона наблюдалась в мае 2023 г. Видовой состав и численность икры и личинок рыб соответствовали началу летнего нерестового сезона (рис. 2). Температура у поверхности воды в море колебалась от 12,6 до 16,5 °С, в среднем составляя всего 14 °С. Средняя численность икры не превышала 2,0 экз./100 м³, а личинок — 3,0 экз./100 м³. В пробах идентифицировали личинок рыб с демерсальной икрой из семейств Gobiidae, Blenniidae, Labridae, а также икру пелагофильных ласкиря *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758) из сем. Sparidae и *Callionymus* sp. из сем. Callionymidae. Нерест *D. annularis* и *Callionymus* sp. оказался нерезультативен, вся икра была погибшей на первых этапах развития. По данным Т.В. Дехник [14], эмбриональное развитие икры *D. annularis* и *Callionymus* sp. происходит при температуре воды от 18 до 25 °С, а личинки появляются в море при температуре не ниже 19 °С. В отличие от представителей сем. Sparidae и Callionymidae, личинки морских собачек (Blenniidae) и бычков (Gobiidae) обычно

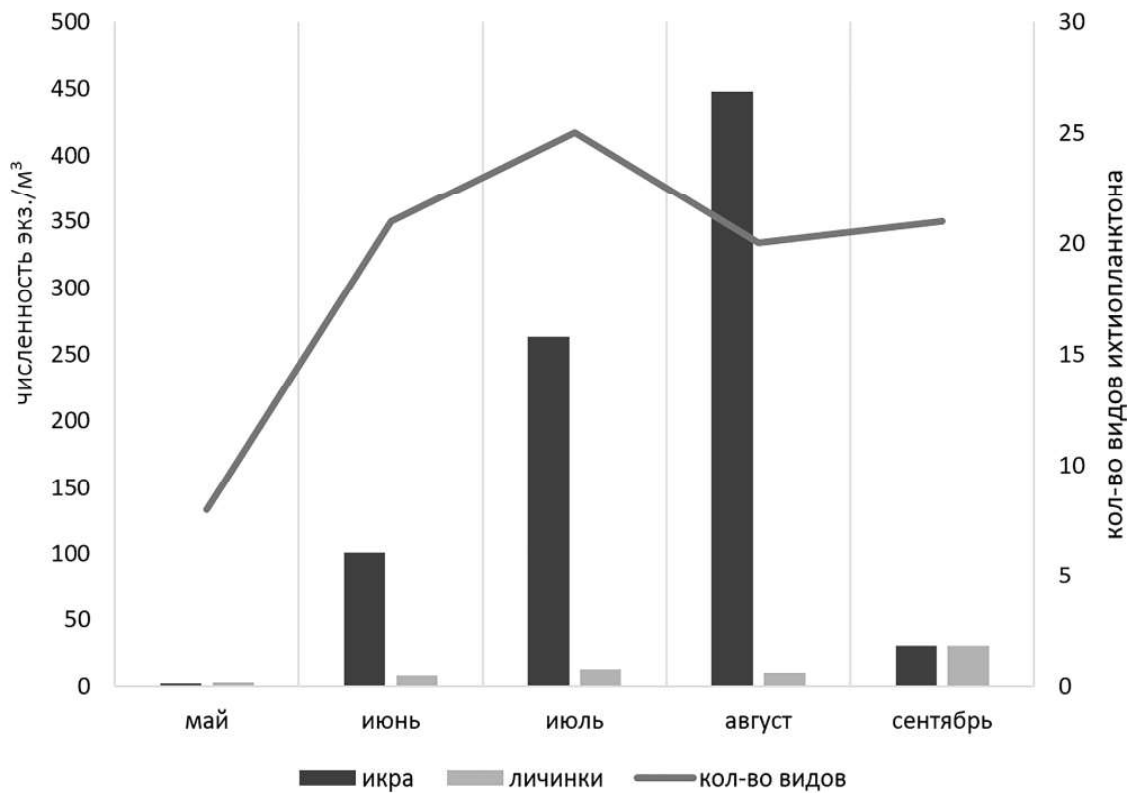


Рис. 2. Средняя численность икры и личинок рыб (экз./100 м³) и количество видов ихтиопланктона в летний нерестовый сезон 2023 г.

Fig. 2. Average abundance of fish eggs and larvae (specimens/100 m³) and number of ichthyoplankton species in the summer spawning season of 2023

встречаются в ихтиопланктоне при температуре 15–26 °С, а нерест представителей семейства Labridae и их эмбриональное развитие происходят в диапазоне температур 12–23 °С.

В июне температура воды у поверхности моря в районе юго-восточного Крыма в среднем составляла 19,9 °С и была благоприятной для начала нереста практически всех видов тепловодных рыб. В ихтиопланктоне были отмечены икра и личинки 22 видов рыб, а их средняя численность составляла 101,0 и 8,0 экз./100 м³, соответственно (рис. 2). В пробах преобладала икра *M. barbatus* (51,6 %); доля икры *E. encrasicolus* составляла 15,5 %, а *D. annularis* — 10,8 %. Численность личинок хамсы и султанки (0,9 и 1,0 экз./100 м³) была вполне сопоставима, доля мертвой икры в пробах тоже была одного порядка (61,7 и 63,0 %). Эффективность нереста хамсы составляла 5,7 %. Вместе с тем, эффективность нереста султанки была значительно ниже, чем хамсы — всего 1,9 %. По данным Т.В. Дехник [14], в июне при температуре воды 19 °С процентное отношение численности личинок к численности икры в пробах не превышает 3,2 %. Эффективность нереста *D. annularis* была вдвое ниже, чем у *E. encrasicolus*, и составляла 2,7 %. Численность икры в море составляла 10,9 экз./100 м³, а доля мертвой икры в пробах — 81,5 %. Среди личинок преобладали прибрежные оседлые виды рыб, в основном с демерсальной икрой, из семейств бычковых Gobiidae (28,8 %) и губановых Labridae (27,5 %). Личинки семейства морских собачек Blenniidae в сумме составляли всего 7,5 %, личинки живородящей морской иглы *Syngnathus* sp. — 3,7 %. Икра и личинки остальных видов встречались единично.

В июле наблюдался массовый нерест 24 видов тепловодных рыб (икра 12 видов и личинки 20 видов). Средняя численность икры всех видов в июле составляла 263,3 экз./100 м³, а личинок — 13,3 экз./100 м³ (рис. 2). Преобладала икра хамсы (52,1 %), султанки (29,8 %), ласкиря (7,3 %) и ставриды (3,9 %); доля мертвой икры не превышала 50,0 %. Нерест был результативным, а доля личинок в сумме составляла 36,7 %. Преобладали личинки хамсы, составляя 16,5 %. Самая высокая эффективность нереста была у хамсы (5,9 %) и ставриды (4,9 %). По сравнению с июнем у султанки эффективность нереста возросла до 2,3 %, а у ласкиря, наоборот, снизилась до 2,1 %. Икра остальных 8 видов встречалась единично; среди

них результативным нерест был у представителей семейств Serranidae, Callionymidae и Bothidae. Доминировали личинки рыб с демерсальной икрой из семейств Gobiidae, Blenniidae, Labridae и Pomacentridae, составляя 54,4 %. Среди них преобладали представители семейств Gobiidae (18,8 %) и Blenniidae (23,1 %).

В августе продолжался массовый нерест тепловодных видов рыб (рис. 2). В пробах были отмечены икра и личинки 20 видов рыб (икра 14 видов и личинки 10 видов) [22]. Снижение количества видов личинок в пробах, вероятно, связано с увеличением температуры воды у поверхности моря свыше 27 °С, что превышает оптимальный предел для нормального эмбрионального развития. Средняя численность икры всех видов составляла 447,8 экз./100 м³, а личинок — 11,0 экз./100 м³ (рис. 2). Икра хамсы, ставриды, султанки и ласкиря доминировала в пробах, составляя 94,6 %. Средняя численность икры (303,6 экз./100 м³) и личинок (3,0 экз./100 м³) хамсы была максимальной за весь летний нерестовый сезон 2023 г., их доля в общей численности составляла 67,8 и 27,8 %, соответственно. Однако процентное соотношение личинок хамсы к икре в пробах снизилось до 1,0 %. Доля икры ставриды возросла до 10,5 %, а доля султанки, наоборот, снизилась до 8,7 %; при этом численность их личинок в августе была вполне сопоставимой с таковой в июле (рис. 2). В пробах появилась икра луфаря *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766) и темного горбыля *Sciaena umbra* Linnaeus, 1758, но их личинки в пробах отсутствовали. Доля личинок из демерсальной икры сократилась до 36,4 %.

В сентябре были отмечены икра и личинки 21 вида рыб (икра 15 видов и личинки 14 видов). Нерест тепловодных видов уже завершился, средняя численность икры снизилась до 30,7 экз./100 м³, а личинок — возросла до 30,5 экз./100 м³ (рис. 2). В сентябре ласкирь уже закончил свой нерестовый сезон, а доля икры султанки составляла всего 1,6 %. В ихтиопланктоне преобладала икра Sparidae spp., составляя 41,0 %, доля икры хамсы не превышала 6,8 %, а ставриды — 8,1 %. Доля икры большого морского дракона *Trachinus draco* Linnaeus, 1758 в ихтиопланктоне была значительной (16,9 %), однако его личинки в пробах отсутствовали. Снижение температуры поверхности воды в море до значений, оптимальных для эмбрионального и постэмбрионального развития рыб, по-видимому, способство-

вало выживанию ихтиопланктона. Расширился видовой состав личинок рыб за счет представителей семейств Ophidiidae, Serranidae, Callionymidae, Pomacentridae и Sciaenidae. В пробах доминировали личинки хамсы (64,6 %); личинки ставриды и Sparidae spp. в сумме составляли всего 5,9 %. Личинки из демерсальной икры семейств Gobiidae, Blenniidae и Pomacentridae составляли 27,5 %.

Наибольшее количество видов ихтиопланктона в прибрежной акватории Карадагского ПЗ наблюдалось в 2020 г. — 36 видов (икра 20 видов и личинки 27 видов рыб) [23]. По сравнению с 2020 г., в летний нерестовый сезон 2023 г. в ихтиопланктоне района Карадага (Лисья и Тихая бухты, Карадагский ПЗ) не были встречены личинки *Sarda sarda* (Bloch, 1793) из сем. Scombridae, личинки четырех видов сем. Atherinidae и личинки *Belone euxini* Günther, 1866 из сем. Belonidae. Также на два вида сократились сем. Mugilidae и Gobiidae, зато были встречены личинки сем. Syngnathidae и на три вида расширился видовой состав сем. Labridae. Индекс видового сходства [17] ихтиопланктона в летние нерестовые сезоны 2020 и 2023 гг. составил 0,79. Помимо этого, в табл. 2 для летних нерестовых сезонов 2020 [23] и 2023 гг. приведено сравнение биоценологических индексов разнообразия ихтиопланктона акватории Карадагского ПЗ.

Если в 2020 г. в ихтиопланктоне преобладали три вида икры (37,0 % приходилось на *M. barbatus* и по 17,0 % на *T. draco* и *E. encrasicolus*), которые в сумме составляли 71,0 %, то в 2023 г. в пробах доминировала икра *E. encrasicolus*, в среднем составляя 52,0 %. При этом ее доля в Лисьей бухте достигала 65,8 %, в акватории Карадагского ПЗ — 85,4 %, и только в Тихой бухте в пробах приблизительно в равных долях преобладала обычная для прибрежной зоны икра *M. barbatus*, *E. encrasicolus* и видов из сем. Sparidae, составляя 73,5 %. Индекс доминирования в 2023 г. был в 1,6 раза выше, чем в 2020 г., и составлял 0,31. В результате выраженного доминирования *E. encrasicolus* в ихтиопланктоне в летний нерестовый сезон 2023 г. индексы видового разнообразия и видового богатства были ниже, чем в тот же период 2020 г. (табл. 2).

Вероятно, активизация водообмена между прибрежно-шельфовыми водами и глубоководной зоной моря [3, 6, 8–10] привела к выносу с верхним слоем моря икры и личинок *E. encrasicolus* из глубоководных участков в прибрежную зону. Если в июне в пробах преобладала обычная для поверх-

Таблица 2. Ценологические индексы ихтиопланктона из акваторий Карадагского природного заповедника в летние нерестовые сезоны 2020 и 2023 гг.

Table 2. Cenotic indices of ichthyoplankton from the aquatic areas of the Karadag Nature Reserve in the summer spawning seasons of 2020 and 2023

Индексы Indices	2020*	2023
Видового сходства [17] Species similarity [17]	0,73	0,79
Видового разнообразия [18] Species diversity [18]	3,02	2,48
Видового богатства [19] Species richness [19]	16,46	13,13
Доминирования [20] Dominance [20]	0,19	0,31
Выравнивания [21] Evenness [21]	0,58	0,50
Примечание: * По [23] Note: * Based on [23]		

ностного слоя моря икра *M. barbatus*, составляя 51,7 %, а доля икры хамсы не превышала 15,5 %, то в июле доля хамсы возросла до 52,1 %, а в августе — до 67,8 %. При этом доля икры султанки сократилась в июле до 29,8 %, а в августе — до 8,8 %. Кроме того, следует отметить, что уже в июле температура воды у поверхности моря превышала оптимальные показатели (25 °C) для нормального развития икры *M. barbatus* и *D. annularis*, а в начале августа она достигла 27 °C. Наиболее широкий диапазон температур воды, подходящих для нормального развития икры, отмечается у *E. encrasicolus*, которая, в отличие от остальных видов, нерестится как на прибрежно-шельфовых, так и на глубоководных участках моря [14, 24].

Тенденция возрастания численности *E. encrasicolus* в ихтиопланктоне после ее резкого снижения в начале 1990-х гг. наблюдается во всей Российской экономзоне Черного моря [8, 10, 24, 25], что подтверждается увеличением ее вылова с начала 2000-х гг. Так, в период с 2002 по 2015 г. фактический вылов рыбы российским рыболовным флотом возрос с 11,4 до 73,9 тыс. т, а в 2020 г. он составлял 46,5 тыс. т. С 2001 по 2019 г. доля хамсы как массового промыслового вида только в районе Крымского полуострова возросла с 16,5 до 75,0 %; увеличились также уловы ставриды и султанки [26–29].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенного исследования в ихтиопланктоне летнего нерестового сезона 2023 г. в прибрежной акватории юго-восточного шельфа Крыма (бухты Тихая, Лисья и Карадагский ПЗ) в поверхностном слое моря средняя численность икры составляла 145,9 экз./100 м³, а личинок — 15,1 экз./100 м³. Наибольшее количество видов (28) отмечено в акватории Карадагского природного заповедника, где численность икры составляла 153,2 экз./100 м³, а личинок — 12,0 экз./100 м³. В бухте Лисьей идентифицировано 23 вида, средняя численность икры составляла 136,3 экз./100 м³, а личинок — 29,1 экз./100 м³. Минимальное количество видов (14) наблюдалось в бухте Тихой, здесь же была отмечена минимальная численность икры и личинок (113,0 и 7,7 экз./100 м³, соответственно).

В пробах преобладали икра и личинки хамсы *E. encrasicolus*, чья доля за весь период исследований составляла 52,0 и 46,4 %, соответственно. Эффективность ее нереста колебалась от 4,9 % в акватории Карадагского ПЗ до 26,4 % в Лисьей бухте и в среднем составляла 9,2 %. На втором месте по численности икры находилась султанка *M. barbatus* (20,6 %), а на третьем — ставрида *T. mediterraneus* (7,7 %). По численности личинок султанка и ставрида в сумме составляли 9,3 %. Икра и личинки остальных пелагофильных рыб встречались единичными экземплярами. Поскольку ихтиопланктон собирали в прибрежной зоне над глубиной от 3 до 20 м, значительная доля личинок рыб (40,2 %) была представлена личинками из демерсальной икры семейств Gobiidae, Blenniidae, Labridae и Pomacentridae.

В прибрежной акватории юго-восточного Крыма в 2023 г. количество видов в ихтиопланктоне было на шесть ниже, чем в 2020 г. Тем не менее, индекс видового сходства был достаточно высоким и составлял 0,79. В отличие от 2020 г. в ихтиопланктоне появился доминирующий вид — хамса *E. encrasicolus*; индекс доминирования при этом возрос в 1,6 раза и составил 0,31, что привело к снижению индексов разнообразия в среднем в 1,2 раза: индекс видового разнообразия составил 2,48, видового богатства — 13,13, а индекс выравненности — 0,50.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает искреннюю благодарность к. б. н. Т.Н. Климовой (ФИЦ ИнБЮМ РАН, г. Севас-

тополь) за помощь в идентификации ихтиопланктона и подготовке статьи.

Работа выполнена в рамках государственного задания «Изучение фундаментальных характеристик морских гидробионтов, обеспечивающих их функционирование в экосистемах и служащих основой их рационального использования и сохранения» № 124030100100-0.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express her gratitude to T.N. Klimova, Candidate of Biological Sciences (Federal Research Center “A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of the Russian Academy of Sciences”, Sevastopol) for her assistance in the identification of ichthyoplankton and preparation of this article.

This study has been conducted as a part of the State Assignment No. 124030100100-0 “Study of the fundamental characteristics of marine aquatic organisms that ensure their functioning in ecosystems and serve as the basis for their rational use and conservation”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куфтаркова Е.А., Ковригина Н.П. Влияние антропогенной нагрузки на изменение уровня биогенных элементов прибрежных вод Крыма. *Методология прогнозирования загрязнения океанов и морей*. М.: Гидрометеоиздат, 1986: 48–51.
2. Трощенко О.А., Субботин А.А., Еремин И.Ю. Халинная структура вод в прибрежной зоне Карадага. *Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского — природного заповедника РАН*. 2019. Вып. 2 (10): 42–51. <https://doi.org/10.21072/eo.2021.10.05>.
3. Артамонов Ю.В., Федирко А.В., Скрипалева Е.А., Шутов С.А., Дерюшкин Д.В., Колмак Р.В., Завьялов Д.Д., Шаповалов Р.О., Шаповалов Ю.И., Щербаченко С.В. Структура вод в зоне Основного Черноморского течения весной и летом 2017 г. (94-й, 95-й рейсы НИС «Профессор Водяницкий»). *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря*. 2019. № 1: 16–28. <https://doi.org/10.22449/2413-5577-2019-1-16-28>.
4. Загородняя Ю.А., Вдович И.В., Подрезова П.С., Климова Т.Н. Видовой состав и питание личинок рыб в северной части Черного моря в июле–августе 2019 г. *Вопросы ихтиологии*. 2022. Т. 62, № 6: 688–698. <https://doi.org/10.31857/S0042875222060406>.
5. Auth T.D., Daly E.A., Brodeur R.D., Fisher J.L. Phenological and distributional shifts in ichthyoplankton associated with recent warming in the northeast Pacific

- Ocean. *Global Change Biology*. 2017. Vol. 24, no. 11: 259–272. <https://doi.org/10.1111/gcb.13872>.
6. Белокопытов В.Н. Климатические изменения гидрологического режима Черного моря : автореф. дис. докт. геогр. наук. Севастополь: Изд-во Морского гидрофизического института Российской академии наук, 2017. 42 с.
 7. Turan C., Erguden D., Gürlek M. Climate change and biodiversity effects in Turkish Seas. *Natural and Engineering Sciences*. 2016. Vol. 1, no. 2: 15–24.
 8. Klimova T., Podrezova P. Seasonal distribution of the Black Sea ichthyoplankton near the Crimean Peninsula. *Regional Studies in Marine Science*. 2018. Vol. 24: 260–269. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2018.08.013>.
 9. Klimova T.N., Subbotin A.A., Vdodovich I.V., Zagorodnyaya Yu.A., Podrezova P.S., Garbazei O.A. Distribution of ichthyoplankton in relation to specifics of hydrological regime off the Crimean coast (the Black Sea) in the spring–summer season 2017. *Journal of Ichthyology*. 2021. Vol. 61, no. 2: 259–269. <https://doi.org/10.1134/S0032945221020077>.
 10. Klimova T.N., Podrezova P.S., Subbotin A.A., Vdodovich I.V., Georgieva E.Yu. Ichthyoplankton of the Black Sea at the beginning of the summer spawning season 2018. *Water Resources*. 2022. Vol. 49, no. 3: 493–502. <https://doi.org/10.1134/S009780782203006X>.
 11. Мальцев В.И., Петрова Т.Н. Ихтиоразнообразие прибрежных акваторий черноморского побережья юго-восточного Крыма. *Вестник Керченского государственного морского технологического университета*. 2022. Вып. 3: 26–38.
 12. Багнюкова Т.В. Ихтиофауна. *Карадагский природный заповедник. Летопись природы*. 1997. Карадаг–Севастополь: Изд-во Карадагского природного заповедника Национальной академии наук Украины, ЭКОСИ-Гидрофизика, 1998: 57–65.
 13. Дука Л.А., Синюкова В.И. Руководство по изучению питания личинок и мальков морских рыб в естественных и экспериментальных условиях. К.: Наукова думка, 1976. 134 с.
 14. Дехник Т.В. Ихтиопланктон Черного моря. К.: Наукова думка, 1973. 235 с.
 15. WoRMS. World Register of Marine Species. 2024. URL: <https://www.marinespecies.org> (дата обращения 03.03.2024). <https://doi.org/10.14284/170>.
 16. Парин Н.В., Евсеенко С.А., Васильева Е.Д. Рыбы морей России: аннотированный каталог. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 733 с.
 17. Sørensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskab. Biologiske Skrifter*. 1948. Bd. 5, nr. 4: 1–34.
 18. Shannon C.B., Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana, Illinois: University of Illinois Press, 1963. 345 p.
 19. Simpson E.H. Measurement of diversity. *Nature*. 1949. Vol. 163, no. 4148: e668. <https://doi.org/10.1038/163688a0>.
 20. Margalef R. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. *Perspectives in marine biology*. Berkeley: University of California Press, 1958: 323–347.
 21. Pielou E.C. Shannon’s formula as a measure of species diversity: its use and misuse. *The American Naturalist*. 1966. Vol. 100, no. 914: 463–465. <https://doi.org/10.1086/282439>.
 22. Петрова Т.Н., Климова Т.Н., Вдодович И.В., Забродин Д.А. Видовое разнообразие и пространственное распределение черноморского ихтиопланктона в августе 2022–2023 гг. Влияние изменения климата на биологическое разнообразие и распространение вирусных инфекций в Черноморско-Каспийском регионе : матер. XXV Междунар. науч. конф. с элементами школы для молодых ученых (г. Махачкала, 2–4 ноября 2023 г.). Махачкала: АЛЕФ, 2023: 302–305.
 23. Подрезова П.С., Петрова Т.Н., Мальцев В.И. Видовое разнообразие летнего ихтиопланктона прибрежных акваторий Крымского полуострова. *Вестник Керченского государственного морского технологического университета*. 2021. № 4: 59–80. https://doi.org/10.47404/2619-0605_2021_4_59.
 24. Podrezova P.S., Klimova T.N., Subbotin A.A., Vdodovich I.V., Zavjalov A.V. Regional variability of the state of ichthyoplankton in the Black Sea during the change from the spring hydrological season to the summer. *Biology Bulletin*. 2024. Vol. 51, no. 1: 177–186. <https://doi.org/10.1134/S1062359023604287>.
 25. Klimova T.N., Subbotin A.A., Vdodovich I.V., Zagorodnyaya Yu.A., Zabrodin D.A. Ichthyoplankton in the northern part of the Black Sea under the prolongation of summer hydrological season in 2020. *Inland Water Biology*. 2024. Vol. 17, no. 1: 197–207. <https://doi.org/10.1134/S1995082924010085>.
 26. Балыкин П.А. Изменения видового состава российских уловов в Черном и Азовском морях в XXI в. *Вопросы рыболовства*. 2021. Т. 22, № 3: 51–60. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2021-22-3-51-60>.
 27. Балыкин П.А., Старцев А.В., Филатов В.Н. Изменения величины и видового состава российских уловов в XXI веке на примере южных морей и зоны Южно-Курильская. *Вопросы рыболовства*. 2023. Т. 24, № 2: 81–91. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2023-24-2-81-91>.
 28. Фашук Д.Я. Биоресурсный потенциал Черного моря и его освоение отечественным промыслом в XX–XXI вв. *Вестник Российской академии наук*. 2019. Т. 89, № 11: 1105–1119. <https://doi.org/10.31857/S0869-587389111105-1119>.

29. Шляхов В.А., Пятинский М.М. Оценка состояния запасов морских видов рыб Черного моря (воды России) в 2021 г. *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2023. Т. 6, № 3: 96–113. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2023_6_3_96.

REFERENCES

- Kuftarkova E.A., Kovrigina N.P. Vliyanie antropogennoy nagruzki na izmenenie urovnya biogenykh elementov pribrezhnykh vod Kryma [Impact of anthropogenic pressure on changes in the level of biogenic elements in the coastal waters of Crimea]. In: *Metodologiya prognozirovaniya zagryazneniya okeanov i morey [Methodology for forecasting pollution of oceans and seas]*. Moscow: Gidrometeorizdat [Hydrometeorological Publishing House], 1986: 48–51. (In Russian).
- Troshchenko O.A., Subbotin A.A., Eremin I.Yu. Khalinnaya struktura vod v pribrezhnoy zone Karadaga [Haline water structure in the coastal zone of Karadag]. *Trudy Karadagskoy nauchnoy stantsii im. T.I. Vyazemskogo — prirodnogo zapovednika RAN [Proceedings of the T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station — Nature Reserve of the RAS]*. 2019. Issue 2 (10): 42–51. <https://doi.org/10.21072/eeco.2021.10.05>. (In Russian).
- Artamonov Yu.V., Fedirko A.V., Skripaleva E.A., Shutov S.A., Deryushkin D.V., Kolmak R.V., Zavyalov D.D., Shapovalov R.O., Shapovalov Yu.I., Shcherbachenko S.V. Struktura vod v zone Osnovnogo Chernomorskogo techeniya vesnoy i letom 2017 g. (94-y, 95-y reysy NIS “Professor Vodyanitskiy”) [Water structure in the area of the Rim Black Sea Current in spring and summer 2017 (94th, 95th cruises of the R/V “Professor Vodyanitskiy”). *Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoy i shel'fovoy zon morya [Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea]*. 2019. No. 1: 16–28. <https://doi.org/10.22449/2413-5577-2019-1-16-28>. (In Russian).
- Zagorodnyaya Yu.A., Vdodovich I.V., Podrezova P.S., Klimova T.N. Species composition and feeding of the fish larvae in the northern part of the Black Sea in July–August 2019. *Journal of Ichthyology*. 2022. Vol. 62, no. 6: 1042–1052. <https://doi.org/10.1134/S0032945222060327>.
- Auth T.D., Daly E.A., Brodeur R.D., Fisher J.L. Phenological and distributional shifts in ichthyoplankton associated with recent warming in the northeast Pacific Ocean. *Global Change Biology*. 2017. Vol. 24, no. 11: 259–272. <https://doi.org/10.1111/gcb.13872>.
- Belokopytov V.N. Klimaticheskie izmeneniya gidrologicheskogo rezhima Chernogo morya : avtoref. dis. dokt. geogr. nauk [Climatic changes in the hydrological regime of the Black Sea. Extended abstract of the Doctor's (Geography) Thesis]. Sevastopol: Morskoy gidrofizicheskiy institut Rossiyskoy akademii nauk [Marine Hydrophysical Institute of the Russian Academy of Sciences] Publ., 2017. 42 p. (In Russian).
- Turan C., Erguden D., Gürlek M. Climate change and biodiversity effects in Turkish Seas. *Natural and Engineering Sciences*. 2016. Vol. 1, no. 2: 15–24.
- Klimova T., Podrezova P. Seasonal distribution of the Black Sea ichthyoplankton near the Crimean Peninsula. *Regional Studies in Marine Science*. 2018. Vol. 24: 260–269. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2018.08.013>.
- Klimova T.N., Subbotin A.A., Vdodovich I.V., Zagorodnyaya Yu.A., Podrezova P.S., Garbazei O.A. Distribution of ichthyoplankton in relation to specifics of hydrological regime off the Crimean coast (the Black Sea) in the spring–summer season 2017. *Journal of Ichthyology*. 2021. Vol. 61, no. 2: 259–269. <https://doi.org/10.1134/S0032945221020077>.
- Klimova T.N., Podrezova P.S., Subbotin A.A., Vdodovich I.V., Georgieva E.Yu. Ichthyoplankton of the Black Sea at the beginning of the summer spawning season 2018. *Water Resources*. 2022. Vol. 49, no. 3: 493–502. <https://doi.org/10.1134/S009780782203006X>.
- Maltsev V.I., Petrova T.N. Ikhtioraznoobrazie pribrezhnykh akvatoriy chernomorskogo poberezh'ya yugovostochnogo Kryma [Ichthyodiversity of the near-coast water areas of the Black Sea coast of the South-Eastern Crimea]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University]*. 2022. Issue 3: 26–38. (In Russian).
- Bagnyukova T.V. Ikhtiofauna [Ichthyofauna]. In: *Karadagskiy prirodnyy zapovednik. Letopis' prirody. 1997 [Karadag Nature Reserve. Chronicle of nature. 1997]*. Karadag–Sevastopol: Karadagskiy prirodnyy zapovednik Natsional'noy akademii nauk Ukrainy [Karadag Nature Reserve of the National Academy of Sciences of Ukraine] Publ., EKOSI-Gidrofizika [EKOSI-Hydrophysics], 1998: 57–65. (In Russian).
- Duka L.A., Sinyukova V.I. Rukovodstvo po izucheniyu pitaniya lichinok i mal'kov morskikh ryb v estestvennykh i eksperimental'nykh usloviyakh [Guidelines for studying the nutrition of marine fish larvae and fry under natural and experimental conditions]. Kyiv: Naukova dumka [Scientific Thought], 1976. 134 p. (In Russian).
- Dekhnik T.V. Ikhtioplankton Chernogo morya [Ichthyoplankton of the Black Sea]. Kyiv: Naukova dumka [Scientific Thought], 1973. 235 p. (In Russian).
- WoRMS. World Register of Marine Species. 2024. Available at: <https://www.marinespecies.org> (accessed 03.03.2024). <https://doi.org/10.14284/170>.
- Parin N.V., Evseenko S.A., Vasilyeva E.D. Ryby morey Rossii: annotirovanny katalog [Fishes of Russian Seas. Annotated catalogue]. Moscow: Tovari-shchestvo nauchnykh izdaniy KMK [KMK Scientific Press], 2014. 733 p. (In Russian).

17. Sørensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Skrifter*. 1948. Bd. 5, nr. 4: 1–34.
18. Shannon S.V., Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana, Illinois: University of Illinois Press, 1963. 345 p.
19. Simpson E.H. Measurement of diversity. *Nature*. 1949. Vol. 163, no. 4148: e668. <https://doi.org/10.1038/163688a0>.
20. Margalef R. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. In: *Perspectives in marine biology*. Berkeley: University of California Press, 1958: 323–347.
21. Pielou E.C. Shannon's formula as a measure of species diversity: its use and misuse. *The American Naturalist*. 1966. Vol. 100, no. 914: 463–465. <https://doi.org/10.1086/282439>.
22. Petrova T.N., Klimova T.N., Vdodovich I.V., Zabrodin D.A. Vidovoe raznoobrazie i prostranstvennoe raspredelenie chernomorskogo ikhtioplanktona v avguste 2022–2023 gg. [Species diversity and spatial distribution of the Black Sea ichthyoplankton in August 2022–2023]. In: *Vliyaniye izmeneniya klimata na biologicheskoye raznoobrazie i rasprostraneniye virusnykh infektsiy v Chernomorsko-Kaspiyskom regione : materialy XXV Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii s elementami shkoly dlya molodykh uchenykh (g. Makhachkala, 2–4 noyabrya 2023 g.)* [The impact of climate change on biological diversity and the spread of viral infections in the Black Sea–Caspian Region. *Proceedings of the 25th International Scientific Conference with some features of a school for young scientists (Makhachkala, 2–4 November, 2023)*]. Makhachkala: ALEF [ALEPH], 2023: 302–305. (In Russian).
23. Podrezova P.S., Petrova T.N., Maltsev V.I. Vidovoe raznoobrazie letnego ikhtioplanktona pribrezhnykh akvatoriy Krymskogo poluoostrova [Species diversity of summer ichthyoplankton in coastal water areas of the Crimean Peninsula]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University]. 2021. No. 4: 59–80. https://doi.org/10.47404/2619-0605_2021_4_59. (In Russian).
24. Podrezova P.S., Klimova T.N., Subbotin A.A., Vdodovich I.V., Zavjalov A.V. Regional variability of the state of ichthyoplankton in the Black Sea during the change from the spring hydrological season to the summer. *Biology Bulletin*. 2024. Vol. 51, no. 1: 177–186. <https://doi.org/10.1134/S1062359023604287>.
25. Klimova T.N., Subbotin A.A., Vdodovich I.V., Zagorodnyaya Yu.A., Zabrodin D.A. Ichthyoplankton in the northern part of the Black Sea under the prolongation of summer hydrological season in 2020. *Inland Water Biology*. 2024. Vol. 17, no. 1: 197–207. <https://doi.org/10.1134/S1995082924010085>.
26. Balykin P.A. Izmeneniya vidovogo sostava rossiyskikh ulovov v Chernom i Azovskom moryakh v XXI v. [Changes in the species composition of Russian catches in the Black and Azov Seas in the 21st century]. *Voprosy rybolovstva* [Problems of Fisheries]. 2021. Vol. 22, no. 3: 51–60. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2021-22-3-51-60>. (In Russian).
27. Balykin P.A., Startsev A.V., Filatov V.N. Izmeneniya velichiny i vidovogo sostava rossiyskikh ulovov v XXI veke na primere yuzhnykh morey i zony Yuzhno-Kuril'skaya [Changes in size and species composition of Russian catches in the XXI century by the example of South Seas and the Yuzhno-Kuril'sky Fishery District]. *Voprosy rybolovstva* [Problems of Fisheries]. 2023. Vol. 24, no. 2: 81–91. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2023-24-2-81-91>. (In Russian).
28. Fashchuk D.Y. The Black Sea bioresource potential and its exploitation in national commercial fisheries in the 20th–21st centuries. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2019. Vol. 89, no. 6: 584–598. <https://doi.org/10.1134/S1019331619060042>.
29. Shlyakhov V.A., Pyatinskiy M.M. Otsenka sostoyaniya zapasov morskikh vidov ryb Chernogo morya (vody Rossii) v 2021 g. [Stock assessment of the marine fish species in the Black Sea (Russian waters) in 2021]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment]. 2023. Vol. 6, no. 3: 96–113. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2023_6_3_96. (In Russian).

Для цитирования: Петрова Т.Н. Ихтиопланктон прибрежных акваторий юго-восточного Крыма в летний нерестовый сезон 2023 г. *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2024. Т. 7, № 2: 54–67.

Об авторе:

Петрова Татьяна Николаевна, инженер 1 категории лаборатории биохимии и физиологии гидробионтов, Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского — природный заповедник РАН — филиал ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН» (298188, Республика Крым, г. Феодосия, п. г. т. Курортное, ул. Науки, 24), ORCID 0009-0002-4750-1171, tanysha_07011977@mail.ru

Поступила в редакцию 08.04.2024

Поступила после рецензии 20.05.2024

Принята к публикации 21.05.2024

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликтов интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант.

Received 08.04.2024

Revised 20.05.2024

Accepted 21.05.2024

Conflict of interest statement

The author does not have any conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.