ISSN 0568-5435

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. В. Л. КОМАРОВА

ACADEMIA SCIENTIARUM ROSSICA
INSTITUTUM BOTANICUM NOMINE V. L. KOMAROVII

НОВОСТИ СИСТЕМАТИКИ НИЗШИХ РАСТЕНИЙ

ТОМ 47

NOVITATES SYSTEMATICAE PLANTARUM NON VASCULARIUM

TOMUS XLVII

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
Санкт-Петербург
2013

О. В. Анисимова **O. V. Anissimova**

МЕЛКИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛИ РОДА COSMARIUM (CONJUGATOPHYCEAE, DESMIDIALES) ИЗ ДВУХ СФАГНОВЫХ БОЛОТ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

SOME SMALL-SIZED COSMARIUM (CONJUGATOPHYCEAE, DESMIDIALES) FROM SPHAGNUM BOGS OF MOSCOW REGION

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
Биологический факультет
199991, Москва, Воробьевы горы, д. 1, стр. 12
flora_oa@mail.ru

В результате исследований проб обрастаний, собранных автором в разные сезоны с 1997 по 2011 г. в двух болотах Московской области на территории Звенигородской биологической станции, выявлено 25 видов и разновидностей рода *Cosmarium*, девять из них — новые для области. Исследование орнаментации клеточной стенки мелких видов *Cosmarium* с использованием методов световой и сканирующей электронной микроскопии позволило уточнить имевшиеся описания таксонов. Приведены оригинальные описания, фотографии и рисунки водорослей.

Ключевые слова: десмидиевые водоросли, *Cosmarium*, систематика, клеточная стенка, сфагновые болота.

Algae samples were collected during different seasons from 1997 to 2011 in two swamps located at Zvenigorod Biological Station in Moscow Region. There were found 25 *Cosmarium* species and varieties, 9 taxa of them being new to the region. Descriptions of the taxa were specified by observation of cell wall ornamentation with light and scanning electron microscopy. Original descriptions, photos and drawings of algae are presented.

Keywords: algae, desmids, *Cosmarium*, biosystematics, cell wall, sphagnum bogs.

Десмидиевые водоросли — наиболее богато представленная группа микроскопических водных растений в болотах верхового и переходного типа. Несмотря на то что морфологию этих водорослей изучают более чем 200 лет, остаются сложности при идентификации многих видов. Молекулярно-филогенетические исследования показали, что морфологические признаки, традиционно используемые в таксономии конъюгат, малопригодны, но отсутствие других критериев вынуждает продолжать применение морфологического критерия для идентификации видов (Melkonian et al., 1994; Gontcharov et al., 2003; Гончаров, 2009). В качестве одного из признаков, хорошо

разделяющих виды, используют орнаментацию клеточной стенки, но для клеток, размер которых не превышает 10–15 мкм, подробности строения в световом микроскопе (СМ) достоверно не различимы. Для мелкоразмерных форм привлекают методы сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Одним из первых исследований в этом направлении была работа S. B. Gough с соавт. (1976), в которой показан ряд методов приготовления препаратов. Дальнейшее изучение десмидиевых с помощью СЭМ позволило уточнить имевшиеся данные об орнаментации клеток и выявить ряд признаков, которые дают возможность разграничивать сходные по морфологии таксоны (Coesel, 1984; Yinxin, 1991; Štastný, Kouwets, 2012).

Материалом для нашей работы послужили пробы обрастаний, собранные автором во все сезоны в период с 1997 по 2011 г. в двух болотных массивах Московской обл. на территории Звенигородской биологической станции (ЗБС) МГУ им. М. В. Ломоносова: Шараповском переходном (55°40′49″ с. ш., 36°44′44″ в. д.) и Волковском верховом (55°40′07″ с. ш., 36°42′43″ в. д.). Определение живых и фиксированных формалином водорослей проводили с использованием светового (Leica DM1000) и сканирующего электронного (Jeol JSM-6308LA) микроскопов по классическим определителям (Паламарь-Мордвинцева, 1982; Dillard, 1993; Lenzenweger, 1999; Coesel, Meesters, 2007). Оценка частоты встречаемости дана по шкале, предложенной С. М. Вислоухом (Кордэ, 1956). Препараты для СЭМ готовили путем обезвоживания отмытого от формалина материала в возрастающей серии спиртов (30°, 50°, 70°, 96°) по 10 мин с последующим перемещением в 100%-ный ацетон. Сушку производили на воздухе при комнатной температуре. На готовые препараты напыляли сплав платины и палладия на установке IB-3 Ion Coater.

В настоящее время для Московской обл. по данным литературы (Усачева, 2002) известно 273 таксона конъюгат, из которых 60 принадлежат к роду *Cosmarium.* В исследованных болотах нами обнаружено 25 видов *Cosmarium*, из них 9 таксонов — мелкоразмерные представители с линейными размерами не более 20–22 мкм. Изучение представителей рода с помощью СЭМ позволило уточнить строение их клеточной оболочки и провести их идентификацию. Ниже приведены оригинальные описания и иллюстрации мелкоразмерных *Cosmarium* с указанием встречаемости в болотах ЗБС, все виды впервые указываются для водоемов Московской обл.

Cosmarium blyttii Wille var. **novae-sylvae** West et G. S. West, 1897, J. Roy. Microscop. Soc.: 489, pl. 6, fig. 10.

Клетки почти квадратные или слегка вытянутые в длину, с глубоким линейным синусом, закрытым на большей части, 17.9–20.3 мкм дл., 16.3–17.3 мкм шир., перешеек 4.2–6.1 мкм шир., отношение длины клеток к ширине 1.1–1.2. Полуклетки полукруглые, с усеченными боковыми сторонами. Верхушка слегка волнистая, боковые стороны волнисты более отчетливо. Центр полуклеток снабжен гранулой, которая окружена со стороны перешейка еще 4–5 более мелкими гранулами. Орнаментация клеточной стенки состоит из нескольких почти концентрических рядов гранул. Сверху клетки эллипсоидно-овальные со срединным выступом с каждой стороны. — Рис. 1, *1*; табл. I, *1, 2*.

Отличается от *C. subprotumidum* Nordst., *C. boeckii* Wille и *C. subcostatum* Nordst. меньшими размерами клетки, от *C. vogesiacum* Lemaire — числом гранул в центре полуклетки.

В предыдущих наших работах (Анисимова и др., 2005, 2011; Анисимова, Дмитриева, 2011) ошибочно указан как *C. subprotumidum.*

Шараповское болото, все сезоны, единично и редко.

Cosmarium cf. **cymatonotophorum** W. West, 1892, J. Roy. Microscop. Soc.: 726, pl. 9, fig. 23.

Клетки почти равные по длине и ширине: 10–12 мкм, перешеек 3.1–5.2 мкм шир., отношение длины клеток к ширине 1.0–1.1. Синус широко открытый, конический. Полуклетки почти прямоугольные, с широкой, слабо округленной верхушкой и скошенными боками. Клеточная оболочка с небольшими бородавками, расположенными правильными рядами вокруг углов, в середине полуклетки с более крупным бородавчатым выростом. Сверху клетки эллиптические, с крупным бородавчатым выростом по бокам; на вершине и боковых сторонах расположены по четыре мелких бородавки; сбоку круглые с выступающими двумя крупными бородавчатыми выростами и парой мелких бородавок на верхушке каждой полуклетки. — Рис. 1, *2*; табл. I, *3, 4*.

Отличается от *C. prominulum* Racib. меньшим размером клеток, от *C. regnesii* Reinsch — орнаментацией оболочки и формой синуса (Dingley, 2001). Электронно-микроскопическое исследование материала выявило ряд признаков, не указанных в диагнозах (West, 1892; Паламарь-Мордвинцева, 1982; Lenzenweger, 1999), что вызывает сомнение в точности нашего определения, но, учитывая признаки изученных клеток в сравнении с иллюстрациями в современных статьях (Dingley, 2001), наибольшее сходство наблюдается с *C. cymatonotophorum*.

Шараповское и Волковское болота, все сезоны, единично и редко.

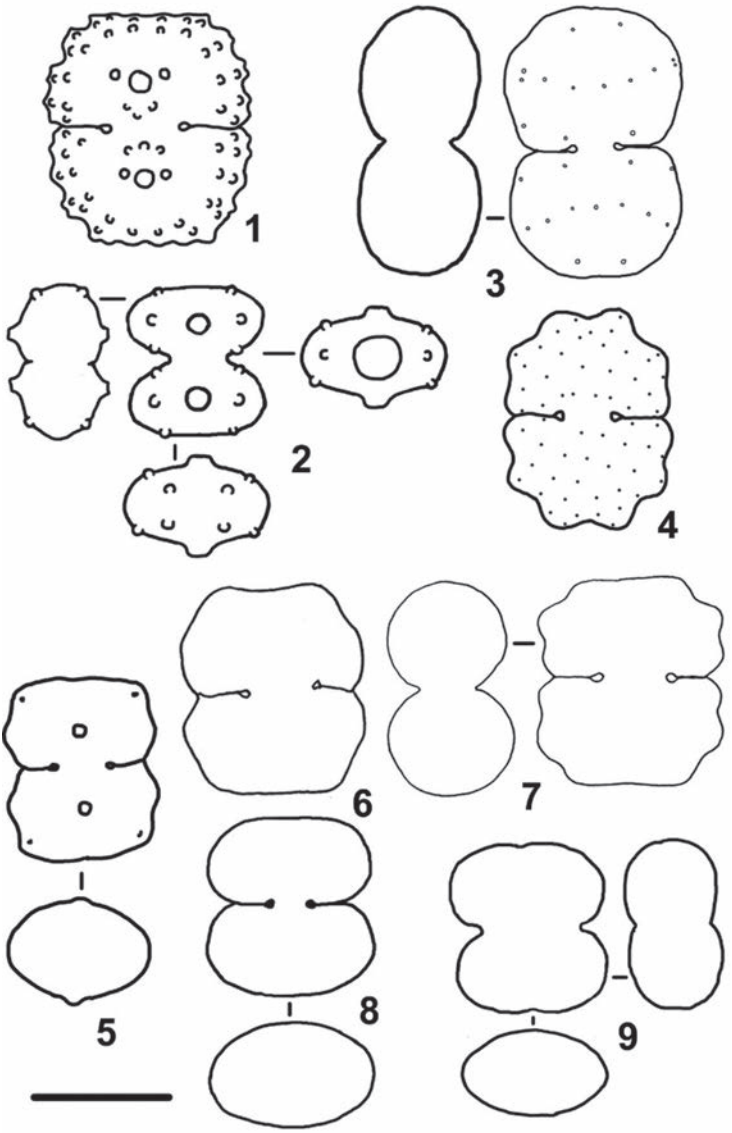

Рис. 1. *1 — Cosmarium blyttii* var. *novae-sylvae*; *2 — Cosmarium* cf. *cymatonotophorum*; *3 — C. difficile*; *4 — C. impressulum*; *5 — C. quadratulum* var. *boldtii*; *6 — C. regnellii* var. *regnellii*; *7 — C. regnellii* var. *pseudoregnellii*; *8 — C. tenue*; *9 — C. tinctum* var. *intermedium*. СМ.

Масштабная линейка: 10 мкм.

C. difficile Lütkemüller, 1893, Verh. K. K. Zool.-Bot. Ges. Wien, 42: 551, pl. 8, fig. 3.

Клетки почти прямоугольные, вытянутые в длину, 12.7–21.1 мкм дл., 12.7–18.9 мкм шир., перешеек 2.1–4.3 мкм шир., отношение длины клеток к ширине 1.5. Синус глубокий, линейный, закрытый на большем своем протяжении. Полуклетки прямоугольные, с широко округленной верхушкой с небольшой ямкой в центре и округленными в верхней части и скошенными в нижней части боками, сбоку почти шестиугольные, сверху эллиптические. Клеточная оболочка мелкоячеистая с крупными порами, которые расположены несколькими концентрическими рядами: в средней части 7–9 пор, у верхушки и перешейка — по 3–4 поры. — Рис. 1, *3*; табл. I, *5*.

От приведенных в литературе описаний наши экземпляры отличаются меньшим размером клеток.

Шараповское и Волковское болота, все сезоны, нередко.

C. impressulum Elfvig, 1881, Acta Soc. Fauna Fl. Fenn. 2(2): 13, pl. 1, fig. 9.

Клетки почти прямоугольные, слегка вытянутые в длину, округлых очертаний с широковолнистыми краями, 17.9–21 мкм дл., 11.6–14.7 мкм шир., перешеек 4.2–4.6 мкм шир., отношение длины клеток к ширине 1.4–1.5. Синус глубокий, линейный, закрытый на большем своем протяжении. Полуклетки полукруглые с шестью выступающими волнами (по две на боковых сторонах и верхушке), сбоку широкоэллиптические, сверху эллиптические. Клеточная оболочка мелкоячеистая, в СМ кажется гладкой. Поры мелкие, равномерно расположенные по всей поверхности клетки. — Рис. 1, *4*; табл. I, *6*.

От *C. undulatum* отличается меньшими размерами и меньшим числом волн по краю клетки.

Шараповское и Волковское болота, поздней осенью, единично.

C. quadratulum (Gay) De Toni var. **boldtii** (Messikommer) Krieger et Gerloff, 1965, Gatt. Cosmarium: 190.

Клетки почти квадратные, 14.1–16.9 мкм дл., 10.9–13.6 мкм шир., перешеек 2.3–3 мкм шир., отношение длины клеток к ширине 1.2–1.3. Синус узколинейный, со слабо расширяющейся верхушкой. Полуклетки прямоугольные, с вогнутой широкой верхушкой, вздутыми у основания боками, срезанными верхними углами, с крупным бородавчатым вздутием в центре, сбоку округлые, сверху широкоэллиптические с бородавчатым вздутием с каждой стороны. Оболочка гладкая. Поры мелкие, редко расположенные. — Рис. 1, *5*; табл. II, *1*.

Таксон очень сходный с некоторыми мелкоразмерными представителями *Cosmarium* и *Euastrum* (*C. trilobatum* Reinsch, *C. laevii* Rabenh., *E. coeseli* Kouwets и *E. validum* West et G. S. West).

Шараповское болото, все сезоны, единично и редко.

C. regnellii Wille, 1884, Bih. Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. 8(18): 16, pl. 1, fig. 34. — Var. **regnellii.**

Клетки почти квадратные, глубоко перетянутые, 15.6–16.2 мкм дл., 12.1–13.1 мкм шир., перешеек 2.4–2.7 мкм шир., отношение длины клеток к ширине 1.2. Синус закрытый, линейный со слабо расширяющейся верхушкой. Полуклетки шестиугольные, с прямой верхушкой с округленными углами и вздутыми боковыми сторонами, сбоку округлые, сверху эллиптические. Клеточная оболочка мелкоячеистая, в СМ кажется гладкой. Поры мелкие, часто расположенные. — Рис. 1, *6*; табл. II, *2*.

Шараповское болото, все сезоны, единично.

C. regnellii var. **pseudoregnellii** (Messikommer) Krieger, 1943, Ber. Deutsch. Bot. Ges. 61: 269.

Клетки 14.8–16.4 мкм дл., 12.1–13.7 мкм шир., перешеек 4.5–4.8 мкм шир., отношение длины клеток к ширине 1.2–1.3. — Рис. 1, *7*; табл. II, *3*.

Отличается от типовой разновидности полуклетками с прямой или слегка вогнутой верхушкой и двуволнистыми боками: часто верхний бугор выступает над нижним.

Шараповское и Волковское болота, все сезоны, нередко.

C. tenue W. Archer, 1868, Quart. J. Microscop. Sci., ser. 2, 8: 293.

Клетки почти квадратные, 12–15 мкм дл., 10–12 мкм шир., перешеек 3–4 мкм шир., отношение длины клеток к ширине 1.2–1.3. Клетки глубоко перетянутые, синус узкий, открывающийся только на верхушке. Полуклетки поперечно-эллиптические, с плоской верхушкой, с небольшой ямкой в центре и округленными, слегка вздутыми боками, сбоку почти круглые, сверху эллиптические. Клеточная оболочка мелкоячеистая, в СМ кажется гладкой. Поры мелкие, редко расположенные. — Рис. 1, *8*; табл. II, *4*.

Шараповское болото, все сезоны, редко.

C. tinctum Ralfs var. **intermedium** Nordst. 1887, Bot. Not.: 162.

Клетки почти квадратные, 9.5–10.5 мкм дл. и шир., перешеек 5.7–6.7 мкм шир., отношение длины клеток к ширине 1.0–1.1. Клетки умеренно перетянутые, синус мелкий, открытый, широковыемчатый. Полуклетки с плоской или слегка вогнутой верхушкой и округленны-

ми углами, сбоку округлые, сверху эллиптические. Клеточная оболочка мелкобородавчатая, часто бурого цвета. Поры мелкие, густо расположенные. — Рис. 1, *9*; табл. II, *5, 6*.

Сходен со многими мелкими *Cosmarium* с открытым синусом, от которых отличается формой зигоспор (в наших пробах не обнаружены). От первоописания (Nordstedt, 1887) клетки из наших образцов отличаются выраженной мелкобородавчатой оболочкой и отсутствием вздутия в средней части полуклеток, от описания Г. М. Паламарь-Мордвинцевой (1982) — меньшими линейными размерами.

Шараповское и Волковское болота, летом, редко.

Автор выражает благодарность проф. P. F. M. Coesel за таксономические консультации и А. Н. Неретиной за помощь при обработке некоторых образцов. Исследования проведены на оборудовании Центра коллективного пользования МГУ им. М. В. Ломоносова при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ и при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 12-04-0128812).

Литература

Анисимова О. В., Дмитриева А. Н. Зигнемовые водоросли Шараповского болота (Московская обл.) // Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге. Екатеринбург, 2011. С. 82–87. — Анисимова О. В., Дмитриева А. Н., Кезля Е. М. К флоре конъюгат болот Звенигородской биологической станции // Тр. Звенигородской биол. ст. им. С. Н. Скадовского. Вып. 5. М., 2011. С. 46–52. — Анисимова О. В., Танченко Е. М., Романова О. Л. Альгофлора Волковского болота (Московская обл.) // Тр. Звенигородской биол. ст. Вып. 4. М., 2005. С. 142–153. — Гончаров А. А. Проблемы систематики конъюгат (Zygnematophyceae, Streptophyta) с точки зрения молекулярно-филогенических данных // Ботан. журн. 2009. Т. 97, № 10. С. 1417–1438. — Кордэ Н. В. Методика биологического изучения донных отложений озер (полевая работа и биологический анализ) // Жизнь пресных вод СССР. Т. 4, ч. 1. М.; Л., 1956. С. 385–413. — Паламарь-Мордвинцева Г. М. Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые // Определитель пресноводных водорослей СССР. Т. 11(2). Л., 1982. 620 с. — Усачева И. С. Водоросли водоемов Московской области. Основы изучения видового разнообразия. М., 2002. 140 с. — Coesel P. F. M. Taxonomic implications of SEM revealed cell wall sculpturing in some small-sized desmid species (Chlorophyta, Conjugatophyceae) // Acta Bot. Neerl. 1984. Vol. 33, № 4. P. 385–398. — Coesel P. F. M., Meesters K. [J.] Desmids of the Lowlands Mesotaeniaceae and Desmidaceae of the European Lowlands. Zeist, 2007. 351 p. — Dillard G. E. Freshwater algae of the Southeastern United States. Pt 4. Chlorophyceae: Zygnematales: Desmidiaceae

(Section 2) // Biblioth. Phycol. 1993. Bd 89. 166 p. — Dingley M. Desmids of New South Wales: New species and new records // Telopea. 2001. Vol. 9, № 3. P. 601–637. — Gontcharov A. A., Marin B., Melconian M. Molecular Phylogeny of Conjugating Green Algae (Zygnemophyceae, Streptophyta) Inferred from SSU rDNA Sequence Comparisons // J. Molec. Evol. 2003. Vol. 56. P. 89–104. — Gough S. B., Garvin T. W., Woelkerling W. J. On processing field and culture samples of desmids (Desmidiales, Chlorophyta) for scanning electron microscopy // Europ. J. Phycol. 1976. Vol. 11, № 3. P. 245–250. — Lenzenweger R. Desmidiaceen flora von Österreich. Teil 3: Gattung Cosmarium, Gattung Cosmocladium, Nachtrag zu Teil 2 (Gattung Staurastrum) // Biblioth. Phycol. 1999. Bd 104. 218 S. — Melkonian M., Surek B., Beemelmanns U., Bhattacharya D. Ribosomal RNA sequence comparisons demonstrate an evolutionary relationship between Zygnematales and charophytes // Pl. Syst. Evol. 1994. Vol. 191. P. 171–181. — Nordstedt O. Algologiska småsker. 4. Ukdrag ur ett arbete öfver de af Dr. S. Berggren på Nya Sealand och i Australien Samlade sötvàttebsakgerna // Bot. Not. 1887. P. 153–164. — Štastný J., Kouwets F. A. C. New and remarkable desmids (Zygnematophyceae, Streptophyta) from Europe: taxonomical notes based on LM and SEM observations // Fottea. 2012. Vol. 12, № 2. P. 293–313. — West W. Algae of the English Lake District // J. Roy. Microscop. Soc. 1892. P. 713–748. — Yinxin W. SEM study of cell walls of 24 desmids (Desmidiaceae, Chlorophyta) from China // Chin. J. Oceanol. Limnol. 1991. Vol. 9, № 3. P. 263–276.

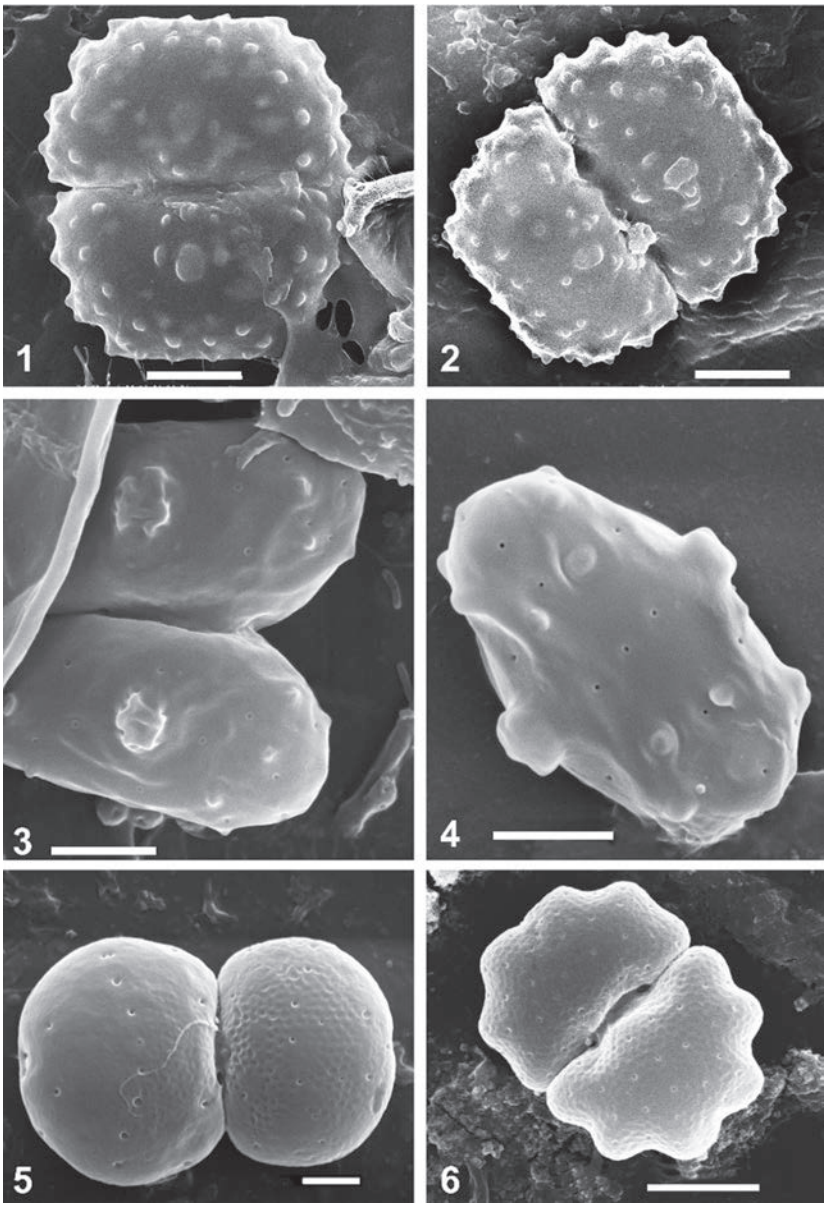

Таблица I. *1, 2 — Cosmarium blyttii* var. *novae-sylvae*; *3, 4 — Cosmarium* cf. *cymatonotophorum*; *5 — C. difficile*; *6 — C. impressulum*. СЭМ.
Масштабная линейка: *1, 2* — 5 мкм; *3–5* — 3 мкм; *6* — 6 мкм.

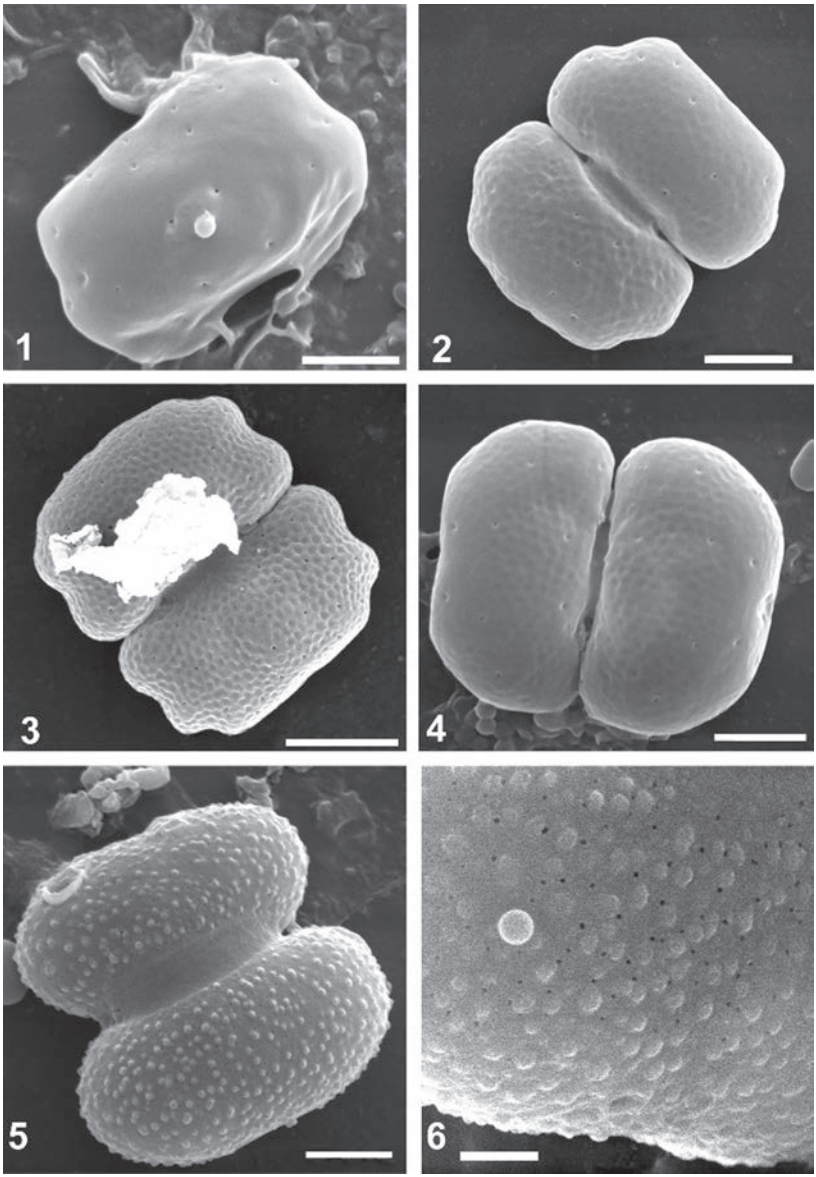

Таблица II. *1 — Cosmarium quadratulum* var. *boldtii*; *2 — C. regnellii* var. *regnellii*; *3 — C. regnellii* var. *pseudoregnellii*; *4 — C. tenue*; *5, 6 — C. tinctum* var. *intermedium*. СЭМ.

Масштабная линейка: *1, 2, 4, 5* — 3 мкм; *3* — 5 мкм; *6* — 1 мкм.