

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И РАЗМЕРНЫЙ СОСТАВ МИТИЛЯСТЕРА
НА КОНТРОЛЬНЫХ СУБСТРАТАХ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ
В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ У БЕРЕГОВ КРЫМА****И.И. Казанкова**

Институт природно-технических систем,
РФ, г. Севастополь, ул. Ленина, 28
E-mail: ikazani@bk.ru

Изучали размерный состав и распределение постличинок митилястера на контрольных субстратах, используемых в мониторинге популяемости вида у черноморских берегов Крыма, в сравнении с мидией. У митилястера, как и у мидии, отмечена повышенная плотность «посадки» постличинок в верхней части субстрата, что может свидетельствовать о сходстве в поведении и потребностях этих моллюсков на ранней стадии их бентосной жизни. Максимальная длина постличинок митилястера была почти в два раза меньше, чем у мидии. Показана низкая вероятность вторичного оседания митилястера на контрольные субстраты.

Ключевые слова: митилястер, мидия, постличинки, краевой эффект, вторичное оседание.

Поступила в редакцию: 09.04.2023. После доработки: 08.05.2023.

Введение. У берегов России митилястера *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791) в массовом количестве распространена в Азово-Черноморском регионе и в Каспийском море [1]. В последнем моллюск быстро распространился после своего вселения в 20-х годах XX века [2], достигая в отдельные годы 30–40% от общей биомассы бентоса и став существенным элементом пищи ценных рыб и зимующих уток [3, 4].

M. lineatus встречается также в скальном биотопе у берегов Средиземного моря [1], где в связи с усилением судоходства и потеплением климата в настоящее время вытесняется близкородственным ему видом из Красного моря *Brachidontes faraonis* [5]. Другой средиземноморский вид *M. minimus* вытесняется мидией *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, усиливающей свое влияние в средиземноморском регионе вследствие развития марикультуры [5]. В противоположность процессу вытеснения митилястера в Средиземном море, в черноморских скальных биотопах отмечается усиление доминирования *M. lineatus* на фоне деградации поселений *M. galloprovincialis* [6].

Известно, что экологической особенностью *M. lineatus* является его способ-

ность массово развиваться даже при снижении содержания кислорода в воде до 1–3 мгО/л [4]. Это, возможно, помогает ему успешно функционировать в том числе и в условиях глобального потепления, коснувшегося поверхностного слоя воды как глубоководной части Черного моря [7, 8], так и прибрежной зоны у его северных и восточных берегов [9], а также у берегов южного и юго-западного Крыма [10].

В связи со значимой ролью митилястера в прибрежных экосистемах изучение пространственно-временной изменчивости пополнения популяций митилястера молодью в изменяющихся природных условиях и под воздействием хозяйственной деятельности человека является актуальным.

Для исследования потенциальной популяемости (ПП) популяций некоторых черноморских двустворчатых моллюсков используются контрольные субстраты из акриловых нитей с ворсистой поверхностью [11]. Этот метод особенно эффективен для митилястера, так как у его оседающих личинок отмечено более выраженное предпочтение нитчатым структурам, по сравнению с мидией [12, 13].

Как было отмечено в [14], способ исследования ПП мидии и митилястера с помощью контрольных субстратов, содержащих нитчатые структуры, не исключает ошибок в учете постличинок моллюсков, так как нельзя игнорировать их способность к активному перемещению с субстрата на субстрат, отмеченную в [15]. Кроме того, на поверхности контрольных субстратов могут оказаться вторично осевшие постличинки, перенесенные водой из других мест [16].

Ранее было определено, что мидии на контрольных субстратах, используемых в мониторинге популяемости, распределены неравномерно. Наблюдалась повышенная плотность их «посадки» в верхней и нижней частях субстрата [14], что может свидетельствовать как о перемещении постличинок, так и о неравномерности их выживаемости на субстрате. Это важно учитывать при выборочном методе подсчета моллюсков.

В данном исследовании было поставлено целью изучить распределение постличинок митилястера *M. lineatus* и его размерный состав на субстрате в сравнении с мидией.

Материал и методы. Контрольные субстраты экспонировали в тех же районах, что и при исследовании распределения на субстратах постличинок мидии, а именно: у открытых берегов близ Качивели и Ласпи и в бухтах Севастополя (рис. 1). Также совпадали и другие характеристики материалов исследования моллюсков (табл. 1).

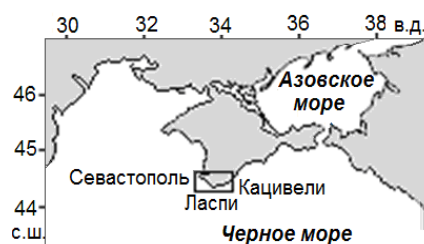


Рис. 1. Район исследования
Fig. 1. Study area

Таблица 1. Характеристики анализируемого материала по распределению постличинок мидии и митилястера на контрольных субстратах при их экспозиции в районе Южного берега Крыма (ЮБК) и севастопольских бухтах (СБ)

Вид	Районы	Годы и сезоны	Число распределений	Длительность экспозиций, сутки	Величина ПП, экз. см ⁻² мес. ⁻¹	Размеры субстрата, см
Митилястер	ЮБК	2010 – 2014 июнь – ноябрь	16	мин. – 24 макс. – 145 средн. – 61	мин. – 1,1 макс. – 282,8 средн. – 19,1	длина – 18–20 ширина – 1,3–3,7
	СБ	2009 – 2018 июнь – ноябрь	23	мин. – 19 макс. – 142 средн. – 40	мин. – 1,2 макс. – 142,5 средн. – 25,4	
Мидия	ЮБК	2009 – 2012 октябрь – июнь	33	мин. – 24 макс. – 92 средн. – 43	мин. – 1,3 макс. – 49,8 средн. – 14,8	длина – 18–20 ширина – 1,5– 3,0
	СБ	2010 – 2021 октябрь – июнь	23	мин. – 31 макс. – 120 средн. – 52	мин. – 1,0 макс. – 8,5 средн. – 2,5	

Горизонты глубины в экспозициях субстратов при изучении ПП у мидии и митилястера составляли 1–3, 7–9 и 11–15 м. Годы исследования митилястера были теми же, что и мидии – с 2009 по 2021 гг. Совпадали размеры субстратов и дли-

тельность их экспозиций. Продолжительность экспонирования субстратов в море находилась в диапазоне от менее месяца до трех – четырех месяцев и в среднем для мидии и митилястера составляла 50 суток.

Различия при исследовании моллюсков заключались в том, что в случае с митилястером количество экспозиций было меньше, и они проводились в теплый период года (июнь – октябрь) в связи с альтернативными, относительно мидии, температурными условиями размножения моллюска.

Существенные различия у моллюсков наблюдались также и по величине ПП – у митилястера она могла достигать 280 экз.·см⁻²·месяц⁻¹, в то время как у мидии – всего 50 экз.·см⁻²·месяц⁻¹, при средней величине этого параметра у моллюсков 22 и 12 экз.·см⁻²·месяц⁻¹ соответственно. Как и в случае с мидией, при ПП < 1,0 экз.·см⁻²·месяц⁻¹ распределение на субстрате митилястера в массив анализируемых данных не включалось.

Подсчет постличинок на субстратах осуществляли с помощью бинокулярного микроскопа при увеличении около 16 раз. Учитывали особей на каждой нити

или на расположенных рядом 2–8 нитях. Иногда при подсчете постличинок регулярно пропускали 1–8 нитей. При анализе распределения митилястера на контрольных субстратах выделяли верхнюю и нижнюю их части, содержащие по 4 нити каждая, и находящуюся между ними среднюю часть. В случае с мидией верхняя и нижняя части содержали по 4–8 нитей. Размерный состав постличинок исследовали в выборках численностью от 50 до 100 и более особей.

Результаты. *Распределение постличинок митилястера на поверхности контрольных субстратов в сравнении с мидией.* Как следует из данных, приведенных в табл. 2, у моллюсков нет существенных отличий в характере распределений плотности «посадки» их постличинок по поверхности субстратов в зависимости от районов проведения экспозиций.

Таблица 2. Распределение плотности «посадки» постличинок митилястера и мидии на контрольных субстратах у Южного берега Крыма (ЮБК) и в севастопольских бухтах (СБ)

Район	Часть субстрата	Митилястер			Мидия		
		Средняя экз./1 нить	Станд. откл. экз./1 нить	N	Среднее экз./1 нить	Станд. откл. экз./1 нить	N
ЮБК	верхняя	47,6	11,0	16	48,9	8,9	33
	средняя	25,5	5,8		21,0	5,1	
	нижняя	26,9	8,4		30,2	8,8	
СБ	верхняя	48,5	14,1	23	44,2	7,7	23
	средняя	22,1	5,6		23,7	7,9	
	нижняя	29,4	11,4		32,0	8,4	

Примечание: N – число распределений.

В связи с этим данные по районам были объединены в один массив для каждого моллюска. Из результатов следует, что средняя плотность «посадки» постличинок митилястера, как и мидии, в верхней части субстрата заметно выше, чем в средней и нижней его частях (рис. 2). Это превышение у обоих моллюсков составляло около 2,5 раз. Средняя и нижняя части субстратов различались не столь значительно. То есть у митилясте-

ра, как и у мидии, наблюдается краевой эффект в вертикальном распределении постличинок на контрольных субстратах, который особенно выражен в верхней их части.

Размерный состав постличинок митилястера на контрольных субстратах. Минимальный размер постличинок митилястера на контрольных субстратах составлял около 170 мкм, что на 55 мкм меньше, чем мидии. Максимальная длина

постличинок моллюска в относительно коротких экспозициях (19–50 сут.) находилась в диапазоне от 0,4 до 1,2 мм. В экспозициях продолжительностью 50–70 сут. максимальная длина моллюсков достигала 0,5–1,3 мм. В экспозициях, длившихся в

течение 80–110 сут., – от 1,0 до 2,0 мм (рис. 3). У мидии максимальные размеры постличинок в указанных выше коротких, средних и длинных экспозициях находились в диапазонах 0,6–2,7; 0,6–2,8 и 1,9–3,0 мм соответственно.

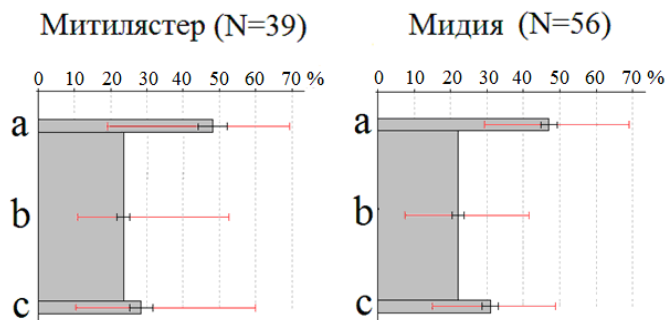


Рис. 2. Среднее процентное отношение плотности «посадки» постличинок митилястера и мидии на верхней (а), средней (b) и нижней (с) частях контрольных субстратов. Черные горизонтальные отрезки – доверительные интервалы, красные – максимальные и минимальные значения.

N – количество отношений

Fig. 2. The average percentage relation of the density of “planting” of post-larvae of mytilaster and mussel on the upper (a), middle (b) and lower (c) parts of the control substrates. Black horizontal segments are confidence intervals, red ones are maximum and minimum values.

N – the number of relations

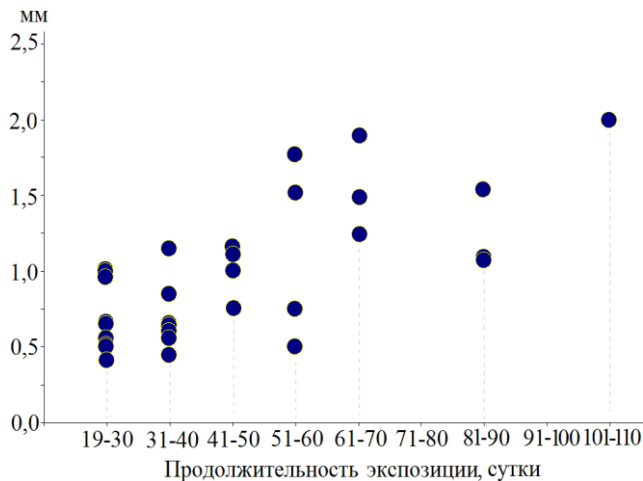


Рис. 3. Максимальная длина постличинок митилястера и длительность экспозиции
Fig. 3. Maximum length of mytilaster post-larvae and exposure time

На рис. 4 представлен размерный состав постличинок митилястера на контрольных субстратах в районе Севастополя в двух экспозициях, проходивших в

июне – июле и июле 2018 г. на горизонтах глубины 2–3 и 7 м. Длительность этих экспозиций была примерно одинаковой и составляла 22–26 сут.

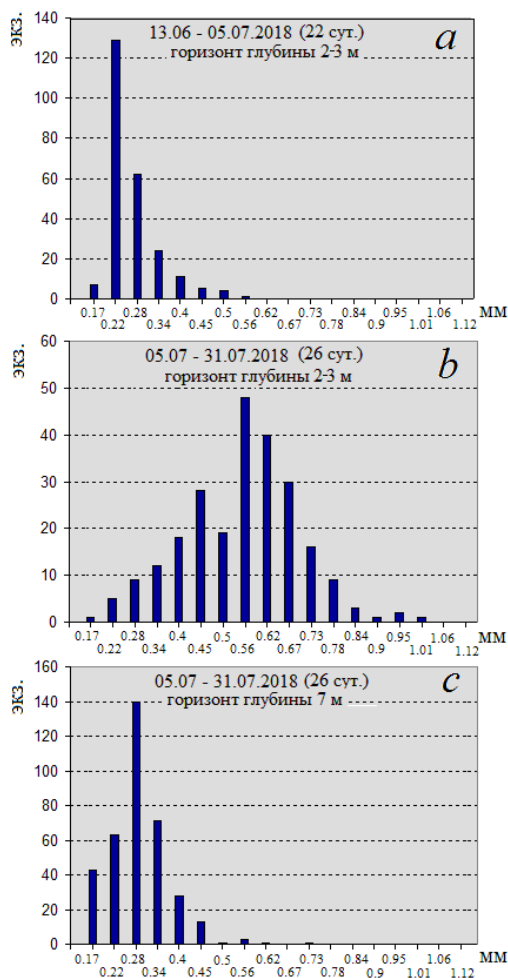


Рис. 4. Размерный состав постличинок митилястера у берегов Севастополя, 2018 г.

Fig. 4. Size composition of mytilaster post-larvae off the coast of Sevastopol in 2018

В июне в поверхностном слое воды (горизонт глубины 2 м) максимальный размер митилястера достигал всего 0,6 мм (рис. 4а). Постличинки были, в основном, представлены особями длиной около 0,22 мм, они составляли 50% от общей численности постличинок на субстрате. В середине лета наибольшая численность была у особей длиной около 0,56–0,62 мм, максимальная длина митилястера составляла около 1 мм (рис. 4б). В то же время на горизонте 7 м (рис. 4с) размерный состав моллюска резко отличался от такового на глубине 2–3 м и был близок к июньскому. У мидии различие размерных составов постличинок на разных глубинах, представленных в [15], не было столь выражено.

Обсуждение. Краевой эффект в вертикальном распределении постличинок митилястера и мидии на контрольных субстратах. Повышенная плотность «посадки» постличинок митилястера и мидии в узкой верхней части субстрата может свидетельствовать о сходстве поведенческих реакций и потребностей постличинок видов. То есть, возможно, что после успешного оседания на ворсистый субстрат личинки моллюсков и сформировавшиеся из них постличинки постепенно переползают к краям контрольного субстрата, где есть возможность лучше закрепиться с помощью биссуса на гладкой поверхности каркаса, граничащей с вористой поверхностью субстрата. При этом верхний край субстрата для них более предпочтителен, возможно, потому, что здесь обеспечивается меньшее скопление фекальных частиц. Либо, возможно, постличинки стремятся к верхнему краю в связи с фототаксисом – где больше света, там больше пищи и лучше прогревается вода. По другой версии, предложенной в [14], у постличинок моллюсков, закрепившихся на контрольном субстрате и уже не перемещавшихся по нему, выживаемость была выше в верхней узкой части субстрата, где условия были более благоприятными.

Так же как и для мидии, выявленную неравномерность распределения на субстрате постличинок митилястера можно использовать для ускорения подсчета моллюсков на нитях субстрата, особенно при высоких значениях ПП. Для этого достаточно подсчитать постличинок на четырех верхних и нижних нитях, а среднюю часть субстрата просмотреть выборочно.

Размерный состав постличинок митилястера в сравнении с мидией. То, что минимальные и максимальные размеры постличинок митилястера меньше, чем у мидии, несмотря на более высокую температуру воды, при которой происходит начальные этапы бентосной жизни митилястера, связано, по всей видимости, с биологической особенностью вида, закрепленной в ходе его эволюции.

Заметное уменьшение размеров митилястера с глубиной (см. рис. 5), вероятнее всего, обусловлено высокой чувствительностью постличинок моллюска к изменению условий среды, а именно: температуры, количества пищи и размерного состава пищевых частиц – митилястеры предпочитают мелкодисперсный корм [4].

Отсутствие на субстратах в массовом количестве постличинок длиной > 1,0 мм в акваториях, отличающихся по своим условиям, может свидетельствовать о низкой вероятности массового вторичного оседания митилястера на контрольные субстраты у берегов Крыма.

Выводы. 1. Выявлено неравномерное вертикальное распределение постличинок митилястера на контрольных субстратах с ворсистой поверхностью. Также как и у мидии, отмечается повышенная плотность «посадки» постличинок митилястера на узком верхнем крае субстрата, по сравнению со средней его частью, в то время как на нижнем крае субстрата такое повышение менее выражено. Сходство в распределении постличинок мидии и митилястера на контрольных субстратах может свидетельствовать о сходстве поведенческих реакций и жизненных потребностей постличинок этих моллюсков. 2. При экспозиции субстратов одинаковой длительности для сформировавшихся на них постличинок митилястера характерны меньшие размеры, чем у мидии, что, вероятнее всего, связано с биологическими особенностями вида. 3. У митилястера отмечено более резкое изменение размерного состава постличинок с ростом глубины, что может свидетельствовать о высокой чувствительности вида к изменению условий среды. 4. Отсутствие в массовом количестве на контрольных субстратах крупных постличинок митилястера (более 1,0 мм) свидетельствует о низкой вероятности массового вторичного оседания моллюска у южных и юго-западных берегов Крыма. 5. Полученные результаты следует учитывать при совершенствовании методов мониторинга потенциальной популяемости моллюсков и разработке более эффек-

тивных способов учета постличинок мидии и митилястера на контрольных субстратах в Черном море.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПТС (№ госрегистрации 121122300072-3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скарлато О.А., Старобогатов Я.И. Класс двустворчатые моллюски – Bivalvia // Определитель фауны Черного и Азовского морей. Киев: Наук. думка, 1972. Т. 3. С. 178–250.
2. Broka V.S., Neengevich M.R. The distribution of *Mytilaster lineatus* in the Caspian Sea // Zoologicheskii Zhurnal. 1941. 20(1). С. 79–99.
3. Малиновская Л.В., Зинченко Т.Д., Розенберг Г.С. Моллюск-вселенец *Mytilaster lineatus* (Gmelin) в Северном Каспии: многолетняя динамика развития // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2012. № 1(9). С. 224–231.
4. Молодцова, А.Л., Полянинова А.А. Состояние нагула осетровых в Каспийском море в 2003 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2003 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2004. С. 215–225.
5. Morton B., Puljas S. The biology and functional morphology of *Mytilaster minimus* (Bivalvia: Mytiloidea: Mytilidae) from the intertidal dinaric karst of Croatia (Adriatic Sea) // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 2018. Vol. 98, Special Issue 8. P. 1999–2016.
6. Ковалёва М.А., Болтачёва Н.А., Костенко Н.С. Многолетняя динамика состояния поселений Mytilidae на скалах Карадага // Мор. экол. журнал. 2012. Т. 11, № 2. С. 39–44.
7. Белокопытов В.Н. О климатической изменчивости термохалинной структуры Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2013. № 27. С. 226–230.
8. Новикова А.Н., Полонский А.Б. Междесятилетняя изменчивость температуры поверхности и холодного про-

межуточного слоя в Чёрном море // Системы контроля окружающей среды. 2018. № 4 (34). С. 110–115.

9. Ильин Ю.П., Репетин Л.Н. Климатические изменения гидрометеорологического режима северного и восточного побережий Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2011. № 21(1). С. 157–168.

10. Казанкова И.И. Влияние повышения температуры поверхностного слоя моря на потенциальную популяемость популяции мидии у берегов юго-западного Крыма // Системы контроля окружающей среды. 2020. № 3 (41). С. 133–138.

11. Казанкова И.И., Щуров С.В. Способ изучения популяемости поселений мидии, митилястера и анадары в прибрежной зоне Черного моря: патент 2548105 РФ. МПК А01К 61/00 № 2014150175/93 / патентообладатель ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН». Оpubл. 10.04.2015, Бюл. № 10.

12. Киселева Г.А. Влияние субстрата на оседание и метаморфоз личинок бен-

тосных животных // Донные биоценозы и биология бентосных организмов Черного моря. Киев: Наук. думка, 1967. С. 71–84.

13. Казанкова И.И. Определение потенциальной популяемости поселений мидии, митилястера и анадары в прибрежных акваториях Черного и Адриатического морей с помощью экспериментальных субстратов // Системы контроля окружающей среды. 2019. № 3 (37). С. 112–119.

14. Казанкова И.И. Особенности распределения и размерный состав постличинок мидии *Mytilus galloprovincialis* на контрольных субстратах в прибрежных водах южного и юго-западного Крыма // Системы контроля окружающей среды. 2022. № 3 (49). С. 27–36.

15. Caceres-Martinez J., Robledo J.A.F., Figueras A. Settlement and post-larvae behavior of *Mytilus galloprovincialis*: field and laboratory experiments // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1994. Vol. 112. P. 107–117.

16. Bayne B.L. The biology of mussel larvae. In: Bayne B.L., Ed., Marine mussels: their ecology and physiology. Cambridge University Press. Cambridge, 1976. P. 81–120.

DISTRIBUTION AND SIZE COMPOSITION OF MYTILYASTER ON CONTROL SUBSTRATES USED IN ENVIRONMENTAL MONITORING OFF THE COASTS OF CRIMEA

I.I. Kazankova

Institute of Natural and Technical Systems, RF, Sevastopol, Lenin St., 28

The size composition and distribution of mytilaster post-larvae on control substrates used in monitoring the recruitment of the species off the Black Sea coast of Crimea were studied in comparison with mussel. In mytilaster, as in the mussel an increased density of “planting” of post-larvae in the upper part of the substrate was noted, which may indicate a similarity in the behavior and needs of these mollusks at an early stage of their benthic life. The maximum length of mytilaster post-larvae was approximately two times less than that of mussel post-larvae. A low probability of secondary settling of mytilaster on control substrates was shown.

Keywords: mytilaster, mussel, recruitment, post-larvae, edge effect, secondary settling.

REFERENCES

1. Skarlato O.A. and Starobogatov Y.I. Klass dvustvorchatye mollyuski – Bivalvia (Class bivalve mollusks – Bivalvia). Opredelitel' fauny Chernogo i Azovskogo morej. Kiev: Naukova dumka, 1972, Vol. 3, pp. 178–250.

2. Broka V.S. and Neengevich M.R. The distribution of *Mytilaster lineatus* in the Caspian Sea. *Zoologicheskii zhurnal*, 1941, 20 (1), pp. 79–99.

3. Malinovskaya L.V., Zinchenko T.D., and Rozenberg G.S. Mollyusk-vselenec *Mytilaster lineatus* (Gmelin) v Severnom Kaspии: mnogoletnyaya dinamika razvitiya (The invasive mollusk *Mytilaster line-*

atus (Gmelin) in the Northern Caspian: long-term dynamics of development). *Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva*, 2012, No. 1 (9), pp. 224–231.

4. *Molodcova A.L. and Polyaniyova A.A.* Sostoyaniye nagula osetrovyyh v Kaspiskom more v 2003 g (Status of sturgeon feeding in the Caspian Sea in 2003). *Rybohozyajstvennyye issledovaniya na Kaspii. Rezul'taty NIR za 2003 g.* Astrachan: Izd-vo KaspNIRH, 2004, pp. 215–225.

5. *Morton B. and Puljas S.* The biology and functional morphology of *Mytilaster minimus* (Bivalvia: Mytiloidea: Mytilidae) from the intertidal dinaric karst of Croatia (Adriatic Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2018, Vol. 98, Special Issue 8, pp. 1999–2016.

6. *Kovalyova M.A., Boltachyova N.A., and Kostenko N.S.* Mnogoletnyaya dinamika sostoyaniya poselenij Mytilidae na skalakh Karadaga (Long-term dynamics of the state of Mytilidae settlements on the rocks of Karadag). *Morskoj ekologicheskij zhurnal*, 2012, Vol. 11, No. 2, pp. 39–44.

7. *Belokopytov V.N.* O klimaticheskoj izmenchivosti termohalinnoj struktury Chernogo morya (On the climatic variability of the thermohaline structure of the Black Sea). *Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa*, 2013, No. 27, pp. 226–230.

8. *Novikova A.N. and Polonskij A.B.* Mezhdesyatiletnyaya izmenchivost' temperatury poverhnosti i holodnogo promezhutochnogo sloya v Chyornom more (Interdecadal variability of the temperature of the surface and the cold intermediate layer in the Black Sea). *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy*, 2018, No. 4 (34), pp. 110–115.

9. *Il'in Y.P. and Repetin L.N.* Klimaticheskie izmeneniya gidrometeorologicheskogo rezhima severnogo i vostochnogo poberezhij Chernogo morya (Climatic changes in the hydrometeorological regime of the northern and eastern coasts of the Black Sea). *Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa*, 2011, No. 21(1), pp. 157–168.

10. *Kazankova I.I.* Vliyanie povysheniya temperatury poverhnostnogo sloya morya na potencial'nyuyu popolnyaemost' populjatsii midii u beregov yugo-zapadnogo Kryma (The effect of elevated temperature of the sea surface on the mussel recruitment off the coast of the southwestern Crimea). *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy*, 2020, No. 3 (41), pp. 133–138.

11. *Kazankova I.I. and Shchurov S.V.* Sposob izucheniya popolnyaemosti poselenij midii, mitilyastera i anadary v pribrezhnoj zone Chernogo morya (A method for studying the recruitment of mussel, mitilyaster and anadara settlements in the coastal zone of the Black Sea): patent 2548105 RF. MPK A01K 61/00 № 2014150175/93 / patentoobladatel' FGBUN "Institut morskikh biologicheskikh issledovanij imeni A.O. Kovalevskogo RAN", Opubl. 10.04.2015, Byul. No. 10.

12. *Kiseleva G.A.* Vliyanie substrata na osedanie i metamorfoz lichinok bentosnyh zhivotnyh (Influence of substrate on settling and metamorphosis of larvae of benthic animals). *Donnye biocenozy i biologiya bentosnyh organizmov Chernogo morya.* Kiev: Naukova dumka, 1967, pp. 71–84.

13. *Kazankova I.I.* Opredelenie potencial'noj popolnyaemosti poselenij midii, mitilyastera i anadary v pribrezhnykh akvatoriyah Chernogo i Adriaticeskogo morej s pomoshch'yu eksperimental'nykh substratov (Measuring the potential recruitment of mussel, mytilaster and anadara settlement in the coastal waters of the Black and Adriatic seas by experimental substrates). *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy*, 2019, No. 3 (37), pp. 112–119.

14. *Kazankova I.I.* Osobennosti raspredeleniya i razmernyj sostav postlichinok midii *Mytilus galloprovincialis* na kontrol'nykh substratah v pribrezhnykh vodakh yuzhnogo i yugo-zapadnogo Kryma (Features of the distribution and size composition of post-larvae of the mussel *Mytilus galloprovincialis* on control substrates in the coastal waters of the southern and south-western Crimea). *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy*, 2022, No. 3 (49), pp. 27–36.

15. *Caceres-Martinez J., Robledo J.A.F., and Figueras A.* Settlement and post-larvae behavior of *Mytilus galloprovincialis*: field and laboratory experiments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 1994, Vol. 112, pp. 107–117.

16. *Bayne B.L.* The biology of mussel larvae. *Marine mussels: their ecology and physiology.* Cambridge University Press, Cambridge, 1976, pp. 81–120.