

УДК 582.26/.27(477.75)

МИКРОВОДОРОСЛИ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА БУЛГАНАКСКОГО СОПОЧНОГО ПОЛЯ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

© 2020 г. Л. И. Рябушко, А. В. Бондаренко

Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Российская Федерация
E-mail: larisa.ryabushko@yandex.ua

Поступила в редакцию 03.09.2019; после доработки 03.09.2019;
принята к публикации 27.03.2020; опубликована онлайн 31.03.2020.

Грязевые вулканы — одно из уникальных явлений природы. Они широко распространены по всему миру. Грязевые вулканы встречаются и на территории Крыма, в том числе на Булганакском сопочном поле — крупнейшем скоплении действующих вулканов на полуострове ($45^{\circ}25'29.04''$ с. ш., $36^{\circ}27'51.64''$ в. д.). Изучение одноклеточных водорослей грязевых вулканов в Крыму, как и в других регионах России, до настоящего времени не проводили. Необходимость и актуальность исследований продиктована отсутствием сведений о видовом составе микроводорослей грязевых вулканов. Пробы собраны О. Ю. Ерёмным 03.08.2012 и 13.04.2013 в верхнем 2–3-сантиметровом слое суспензии вместе с приповерхностной водой, вытекающей из него. Диапазон солёности и температуры воды составлял $27\text{--}32$ г·л⁻¹ и $+28\text{...}+31$ °С. Видовой состав микроводорослей определяли в водных препаратах в прижизненном состоянии водорослей с помощью светового микроскопа Axioskop 40 (Carl Zeiss) при увеличении 10×40 , используя программное обеспечение AxioVision Rel. 4.6. Обнаружено 16 видов, принадлежащих к высшим таксономическим группам: Cyanobacteria (1 вид), Dinophyta (2), Bacillariophyta (6) и Euglenophyta (7). Из них цианобактерия *Chamaecalyx swirenkoi* (Schirshov) Komárek et Anagnostidis, 1986 найдена нами в августе 2012 г. В пробах отмечены пennisные диатомовые водоросли — как одиночно живущие (родов *Cylindrotheca* (Ehrenberg) Reimann & J. C. Lewin, *Lyrella* Karajeva и *Nitzschia* Hassall), так и колониальные (родов *Berkeleya* Greville и *Pseudo-nitzschia* H. Peragallo). Солоноватоводный, бентосный, бореально-тропический вид *Nitzschia thermaloides* Hustedt впервые отмечен для альгофлоры Крыма, Чёрного и Азовского морей. Также обнаружены эвгленовые водоросли — 5 видов рода *Trachelomonas* Ehrenberg и 2 вида *Strombomonas* Deflandre. Из всех видов, найденных в экотопе грязевого вулкана, 7 являются общими с Чёрным морем, а 9, включая 3 вида эвгленовых водорослей, — с Азовским. Показано, что по характеру галобности в грязевых вулканах преобладают виды, типичные для пресноводного комплекса (53 %), при существенной доле морских (27 %) и солоноватоводных видов (20 %). Из фитогеографических элементов флоры бореальные виды составляют 33 %, бореально-тропические — 47 %, космополиты — 20 %. Отмечено три вида потенциально токсичных водорослей — диатомея *Pseudo-nitzschia prolongatoides* (Hasle) Hasle, 1993 и динофитовые *Prorocentrum lima* (Ehrenberg) Dodge, 1975 и *Alexandrium tamiyavanichii* Balech, 1994. Последний вид является морским, бореально-тропическим и новым для альгофлоры Крыма и Чёрного моря. В статье также представлены собственные и литературные данные по морфологии, экологии, фитогеографии видов и их общему распространению в разных водоёмах мира. Некоторые виды микроводорослей относятся к индикаторам сапробности; они способны участвовать в очищении вод от избытка растворённых органических веществ. Приведены фотоснимки грязевых вулканов и микрофотоснимки некоторых видов.

Ключевые слова: микроводоросли, эвгленовые, диатомовые, динофитовые, грязевой вулкан, Крымский полуостров

Грязевые вулканы — одно из уникальных явлений природы. Они широко распространены по всему миру. Грязевые вулканы встречаются в том числе на Керченском полуострове и входят в Булганакское сопочное поле — крупнейшее скопление действующих грязевых вулканов в Крыму [25]. Термин «грязевой вулкан» (нем. *Mudevulkan*) введён Г. П. Гельмерсенем, участвовавшим в течение 60 лет в изучении, в частности, грязевых вулканов Алтая и нефтяных месторождений Таманского и Керченского полуостровов. По мнению академика И. М. Губкина, одного из основоположников и создателей геологии нефти в России, газонефтяные проявления и грязевой вулканизм — суть функции одних и тех же причин, особых форм тектоники — диапировых структур (складок и куполов, возникающих за счёт выдавливания из нижних горизонтов высокопластичных пород — соли и глины). Он впервые установил их единое генетическое целое, что в дальнейшем было использовано в программе исследования грязевых вулканов Крымско-Кавказской геологической провинции Джерело [25].

Крымский полуостров является одним из районов проявления грязевого вулканизма; здесь 33 вулкана [8]. Грязь изливается через кратеры и растекается по склонам в виде потоков. Сопочные поля вулканов Булганакского типа относятся к грязевулканическим образованиям, для которых бурные извержения не характерны. Эти грязевые вулканы являются памятниками природы регионального значения и объектами туризма.

До настоящего времени изучение микроводорослей грязевых вулканов в Крыму не проводили. Нет таких сведений и для других регионов России. Предварительные исследования показали наличие микроводорослей в поверхностном слое выбросов грязевого вулкана. Актуальность работы продиктована полным отсутствием данных по изучению сообществ микроводорослей грязевых вулканов Крыма, которые представляют существенный научный интерес.

Цель работы — описать видовой состав микроводорослей биотопов грязевого вулкана, расположенного в восточной части Крымского полуострова.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужили качественные пробы (серо-глинисто-илистый субстрат и вода), отобранные сотрудником Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского О. Ю. Ерёминым на Крымском полуострове в районе группы действующих вулканов Булганакского сопочного поля. Здесь на обширной территории разбросаны вулканы, конусы которых располагаются почти вровень с землёй или отличаются относительно крупными размерами (рис. 1).

Пробы собрали 3 августа 2012 г. и 13 апреля 2013 г. в верхнем 2–3-сантиметровом слое илливой суспензии с приповерхностной водой, вытекающей из грязевого вулкана. Солёность (27–32 г·л⁻¹) и температуру воды (+28...+31 °С) измерили с помощью рефрактометра и электронного термометра соответственно [22].

Видовой состав микроводорослей определяли в водных препаратах, используя световой микроскоп Axioskop 40 (Carl Zeiss) при увеличении 10×40, с помощью программного обеспечения AxioVision Rel. 4.6. Для идентификации видов использовали современные определители и атласы [4, 12, 14, 15, 16, 20, 24, 36, 39, 40, 41].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Предварительное изучение двух проб илливой суспензии сопочных грязевых вулканов показало наличие в этих местообитаниях микроскопических водорослей, принадлежащих к различным таксономическим группам высокого ранга. Обнаружено 16 видов разных родов: цианобактерия (*Chamaecalyx swirenkoi* (Shirshov) Komárek et Anagnostidis), 2 вида динофитовых (*Alexandrium* Halim и *Prorocentrum* Ehrenberg), 6 видов пеннатных диатомовых водорослей (по 1 виду *Lyrella* Karajeva, *Nitzschia* Hassall, *Cylindrotheca* (Ehrenberg) Reimann et J. C. Lewin и *Pseudo-nitzschia*



Рис. 1. Общий вид на грязевой вулкан Крымского полуострова и жерла его кратера (фотоснимки из личного архива О. Ю. Ерёмина)

Fig. 1. General view of the mud volcano of the Crimean Peninsula and its crater vents (photos from O. Yu. Eremin personal archive)

Н. Peragallo; 2 колониальных вида *Berkeleya* Greville). В пробах часто встречались домики эвгленовых водорослей — 5 видов *Trachelomonas* Ehrenberg и 2 вида *Strombomonas* Deflandre.

Ниже приведены классификация найденных видов, их размеры, экология, фитогеография и общее распространение.

Отдел Cyanobacteria (Cyanoprokaryota), класс Cyanophyceae, порядок Pleurocapsales, семейство Hyellaceae, род *Chamaecalyx* J. Komárek et K. Anagnostidis, 1986. ***Chamaecalyx swirenkoi* (Schirshov*) Komárek et Anagnostidis, 1986** (базионим: *Dermocarpa swirenkoi* Shirshov, 1929; синонимы: *Dermocarpa clavata* Geitler, 1932; *D. clavata* var. *aquaedulcis* Geitler, 1932; *Dermocarpella clavata* (Geitler) J. Feldmann et Feldmann, 1953; *Cyanocystis swirenkoi* (Sirsov*) G. Hällfors et R. Munsterhjelm, 1982) [32]. Вид найден в грязевом вулкане 03.08.2012 (рис. 2). Встречался часто, единично.

* Уточнено авторское написание фамилии Schirshov (Ширшов) [5, 47] в отличие от указанного Širšov у Komárek et Anagnostidis, 1986 [32, 38].

Размеры: 41,8 мкм длина, 13,4 мкм ширина. Размеры клеток [по: 5, 48]: 20–30 мкм (реже — до 40 мкм) длина, 6,0–10,5 мкм ширина. Вид впервые описан П. П. Ширшовым из р. Кодими, притока р. Буг (Украина) [47]. Экология, фитогеография и общее распространение. Пресноводный и солоноватоводный, встречающийся в стоячих пресных водоёмах, а также в морях; бореально-тропический вид. Указан в супралиторали [23] и микрофитобентосе Казантипского заповедника Азовского моря [21], эпифитоне цистозире, на других субстратах Чёрного и Эгейского морей [17], а также на водорослях и высших водных растениях в устье р. Днестр и Днестровском лимане Одесской обл. [7], эпифитоне зелёных водорослей и высших водных растений у уреза воды в водоёмах Ленинградской обл., в заливе Чихачёва Японского моря [1], в лагуне Финского залива Балтийского моря [34], а также в Австрии, Японии, Мексике, Западной Словакии и на о-ве Ява [38].

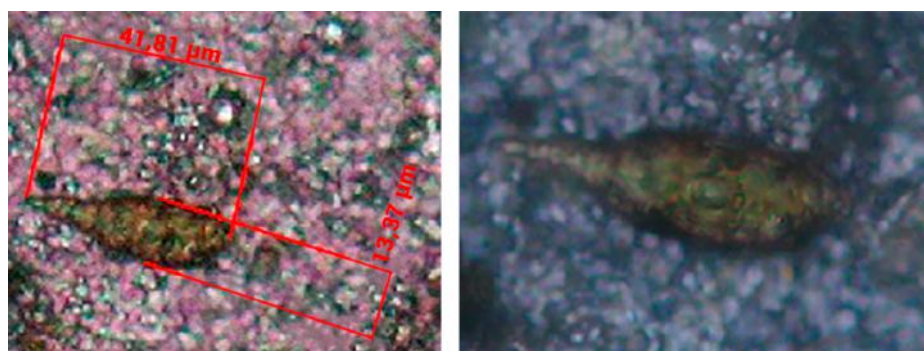


Рис. 2. Цианобактерия *Chamaecalyx swirenkoi* в грязевом вулкане в восточной части Крымского полуострова

Fig. 2. Cyanobacteria *Chamaecalyx swirenkoi* in the mud volcano in the eastern part of the Crimean Peninsula

Отдел Bacillariophyta, порядок Naviculales Bessey, семейство Berkeleyaceae D. G. Mann, 1990, род *Berkeleya* Greville, 1827. ***Berkeleya micans* (Lyngbye) Grunow, 1868** (базионим: *Bangia micans* Lyngbye, 1819; синоним: *Amphipleura micans* (Lyngbye) P. Cleve, 1894). Бентосный вид диатомовой водоросли найден в грязевом вулкане 03.08.2012. Размеры: 35 мкм длина, 3,5 мкм ширина. Размеры створки: 39–81 мкм длина, 4–5 мкм ширина [17]. Экология, фитогеография и общее распространение. Морской и солоноватоводный, бореальный и нотальный вид, обитающий преимущественно в южных европейских морях, в том числе на мелководье у Южного Крыма и кавказского побережья Чёрного моря на камнях, скалах, раковинах беспозвоночных [17, 21]. Вид впервые описан из фитопланктона и микрофитобентоса Азовского моря [3, 13].

***Berkeleya rutilans* (Trentepohl) Grunow, 1880** (базионим: *Conferva rutilans* Trentepohl ex Roth, 1806; синоним: *Amphipleura rutilans* (Trentepohl) Cleve, 1894). Бентосный вид диатомовой водоросли впервые найден в грязевом вулкане 03.08.2012. Размеры створки: 35,1 мкм длина, 3,5 мкм ширина. Размеры [по: 9, 21]: 6–38 мкм длина, 2,5–5,0 мкм ширина; 26–30 штрихов и 16–20 ободков в 10 мкм. Экология, фитогеография и общее распространение. Морской и солоноватоводный, литоральный и сублиторальный, эвритермный вид, космополит. Известен в Северном, Белом, Балтийском, Баренцевом, Карском, Средиземном, Чёрном, Азовском, Каспийском, Японском и Восточно-Китайском морях, а также у берегов Румынии, Англии, Северной Америки, Гренландии, Исландии, Швеции, Китая, Кувейта, Японии, Новой Зеландии и антарктической Австралии [20].

Отдел Bacillariophyta, порядок Bacillariales Hendeу, семейство Bacillariaceae Ehrenb., род *Cylindrotheca* L. Rabenhorst, 1859. ***Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann et J. Lewin, 1964** [45] (базионим: *Ceratoneis closterium* Ehrenb. 1839; синонимы: *Nitzschia closterium* (Ehrenb.) W. Smith, 1853; *N. reversa* W. Smith, 1853; *N. closterium* var. *reversa* (W. Smith) Hauck, 1872; *Nitzschiella closterium* Rabenhorst, 1864; *Nitzschia rostratum* Grunow, 1880;

N. longissima var. *closterium* (Ehrenb.) Van Heurck, 1885; *N. curvirostris* var. *closterium* (Ehrenb.) De Toni, 1892; *Nitzschiella longissima* var. *closterium* (Ehrenb.) Peragallo et Peragallo, 1897; *Homoeocladia closterium* (Ehrenb.) Kuntze, 1898; *Nitzschiella tenuirostris* Mereschk., 1901; *Nitzschia longissima* Gran, 1930; *N. closterium* var. *recta* Gran, 1931). Вид найден в грязевом вулкане 03.08.2012 (рис. 3). Размеры: 25–260 мкм длина, 1,5–8,0 мкм ширина, 12–16 фибул в 10 мкм [46]. Экология, фитогеография и общее распространение. Эвритермный, эвригалинный, морской и солоноватоводный, бенто-планктонный вид. Встречается в планктоне неритических вод, литорали и sublиторали морей; космополит; обнаружен во всех географических зонах Мирового океана [20, 35].

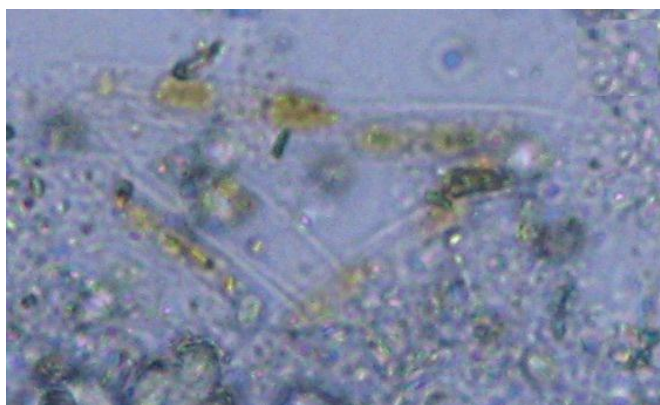


Рис. 3. Клетки *Cylindrotheca closterium* с хлоропластами в грязевом вулкане
Fig. 3. *Cylindrotheca closterium* cells with chloroplasts in the mud volcano

Отдел Bacillariophyta, порядок Lyrellales D. G. Mann, 1990, семейство Lyrellaceae D. G. Mann, 1990, род *Lyrella* N. I. Karajeva, 1978. *Lyrella atlantica* (Gregory) D. G. Mann, 1990 (базионим: *Navicula atlantica* A. W. F. Schmidt, 1874; синонимы: *Navicula lyra* var. *atlantica* A. Schmidt, 1874; *Lyrella lyra* var. *atlantica* (Schmidt) Karajeva, 1988). Вид найден в грязевом вулкане 03.08.2012 (рис. 4). Размеры: створки 60–100 мкм длина, 26–32 мкм ширина, 9–11 штрихов в 10 мкм [4]; 59–65 мкм длина, 29–35 мкм ширина, 10 штрихов в 10 мкм [16]. Экология, фитогеография и общее распространение. Морской, sublиторальный, бо-реальный и нотальный вид. Известен у берегов Британии [36] и Австралии, а также в Чёрном и Северном морях [16].



Рис. 4. Бентосная диатомовая водоросль *Lyrella atlantica* из грязевого вулкана
Fig. 4. Benthic diatom *Lyrella atlantica* from the mud volcano

Отдел Bacillariophyta, порядок Bacillariales Hendeу, семейство Bacillariaceae Ehrenb., род *Nitzschia* Hassall, 1845. *Nitzschia thermaloides* Hustedt, 1955 (= *Nitzschia translucida* Hustedt, 1959) (Fig. 44: 1–7 [39]). Вид найден в грязевом вулкане 03.08.2012 (рис. 5). Размеры: 34,7–49,7 мкм длина, 3–7 мкм ширина, 1 фибула, 14–16 килевых точек в 10 мкм. Размеры: 20–73 мкм длина, 4–6 мкм ширина, 16–20 фибул в 10 мкм [39]; 43,2–59,5 мкм длина, 3,8–5,9 мкм ширина (световой микроскоп); 52 мкм длина, 6 мкм ширина, 1 фибула, 21 штрих в 10 мкм (световой электронный микроскоп) [41]. Экология, фитогеография и общее распространение. Солонатоводный, бентосный, бореально-тропический вид. Для Крыма, Чёрного и Азовского морей отмечен впервые. Указан в термальных водах Курильских островов как галофильный, обнаруженный при температуре воды +50...+60 °С [11]. Обычен в эстуариях рек и в северных фьордах побережья Швеции зимой, весной и осенью в супралиторали до 1,5 м в разных экотопах (илистый песок, ил, песок), а также на *Phormidium* и *Mytilus* [40].

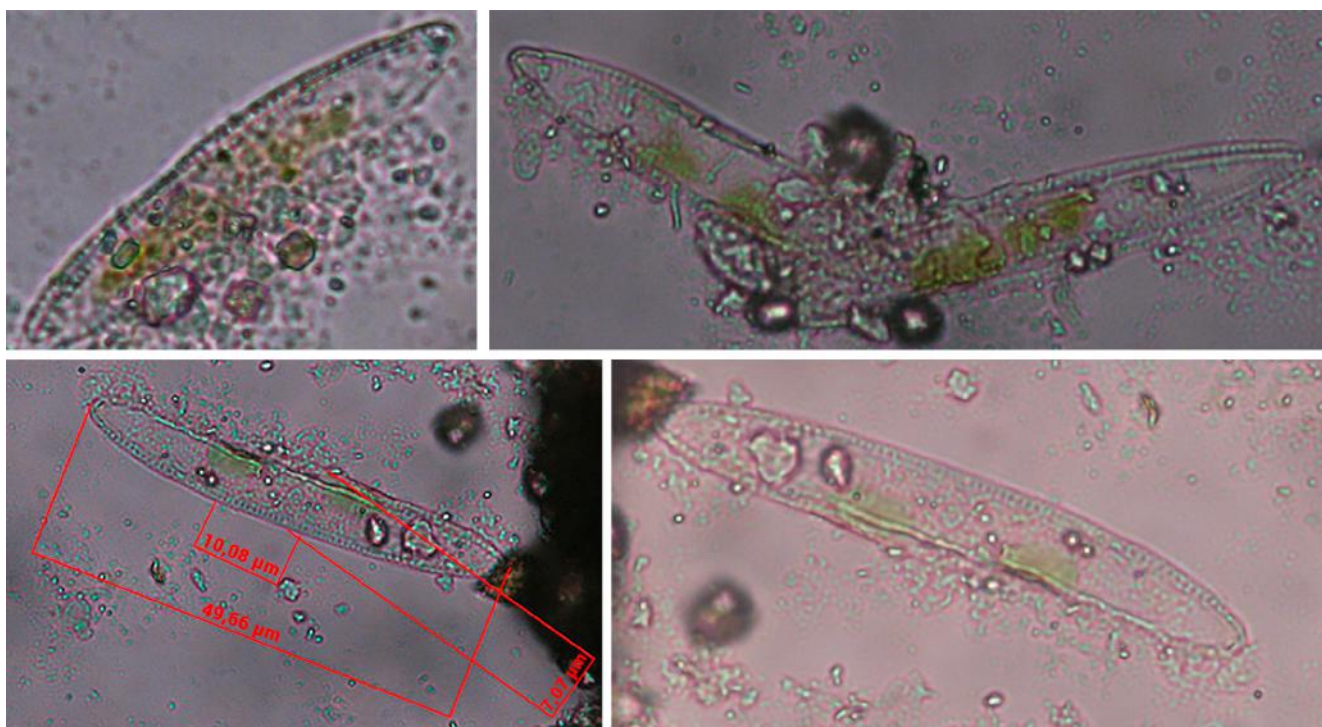


Рис. 5. Бентосная диатомовая водоросль *Nitzschia thermaloides* с хлоропластами из грязевого вулкана

Fig. 5. Benthic diatom *Nitzschia thermaloides* with chloroplasts from the mud volcano

Отдел Bacillariophyta, порядок Bacillariales Hendeу, семейство Bacillariaceae Ehrenb., род *Pseudo-nitzschia* H. Peragallo, 1900. *Pseudo-nitzschia prolongatoides* (Hasle) Hasle, 1993 (базионим: *Nitzschia prolongatoides* Hasle, 1965; синоним: *Nitzschia prolongata* Manguin, 1957). Вид найден в грязевом вулкане 03.08.2012. Размеры: 18,5 мкм длина, 3,3 мкм ширина. Размеры [по: 35]: 60 мкм длина, 16 килевых точек и 28 штрихов в 10 мкм. Обнаружен сравнительно недавно в Азовском и Чёрном морях [2, 17]. В прибрежье Казантипского природного заповедника (глубина до 1 м) Азовского моря вид встречался: 09.04.2006 (в эпифитоне *Enteromorpha* sp., колония из 2 клеток, 123,2 мкм длина, 2,8 мкм ширина); 28.10.2011 (в песчаном грунте, колония из 2 клеток, длина колонии 117,7 мкм, ширина 2,2 мкм, а также отдельные клетки, 55 мкм длина, 2,5 мкм ширина); 07.08.2014 (в эпифитоне красной водоросли *Ceramium rubrum*). Экология, фитогеография и общее распространение. Морской, планктонный, потенциально токсичный вид. В силу слабой изученности его пока можно отнести к бореальным и нотальным. Указан в антарктических водах [19].

Отдел Dinophyta, класс Dinophyceae, порядок Prorocentrales Lemmermann, семейство Prorocentraceae F. Stein, род *Prorocentrum* Ehrenberg, 1834. ***Prorocentrum lima* (Ehrenberg) Dodge, 1975** (базионим: *Cryptomonas lima* Ehrenberg, 1860; синонимы: *Exuviaella marina* Cienkowski, 1881; *Dinopyxis laevis* Stein, 1883; *E. lima* (Ehrenberg) Bütschli, 1885; *E. laevis* (Stein) Schröder, 1900; *E. chathamensis* Lemmermann, 1907; *E. cincta* Schiller, 1918; *E. caspica* I. Kisselev, 1927; *E. marina* var. *lima* (Ehrenberg) Schiller, 1931; *E. ostenfeldii* Schiller, 1933; *Prorocentrum marinum* Dodge et Bibby, 1973; *P. marinum* (Cienkowski) Abé in Bodeanu, 1987–1988; *P. marinum* var. *lima* (Schiller) Krachmalny, 1994). Вид обнаружен в грязевом вулкане 13.04.2013 (рис. 6). Размеры: 25 мкм длина, 14,7 мкм ширина. Размеры [по: 18]: 30–50 мкм длина, 18–45 ширина; черноморские экземпляры: 36–44 мкм длина, 21–30 мкм ширина. Экология, фитогеография и общее распространение. Морской, бентосный вид, космополит. Встречается в Средиземном, Адриатическом, Чёрном, Азовском, Каспийском морях и в Индийском океане. Вид является токсичным, продуцирует окадаевую кислоту [18, 40, 47].

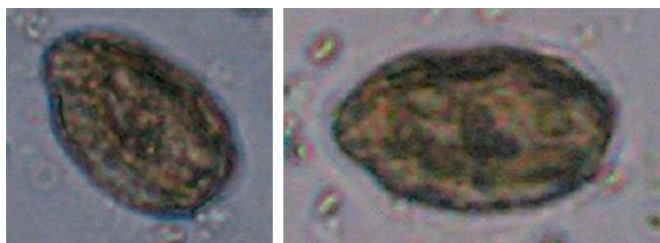


Рис. 6. Разные ракурсы панцирей динофлагелляты *Prorocentrum lima* (Ehrenberg) Dodge из грязевого вулкана

Fig. 6. Different views of dinoflagellate *Prorocentrum lima* (Ehrenberg) Dodge shells from the mud volcano

Отдел Dinophyta, класс Dinophyceae, порядок Gonyaulacales F. J. R. Taylor, семейство Ostreopsidaceae Lindemann, род *Alexandrium* Halim, 1960. ***Alexandrium tamiyavanichii* Balech, 1994.** Вид обнаружен в грязевом вулкане 13.04.2013 (рис. 7). Размеры: 32,3 мкм длина, 29,5 мкм ширина. Размеры [по: 29]: 40,8–41,7 мкм длина, 37,5–43,8 мкм ширина. Экология, фитогеография и общее распространение. Морской, планктонный, бореально-тропический, потенциально токсичный вид [47]. Указан для водоёмов Таиланда и Филиппинских островов [29]. Вид, новый для альгофлоры Крыма и Чёрного моря.

Ниже приведены виды эвгленовых водорослей, впервые обнаруженных в грязевом вулкане в восточной части Крымского п-ова, их экология, фитогеография и общее распространение [22].

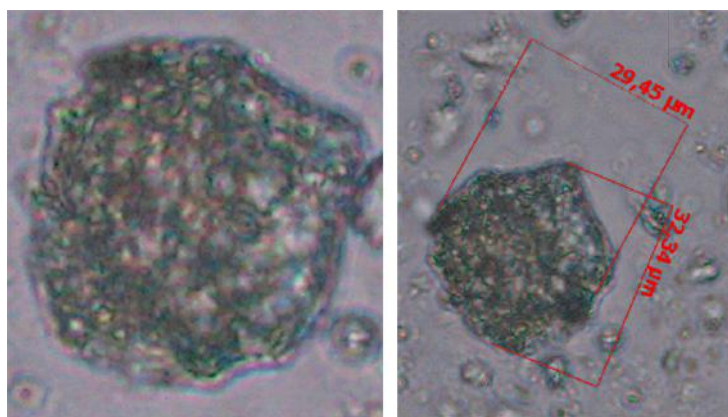


Рис. 7. Динофлагеллята *Alexandrium tamiyavanichii* Balech из грязевого вулкана

Fig. 7. Dinoflagellate *Alexandrium tamiyavanichii* Balech from the mud volcano

Отдел Euglenophyta, класс Euglenophyceae, порядок Euglenales, семейство Euglenaceae, род *Trachelomonas* Ehrenberg, 1838. ***T. armata* (Ehrenberg) Stein, 1878** (базионим: *Pantotrichum armatum* Ehrenberg; синоним: *Chaetotrypha armata* Ehrenberg, 1833). Вид обнаружен в грязевом вулкане 13.04.2013. Размеры домика: 32,4 мкм длина, 22,3 мкм ширина. Размеры домиков [по: 14]: 30–39 мкм длина, 25–28,5 мкм ширина. Экология, фитогеография и общее распространение. Пресноводный, бореально-тропический, нотальный вид. Указан в России [14, 15], Румынии [31], Китае [37], Сингапуре [43], Северной и Южной Америке [49], Австралии и Новой Зеландии [33], Турции [27], Нидерландах, Словакии, Швеции, Бразилии, на Карибских островах, в Британии, Германии, Испании, Бангладеш, в Африке [32], а также в Балтийском море [34].

***T. hexangulata* Svirenko, 1914** [48]. Вид обнаружен 13.04.2013 в поверхностной воде грязевого вулкана. Размеры домиков: 32,2–34 мкм длина, 12,6–14 мкм ширина; горлышко: 4,2 мкм высота, 2,8 мкм ширина. Размеры домиков [по: 14]: 27–34 мкм длина, 12–16 мкм ширина. Экология, фитогеография и общее распространение. Пресноводный, бореальный вид. Встречается среди скоплений цианобактерий в планктоне озёр, в заболоченном осоковом кочкарнике, в лесных канавах, лужах по руслам пересохших лесных ручьёв, по окраинам осоковых болот, в сфагновых мочажинах в лесотундре [14]. Указан в болотных водах европейской части России, Западной Сибири [14, 15], Дальнего Востока [10] и Челябинской области [26], в акватории Великих озёр США [42], в водоёмах Румынии [30], Турции [27], Нидерландов, Польши, Румынии, Словакии, Швеции, Британии, Испании, Индии, Бразилии, Аргентины, Северной Америки, Кубы, Таджикистана, Таиланда, Тайваня, Бангладеш, Мексики, Ирака [32], а также в Азовском [6] и Балтийском [34] морях.

***T. planctonica* Svirenko, 1914.** Обнаружен в грязевом вулкане 13.04.2013. Размеры домика: 23–27 мкм длина, 18–21 мкм ширина. Размеры [по: 14]: 21–31 мкм длина, 17–22 мкм ширина. Экология, фитогеография и общее распространение. Пресноводный, бореально-тропический вид. Обнаружен в малых водоёмах с пресной стоячей водой, изредка в реках, преимущественно в планктоне рек Томской и Челябинской областей, Западной Сибири [14, 26], Дальнего Востока России [10], в водоёмах Нидерландов, Польши, Румынии, Словакии, Швеции, Британии, Испании, Индии, Бразилии, Аргентины, Северной Америки, Кубы, Таджикистана, Таиланда, Тайваня, Бангладеш [32], а также в Балтийском [34] и Азовском морях [6].

***T. scabra* Playfair, 1915** (= *Trachelomonas scabra* var. *latior* Skwartzow, 1925). Вид обнаружен в грязевом вулкане 03.08.2012. Размеры домика: 23–27 мкм длина, 18–21 мкм ширина. Размеры [по: 14]: 18–33 мкм длина, 15–20 мкм ширина. Экология, фитогеография и общее распространение. Пресноводный, бореально-тропический и нотальный вид. Обнаружен в водоёмах Грузии и Челябинской области [26], в Британии, Северной Америке [50], Румынии [31], Испании [27], Турции [28], Китае [37], а также в южном полушарии — в Австралии и Новой Зеландии [32]. Указан в Азовском море [6].

***T. volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg, 1834** (= *Microglena volvocina* Ehrenb.). Вид найден в грязевом вулкане 13.04.2013, диаметр клетки 8–9 мкм (рис. 8). Домики шаровидные, в диаметре (4)–8–23–(32) мкм [14]. Экология, фитогеография и общее распространение. Вид пресноводный, преимущественно обитает в стоячей воде, реже встречается в слабосоленовой воде при pH (4,4)–5,5–8,4. Характеризуется как β -мезосапроб-олигосапроб, имеет миксотрофное питание. Бореальный. Указан в Одесской области и в Крыму [14].

Отдел Euglenophyta, класс Euglenophyceae, порядок Euglenales, семейство Euglenaceae, род *Strombomonas* Deflandre, 1930 (= *Trachelomonas* Ehrenberg). У видов этого рода домики более крупные и более изменчивые в очертании, чем у видов рода *Trachelomonas* [14]. Стромбомонасы обнаружены в прижизненном состоянии в грязевом вулкане. Представители этого рода часто встречались в пробах, но идентифицировать их до вида было затруднительно. Ниже представлены микрофотографии некоторых из них.

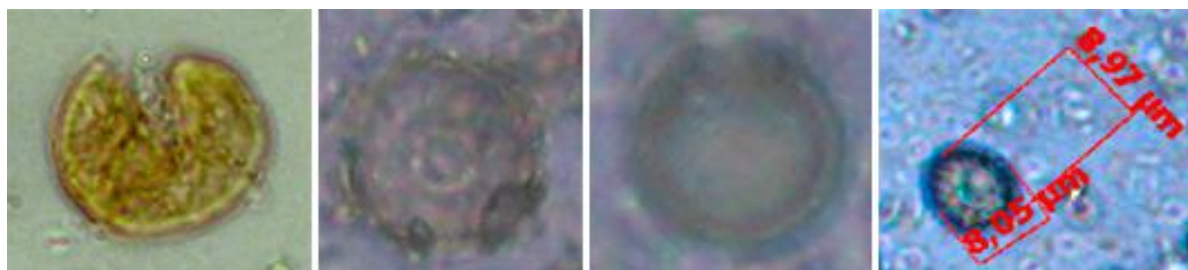


Рис. 8. *Trachelomonas volvocina* из грязевого вулкана, вид с разных ракурсов

Fig. 8. *Trachelomonas volvocina* from the mud volcano, view from different angles

***Strombomonas acuminata* (Schmarda) Deflandre, 1930** (базионим: *Lagenella acuminata* Schmarda; синоним: *Strombomonas acuminata* var. *verricosa* Teodoresco). Обнаружен в грязевом вулкане 13.04.2013 (рис. 9). Размеры: 21,5–27,6 мкм длина, 20,7–32 мкм ширина; горлышко: 14×9,8 мкм. Размеры [по: 14]: 38,0–55,5 мкм длина, 28–33 мкм ширина. Экология, фитогеография и общее распространение. Вид пресноводный, бореальный. Указан в водоёмах Румынии [31], Крыма, Кавказа, Средней Азии, Западной Сибири [14].

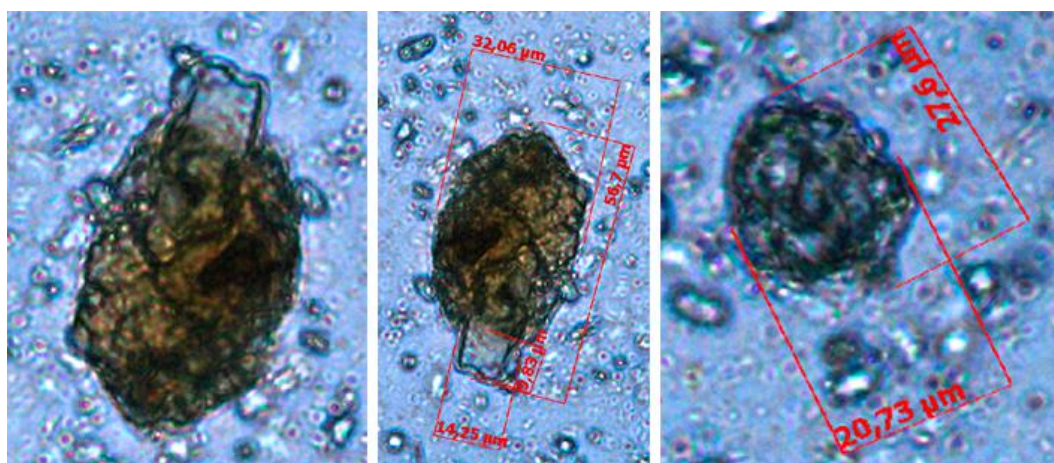


Рис. 9. Вид домиков *Strombomonas acuminata* из грязевого вулкана

Fig. 9. View of lodges of *Strombomonas acuminata* from the mud volcano

***St. tambowica* (Swirenko) Deflandre, 1930** (синонимы: *Trachelomonas zmiewica* Swirenko; *Tr. tambowica* var. *granulata* Skvortzov; *Strombomonas verrucosa* var. *zmiewica* (Swirenko) Deflandre, 1930). Обнаружен в грязевом вулкане 13.04.2013 (рис. 10). Размеры домиков: 38–55,5 мкм длина, 28–34 мкм ширина. Размеры [по: 14]: 47,5–56 мкм длина, 26,6–32 мкм ширина. Экология, фитогеография и общее распространение. Вид пресноводный, бореальный. Указан в планктоне пресных водоёмов Украины, а также Тамбовской, Ростовской и Томской областей России [14].

Эвгленовые, объединяющие одноклеточные, реже колониальные микроскопические водоросли, обитают в пресных водоёмах по всему миру. Небольшое их число приурочено к солоноватым и морским водам. Это представители родов *Eutreptia* Perty, *Eutreptiella* da Cunha, *Klebsina* P. C. Silva, *Trachelomonas* Ehrenberg и *Strombomonas* Deflandre. Они встречаются в планктоне, зарослях прибрежных водорослей и интерстициали песчаных пляжей, в реках, озёрах и у берегов морей с низкой солёностью. Для Чёрного моря указаны виды *Trachelomonas caudata* (Ehrenberg) F. Stein, *T. volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg и *T. volvocina* var. *papillata* Lemmermann [17]. В Азовском море обнаружено 24 вида, 7 из них (*Trachelomonas borodiniana* Swirenko, *T. globularis* (Averintsev) Lemmermann, *T. hispida* (Perty) F. Stein, *T. planctonica* Swirenko, *T. scabra* Playfair, *T. verrucosa* A. C. Stokes

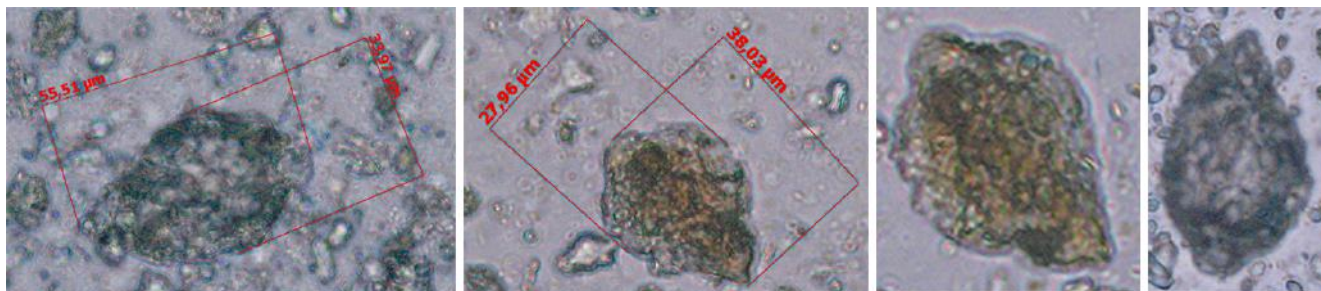


Рис. 10. Домики *Strombomonas tambowica* из грязевого вулкана, вид с разных ракурсов

Fig. 10. Lodges of *Strombomonas tambowica* from the mud volcano, view from different angles

и *T. volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg) отмечены в основном летом и осенью [6, 21]. Большинство видов микроводорослей из грязевого вулкана, имеющих миксотрофный или полностью сапрофитный тип питания, активно участвуют в самоочищении местообитаний.

Заключение. Изучение микроводорослей грязевого вулкана в районе Булганакского сопочного поля на Крымском полуострове показало разнообразие их видового состава в обводнённых местообитаниях.

Нами обнаружены цианобактерия *Chamaecalyx swirenkoi* и 15 видов эукариотических микроводорослей: 2 вида динофлагеллят (из родов *Prorocentrum* и *Alexandrium*), 6 видов диатомовых (по 1 из родов *Lyrella*, *Pseudo-nitzschia*, *Nitzschia* и *Cylindrotheca*; 2 из рода *Berkeleya*), 7 видов эвгленовых водорослей (5 из рода *Trachelomonas*; 2 из рода *Strombomonas*). Некоторые из них широко распространены в микрофитобентосе Азовского и Чёрного морей. Из всех типов водорослей, обнаруженных в грязевом вулкане, 7 видов являются общими с Чёрным морем, а 9, включая 3 вида эвгленовых, — с Азовским морем.

Отмечено три вида потенциально токсичных водорослей — диатомея *P. prolongatoides* и динофитовые *Pr. lima* и *A. tamiyavanichii*. Последний вид является морским, бореально-тропическим и новым для флоры Крыма. По характеристикам галобности отмеченные на вулкане виды относятся к пресноводному комплексу (53 %), при существенной доле морских (27 %) и солоноватоводных видов (20 %). С учётом фитогеографических особенностей можно заключить, что бореальные виды составляют 33 %, бореально-тропические — 47 %, космополиты — 20 %.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Исследование механизмов управления производственными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса» (№ гос. регистрации АААА-А18-118021350003-6).

Благодарность. Статья посвящена неутомимому участнику многих сухопутных экспедиций по изучению гиперсолёных озёр Крыма, всегда оказывавшему помощь коллегам в отборе гидробиологических проб, — сотруднику Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского [Олегу Юрьевичу Ерёмину], трагически погибшему в 2014 г. во время возвращения из очередной экспедиции. Инициатива изучения микроводорослей на поверхности илистых субстратов в грязевом вулкане близ гиперсолёных водоёмов Крыма принадлежит ему. Именно О. Ю. Ерёмин собрал пробы из грязевого вулкана и настоял на их анализе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Белякова Р. Н. Конспект флоры Cyanophyta бентоса дальневосточных морей России. I. Chroococcales (Microcystaceae, Chroococcaceae) // *Ботанический журнал*. 2000. Т. 85, № 2. С. 106–118. [Beljakova R. N. Synopsis of the benthic cyanophyta flora of the Russian

- Far-Eastern Seas. 1. Chroococcales (Microcystaceae, Chroococcaceae). *Botanicheskii zhurnal*, 2000, vol. 85, no. 2, pp. 106–118. (in Russ.)]
2. Бондаренко А. В., Рябушко Л. И. Диатомовые водоросли бентоса Крымского побережья Азовского моря // *Современные проблемы альгологии* : материалы Междунар. науч. конф. и VII Школы по морской биологии, Ростов-на-Дону, 9–13 июня 2008 г. Ростов-на-Дону : ЮНЦ РАН, 2008. С. 61–63. [Bondarenko A. V., Ryabushko L. I. Diatomovye vodorosli bentosa Krymskogo poberezh'ya Azovskogo morya. In: *Sovremennye problemy al'gologii* : materialy Mezhdunar. nauch. konf. i VII Shkoly po morskoi biologii, Rostov-on-Don, 9–13 June, 2008. Rostov-on-Don : YuNTs RAN, 2008, pp. 61–63. (in Russ.)]
 3. Бондаренко А. В. Видовое и эколого-географическое разнообразие бентосных диатомовых водорослей крымского побережья Азовского моря // *Биоразнообразие и устойчивое развитие* : материалы науч.-практ. конф., Симферополь, 20–22 мая 2010 г. Симферополь : КНЦ, 2010. С. 19–21. [Bondarenko A. V. Vidovoe i ekologo-geograficheskoe raznoobrazie bentosnykh diatomovykh vodoroslei krymskogo poberezh'ya Azovskogo morya. In: *Bioraznoobrazie i ustoichivoe razvitiye* : materialy nauch.-praktich. konf., Simferopol, 20–22 May, 2010. Simferopol : KNTs, 2010, pp. 19–21. (in Russ.)]
 4. *Диатомовый анализ. Книга 3. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей* / ред. А. Н. Криштофович, А. И. Прошкина-Лавренко. Ленинград : Госиздат, 1950. 398 с. [*Diatomovyi analiz. Kniga 3. Opredelitel' iskopayemykh i sovremennykh diatomovykh vodoroslei* / A. N. Krishtofovich, A. I. Proshkina-Lavrenko (Eds). Leningrad : Gosizdat, 1950, 398 p. (in Russ.)]
 5. Еленкин А. А. *Синезелёные водоросли СССР*. Москва ; Ленинград : АН СССР, 1938. Вып. 1. 984 с. [Elenkin A. A. *Sinezelenye vodorosli SSSR*. Moscow ; Leningrad : AN SSSR, 1938, iss. 1, 984 p. (in Russ.)]
 6. Ковалёва Г. В. Систематический список микроводорослей бентоса и планктона прибрежной части Азовского моря и прилегающих водоёмов // *Современные проблемы альгологии* : материалы Междунар. науч. конф. и VII Школы по морской биологии, Ростов-на-Дону, 9–13 июня 2008 г. Ростов-на-Дону : ЮНЦ РАН, 2008. С. 174–192. [Kovaleva G. V. Sistemati-cheskii spisok mikrovodoroslei bentosa i planktona pribrezhnoi chasti Azovskogo morya i pilegayushchikh vodoemov. In: *Sovremennye problemy al'gologii* : materialy Mezhdunar. nauch. konf. i VII Shkoly po morskoi biologii, Rostov-on-Don, 9–13 June, 2008. Rostov-on-Don : YuNTs RAN, 2008, pp. 174–192. (in Russ.)]
 7. Кондратьева Н. В., Коваленко О. В., Приходькова Л. П. *Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вип. I. Синьозелені водорості – Cyanophyta. Ч. I. Загальна характеристика синьозелених водоростей. Клас хроококові водорості – Chroococcophyceae. Клас хамесифонові водорості – Chamaesiphonophyceae* / под общ. ред. Н. В. Кондратьевой. Киев : Наукова думка, 1984. 388 с. [Kondrat'yeva N. V., Kovalenko O. V., Prykhod'kova L. P. *Vyznachnyk prysnovodnykh vodorostei Ukrainskoi RSR. Iss. I. Synozeleni vodorosti – Cyanophyta. Pt. I. Zahalna kharakterystyka synozelenykh vodorostei. Klas khrookokovi vodorosti – Chroococcophyceae. Klas khamesyfonovi vodorosti – Chamaesiphonophyceae* / N. V. Kondratyeva (Ed.). Kyev : Naukova dumka, 1984, 388 p. (in Ukr.)]
 8. Корженевский В. В., Корженевская Ю. В. Синэкология сообществ сопки Одельнбурга. Булганакское грязевулканическое поле // *Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования* : материалы II Нац. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию кафедры экологии моря ФГБОУ ВО «КГМТУ», г. Керчь, 15–17 мая 2019 г. Симферополь, 2019. С. 584–587. [Korzhenevsky V. V., Korzhenevskaya Yu. V. Sinecology of communities of the Hill of Odelnburg. Bulganaksky mud-volcanic field. In: *Actual Problems of Biodiversity and Nature Management* : materials of the II National scientific-practical conference, dedicated to the 20th anniversary of the Marine Ecology Department of FGBOU VO “KGMTU”, Kerch, 15–17 May, 2019. Simferopol, 2019, pp. 584–587. (in Russ.)]
 9. Короткевич О. С. Диатомовая флора литорали Баренцева моря // *Труды Мурманского морского биологического института*. 1960. Вып. 1. С. 68–338. [Korotkevich O. S. Diatomovaya flora litoralі Barentseva morya. *Trudy Murmanskogo morskogo biologicheskogo instituta*, 1960, iss. 1, pp. 68–338. (in Russ.)]
 10. Медведева Л. А., Никулина Т. В. *Каталог пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России*. Владивосток : Дальнаука, 2014. 271 с.

- [Medvedeva L. A., Nikulina T. V. *Catalogue of Freshwater Algae of the Southern Part of the Russian Far East*. Vladivostok : Dal'nauka, 2014, 271 p. (in Russ.)]
11. Никулина Т. В. Водоросли горячих источников Курильских островов (Россия) // *Альгология*. 2010. Т. 20, № 3. С. 334–356. [Nikulina T. V. Biodiversity of algae of hot springs from Kuril Islands (Russia). *Al'gologia*, 2010, vol. 20, no. 3, pp. 334–356. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v12.i4.10>
 12. *Определитель пресноводных водорослей. Вып. 4. Диатомовые водоросли* / ред. А. И. Прошкина-Лавренко. Москва : Советская наука, 1951. 619 с. [*Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei. Iss. 4. Diatomovye vodorosli* / A. I. Proshkina-Lavrenko (Ed.). Moscow : Sovetskaya nauka, 1951, 619 p. (in Russ.)]
 13. Пицък Л. К. О качественном составе фитопланктона Азовского моря // *Труды Севастопольской биологической станции*. 1963. Т. 14. С. 71–89. [Pitsyk L. K. O kachestvennom sostave fitoplanktona Azovskogo morya. *Trudy Sevastopol'skoi biologicheskoi stantsii*, 1963, vol. 14, pp. 71–89. (in Russ.)]
 14. Попова Т. Г. *Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 7. Эвгленовые водоросли*. Москва : Советская наука, 1955. 282 с. [Popova T. G. *Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. Iss. 7. Evglenovye vodorosli*. Moscow : Sovetskaya nauka, 1955, 282 p. (in Russ.)]
 15. Попова Т. Г. *Флора планктонных криптогамных водорослей СССР. Euglenophyta*. Т. 8, № 1. Москва ; Ленинград : Наука, 1966. 412 с. [Popova T. G. *Flora planktonnykh kriptogamnykh vodoroslei SSSR. Euglenophyta*. Vol. 8, no. 1. Moscow ; Leningrad : Nauka, 1966, 412 p. (in Russ.)]
 16. Прошкина-Лавренко А. И. *Диатомовые водоросли бентоса Чёрного моря*. Москва ; Ленинград : Наука, 1963. 243 с. [Proshkina-Lavrenko A. I. *Diatomovye vodorosli bentosa Chernogo morya*. Moscow ; Leningrad : Nauka, 1963, 243 p. (in Russ.)]
 17. Рябушко Л. И. *Микрофитобентос Чёрного моря*. Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2013. 416 с. [Ryabushko L. I. *Microphytobenthos of the Black Sea*. Sevastopol : EKOSI-Gidrofizika, 2013, 416 p. (in Russ.)]
 18. Рябушко Л. И. *Потенциально опасные микроводоросли Азово-Черноморского бассейна*. Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. 288 с. [Ryabushko L. I. *Potentially harmful microalgae of the Azov and Black Sea basin* / V. I. Ryabushko (Ed.). Sevastopol : EKOSI-Gidrofizika, 2003, 288 p. (in Russ.)]
 19. Рябушко Л. И. Состояние изученности микрофитобентоса Аргентинских островов Антарктики // *Труды Белорусского государственного университета*, 2016. Т. 11, ч. 1. С. 337–350. [Ryabushko L. I. The state of knowledge microphytobenthos Argentine Islands of Antarctica. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, vol. 11, pt. 1, pp. 337–350. (in Russ.)]
 20. Рябушко Л. И., Бегун А. А. *Диатомовые водоросли микрофитобентоса Японского моря (сводный список и атлас)* : в 2-х т. Т. 2. Севастополь : ПК «КИА», 2016. 324 с. [Ryabushko L. I., Begun A. A. *Diatoms of Microphytobenthos of the Sea of Japan (Synopsis and Atlas)* : in 2 vols. Vol. 2. Sevastopol : PK "KIA", 2016, 324 p. (in Russ.)]
 21. Рябушко Л. И., Бондаренко А. В. *Микроводоросли планктона и бентоса Азовского моря (чек-лист, синонимика, комментарий)*. Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. 211 с. [Ryabushko L. I., Bondarenko A. V. *Microalgae of the Plankton and Benthos of the Sea of Azov (Check-list, Synonymics, and Comment)*. Sevastopol : EKOSI-Gidrofizika, 2011, 211 p. (in Russ.)]
 22. Рябушко Л. И., Шадрин Н. В. Первая находка микроводорослей рода *Trachelomonas* Ehrenberg, 1834 (Euglenophyta) в кратере активного грязевого вулкана (Керченский п-ов, Крым) // *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии* : сб. науч. ст. по материалам XVII междунар. конф., Барнаул, 24–27 мая 2018 г. Барнаул : Изд-во Алтайского госуниверситета, 2018. С. 124–127. [Ryabushko L. I., Shadrin N. V. The first discovery of microalgae of the genus *Trachelomonas* Ehrenberg, 1834 (Euglenophyta) in the crater of an active mud volcano (Kerch Peninsula, Crimea). In: *Problemy botaniki Yuzhnoi Sibiri i Mongolii* : sb. nauch. statei po materialam XVII mezhdunar. konf. (Barnaul, 24–27 May, 2018). Barnaul : Izd-vo Altaiskogo gos. universiteta, 2018, pp. 124–127. (in Russ.)]
 23. Садогурская С. А. Флора Cyanophyta супралиторали Казантипского природного заповедника (Азовское море) // *Труды Никитского ботанического сада*. 2001. Т. 120. С. 124–131. [Sadogurskaya S. A. Flora Cyanophyta supralitorali Kazantipskogo prirodnogo zapovednika (Azovskoe more). *Trudy Nikitskogo botanicheskogo sada*, 2001, vol. 120, pp. 124–131. (in Russ.)]

24. Сафонова Т. А. *Эвгленовые водоросли Западной Сибири*. Новосибирск : Наука, 1987. 192 с. [Safonova T. A. *Evglenovye vodorosli Zapadnoi Sibiri*. Novosibirsk : Nauka, 1987, 192 p. (in Russ.)]
25. Шнюков Е. Ф., Соболевский Ю. В., Гнатенко Г. И., Науменко П. И., Кутний В. А. *Грязевые вулканы Керченско-Таманской области. Атлас*. Киев : Наукова думка, 1986. 152 с. [Shnyukov E. F., Sobolevskii Yu. V., Gnatenko G. I., Naumenko P. I., Kutnii V. A. *Gryazevye vulkany Kerchensko-Tamanskoi oblasti. Atlas*. Kiev : Naukova dumka, 1986, 152 p. (in Russ.)]
26. Ярушина М. И., Танаева Г. В., Еремкина Т. В. *Флора водорослей водоёмов Челябинской области*. Екатеринбург : УрО РАН, 2004. 308 с. [Yarushina M. I., Tanaeva G. B., Eremkina T. V. *Flora vodoroslei vodoemov Chelyabinskoi oblasti*. Ekaterinburg : UrO RAN, 2004, 308 p. (in Russ.)]
27. Álvarez C. M. Catálogo de las algas continentales españolas. II. Craspedophyceae, Cryptophyceae, Chrysophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Haptophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae, Xanthophyceae. *Acta Botanica Malacitana*, 1984, vol. 9, pp. 27–40.
28. Ayce V. Check-list of the freshwater algae of Turkey. *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment*, 2005, vol. 11, pp. 1–124.
29. Balech E. Three new species of the genus *Alexandrium* (Dinoflagellata). *Transactions of the American Microscopical Society*, 1994, vol. 113, no. 2, pp. 216–220. <https://doi.org/10.2307/3226651>
30. Brosnan S., Brown J. P., Farmer M. A., Triemer R. E. Morphological separation of the euglenoid genera *Trachelomonas* and *Strombomonas* (Euglenophyta) based on lorica development and posterior strip reduction. *Journal of Phycology*, 2005, vol. 41, iss. 3, pp. 590–605. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2005.00068.x>
31. Caraus I. *The algae of Romania. A Distributional Checklist of Actual Algae*. Version 2.3. Bacău: Universitatea Bacău, 2012, 809 p. <http://www.vliz.be/imisdocs/publications/270678.pdf>
32. Guiry M. D., Guiry G. M. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication. Galway: National University of Ireland, 2018. URL: <https://www.algaebase.org> (accessed 30.08.2019).
33. Day S. A., Wickham R. P., Entwisle T. J., Tyler P. A. *Bibliographic Check-list of Non-marine Algae in Australia*. Canberra : Australian Biological Resources Study, 1995, 276 p. (Flora of Australia Supplementary Series ; 4).
34. Hällfors G. *Checklist of Baltic Sea Phytoplankton Species (Including Some Heterotrophic Protistan Groups)*. Helsinki : Baltic Marine Environment Protection Commission, 2004, 210 p. (Baltic Sea Environment Proceedings ; no. 95).
35. Hasle G. R. *Nitzschia pungiformis* (Bacillariophyceae), a new species of the *Nitzschia seriata* group. *Norwegian Journal of Botany*, 1971, vol. 18, pp. 139–144.
36. Hendey N. I. *An Introductory Account of the Smaller Algae of British Coastal Waters. Part 5. Bacillariophyceae (Diatoms)*. Koenigstein : Otto Koeltz Science Publishers, 1976, 317 p. (Fishery Investigations ; Series 4).
37. Hu H., Wei Y. *The Freshwater Algae of China. Systematics, Taxonomy, and Ecology*. Beijing : Science Press, 2006, 1023 p. (in Chinese).
38. Komárek J., Anagnostidis K. *Cyanoprokaryota. Teil 1 / Part 1. Chroococcales. Süßwasserflora von Mitteleuropa*. [Berlin] : SpringerSpektrum, 2008, 548 p. (Süßwasserflora von Mitteleuropa ; Bd. 19/1).
39. Krammer K., Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae. Teil 2 / Part 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. [Stuttgart] : SpringerSpektrum, 1988, 610 p. (Süßwasserflora von Mitteleuropa ; vol. 2/2).
40. Kuylenstierna M. *Benthic Algal Vegetation in the Nor-dre Älv Estuary (Swedish West Coast)*. [Dissertation]. Göteborg, Sweden : Department of Mar. Bot. University of Göteborg, 1989, vol. 1, 244 p.
41. Kuylenstierna M. *Benthic Algal Vegetation in the Nor-dre Älv Estuary (Swedish West Coast)*. [Dissertation]. Göteborg, Sweden : Department of Mar. Bot. University of Göteborg, 1990, vol. 2 [plates], 76 p.
42. Murakami Y., Oshima Y., Yasumoto T. Identification of okadaic acid as a toxic component of a marine dinoflagellate *Prorocentrum lima*. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish*, 1982, vol. 48, iss. 1, pp. 69–72. <https://doi.org/10.2331/suisan.48.69>
43. Pham M. N., Tan H. T. W., Mitrovic S., Yeo H. H. T. *A checklist of the algae of Singapore*. 2nd edition. Singapore : Raffles Museum of Biodiversity Research, National University of Singapore, 2011, 100 p.
44. Prescott G. W. *Algae of the Western Great Lakes Area*. With an illustrated key to the genera of desmids and freshwater diatoms. Revised [second] edition. Dubuque, Iowa : Wm. C. Brown Company Publishers, 1962, 977 p.

45. Reimann B. E. F., Lewin J. C. The diatom genus *Cylindrotheca* Rabenhorst (with a reconsideration of *Nitzschia closterium*). *Journal of the Royal Microscopical Society*, 1964, vol. 83, iss. 3, pp. 283–296. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2818.1964.tb00542.x>
46. Ryabushko L. I., Balycheva D. S., Bondarenko A. V., Zheleznova S. N., Begun A. A., Stonik I. V. Different aspects of studying a diatom *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann et Lewin 1964 in natural and laboratory conditions. *Morskoy biologicheskij zhurnal*, 2019, vol. 4, no. 2, pp. 52–63. <http://doi.org/10.21072/mbj.2019.04.2.06>
47. Schirshov P. P. Über zwei interessante Algen aus dem fluss Kodyma (Nebenfluss des Süd-Bug). *Die Nachrichten der Hydrobiologischen Station zu Dnjeppetrowsk*, 1930, I, pp. 195, fig. 2.
48. Svirenko D. Zur Kenntnis der russischen Algenflora, I. Die Euglenaceen Gattung *Trachelomonas*. *Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde*, 1914, vol. 9, pp. 630–647.
49. Taylor F. J. R., Fukuyo Y., Larsen J. Taxonomy of Harmful Dinoflagellates. In: G. M. Hallegraeff, D. M. Anderson, A. D. Cembella (Eds). *Manual on Harmful Microalgae*. 2nd revised edition. Paris : UNESCO Publ., 2003, pp. 389–433. (Monographs on Oceanographic Methodology ; 11).
50. Wolowski K., Walne P. L. *Strombomonas* and *Trachelomonas* species (Euglenophyta) from south-eastern USA. *European Journal of Phycology*, 2007, vol. 42, iss. 4, pp. 409–431. <https://doi.org/10.1080/09670260701702508>

MICROALGAE OF MUD VOLCANO OF THE BULGANAK SOPOCHNOE FIELD ON THE CRIMEAN PENINSULA

L. I. Ryabushko and A. V. Bondarenko

A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation
E-mail: larisa.ryabushko@yandex.ua

Mud volcanoes are one of unique natural phenomena widely spread around the world. They can be found in Crimea, including the Bulganak sopochnoe field – the largest cluster of active mud volcanoes on the peninsula (45°25'29.04"N, 36°27'51.64"E). Study of mud volcano microalgae in Crimea, as well as in other regions of Russia, has not been conducted so far. Therefore, scientific interest is caused by need and urgency of the study of these volcanoes. First data on microalgae species composition of active mud volcanoes are presented in this article. Samples collected by O. Yu. Eremin (03.08.2012 and 13.04.2013) in the upper 2–3-cm layer of suspension and in surface water were investigated. The ranges of salinity and water temperature were 27–32 g per L and +28...+31 °C, respectively. Microalgae species composition was determined in water preparations using Axioskop 40 (Carl Zeiss) light microscope at magnification of 10×40 with software AxioVision Rel. 4.6. Totally 16 taxa were found: Cyanobacteria (1), Dinophyta (2), Bacillariophyta (6), and Euglenophyta (7). Of these, cyanobacteria *Chamaecalyx swirenkoi* (Schirshov) Komárek et Anagnostidis, 1986 was found by us in the mud volcano in August 2012. Pennate species of diatoms were also identified – single living (of genera *Cylindrotheca* (Ehrenberg) Reimann & J. C. Lewin, *Lyrella* Karajeva, and *Nitzschia* Hassall) and colonial species (of genera *Berkeleya* Greville and *Pseudo-nitzschia* H. Peragallo). The brackish-water, benthic, boreal-tropical species *Nitzschia thermaloides* Hustedt was recorded for the algal flora of Crimea, the Black Sea, and the Sea of Azov for the first time. Euglenophytes were also found in the samples – 5 species of the genus *Trachelomonas* Ehrenberg and 2 species of the genus *Strombomonas* Deflandre. Of all the species found in the mud volcano ecotope, 7 species are common for the Black Sea, and 9 species, including 3 euglenophytes, are common for the Sea of Azov. It is shown that by characteristics of halobility, species found in the mud volcano belong to fresh-water complex (53 %), with a significant share of marine (27 %) and brackish-water (20 %) species. Of the phytogeographic flora elements, boreal species make up 33 %, boreal-tropical – 47 %, and cosmopolites – 20 %. Three species of potentially toxic algae are recorded: diatom *Pseudo-nitzschia prolongatoides* (Hasle) Hasle, 1993, as well as dinophytes *Prorocentrum lima* (Ehrenberg) Dodge, 1975 and *Alexandrium tamiyavanichii* Balech, 1994. The last species is marine, boreal-tropical, and new to the algology of Crimea, the Black Sea, and the Sea of Azov. In the article, own and literary data on morphology, ecology, and phytogeography of species, as well as on their general distribution in different waterbodies of the world, are also presented. Some microalgae species are indicators of saprobity; they are able to participate in purification of water from organic substances. Photos of mud volcanoes and micrographs of some species are presented.

Keywords: microalgae, euglenophytes, diatoms, dinophytes, mud volcano, Crimean Peninsula