

Краткое сообщение

УДК 594.124–19(262.81)

DOI: 10.26428/1606-9919-2024-204-602-608

EDN: OXCMJM



О ВСЕЛЕНИИ ЧЕРНОМОРСКОЙ МИДИИ
MYTILUS GALLOPROVINCIALIS (LAMARCK, 1819)
В БАСЕЙН КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Е.В. Минакова, О.В. Жаткина, Р.Д. Кашин, А.В. Михайлова,
Н.В. Козлова, Э.Ю. Тихонова*

Волжско-Каспийский филиал ВНИРО (КаспНИРХ),
414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 1

Аннотация. Весной 2023 г. в ходе проведения научно-исследовательского рейса на акватории Каспийского моря учеными ВНИРО (КаспНИРХ) в траловых уловах были обнаружены крупные особи нового для местной фауны моллюска. С применением молекулярно-генетических методов исследования, в том числе секвенирования участка гена цитохромоксидазы митохондриальной ДНК, данный вид идентифицирован как *Mytilus galloprovincialis* — черноморская мидия. В летний период в донных пробах экземпляры вселенца зарегистрированы в нескольких районах моря. Особенности биологии вида позволяют предположить его натурализацию в экосистему Каспия, что будет способствовать обогащению кормовой базы рыб и вовлечению моллюска-фильтратора в процессы самоочищения моря.

Ключевые слова: черноморская мидия, бентофауна, вид-вселенец, *Mytilus galloprovincialis*, Каспийское море

Для цитирования: Минакова Е.В., Жаткина О.В., Кашин Р.Д., Михайлова А.В., Козлова Н.В., Тихонова Э.Ю. О вселении черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) в бассейн Каспийского моря // Изв. ТИНРО. — 2024. — Т. 204, вып. 3. — С. 602–608. DOI: 10.26428/1606-9919-2024-204-602-608. EDN: OXCMJM.

* Минакова Елена Владимировна, главный специалист, minakovaev@kaspnirh.vniro.ru, ORCID 0009-0009-6671-6064; Жаткина Ольга Вячеславовна, ведущий специалист, zhatkinaov@kaspnirh.vniro.ru, ORCID 0009-0006-7805-6292; Кашин Роман Дмитриевич, старший специалист, kashinrd@kaspnirh.vniro.ru, ORCID 0009-0007-1632-6370; Михайлова Анна Викторовна, кандидат биологических наук, руководитель центра, mikhajlovaav@kaspnirh.vniro.ru, ORCID 0009-0007-8463-2599; Козлова Наталья Викторовна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией, kozlovanv@kaspnirh.vniro.ru, ORCID 0000-0002-2840-9647; Тихонова Элеонора Юрьевна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией, tikhonovaeyu@kaspnirh.vniro.ru, ORCID 0009-0007-7541-7395.

© Минакова Е.В., Жаткина О.В., Кашин Р.Д., Михайлова А.В., Козлова Н.В., Тихонова Э.Ю., 2024

Short message

On introduction of Black Sea mussel *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) to the Caspian Sea basin

**Elena V. Minakova^{1*}, Olga V. Zhatkina^{2*}, Roman D. Kashin^{3*},
Anna V. Mikhailova^{4*}, Natalya V. Kozlova^{5*}, Eleonora Yu. Tikhonova^{6*}**

^{1*–6*} Volga-Caspian branch of VNIRO (CaspNIRKH),

1, Savushkin Str., Astrakhan 414056, Russia

^{1*} chief specialist, minakovaev@kaspnirh.vniro.ru, ORCID 0009-0009-6671-6064

^{2*} leading specialist, zhatkinaov@kaspnirh.vniro.ru, ORCID 0009-0006-7805-6292

^{3*} senior specialist, kashinrd@kaspnirh.vniro.ru, ORCID 0009-0007-1632-6370

^{4*} Ph.D., head of center, mikhajlovaav@kaspnirh.vniro.ru, ORCID 0009-0007-8463-2599

^{5*} Ph.D., head of laboratory, kozlovanv@kaspnirh.vniro.ru, ORCID 0000-0002-2840-9647

^{6*} Ph.D., head of laboratory, tikhonovaeyu@kaspnirh.vniro.ru, ORCID 0009-0007-7541-7395

Abstract. Large-sized specimens of a new for the Caspian Sea mollusk were found in spring 2023 in trawl catches of the survey conducted by the Volga-Caspian branch (Casp-NIRKH) of the Russian Res. Inst. of Fisheries and Oceanography. Using molecular genetics research methods, including sequencing of the cytochrome oxidase gene of mitochondrial DNA, the species is identified as *Mytilus galloprovincialis* — the Black Sea mussel. In summer, the invaders were recorded in bottom samples in several areas of the sea. Features of the species biology allow its naturalization into the Caspian Sea ecosystem that will contribute to enrichment of the food base for fish and involve this filter-feeding mollusk to the processes of self-purification of the sea.

Keywords: Black Sea mussel, benthic fauna, invasive species, *Mytilus galloprovincialis*, Caspian Sea

For citation: Minakova E.V., Zhatkina O.V., Kashin R.D., Mikhailova A.V., Kozlova N.V., Tikhonova E. Yu. On introduction of Black Sea mussel *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) to the Caspian Sea basin, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2024, vol. 204, no. 3, pp. 602–608. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2024-204-602-608. EDN: OXCMJM.

Введение

Уникальная экосистема Каспийского моря подвержена воздействию многих факторов, влияющих на биологическое разнообразие его флоры и фауны. Одним из типов антропогенного воздействия является интродукция чужеродных видов, последствия которой носят зачастую непредсказуемый характер.

Спонтанные вселения происходили в течение всей истории существования водоема. В геологическом прошлом через естественный пролив, соединявший Каспийское и Азовское моря, на месте которого в настоящее время существует Кумо-Манычская впадина, в Каспий попали морская трава *Zostera marina*, полихета *Fabricia sabella*, двустворчатый моллюск *Cerastoderma lamarcki*, атерина *Atherina boyeri caspia*, игла-рыба *Syngnathus abaster*, бычок *Pomatoschistus* [Кесслер, 1874; Бирштейн, 1936; Зенкевич, 1963].

В прошлом столетии процессы вселения чужеродных видов получили широкое развитие. Так, моллюск *Mytilaster lineatus*, являющийся одним из самых массовых организмов донной фауны, попал в Каспий в период гражданской войны путем переброски по железной дороге катеров из г. Батуми [Зенкевич, 1951]; в 1930-е гг. креветки *Palaemon adspersus* и *P. elegans* были завезены случайно при проведении работ по акклиматизации кефали [Логвиненко, 1959]. С введением в строй Волго-Донского и Волго-Балтийского каналов появились новые пути проникновения чужеродных видов в Каспийское море. К этому периоду относится вселение краба *Rhithropanopeus harrisii* [Небольсина, 1959], усоногих раков *Amphibalanus improvisus* и *A. eburneus*, которые расселились по всему морю и стали важными компонентами кормовой базы [Саенкова, 1956; Зевина, 1957]. Масштабной катастрофой для экосистемы Каспийского моря

стало вселение в конце прошлого века через балластные воды судов гребневика мнемнопсиса, который подорвал кормовую базу рыб и привел в упадок промысел кильки [Ivanov et al., 2000].

Проникновение в экосистему Каспия чужеродных видов носит не только стихийный, но и целевой характер. Примером успешной акклиматизации является плановое вселение многощетинкового червя *Hediste diversicolor* и двустворчатого моллюска *Abra ovata*, которые стали основой рациона многих ценных и промысловых рыб [Полянинова, 2007].

В последнее время участились случаи обнаружения гидробиологами КаспНИРХ новых видов-вселенцев, которые успешно натурализовались в структуру моря. Так, кольчатый червь маренцеллерия, обнаруженный в 2018 г., в настоящее время характеризуется широким распространением и является кормовым объектом бентосоядных рыб [Михайлова и др., 2021]. В 2022 г. в пробах зообентоса и в рационе сеголеток осетра в заметных количествах регистрировалась новая для бассейна мизиды *Mesopodopsis slabberi* [Минакова и др., 2023]. Позитивным моментом является обнаружение в более теплых и соленых частях моря, наряду с мнемнопсисом, его естественного врага — гребневика *Beroe ovata*, впервые встреченного в 2020 г. в Среднем Каспии [Саяпин и др., 2021].

Черноморская мидия *Mytilus galloprovincialis* является постоянным элементом бентофауны Средиземноморского бассейна. В последние десятилетия, с развитием мировой транспортной системы, этот вид моллюсков значительно расширил ареал и успешно натурализовался в морях Тихого и Индийского океанов, встречаясь у берегов Японии, Южной и Северной Кореи, западного побережья Северной и Южной Америки, Австралии и Африки [Branch et al., 2005; Hilbish et al., 2010]. Во внутренних морских водах Российской Федерации популяции черноморской мидии регистрировались только в бассейнах Черного и Азовского морей и у побережья Японского моря [Лутаенко, Колпаков, 2016].

Учитывая актуальность процессов внедрения чужеродных видов в Каспийское море, экологический мониторинг позволяет дать оценку современному состоянию и изменениям морской биоты под воздействием инвазий.

Материалы и методы

Сбор материала осуществлялся в ходе проведения научно-исследовательских экспедиций на НИС «Исследователь Каспия» в мае и августе 2023 г. Первые экземпляры моллюсков нового вида были обнаружены при разборе траловых уловов. После фиксации в 95 %-ном спирте найденные образцы были доставлены в институт для проведения генетического анализа.

ДНК-штрихкодирование — один из методов современной генетики, применяемый с целью однозначной видовой идентификации. Для животных, включая рыб, используются короткие вариабельные фрагменты генома, чаще всего гены цитохромоксидазы 1 и цитохрома Б митохондриальной ДНК [Макарова и др., 2021].

В лаборатории филиала были проведены генетические исследования обнаруженных животных. В процессе применяли метод выделения ДНК из мышечной ткани моллюска методом абсорбции на колонках (PALL) [Ivanova et al., 2006], амплификацию участка гена COI митохондриальной ДНК проводили с использованием праймеров: LCO1490 (5'-gggtcaacaatcataagatattgg-3') и HCO2198 (taaacctcagggtgaccaaataatca-3') [Folmer et al., 1994]. Амплифицированные продукты использовали для секвенирования на генетическом анализаторе ABI-3500 (Applied Biosystems, USA). Нуклеотидные последовательности анализировали в программе Sequencing Analysis 5.4, выравнивание секвенса осуществляли в программном пакете Mega 5 [Tamura et al., 2011].

В летнюю океанографическую съемку, проводимую на разрезах Среднего Каспия, пробы зообентоса отбирались дночерпателем «Океан-50» с площадью захвата 0,1 м² и после фиксации 4 %-ным раствором формалина доставлялись в лабораторию филиала.

Результаты и их обсуждение

В мае 2023 г. местонахождения крупных особей нового для местной фауны моллюска были приурочены к районам с глубинами 15–30 м и соленостью 12 ‰, температура воды в период данной съемки составляла 13–15 °С. Визуально экземпляры моллюсков были крупнее типичных представителей семейства мидиевых Каспийского моря *M. lineatus*, однако по внешним характеристикам очень схожи с последними. По морфологическим признакам обнаруженные особи были отнесены к представителям сем. Mytilidae (рис. 1).



Рис. 1. Первая находка *M. galloprovincialis* в мае 2023 г.

Fig. 1. First finding of *Mytilus galloprovincialis* in the Caspian Sea in May 2023

По результатам молекулярно-генетического анализа моллюска получена нуклеотидная последовательность фрагмента субъединицы I цитохромоксидазы длиной 655 пн. Исследованный образец в итоге BLAST-поиска в GenBank был идентифицирован как *M. galloprovincialis*.

В августе скопления мидий были обнаружены на акватории Среднего Каспия восточнее о. Чечень и вдоль южной части казахстанского побережья, на глубинах 29–60 м. Размеры выловленных особей колебались в пределах 9–53 мм, масса — 0,052–7,021 г (рис. 2). Наиболее крупные экземпляры регистрировались в водах Казахского залива. Соленость в местах обитания моллюсков составляла 13,0 ‰.

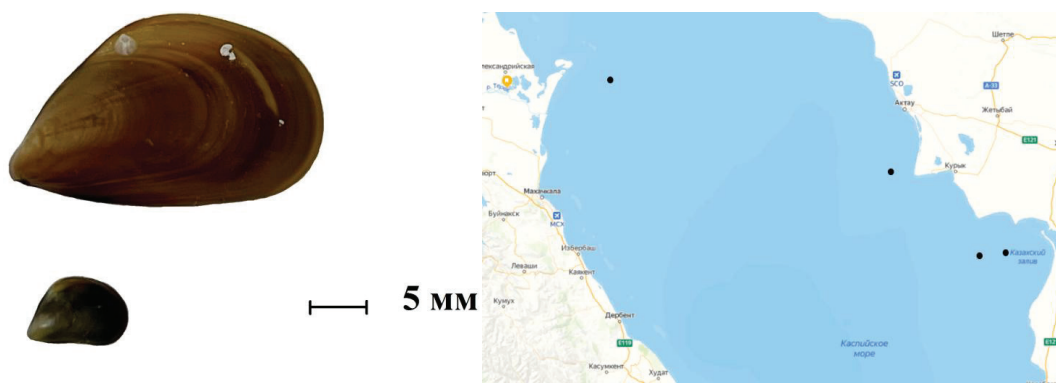


Рис. 2. Экземпляры *M. galloprovincialis*, обнаруженные в августе 2023 г.

Fig. 2. *Mytilus galloprovincialis* specimens collected in August 2023

Выводы

На основании проведенного исследования можно заключить, что процесс акклиматизации нового вселенца в экосистему Каспия уже находится на второй фазе развития — размножения и начала формирования популяции. На данном этапе определяющими факторами

являются абиотические (температура, соленость, газовый режим и т.д.). Биотические факторы играют подчиненную роль, так как из-за малой численности популяции паразиты и враги еще не оказывают существенного влияния. При успешном прохождении данного этапа в ближайшие годы можно ожидать резкого увеличения численности *M. galloprovincialis* и обострения противоречий переселенца с биотической средой.

В случае полной натурализации в уникальную экосистему Каспийского моря мелкие особи черноморской мидии могут стать ценным кормовым объектом рациона бентосоядных рыб, а планктонные личинки — пополнить пищевые ресурсы рыб-планктофагов; благодаря фильтрационному типу питания этот моллюск может играть важную роль в процессах самоочищения моря.

Однако вселение *M. galloprovincialis*, как и других новых видов, носит достаточно непредсказуемый характер и не исключает создания конкурентных отношений с представителями местной фауны. Изучение видов-вселенцев и процесса их акклиматизации в экосистему Каспийского моря требует дальнейшего пристального внимания ученых.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы благодарят команду НИС «Исследователь Каспия», которая обеспечила выполнение экспедиционных работ, а также за содействие при сборе материала в море.

The authors are thankful to the team of RV Issledovatel Kaspiya for assistance in collecting materials for the study.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование проведено на бюджетные средства.

The study was budget funded.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Сбор материалов к статье не сопровождался нанесением ущерба природе. Библиографические ссылки на все использованные источники оформлены в соответствии с правилами данного издания.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All materials for the study were collected without harm to the nature. Bibliographic references to all used sources are formatted in accordance with the rules of this edition.

The authors state that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Е.В. Минакова — обнаружение вселенца, сбор и обработка материала, поиск необходимой литературы, частичная редакция статьи, подготовка графических рисунков. О.В. Жаткина, Р.Д. Кашин — сбор и обработка материала, обсуждение результатов. А.В. Михайлова — постановка задачи, анализ результатов. Н.В. Козлова — анализ генетического материала. Э.Ю. Тихонова — написание текста статьи, общая редакция статьи.

E.V. Minakova — detection of the invader, collecting and processing materials, literature review, illustrating and partial editing of the article; O.V. Zhatkina and R.D. Kashin — collecting and processing materials, discussing the results; A.V. Mikhailova — the research concept and the results analysis; N.V. Kozlova — genetic materials processing and analysis; E.Yu. Tikhonova — the text writing and general editing of the article.

Список литературы

Бирштейн Я.А. Рост и распространение *Cardium edule* заливов Мертвого Култука и Кайдака в Каспийском море в связи с соленостью // ДАН СССР. — 1936. — Т. 4, № 4. — С. 187–191.

Зевина Г.Б. Усоногие раки (*Balanus improvisus* Darwin и *B. eburneus* Gould) в обрастаниях судов и гидротехнических сооружений Каспийского моря // ДАН СССР. — 1957. — Т. 113, № 2. — С. 450–453.

- Зенкевич Л.А.** Биология морей СССР : моногр. — М. : АН СССР, 1963. — 739 с.
- Зенкевич Л.А.** Моря СССР. Их фауна и флора : моногр. — М. : Учпедгиз, 1951. — 368 с.
- Кесслер К.Ф.** Описание рыб, принадлежащих к семействам, общим Черному и Каспийскому морям // Тр. Санкт-Петербург. о-ва естествоиспытателей. — 1874. — Т. 5, вып. 1. — С. 191–324.
- Логвиненко Б.М.** Новейшие вселенцы в Каспийское море // Природа. — 1959. — № 2. — С. 100–101.
- Лутаенко К.А., Колпаков Е.В.** Расширение ареала инвазивной мидии *Mytilus galloprovincialis* (Bivalvia: Mytilidae) в Японском море // Бюл. Дальневост. малакол. о-ва. — 2016. — Т. 20, № 1. — С. 57–76.
- Макарова Е.Г., Козлова Н.В., Барегамян М.А.** Полиморфизм генов цитохромоксидазы и цитохрома Б митохондриальной ДНК рыб семейства карповые (*Cyprinidae*) Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна // Каспий: прошлое, будущее, настоящее : сб. науч. статей. — Астрахань : Астраханский государственный университет, 2021. — С. 49–52.
- Минакова Е.В., Жаткина О.В., Кашин Р.Д.** Натурализация мизид *Mesopodopsis slabberi* в бассейне Каспийского моря // Ресурсы дичи и рыбы: использование и воспроизводство : материалы 3-й Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Красноярского государственного аграрного университета. — Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2023. — С. 283–286.
- Михайлова А.В., Попова Е.В., Шипулин В.С. и др.** О вселении представителей рода *Marenzelleria* (Polychaeta, Spionidae) в бассейн Каспийского моря // Рос. журн. биол. инвазий. — 2021. — Т. 14, № 3. — С. 45–49. DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-3-45-49.
- Небольсина Т.К.** Краб в Каспийском море // Природа. — 1959. — № 6. — С. 116–117.
- Полянинова А.А.** Виды-вселенцы в Каспии и их роль в экосистеме моря : моногр. — Астрахань : КаспНИРХ, 2007. — 104 с.
- Саенкова А.К.** Новое в фауне Каспийского моря // Зоол. журн. — 1956. — Т. 35, № 5. — С. 678–679.
- Саяпин В.В., Ушивцев В.Б., Олейников Е.П., Досаев Ф.Г.** Гребневик *Beroe ovata* Bruguère 1789 — новый вселенец в экосистеме Каспийского моря // Океанол. — 2021. — Т. 61, № 5. — С. 753–758. DOI: 10.31857/S0030157421050129.
- Branch G.M., Branch M.L., Griffiths C.L. & Beckley L.E.** Two Oceans: a guide to the marine life of southern Africa. — David Philip, 2005. — 359 p.
- Folmer O., Black M., Hoeh W. et al.** DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome C oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates // Mol. Mar. Biol. Biotechnol. — 1994. — № 3. — P. 294–299.
- Hilbish T.J., Brannock P.M., Jones K.R. et al.** Historical changes in the distributions of invasive and endemic marine invertebrates are contrary to global warming predictions: the effects of decadal climate oscillations // J. Biogeography. — 2010. — Vol. 37, Iss. 3. — P. 423–431. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2009.02218.x.
- Ivanov V.P., Kamakin A.M., Ushivtzev V.B. et al.** Simultaneous invasion of the Caspian Sea by the comb jellyfish *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora) // Biol. Invasions. — 2000. — Vol. 2, Iss. 3. — P. 255–258.
- Ivanova N.V., deWaard J.R., Hebert P.D.N.** An inexpensive, automation friendly protocol for recovering high quality DNA // Mol. Ecology Notes. — 2006. — Vol. 6, Iss. 4. — P. 998–1002. DOI: 10.1111/j.1471-8286.2006.01428.x.
- Tamura K., Peterson D., Peterson N. et al.** MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods // Mol. Biol. Evol. — 2011. — Vol. 28, Iss. 10. — P. 2731–2739. DOI: 10.1093/molbev/msr121.

References

- Birshtein, Ya.A.,** Growth and distribution of *Cardium edule* in the bays of Mertvyi Kultuk and Kaydak in the Caspian Sea in connection with salinity, *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 1936, vol. 4, no. 4, pp. 187–191.
- Zevina, G.B.,** Barnacles (*Balanus improvisus* Darwin and *B. eburneus* Gould) in fouling of ships and hydraulic structures of the Caspian Sea, *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 1957, vol. 113, no. 2, pp. 450–453.
- Zenkevich, L.A.,** *Biologiya morey SSSR* (Biology of the seas of the USSR), Moscow: Akad. Nauk SSSR, 1963.
- Zenkevich, L.A.,** *Morya SSSR. Ikh fauna i flora* (Seas of the USSR. Their fauna and flora), Moscow: Uchpedgiz, 1951.

Kessler, K.F., Description of fish belonging to families common to the Black and Caspian seas, *Tr. Sankt-Peterburg. o-va yestestvoispytateley*, 1874, vol. 5, no. 1, pp. 191–324.

Logvinenko, B.M., Newest invaders in the Caspian Sea, *Priroda*, 1959, no. 2, pp. 100–101.

Lutaenko, K.A. and Kolpakov, E.V., The expansion of the distributional range of an invasive mussel, *Mytilus galloprovincialis* (Bivalvia: Mytilidae) in the Sea of Japan, *Byull. Dal'nevost. Malakologicheskogo O-va*, 2016, vol. 20, no. 1, pp. 57–76.

Makarova, E.G., Kozlova, N.V., and Baregamyan, M.A., Polymorphism of cytochrome oxidase and cytochrome B of mitochondrial DNA fishes of the cyprinids family (*Cyprinidae*) of the Volga-Caspian fishery basin, in *Caspian Sea: past, future, present*, Astrakhan: Astrakh. Gos. Univ., 2021, pp. 49–52.

Minakova, E.V., Zhatkina, O.V., and Kashin, R.D., Naturalization of mysids *Mesopodopsis slabberi* in the Caspian Sea basin, in *Resursy dichi i ryby: ispol'zovaniye i vosproizvodstvo, mat-ly 3-y Vseros. (nats.) nauch.-prakt. konf., posvyashchennoy 70-letiyu Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* (Game and fish resources: use and reproduction, Proc. of the 3rd All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the 70th anniversary of the Krasnoyarsk State Agrarian University), Krasnoyarsk: Krasnoyarsk. Gos. Agrarn. Univ., 2023, pp. 283–286.

Mikhailova, A.V., Popova, E.V., Shipulin, V.S., Maksimov, A.A., Plotnikov, I.S., and Aladin, N.V., On the invasion of the genus *Marenzelleria* (Polychaeta, Spionidae) representatives into the Caspian Sea basin, in *Russian Journal of Biological Invasions*, 2021, vol. 14, no. 3, pp. 45–49. doi 10.35885/1996-1499-2021-14-3-45-49

Nebolsina, T.K., Crab in the Caspian Sea, *Priroda*, 1959, no. 6, pp. 116–117.

Polyaninova, A.A., *Vidy-vselentsy v Kaspii i ikh rol' v ekosisteme morya* (Invasive species in the Caspian Sea and their role in the sea ecosystem), Astrakhan: Kasp. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz., 2007.

Saenkova, A.K., New in the fauna of the Caspian Sea, *Zool. Zh.*, 1956, vol. 35, no. 5, pp. 678–679.

Sayapin, V.V., Ushivtsev, V.B., Oleynikov, E.P., and Dosaev, F.G., Ctenophore *Beroe ovata* Bruguière 1789 — a new invader in the ecosystem of the Caspian Sea, *Oceanology*, 2021, vol. 61, no. 5, pp. 662–667. doi 10.1134/S000143702105012X

Branch, G.M., Branch, M.L., Griffiths, C.L., and Beckley, L.E., *Two Oceans: a guide to the marine life of southern Africa*, David Philip, 2005.

Folmer, O., Black, M., Hoch, W., Lutz, R., and Vrijenhoek, R., DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome C oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates, *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.*, 1994, no. 3, pp. 294–299.

Hilbish, T.J., Brannock, P.M., Jones, K.R., Smith, A.B., Bullock, B.N., and Wetthey, D.S., Historical changes in the distributions of invasive and endemic marine invertebrates are contrary to global warming predictions: the effects of decadal climate oscillations, *J. Biogeography*, 2010, vol. 37, no. 3, pp. 423–431. doi 10.1111/j.1365-2699.2009.02218.x

Ivanov, V.P., Kamakin, A.M., Ushivtsev, V.B., Shiganova, T.A., Zhukova, O., Aladin, N., Susan, I., Wilson, S.I., Harbison, G.R., and Dumont, H.J., Simultaneous invasion of the Caspian Sea by the comb jellyfish *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora), *Biol. Invasions*, 2000, vol. 2, no. 3, pp. 255–258.

Ivanova, N.V., deWaard, J., and Hebert, P.D.N., An inexpensive, automation friendly protocol for recovering high quality DNA, *Mol. Ecology Notes*, 2006, vol. 6, no. 4, pp. 998–1002. doi 10.1111/j.1471-8286.2006.01428.x

Tamura, K., Peterson, D., Stecher, G., Nei, M., and Kumar, S., MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods, *Mol. Biol. Evol.*, 2011, vol. 28, no. 10, pp. 2731–2739. doi 10.1093/molbev/msr121

Поступила в редакцию 22.05.2024 г.

После доработки 26.06.2024 г.

Принята к публикации 13.09.2024 г.

*The article was submitted 22.05.2024; approved after reviewing 26.06.2024;
accepted for publication 13.09.2024*