



ЗАМЕТКИ

УДК [502.51:504.5/.6](262.53)

ЭКСТРЕМАЛЬНОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ МОРСКОЙ СЛИЗИ В МРАМОРНОМ МОРЕ В 2021 ГОДУ

© 2022 г. А. В. Медведева, С. В. Станичный

ФИЦ Морской гидрофизический институт РАН, Севастополь, Российская Федерация
E-mail: shift@mail.ua

Поступила в редакцию 29.06.2021; после доработки 04.07.2021;
принята к публикации 24.12.2021; опубликована онлайн 22.03.2022.

Описано экстремальное проявление морской слизи в Мраморном море весной — летом 2021 г. На основе спутниковых данных проведён анализ подобных проявлений в предыдущее десятилетие. Показано, что текущая ситуация уникальна как по охвату акватории, так и по продолжительности явления. Отмечена необходимость проведения комплексных исследований для понимания причин возникновения морской слизи и последствий её воздействия на морскую экосистему и хозяйственную деятельность в прибрежных водах.

Ключевые слова: морская слизь, Мраморное море, морская экосистема, спутниковые данные, экстремальное проявление

С весны 2021 г. в водах Мраморного моря регистрировали экстремально высокое содержание морской слизи: её скопления на морской поверхности, по данным с оптических сенсоров, достигали площадей в десятки квадратных километров. Хотя эту субстанцию ранее обнаруживали как в мраморноморском бассейне (Aktan et al., 2008), так и в других акваториях (McKenzie et al., 2002; Precali et al., 2005), текущая ситуация обозначила ряд новых рисков для природного равновесия морских экосистем.

Морская слизь является коллоидной субстанцией, которая собирается в конгломераты длиной от миллиметров до десятков сантиметров, а также становится субстратом для микроорганизмов различных таксономических единиц (бактерий, вирусов и др.) (Xu et al., 2013). Это недостаточно изученный феномен; предположительно, он связан с жизнедеятельностью некоторых видов фитопланктона (Lancelot, 1995). Так, считается вероятной связь между появлением слизи и увеличением биомассы фитопланктона или его откликом на стрессовые факторы, которые достоверно не определены (Balkis et al., 2001; Danovaro et al., 2009).

Оптическими спутниковыми сенсорами среднего и высокого разрешения морскую слизь фиксируют как во взвешенном состоянии в поверхностном слое моря, так и в виде плавающей субстанции. На RGB-композициях (от датчиков MSI Sentinel-2, OLI Landsat-8, MODIS Aqua и др.) слизь обычно проявляется протяжёнными нитевидными формированиями от белого до жёлтого цвета с повышенной яркостью в зонах конвергенции.

Авторами работы проведён анализ вероятного присутствия морской слизи на спутниковых изображениях с 2010 г. по настоящее время. Были проанализированы материалы ежедневных

наблюдений с помощью данных среднего разрешения, а также 440 сцен или комплектов сцен высокого разрешения (данные от спутников Landsat — 240, от Sentinel-2 — 187, от Gaofen — 13) в ясные дни или дни, в которые акватория Мраморного моря была зафиксирована фрагментарно. Для выделения зон со слизью использовали составление RGB-композиций и применяли многоканальный подход с устранением отражённой компоненты излучения.

Оказалось, что морская слизь возникает на поверхности Мраморного моря практически ежегодно (за исключением 2014 г.), преимущественно в марте или апреле. Её проявления могут носить однократный или продолжительный характер. До 2020 г. их регистрировали оптически датчиками на протяжении 1–9 суток. Характерные площади с проявлением слизи занимали единицы квадратных километров.

В 2021 г. отмечена иная ситуация. В течение марта и почти всего апреля проявление морской слизи отличалось от такового в предыдущие годы более длинным интервалом присутствия на поверхности моря и более выраженным объёмом в толще вод. С 29 апреля зарегистрировано интенсивное увеличение плавающей морской слизи: сначала — в Гемликском заливе и прилегающих районах, затем — в прибрежных областях в западной и восточной частях моря, далее (к 3 мая) — практически во всех районах акватории. На протяжении всего периода с 29 апреля по 26 июня морскую слизь на оптических изображениях обнаруживали практически непрерывно.

В 2021 г. также впервые замечен перенос морской слизи через пролив Дарданеллы в Эгейское море, неоднократно выявленный как на RGB-композициях, так и на изображениях с устранённой отражённой компонентой с конца марта. Наибольшая протяжённость переноса зафиксирована 9 июня: расстояние от выхода из пролива Дарданеллы до острова Тасос превысило 150 км.

Такие экстремальные ситуации, как в 2021 г., проявляют ряд механизмов воздействия на окружающую среду, из-за которых негативному влиянию подвержены представители практически всех уровней трофических цепей. В частности, увеличение площадей скопления плавающей морской слизи сопровождается эффектами перегрева, при которых температура в зоне слизи превышает температуру поверхности окружающих вод на 5–6 °С. Дополнительно формируются области затенения, ограничивающие поступление солнечной радиации в подповерхностные слои вод, что отражается на жизнедеятельности фитопланктона. Кроме того, морской слизи свойственны снижение поверхностного натяжения и обволакивающий эффект, следствием чего является гибель бентоса (Özalp, 2021), а также, возможно, рыб и водоплавающих птиц. Неясным остаётся вопрос о развитии патогенных микроорганизмов, но с учётом биологической основы морской слизи вероятность такого роста высока.

Возможно, формирование морской слизи в экстремальных количествах допустимо рассматривать с точки зрения потенциальной экологической катастрофы. Именно поэтому актуально дальнейшее её комплексное изучение — методами биологических, химических, спутниковых и иных исследований.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ МГИ по темам № 0555-2021-0003 и 0555-2021-0006, а также при поддержке гранта РФФИ № 21-77-10052 «Влияние физических факторов на эволюцию мезо- и субмезомасштабных вихрей в морской среде».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Aktan Y., Dede A., Çiftci P. S. Mucilage event associated with diatoms and dinoflagellates in Sea of Marmara, Turkey. *Harmful Algae News*, 2008, no. 36, pp. 1–3.
2. Balkıs N., Atabay H., Türetgen I., Albayrak S., Balkıs H., Tüfekçi V. Role of single-celled organisms in mucilage formation on the shores of Büyükkada Island (the Marmara Sea).

- Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2001, vol. 91, iss. 4, pp. 771–781. <http://dx.doi.org/10.1017/S0025315410000081>
3. Danovaro R., Umani S. F., Pusceddu A. Climate change and the potential spreading of marine mucilage and microbial pathogens in the Mediterranean Sea. *PLoS One*, 2009, vol. 4, iss. 9, art. no. e7006 (8 p.). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007006>
 4. Lancelot C. The mucilage phenomenon in the continental coastal waters of the North Sea. *Science of the Total Environment*, 1995, vol. 165, iss. 1–3, pp. 83–102. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(95\)04545-C](https://doi.org/10.1016/0048-9697(95)04545-C)
 5. McKenzie L., Sims I., Beuzenberg V., Gillespie P. Mass accumulation of mucilage caused by dinoflagellate polysaccharide exudates in Tasman Bay, New Zealand. *Harmful Algae*, 2002, vol. 1, iss. 1, pp. 69–83. [https://doi.org/10.1016/S1568-9883\(02\)00006-9](https://doi.org/10.1016/S1568-9883(02)00006-9)
 6. Özalp H. B. First massive mucilage event observed in deep waters of Çanakkale Strait (Dardanelles), Turkey. *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment*, 2021, vol. 27, no. 1, pp. 49–66.
 7. Precali R., Giani M., Marini M., Grilli F., Ferrari C. R., Pečar O., Paschini E. Mucilaginous aggregates in the northern Adriatic in the period 1999–2002: Typology and distribution. *Science of the Total Environment*, 2005, vol. 353, iss. 1–3, pp. 10–23. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.09.066>
 8. Xu H., Yu G., Jiang H. Investigation on extracellular polymeric substances from mucilaginous cyanobacterial blooms in eutrophic freshwater lakes. *Chemosphere*, 2013, vol. 93, iss. 1, pp. 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.04.077>

OUTBREAK OF MARINE MUCILAGE IN THE SEA OF MARMARA IN 2021

A. V. Medvedeva and S. V. Stanichny

Marine Hydrophysical Institute of RAS, Sevastopol, Russian Federation

E-mail: shift@mail.ua

An outbreak of marine mucilage in the Sea of Marmara in the spring and summer of 2021 is described. Based on satellite data, an analysis of similar outbreaks in the previous decade was carried out. As shown, the current situation is unique both in terms of the water area coverage and phenomenon duration. The need for comprehensive research is emphasized in order to understand the causes of the occurrence of the marine mucilage and the consequences of its effect on the marine ecosystem and economic activities in coastal waters.

Keywords: marine mucilage, Sea of Marmara, marine ecosystem, satellite data, outbreak