



Информация

Обнаружение подвида динофитовых водорослей *Ceratium tripos* var. *balticum* (Dinoflagellata: Dinophyceae) в Каспийском море

А.В. Михайлова, А.Г. Ардабьева, Е.Г. Рубцова, С.В. Шипулин

Волжско-Каспийский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), ул. Савушкина, 1, г. Астрахань, 414056

E-mail: mikhajlovaav@kaspnirh.vniro.ru

Цель работы: описание подвида динофитовых водорослей *Ceratium tripos* var. *balticum*, впервые обнаруженного в Каспийском море.

Методы исследований: мониторинговые наблюдения за состоянием экосистемы Каспия и кормовой базы промысловых видов пелагических рыб: сбор гидробиологического материала в Среднем Каспии во время килечной съёмки в летний период 2024 года на ИС «Исследователь Каспия» по стандартной сетке станций, принятой Волжско-Каспийским филиалом ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»). Пробы фитопланктона собирались батометром БСР (4 л), фиксировались формалином и концентрировались. При лабораторной обработке материала определялся видовой состав, рассчитывались численность и биомасса планктонных водорослей.

Результаты исследований: при обработке проб фитопланктона был обнаружен представитель не встречавшегося в Каспии рода *Ceratium*.

Научная новизна: впервые приводится описание нового для Каспийского моря вида динофитовых водорослей *Ceratium tripos* var. *balticum* (Dinoflagellata: Dinophyceae).

Практическое значение: вследствие того, что вид отличается большими размерами, он недоступен зоопланктонным фитофагам, и поскольку нет видов, способных потреблять его в пищу и тем ограничивать его развитие, возможно его бурое развитие, которое может повлечь перестройку основных связей и потоков энергии в экосистеме, как это произошло при вселении в Каспий диатомовой водоросли *Pseudosolenia calcar-avis*.

Ключевые слова: фитопланктон, инвазивные виды, динофитовые водоросли, Каспийское море.

A new subspecies of dinophyte algae, *Ceratium tripos* var. *balticum* from the Caspian Sea

Anna V. Mikhailova, Alevtina G. Ardabyeva, Elena G. Rubtsova, Sergej V. Shipulin

Volga-Caspian Branch of VNIRO («CaspNIRKH»), 1, Savuskin st., Astrakhan, 414056, Russia

The aim: description of the subspecies of dinophyte algae *Ceratium tripos* var. *balticum*, first discovered in the Caspian Sea.

Materials: Monitoring observations of the state of the Caspian ecosystem and the food supply of commercial pelagic fish species: collection of hydrobiological material in the Middle Caspian during a sprout survey in the summer of 2024 on the IS «Caspian Researcher» according to the standard grid of stations adopted by the Volga-Caspian branch of the State Scientific Center of the Russian Federation «VNIRO» («CaspNIRKH»). Phytoplankton samples were collected using a BSR bathometer (4 L), fixed with formalin and concentrated. During laboratory processing of the material, the species composition was determined, and the abundance and biomass of planktonic algae were calculated.

Research results: when processing phytoplankton samples, a representative of the genus *Ceratium*, which was not found in the Caspian Sea, was discovered.

Scientific novelty: for the first time, a description of a new species of dinophyte algae *Ceratium tripos* var. *balticum* (Dinoflagellata: Dinophyceae).

Practical significance: due to the fact that the species is large in size, it is inaccessible to zooplankton phytophages, and since there are no species capable of consuming it as food and thereby limiting its development, its rapid development is possible, which may entail a restructuring of the main connections and energy flows in the ecosystem, as happened when the diatom *Pseudosolenia calcar-avis* invaded the Caspian Sea.

Keywords: phytoplankton, invasive species, dinophyte algae, Caspian Sea.

Одно из важных направлений исследований в Волжско-Каспийском филиале ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») – мониторинговые гидробиологические наблюдения, направленные на изуче-

ние структуры, функционирования и биологической продуктивности основных гидробиологических сообществ (фитопланктона, зоопланктона, бентоса) в промысловых районах Каспийского моря с целью оцен-

ки кормовой базы гидробионтов. В ходе таких работ происходит также фиксация новых видов, не встречаемых ранее в Каспийском море, и наблюдение за их ролью в экосистеме Каспия.

В процессе комплексной килечной съёмки, проведённой в период с 26 июля по 9 августа 2024 г. по программе «Оценка численности и качественной структуры популяций каспийских килек, а также других морских рыб по данным тралово-гидроакустической и конусной съёмок в Среднем и Южном Каспии. Оценка экологических условий среды обитания и состояния кормовой базы. Оценка физиологического, ихтиопатологического состояния и накормленности популяций каспийских килек. Оценка состояния популяций гребневиков» на ИС «Исследователь Каспия» собирался гидробиологический материал: зоо- и фитопланктон. Пробы фитопланктона отбирали батометром БСР (4 л) с горизонтов 0, 10, 25 м, собранный материал фиксировали раствором формалина. Всего собрано и обработано 69 проб с 23 станций. Для обработки фитопланктона применяли осадочный метод [Киселев, 1969]. Проба отстаивалась 10–14 дней. Отстоявшуюся пробу концентрировали путём сливания среднего слоя воды до определённого объёма, используя стеклянную трубку-сифон с загнутым и оттянутым вверх концом. Объём пробы доводили до 30–80 мл и центрифугировали.

Доведённая таким образом проба до объёма 15–20 мл подвергалась обработке в лабораторных

условиях с использованием оптических приборов устанавливался видовой состав фитопланктона, рассчитывались численность и биомасса планктонных водорослей. Определение и измерение водоросли осуществляли с помощью светового микроскопа марки Микромед 2 (Россия) при увеличении 100×, 200× и 400×. При идентификации водорослей до рода и вида использовались определители [Забелина и др., 1951; Макарова, 1957; Прошкина-Лавренко, 1955]. Количественный анализ фитопланктона проводили путём подсчёта клеток в объёме 0,1 мл, отобранной шпатель-пипеткой. Учитывалось количество клеток у всех форм, за исключением представителей родов сине-зелёных водорослей, у которых просчитывали количество колоний или нитей. Для каждой водоросли вычислялся объём: форма клетки или иного вида приравнивалась к наиболее близкой по форме геометрической фигуре [Alchgren, 1970]. Измерялись параметры клетки, необходимые для вычисления объёма. В результате массовых измерений определялись средние размеры клеток и объём клетки данного вида. Удельный вес водорослей принимался равным удельному весу воды (= 1). Все расчёты численности и биомассы водорослей проводились на 1 м³ воды для каждого вида водорослей.

При определении видового состава был обнаружен вид рода *Ceratium*, не встречавшийся в фитопланктонных пробах ранее. Обнаруженный вид имел очень крупные клетки, 120–260 μ длина, 66–85 μ ши-

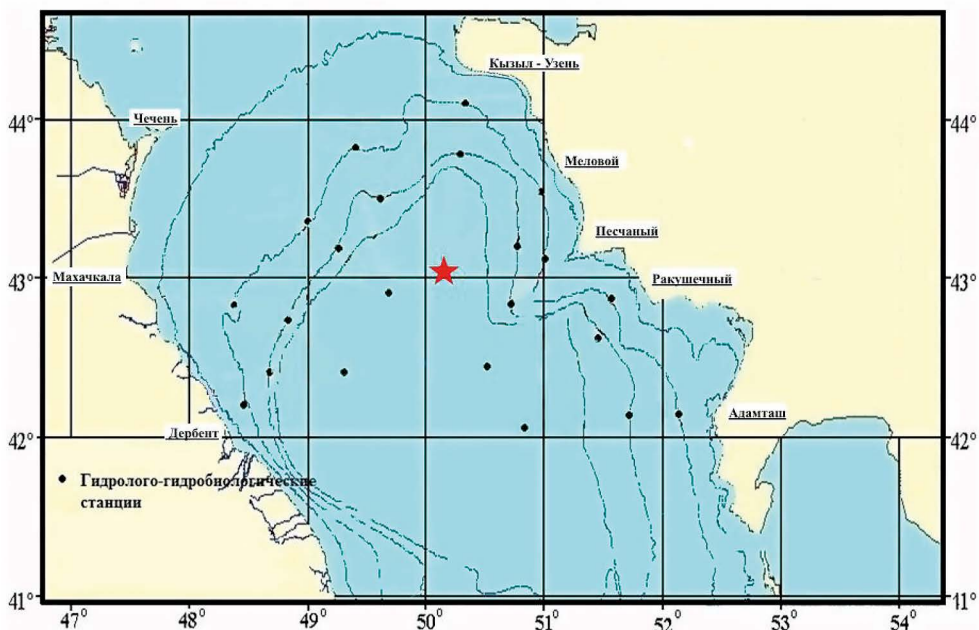


Рис. 1. Схема гидробиологических станций Среднего Каспия. Звёздочкой отмечена станция № 5, где был обнаружен новый вид.

Fig. 1. Scheme of stations of the Middle Caspian. Station No. 5, where a new species was found is marked with a Star.

рина, что резко выделяло его на фоне других каспийских видов фитопланктона. Эпитека конусовидная, с чуть вытянутыми боками, апекс переходил в прямой полый и ровный по всей длине апикальный рог. Поясок выемчатый, кольцевидный. Гипотека трапециевидная, задняя часть её плоская. Нижние рога отличаются друг от друга. Левый рог заметно больше правого и отстоит дальше апикального рога. Основания нижних рогов несколько изогнуты. Выемка большая, овальная, начинается с середины эпитеки и немного не доходит до антапекса. Оболочка прочная, скульптура теки состоит из мелких и более крупных ареол и складочек, рога ребристые.

Плотность клеток составляла 3–10 клеток в пробе, биомасса – от 124,5 до 1245,0 мг/м³. Следует отметить, что обыкновенно общая средняя биомасса фитопланктона в этот период в Среднем Каспии в последние годы (2020–2024 гг.) составляет 79,5–107,5 мг/м³.

Вид был обнаружен в двух пробах на станции № 5 разреза Кизил-Узень – Меловой в Среднем Каспии, координаты 50°10'N, 43°00'E, в поверхностном слое и на 10 м, при полном штиле (рис. 1). Глубина на станции составляла 352 м, температура воды – 26,3 °C, солёность – 11,32‰, прозрачность воды 5,0 м.

Определение таксономической принадлежности нового вида водорослей проводили с использованием специальной литературы [Коновалова и др., 1989; Студеникина и др., 1999; Рябушко, 2003]. Определение видов р. *Ceratium* очень сложно в связи с сильной изменчивостью всех частей клетки, среди которых наблюдаются как сезонные, так и локальные вариации. Различные формы вариаций у представителей рассматриваемого рода могут происходить при отбра-

сывании (аутомии) или удлинению (регенерации) рогов. Представители *Ceratium tripos* варьируют как в размерах, так и в форме тела: направлении рогов и структуре. При определении по характерным для вида признакам таксон был идентифицирован как *Ceratium tripos* var. *balticum* F.Schutt 1895 (рис. 2).

При изучении литературных источников выяснилось, что *C. tripos* var. *balticum* – морской вид водорослей, распространён в Охотском, Японском, Чёрном, Азовском морях [Пицык, 1979; Рябушко, 1994]. В Каспийском море представители р. *Ceratium* ранее не встречались.

Следует отметить, что данный вид является токсичным и продуцирует динофизистоксин и окадаиковую кислоту.

В ходе более чем вековых исследований фитопланктона Каспийского моря уже отмечалось вселение крупноклеточной диатомовой водоросли *Pseudosolenia calcar-avis* (= *Rhizosolenia calcar-avis*) в 1934 г. Её массовое развитие и быстрое распространение по всей акватории Каспийского моря в течение года привели к вытеснению ранее доминировавших местных мелкоклеточных видов водорослей. Особенно чётко это явление проявилось на диатомовой *Dactyliosolen fragilissimus* (= *Rhizosolenia fragilissima*) и динофитовой водоросли *Prorocentrum cordatum* (= *Exuviaella cordata*), ранее преобладающих в фитопланктоне и являвшихся важными кормовыми объектами для зоопланктона. Два массовых ранее вида мелкоклеточных водорослей, *Dactyliosolen fragilissimus* и *Prorocentrum cordatum*, остались под прессом выедания зоопланктона, что резко замедлило развитие их популяций, тогда как *P. calcar-avis* избе-



Рис. 2. *Ceratium tripos* var. *balticum*, зафиксированный в фитопланктоне Среднего Каспия

Fig. 2. *Ceratium tripos* var. *balticum*, recorded in the waters of the Middle Caspian Sea

гала пресса выедания. До сих пор для *P. calcar-avis* не имеется эффективного потребителя среди организмов зоопланктона.

Обнаруженная в настоящее время *C. t. var. balticum* по размерам превосходит вселившуюся в *P. calcar-avis*. Поскольку *C. t. var. balticum* — очень крупная водоросль, следовательно, с высокой вероятностью она не будет использоваться основными зоопланктонными организмами-фитофагами, сравнимых с ней по размерам, в качестве кормового объекта, что потенциально сократит биомассу зоопланктона. Предположительно, в силу своих размеров *C. t. var. balticum* в трофические цепи будет включаться только после отмирания, как детрит, что наблюдается для *P. calcar-avis*. Показатели биомассы и численности нового вида говорят о его взрывном распространении. Кроме того, не следует забывать и о токсичности данного вида.

Всё это грозит серьёзными структурными перестройками экосистемы Каспийского моря и может повлиять на его продуктивность. Поэтому вселение этого вида вызывает серьёзную озабоченность и требует пристального внимания к дальнейшей судьбе этого вида в Каспии.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

Финансирование

Исследование выполнено в ходе выполнения Государственной работы «Рыболовство в научно-исследовательских и контрольных целях». Уникальный номер реестровой записи 720000Ф.99.1.БП49АА01000 (часть II раздел 12 государственного задания ФГБНУ «ВНИРО» № 076–00001–24–01)

ЛИТЕРАТУРА

- Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. 1951. Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Советская наука. 619 с.
- Киселев И.А. 1969. Планктон морей и континентальных водоёмов. Л.: Наука. Т. 1. 658 с.
- Коновалова Г.В., Орлова Т.Ю., Паутова Л.А. 1989. Атлас фитопланктона Японского моря. Л.: Наука. С. 136–139.
- Макарова И.В. 1957. Диатомовые водоросли планктона Среднего и Южного Каспия // Ботанический журнал. Т. 42. № 2. С. 180–207.

- Пицък Т.К. 1979. Систематический состав фитопланктона // Труды Севастопольской биологической станции. Т. 16. С. 71–89.
- Прошкина-Лавренко А.И. 1955. Диатомовые водоросли планктона Чёрного моря. М-Л.: АН СССР. 222 с.
- Рябушко Л.И. 1994. Структура микрофитобентоса твёрдых грунтов прибрежных районов Севастопольской бухты // Альгология. Т. 1. № 3. С. 15–21.
- Рябушко Л.И. 2003. Атлас токсичных микроводорослей Чёрного и Азовского морей. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 140 с.
- Студеникина Е.И., Алдакимова А.Я., Губина Г.С. 1999. Фитопланктон Азовского моря в условиях антропогенных воздействий. Ростов-на-Дону. Изд-во Эверест. 175 с.
- Ahlgren G. 1970. Lake Norviken, a eutrophic Swedish Lake: Phytoplankton and its production // Schweiz. Zeitschr. Hydrol., Bd. 32. H. 2. P. 353–395.

REFERENCES

- Zabelina M. M., Kiselev I. A., Proshkina-Lavrenko A. I., Sheshukova V. S. 1951. The Guidebook of freshwater algae of the USSR. Moscow: Soviet science. 619 p. (In Russ.).
- Kiselyov I. A. 1969. Plankton of seas and continental reservoirs. Leningrad: Nauka. V. 1. 658 p. (In Russ.).
- Konovalova G. V., Orlova T. Yu., Pautova L. A. 1989. Atlas of phytoplankton of the Sea of Japan. Leningrad: Nauka. P. 136–139. (In Russ.).
- Makarova I. V. 1957. Diatoms of the plankton of the Middle and Southern Caspian Sea // Botanical Journal. V. 42. No. 2. P. 180–207. (In Russ.).
- Pitsyk T. K. 1979. Systematic composition of phytoplankton // Trudy Sevastopolskoj Biologicheskoy Stantsii. V. 16. P. 71–89. (In Russ.).
- Proshkina-Lavrenko A. I. 1955. Diatoms of the Black Sea plankton. Moscow-Leningrad: USSR AS. 222 pp. (In Russ.).
- Ryabushko L. I. 1994. The structure of microphytobenthos of solid soils of coastal areas of the Sevastopol Bay // Algologiya. V. 1. No. 3. P. 15–21. (In Russ.).
- Ryabushko L. I. 2003. Atlas of toxic microalgae of the Black Sea and the Sea of Azov. Sevastopol': EKOSI-Gidrofizika. 140 p. (In Russ.).
- Studenikina E. I., Aldakimova A. Ya., Gubina G. S. 1999. Phytoplankton of the Sea of Azov under anthropogenic influences. Rostov-on-Don. IZD-VO EVEREST. 175 p. (In Russ.).
- Ahlgren G. 1970. Lake Norviken, a eutrophic Swedish Lake: Phytoplankton and its production // Schweiz. Zeitschr. Hydrol., Bd. 32. H. 2. P. 353–395. (In Russ.).

Поступила в редакцию 09.10.2024 г.