

СТОМАТОЦИСТЫ ЗОЛОТИСТЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ (CHRYSPHYTA) ВОДОЕМОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА “БУЗУЛУКСКИЙ БОР” (ЮГО-ВОСТОК ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ)

© 2023 г. М. Е. Игнатенко^{1,*}, Т. Н. Яценко-Степанова^{1,**}

¹Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН,
Оренбургский федеральный исследовательский центр
ул. Пионерская, 11, Оренбург, 460000, Россия

*e-mail: ignatenko_me@mail.ru

**e-mail: yacenkostn@gmail.com

Поступила в редакцию 05.12.2022 г.

После доработки 25.06.2023 г.

Принята к публикации 05.07.2023 г.

Представлены сведения о разнообразии стоматоцист золотистых водорослей водоемов национального парка “Бузулукский бор”, расположенного в Оренбургской и Самарской областях (юго-восток европейской части России). Выявлены 10 морфотипов стоматоцист, из которых стоматоциста 67, Van de Vijver et Beyens, 2000 впервые зарегистрирована на территории России и в третий раз в мире; для стоматоцисты 271, Gilbert et Smol in Gilbert et al., 1997 указано второе местонахождение в мире, ее первая находка также зарегистрирована на территории России. Для всех обнаруженных стоматоцист приводятся описания, микрофотографии и данные по их местонахождению. Полученные результаты дополняют сведения об экологии, ареалах и видовом богатстве золотистых водорослей России.

Ключевые слова: стоматоцисты, морфотип, Chrysophyta, сканирующая электронная микроскопия

DOI: 10.31857/S0006813623070025, **EDN:** EPJCSF

Chrysophyta – монофилетическая линия одноклеточных или колониальных гетероконтных водорослей, объединяющая около 1200 видов (Kristiansen, Škaloud, 2017). Они населяют пресноводные, солоновато-водные и морские местообитания (Němcová et al., 2016; Kristiansen, Škaloud, 2017; Gusev et al., 2020). Отличительной особенностью хризифитовых водорослей является способность к формированию в ответ на неблагоприятные условия окружающей среды эндогенных кремнистых стадий покоя – стоматоцист. Исследование стоматоцист Chrysophyta является важным направлением в изучении биоразнообразия данной группы водорослей, их экологии и биогеографии (Voloshko, 2016; Pang, Van de Vijver, 2021). Стоматоцисты широко используются и в палеоэкологических исследованиях в качестве индикаторов, демонстрирующих чувствительность к изменениям климата, pH воды, электропроводности, трофического статуса водоема, глубины залегания грунтовых вод (Bai et al., 2018; Pang, Van de Vijver, 2021).

Морфологическое разнообразие стоматоцист изучается по всему миру (Zeeb, Smol, 1993; Duff et al., 1995; Brown et al., 1997; Vorobyova et al., 1996;

Van de Vijver, Beyens, 2000; Cabała, Piątek, 2004; Piątek, Piątek, 2005, 2008; Wołowski et al., 2011, 2013; Pang, Wang, 2014; Pang, Van de Vijver, 2021). В России подобные исследования имеют фрагментарный характер. На сегодняшний день есть сведения о стоматоцистах лишь нескольких регионов, в том числе из Мурманской, Ярославской (Kapustin, Kapustina, 2018), Ленинградской (Voloshko, 2016; Shadrina, 2019, 2021), Вологодской (Kapustin et al., 2016), Челябинской (Snitko et al., 2018, 2019), Оренбургской (Ignatenko, Yatsenko-Stepanova, 2022; Ignatenko et al., 2022), Омской (Bazhenova et al., 2012; Bazhenova, Igoshkina, 2020; Bazhenova, 2021; Bazhenova, Kapustin, 2021), Иркутской (Vorobyova et al., 1996; Firsova, Likhoshway, 2006; Firsova et al., 2017) областей, Красноярского края (Firsova et al., 2019), республики Коми (Kapustin et al., 2019), Алтая (Bazhenova et al., 2012; Mitrofanova, 2018), Якутии (Gilbert et al., 1997; Firsova et al., 2020) и Бурятии (Firsova, Likhoshway, 2006; Firsova et al., 2017, 2018), города Санкт-Петербурга (Shadrina, Safronova, 2020).

Данная работа посвящена изучению стоматоцист Chrysophyta водоемов ФГБУ национальный парк “Бузулукский бор”, расположенного на тер-

Таблица 1. Характеристика точек сбора проб
Table 1. Characterization of sampling localities

№ пробы Sample number	Дата Date	Местоположение Locality	Координаты Coordinates	T, °C	pH	Соленость, ‰ Salinity, ‰
1	10.06.2020	пойменный водоем р. Колтубанка у пос. Лесной Самарской обл., официальное географическое название отсутствует Floodplain reservoir of the Koltubanka River near Lesnoi settlement, Samara Region; without an official placename	53°2'15.61"N, 51°54'2.25"E	18.2	7.35	0.213
2	11.06.2020	озеро Светлейшее, Оренбургская обл. Svetleishee Lake, Orenburg Region	53°0'6.42"N, 52°13'36.67"E	19.4	6.93	0.341
3	14.06.2020	зарастающее озеро в Самарской обл., официальное географическое название отсутствует Overgrown lake in the Samara Region; without an official placename	52°59'11.51"N, 51°59'55.97"E	19.1	7.81	0.259

ритории Оренбургской и Самарской областей (юго-восток европейской части России).

Национальный парк “Бузулукский бор” был образован в 2007 г. в целях сохранения и восстановления уникальных природных комплексов. Общая площадь парка составляет 106788,3 га. Возраст бора примерно 13000–14000 лет (Chibilev, 2000).

История исследования района Бузулукского бора насчитывает более чем 250 лет. На сегодняшний день изучены его геолого-геоморфологические, ландшафтные и климатические особенности, гидрогеологические условия, почвенный покров, флора и растительность, животный мир (Kin, 2009). Однако исследований автотрофных микроорганизмов водоемов Бузулукского бора ранее не проводилось, что и определило актуальность настоящей работы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужили отобранные в июне 2020 г. пробы воды, обрастаний камней и выжимок из высшей водной растительности из трех водоемов, расположенных на территории национального парка “Бузулукский бор” (табл. 1). Исследованные водоемы представляют собой малые по размерам и глубине (преобладающие глубины 30–50 см), зарастающие высшей водной растительностью озерца. В процессе сбора материала температуру воды и ее кислотность (pH) измеряли с помощью портативного анализатора pH/°C HI98127 (Hanna Instruments, Inc., USA), соленость — анализатором лабораторным серии АНИОН 4100 (Россия). Пробы фиксировали, добавляя 40%-ный раствор формальдегида.

При камеральной обработке собранных проб аликвоту сконцентрированного седиментационным методом образца отмывали от фиксатора дистиллированной водой с помощью центрифуги Microspin 12 (трехкратное центрифугирование при 3000 об./мин, 5 мин), наносили на СЭМ-столики и высушивали при комнатной температуре. Далее напыляли золотом с использованием ионно-плазменной напылительной установки Quorum Q150R S plus. Морфологию стоматоцист изучали с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на микроскопе Tescan Mira3 в Центре выявления и поддержки одаренных детей “Гагарин”, Оренбургская область.

Стоматоцисты идентифицировали с использованием атласов (Duff et al., 1995; Wilkinson et al., 2001; Firsova, Likhoshway, 2006; Bazhenova, 2021), статей (Zeeb, Smol, 1993; Brown et al., 1997; Vorobyova et al., 1996; Van de Vijver, Beyens, 2000; Cabała, Piątek, 2004; Piątek, Piątek, 2005, 2008; Wołowski et al., 2011, 2013; Pang, Wang, 2014; и др.) и монографий (Pla, 2001; Pang, Wang, 2017).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований в водоемах национального парка “Бузулукский бор” зарегистрировано 10 морфотипов стоматоцист золотистых водорослей, перечень которых приводится ниже:

1. Неорнаментированные стоматоцисты

Стоматоциста 1, Duff et Smol emend. Zeeb et Smol, 1993 (рис. 1, 1, 2).

Видовая принадлежность: неизвестна.

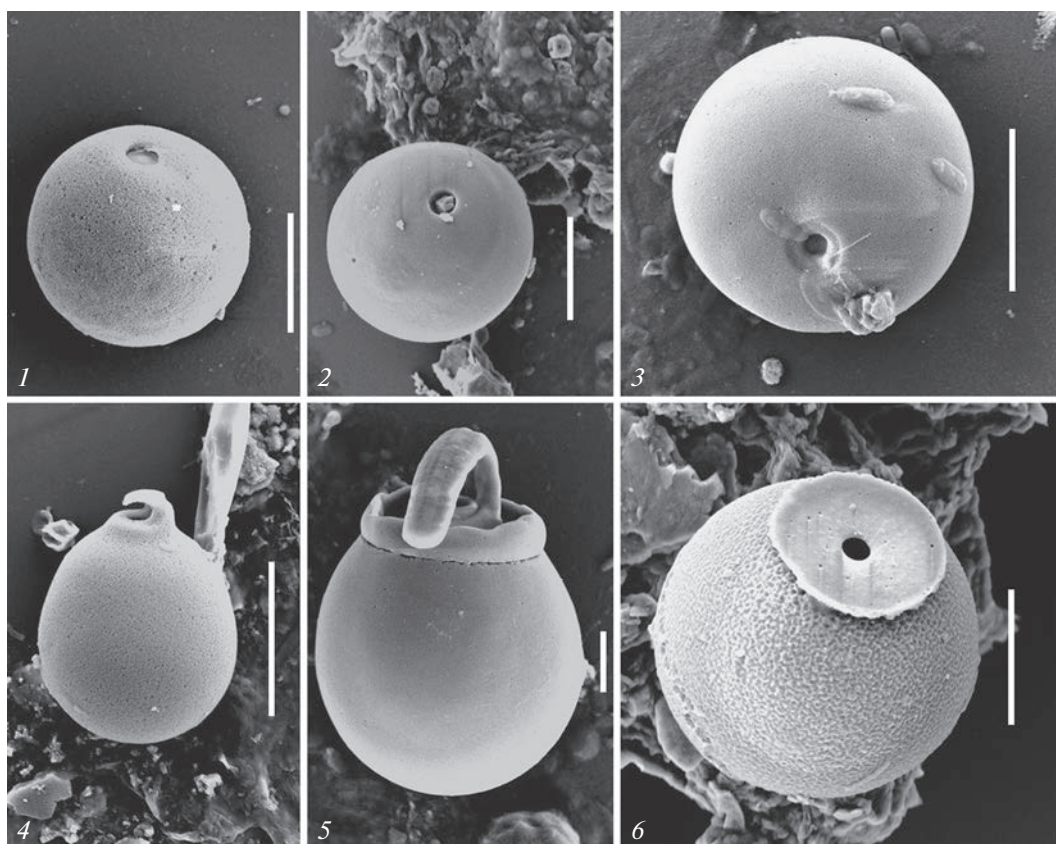


Рис. 1. Стоматоцисты с неорнаментированной поверхностью, выявленные в водоемах национального парка “Бузулукский бор” (СЭМ): 1, 2 – стоматоциста 1, Duff et Smol emend. Zeeb et Smol, 1993; 3 – стоматоциста 49, Duff et Smol, 1991 emend. Zeeb et Smol, 1993; 4 – стоматоциста 134, Duff et Smol in Duff et al., 1992; 5 – стоматоциста 135, Duff et Smol in Duff et al., 1992; 6 – стоматоциста 271, Gilbert et Smol in Gilbert et al., 1997. Масштабная линейка: 1–4, 6 – 5 мкм, 5 – 2 мкм.

Fig. 1. Unornamented stomatocysts observed in the reservoirs of the Buzulukskii Bor National Park (SEM): 1, 2 – stomatocyst 1, Duff et Smol emend. Zeeb et Smol, 1993; 3 – stomatocyst 49, Duff et Smol, 1991 emend. Zeeb et Smol, 1993; 4 – stomatocyst 134, Duff et Smol in Duff et al., 1992; 5 – stomatocyst 135, Duff et Smol in Duff et al., 1992; 6 – stomatocyst 271, Gilbert et Smol in Gilbert et al., 1997. Scale bar: 1–4, 6 – 5 μm , 5 – 2 μm .

Местонахождение: пробы № 1, № 3.

Количество наблюдаемых экземпляров: 9.

Описание: стоматоциста сферическая, диам. 7.5–9.9 мкм, с правильной порой 0.8–1.4 мкм в диам. Воротничок отсутствует. Поверхность стоматоцисты гладкая или микротекстурированная.

Распространение: Канада, США (Duff et al., 1995), испанская часть Пиренеев (Pla, 2001), Польша (Cabała, 2002; Wołowski et al., 2013), Россия (Firsova, Likhoshway, 2006; Voloshko, 2016; Firsova et al., 2019; Bazhenova, 2021), Китай (Pang, Wang, 2017; Bai et al., 2018), Камерун (Piątek, 2017), Остров Южная Георгия (Van de Vijver, Beyens, 1997).

Ранее К.Е. Duff и J.P. Smol (Duff, Smol, 1988) из отложений олиготрофного озера на острове Элсмир (Арктика) описали три морфотипа неорнаментированных сферических стоматоцист: стоматоциста 1, 9 и 15. Эти морфотипы позднее были переописаны (Zeeb, Smol, 1993). Указанные

выше стоматоцисты морфологически идентичны, отличия между ними определяются лишь морфометрическими признаками: диаметр цисты и поры и соотношение диаметра поры к диаметру цисты. Китайские исследователи (Pang, Wang, 2014) впоследствии посчитали подобные различия незначительными и объединили данные морфотипы в один – стоматоциста 1, Duff et Smol emend. Zeeb et Smol, 1993, расширив его диагноз. В виду вышесказанного, обнаруженные нами стоматоцисты соответствующей морфологии были идентифицированы как стоматоциста 1, Duff et Smol emend. Zeeb et Smol, 1993 согласно последней публикации (Pang, Wang, 2017).

**Стоматоциста 49, Duff et Smol, 1991 emend.
Zeeb et Smol, 1993 (рис. 1, 3).**

Видовая принадлежность: *Chrysosphaerella longispina* Lauterborn (Pang, Wang, 2017).

Местонахождение: проба № 3.

Количество наблюдаемых экземпляров: 3.

Описание: стоматоциста сферическая, 9.5–10.0 мкм в диам. Пора вогнутая (внешний диам. 1.7–1.8 мкм, внутренний диам. 0.8 мкм), окруженная вздутым псевдоаннулюсом. Воротничок отсутствует. Поверхность стоматоцисты гладкая.

Распространение: Канада, США (Duff et al., 1995), испанская часть Пиренеев (Pla, 2001), Польша (Cabała, 2002; Piątek, 2007), Румыния (Soróczki-Pintér et al., 2014), Россия (Voloshko, 2016; Shadrina, Safronova, 2020; Bazhenova, 2021), Китай (Pang, Wang, 2017), Остров Южная Георгия (Van de Vijver, Beyens, 1997).

Стоматоциста 134, Duff et Smol in Duff et al., 1992 (рис. 1, 4).

Видовая принадлежность: неизвестна.

Местонахождение: проба № 3.

Количество наблюдаемых экземпляров: 1.

Описание: стоматоциста почти сферической формы, 6.57 мкм × 6.65 мкм. Воротничок конический (апикальный диам. 2.0 мкм, выс. 0.5 мкм), с загнутым выступом. Пора не наблюдалась. Поверхность стоматоцисты гладкая.

Распространение: Канада, архипелаг Кергелен (Duff et al., 1995), Польша (Cabała, 2002), Россия (Gilbert et al., 1997), Китай (Pang, Wang, 2017; Bai et al., 2018).

Стоматоциста 135, Duff et Smol in Duff et al., 1992 (рис. 1, 5).

Видовая принадлежность: неизвестна.

Местонахождение: пробы № 1, № 3.

Количество наблюдаемых экземпляров: 16.

Описание: стоматоциста от овальной до почти сферической формы, 8.1–11.0 мкм × 6.7–9.5 мкм в диам. Отличается сложным строением воротничка. Пору окружает первичный конический воротничок 1.1–1.4 мкм в диам. Вторичный воротничок (диам. 2.4–2.7 мкм, выс. 0.9–1.1 мкм) имеет выступ, загибающийся внутрь и нависающий над порой. Третичный воротничок широкий (диам. 4.4–7.8 мкм, выс. 0.6–1.3 мкм), с ровным или волнистым краем. Третичный воротничок отделен от вторичного плоским аннулюсом шир. 1.6–1.9 мкм. Поверхность стоматоцисты гладкая.

Распространение: архипелаг Кергелен (Duff et al., 1995), США (Zeeb, Smol, 1993; Duff et al., 1995; Wołowski et al., 2011), Канада (Duff et al., 1995; Brown et al., 1997), Аргентина, Германия, Испания (Duff et al., 1995), Италия (Pang, Van de Vijver, 2021), Румыния (Soróczki-Pintér et al., 2014),

Польша (Piątek, Piątek, 2008), Украина (Kapustin, 2013), Россия (Gilbert et al., 1997; Firsova et al., 2018; Bazhenova, 2021; Ignatenko, Yatsenko-Stepanova, 2022; Ignatenko et al., 2022), Китай (Pang, Wang, 2014, 2017; Bai et al., 2018).

Стоматоциста 271, Gilbert et Smol in Gilbert et al., 1997 (рис. 1, 6).

Видовая принадлежность: неизвестна.

Местонахождение: проба № 1.

Количество наблюдаемых экземпляров: 1.

Описание: стоматоциста сферической формы, диам. 12.0 мкм. Воротничок очень низкий, цилиндрический, с широким плоским апексом. Апикальный диам. воротничка 7.0 мкм. Воротничок окружает правильную пору диам. 1.0 мкм. Поверхность стоматоцисты микротекстурированная.

Распространение: впервые этот морфотип был описан из торфяного керна в бассейне р. Лены на северо-востоке Сибири, Россия (Gilbert et al., 1997). В настоящем исследовании зафиксирована вторая находка стоматоцисты 271, Gilbert et Smol in Gilbert et al., 1997. Следует отметить, что на сегодняшний день указанный морфотип зарегистрирован только на территории России.

Найденный экземпляр соответствует протологу (Gilbert et al., 1997), отличаясь чуть меньшим диаметром поры (1.0 мкм против 1.2 мкм, соответственно).

II. Орнаментированные стоматоцисты

Стоматоциста 67, Van de Vijver et Beyens, 2000 (рис. 2, 1–3).

Видовая принадлежность: неизвестна.

Местонахождение: проба № 2.

Количество наблюдаемых экземпляров: 22.

Описание: стоматоциста сферическая, диам. 5.1–5.9 мкм со сложным воротничком. Первичный воротничок конический, диам. 0.89–1.14 мкм, окружает правильную пору диам. 0.44 мкм. Вокруг поры имеется вздутый псевдоаннулюс. Пору закрывает пробочка 0.52–0.74 мкм в диам. Вторичный воротничок цилиндрический (диам. 1.1–1.7 мкм и выс. 0.17–0.26 мкм). Поверхность стоматоцисты орнаментирована короткими шипиками.

Распространение: впервые данный морфотип был описан из водоема в районе залива Стромнесс (Strømness Bay), в северо-восточной части субантарктического острова Южная Георгия (South Georgia) (Van de Vijver, Beyens, 2000). Позднее он был зарегистрирован в водной выжимке из *Sphagnum* spp. из торфяного болота Татранского национального парка (Tatra National Park) Польши (Cabała, Piątek, 2004). Обнаруженные нами в национальном парке “Бузулукский бор” экзем-

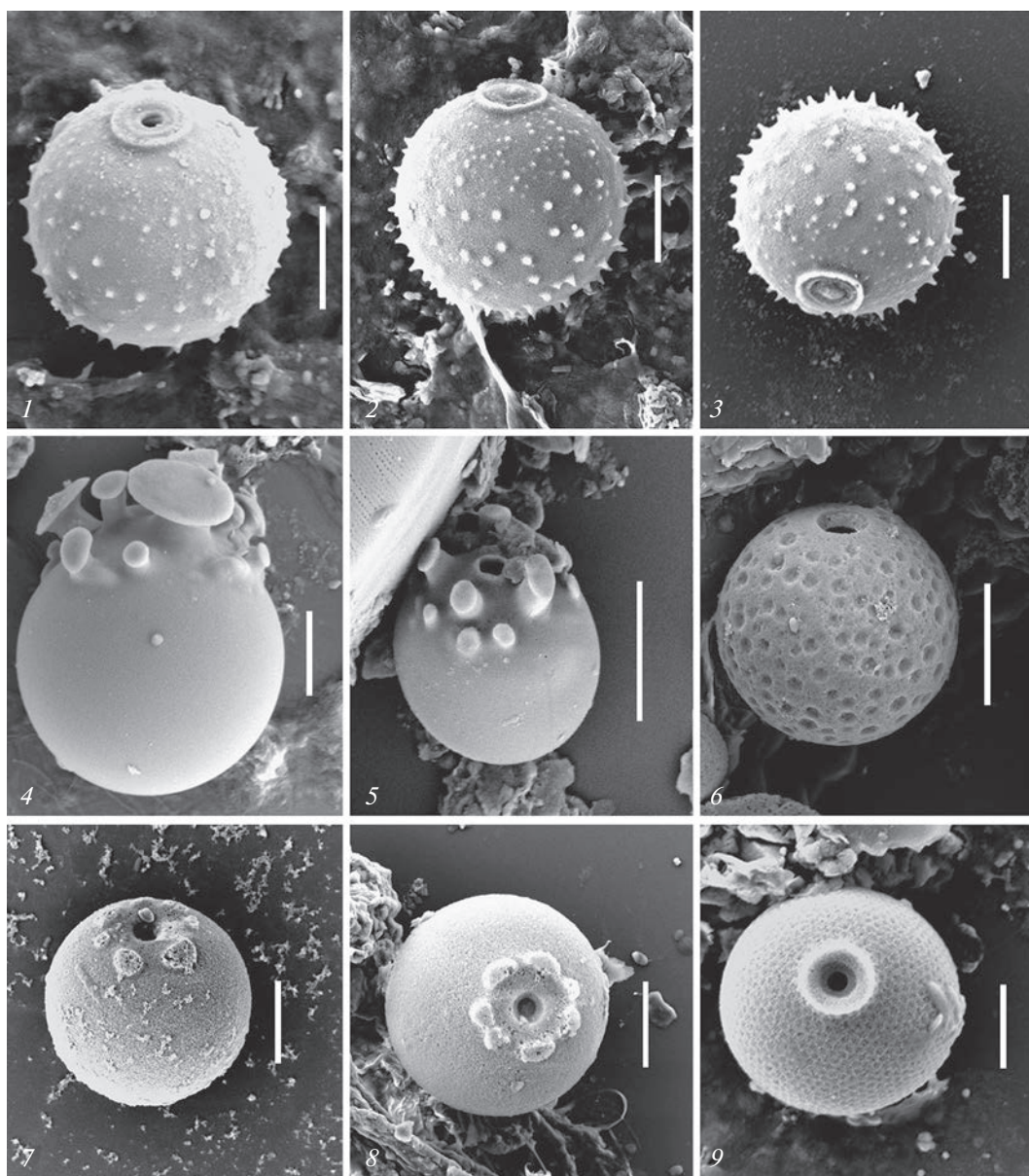


Рис. 2. Стоматоцисты с орнаментированной поверхностью, выявленные в водоемах национального парка “Бузулукский бор” (СЭМ): 1–3 – стоматоциста 67, Van de Vijver et Beyens, 2000; 4, 5 – стоматоциста 136, Duff et Smol in Duff et al., 1992 emend. Gilbert et Smol in Gilbert et al., 1997, *forma A*; 6 – стоматоциста 300, Gilbert et Smol in Gilbert et al., 1997; 7, 8 – стоматоциста 205, Duff et Smol, 1994; 9 – стоматоциста 11, Vorobyova et al., 1996. Масштабная линейка: 1–4, 9 – 2 мкм, 5–8 – 5 мкм.

Fig. 2. Ornamented stomatocysts observed in the reservoirs of the Buzulukskii Bor National Park (SEM): 1–3 – stomatocyst 67, Van de Vijver et Beyens, 2000; 4, 5 – stomatocyst 136, Duff et Smol in Duff et al., 1992 emend. Gilbert et Smol in Gilbert et al., 1997, *forma A*; 6 – stomatocyst 300, Gilbert et Smol in Gilbert et al., 1997; 7, 8 – stomatocyst 205, Duff et Smol, 1994; 9 – stomatocyst 11, Vorobyova et al., 1996. Scale bar: 1–4, 9 – 2 мкм, 5–8 – 5 мкм.

пляры стоматоцисты 67, Van de Vijver et Beyens, 2000 на сегодняшний день являются третьей находкой в мире и первой в России.

Морфология выявленных в данном исследовании экземпляров стоматоцисты 67, Van de Vijver et Beyens, 2000, в целом, соответствует протологу (Van de Vijver, Beyens, 2000). Исключение состав-

ляет наличие вздутого псевдоаннулуса вокруг поры (в диагнозе морфотипа наличие псевдоаннулуса авторами не указано). Присутствие псевдоаннулуса отмечают также J. Cabała и M. Piątek (Cabała, Piątek, 2004), описывая стоматоцисту 67, Van de Vijver et Beyens, 2000 из торфяного болота Татранского национального парка.

Стоматоциста 136, Duff et Smol in Duff et al., 1992 emend. Gilbert et Smol in Gilbert et al., 1997, forma A (рис. 2, 4, 5).

Видовая принадлежность: неизвестна.

Местонахождение: пробы № 1, № 3.

Количество наблюдаемых экземпляров: 5.

Описание: стоматоциста сферическая, диам. 6.7–7.5 мкм. Пора 0.8 мкм в диам., окружена низким коническим воротничком, вокруг которого расположены 4 и более выступов с уплощенными круглыми вершинами, а также ряд выступов аналогичной формы, но меньшего размера. Поверхность стоматоцисты гладкая.

Распространение: архипелаг Кергелен, США, Канада (Duff et al., 1995), Италия (Pang, Van de Vijver, 2021), Польша (Piątek, Piątek, 2008), Румыния (Soróczki-Pintér et al., 2014), Россия (Gilbert et al., 1997; Bazhenova, 2021; Ignatenko, Yatsenko-Stepanova, 2022; Ignatenko et al., 2022), Китай (Pang, Wang, 2017; Bai et al., 2018).

Известны две формы стоматоцисты 136, Duff et Smol in Duff et al., 1992 emend. Gilbert et Smol in Gilbert et al., 1997, различия между ними определяются морфологией выступов. *Forma A* имеет ряд из длинных, изогнутых, уплощенных, с круглыми вершинами выступов, а также ряд выступов аналогичной формы, но меньшего размера; *forma B* характеризуется наличием длинных, загнутых внутрь выступов, не имеющих уплощенных, круглых вершин. Отмечено, что обе формы обнаруживают в сходных экологических условиях (Gilbert et al., 1997; Wilkinson et al., 2001). Однако, анализ литературных данных показал, что *forma A* имеет более широкое распространение (Duff et al., 1995; Piątek, Piątek, 2008; Pang, Wang, 2014; Bai et al., 2018; Pang, Van de Vijver, 2021), чем *forma B* (Gilbert et al., 1997; Ignatenko, Yatsenko-Stepanova, 2022).

Стоматоциста 300, Gilbert et Smol in Gilbert et al., 1997 (рис. 2, 6).

Видовая принадлежность: неизвестна.

Местонахождение: проба № 1.

Количество наблюдаемых экземпляров: 1.

Описание: стоматоциста сферическая, 10.1 мкм в диам. Пора коническая. Внешний диам. поры 2.25 мкм, внутренний диам. 1.3 мкм. Поверхность стоматоцисты покрыта округлыми углублениями различного размера.

Распространение: архипелаг Шпицберген (Betts-Piper et al., 2004), Россия (Gilbert et al., 1997; Ignatenko et al., 2022), Китай (Pang, Wang, 2014; 2017).

Найденный нами экземпляр по размерам цисты и морфологии поры отличается от протолога (10.1 мкм против 8.7–9.4 мкм и коническая пора против правильной поры соответственно). В тоже

время, необходимо отметить, что в водоемах Китая (Pang, Wang, 2017) также были обнаружены экземпляры стоматоцисты 300, Gilbert et Smol in Gilbert et al., 1997 с конической порой и диаметром цисты, значительно превосходящим размеры, указанные в протологе (8.3–13.3 мкм). Однако от последних обнаруженная нами стоматоциста отличается большим диаметром поры (внешний диам. поры 2.25 мкм, внутренний диам. 1.3 мкм против 1.0–1.4 мкм и 0.5–0.7 мкм, соответственно).

Стоматоциста 205, Duff et Smol, 1994 (рис. 2, 7, 8).

Видовая принадлежность: неизвестна.

Местонахождение: проба № 1.

Количество наблюдаемых экземпляров: 2.

Описание: стоматоциста сферическая, диам. 12.7–13.9 мкм. Пора коническая. Внутренний диам. поры 1.1 мкм, внешний диам. 1.7–1.9 мкм. На расстоянии 0.9–1.5 мкм от поры в виде кольца расположены 7 выростов неправильной формы. Поверхность стоматоцисты гладкая или микро-текстурированная.

Распространение: США, Канада, Аргентина, Польша (Duff et al., 1995); Россия (Bazhenova, 2021; Ignatenko, Yatsenko-Stepanova, 2022; Ignatenko et al., 2022).

Стоматоциста 11, Vorobyova et al., 1996 (рис. 2, 9).

Видовая принадлежность: неизвестна.

Местонахождение: проба № 2.

Количество наблюдаемых экземпляров: 2.

Описание: стоматоциста сферическая, диаметром 5.1–5.8 мкм. Воротничок цилиндрический (диам. 1.3–1.8 мкм, выс. 0.3 мкм). Пора диам. 0.4 мкм, окружена плоским псевдоаннулюсом шир. 0.2 мкм. Поверхность стоматоцисты орнаментирована равномерным ретикулумом, сформированным из лакун, края которых образованы тонкими гребнями со слегка закругленными вершинами.

Распространение: Россия (Vorobyova et al., 1996; Ignatenko et al., 2022), Китай (Pang, Wang, 2017). Морфологически сходная циста, описанная как стоматоциста 95, Facher et Schmidt, 1996, отмечена в водоемах Центральной Европы (Facher, Schmidt, 1996).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в водоемах национального парка “Бузулукский бор” нами идентифицировано 10 морфотипов стоматоцист золотистых водорослей (5 — из группы неорнаментированных и 5 —

обладающие орнаментированной поверхностью). Из них стоматоциста 67, Van de Vijver et Beyens, 2000 впервые зарегистрирована на территории России и в третий раз в мире; для стоматоцисты 271, Gilbert et Smol in Gilbert et al., 1997 указано второе местонахождение в мире, обе находки зарегистрированы на территории России. Полученные результаты дополняют сведения об экологии, ареале и видовом богатстве золотистых водорослей России.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность заведующему научным стационаром “Бузулукский бор”, старшему научному сотруднику Института степи Оренбургского федерального исследовательского центра, к.т.н. Павлу Владимировичу Вельмовскому за оказанную помощь в проведении полевых сборов, а также рецензентам за замечания и полезные комментарии, которые позволили улучшить рукопись статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Bai X., Bu Z.J., Chen X. 2018. Morphology of Chrysophycean stomatocysts in three peatlands in central China. — *Mires and Peat*. 21: 1–16.
<https://doi.org/10.19189/Map.2018.OMB.350>
- [Bazhenova] Баженова О.П. 2021. Атлас стоматоцист золотистых водорослей из планктона водных объектов Омского Прииртышья. Омск. 122 с.
- [Bazhenova, Igoshkina] Баженова О.П., Игошкина И.Ю. 2020. Разнообразие и особенности формирования стоматоцист хризифит в мелководном эвтрофном водоеме на юге Западной Сибири. — *Биология внутренних вод*. 5: 458–468.
<https://doi.org/10.31857/S0320965220040051>
- Bazhenova O.P., Kapustin D.A. 2021. New chrysophycean stomatocysts (Chrysophyceae) for Russia from the Omsk Priirtyshye waterbodies. — *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy*. 55(1): 7–18.
<https://doi.org/10.31111/nsnr/2021.55.1.7>
- Bazhenova O.P., Mitrofanova E.Yu., Shakhov V.E. 2012. Stomatocysts of Chrysophyte algae from bodies of water in territory near Irtysh River in Omsk Region and Lake Teletskoe in Gorny Altai, Russia. — *Contemporary Problems of Ecology*. 5 (4): 423–429.
<https://doi.org/10.1134/S1995425512040026>
- Betts-Piper A.M., Zeeb B.A., Smol J.P. 2004. Distribution and autecology of chrysophyte cysts from high Arctic Svalbard lakes: preliminary evidence of recent environmental change. — *J. Paleolimnol.* 31: 467–481.
<https://doi.org/10.1023/B:JOPL.0000022546.21996.41>
- Brown K.M., Zeeb B.A., Smol J.P., Pienitz, R. 1997. Taxonomic and ecological characterization of chrysophyte stomatocysts from northwestern Canada. — *Can. J. Bot.* 75: 842–863.
<https://doi.org/10.1139/b97-094>
- Cabała J. 2002. Chrysophyceae stomatocysts from Budzyn Peat Bog (Kraków-Częstochowa Upland, Poland). — *Polish Bot. J.* 47 (1): 21–35.
- Cabała J., Piątek M. 2004. Chrysophycean stomatocysts from the Staw Toporowy Nizni lake (Tatra National Park, Poland). — *Ann. Limnol. Int. J. Limnol.* 40(2): 149–165.
<https://doi.org/10.1051/limn/2004013>
- [Chibilev] Чибилев А.А. 2000. Оренбуржье: энциклопедия: в 2 т. Т. 1: Природа. Калуга. 192 с.
- Duff K.E., Smol J.P. 1988. Chrysophycean stomatocysts from postglacial sediments of a High Arctic lake. — *Can. J. Bot.* 66: 1117–1128.
<https://doi.org/10.1139/b88-160>
- Duff K.E., Zeeb B.A., Smol J.P. 1995. *Atlas of Chrysophycean Cysts*. Dordrecht, Netherlands. 189 p.
<https://doi.org/10.1007/978-94-017-0809-8>
- Facher E., Schmidt R. 1996. A siliceous chrysophycean cyst-based pH transfer function for Central European lakes. — *J. Paleolimnol.* 16: 275–321.
<https://doi.org/10.1007/BF00207575>
- Firsova A.D., Bessudova A.Y., Kopyrina L.I., Likhoshway Y.V. 2020. Chrysophycean stomatocysts from two unique lakes of Yakutia (Russia). — *Phytotaxa*. 474 (3): 197–217.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.474.3.1>
- [Firsova et al.] Фирсова А.Д., Бессудова А.Ю., Лихошвай Е.В. 2017. Новые данные о стоматоцистах хризифитовых из озера Байкал. — *Acta Biologica Sibirica*. 3 (4): 113–122.
<https://doi.org/10.14258/abs.v3i4.3637>
- [Firsova et al.] Фирсова А.Д., Бессудова А.Ю., Лихошвай Е.В. 2018. Стоматоцисты хризифитовых в притоках северной оконечности озера Байкал. — *Acta Biologica Sibirica*. 4 (4): 25–44.
<https://doi.org/10.14258/abs.v3i4.3637>
- Firsova A.D., Bessudova A.Yu., Sorokovikova L.M., Zhychenko N.A., Istomina N.A., Sezko N.P., Likhoshway Ye.V. 2019. Stomatocyst diversity in the first years of the plankton species structure formation in Reservoir of Hydropower Plants (Boguchany Reservoir, Russia). — *Phytotaxa*. 424 (1): 18–32.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.424.1.2>
- [Firsova, Likhoshway] Фирсова А.Д., Лихошвай Е.В. 2006. Атлас цист хризифитовых водорослей озера Байкал. Новосибирск. 148 с.
- Gilbert S., Zeeb B.A., Smol J.P. 1997. Chrysophyte stomatocyst flora from a forest peat core in the Lena River Region, northeastern Siberia. — *Nova Hedwigia*. 64: 311–352.
- [Gusev et al.] Гусев Е.С., Гусаков В.А., Гусева Е.Е., Куликовский М.С., Цветков А.И., Динь К.Н. 2020. Флора золотистых водорослей (Chrysophyceae: Synurales, Paraphysomonadales). — *Биология внутренних вод*. 4: 325–333.
<https://doi.org/10.31857/S0320965220030080>
- [Ignatenko, Yatsenko-Stepanova] Игнатенко М.Е., Яценко-Степанова Т.Н. 2022. Разнообразие стоматоцист хризифитовых водорослей (Chrysophyceae) степной зоны Южного Урала. — *Бот. журн.* 107 (2): 149–158.
<https://doi.org/10.31857/S0006813622020053>
- Ignatenko M., Yatsenko-Stepanova T.N., Kapustin D. 2022. Additions to chrysophycean stomatocyst flora from South Urals shallow lake including descriptions of

- three new morphotypes. — *Phytotaxa* 561 (1): 014–026.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.561.1.2>
- [Kapustin] Капустин Д.А. 2013. Водоросли водоемов Полесского природного заповедника (Украина). — *Альгология*. 23 (1): 82–95.
<https://doi.org/10.15407/alg23.01.082>
- Kapustin D.A., Kapustina N.V. 2018. New records of *Chrysococcus furcatus* (Chrysophyceae) in Russia. — *Inland Water Biol.* 11: 384–386.
<https://doi.org/10.1134/S1995082918040090>
- Kapustin D.A., Philippov D.A., Gusev E.S. 2016. Four new chrysophycean stomatocysts with true complex collar from the Shichenskoe raised bog in Central Russia. — *Phytotaxa*. 288 (3): 285–290.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.288.3.10>
- Kapustin D., Sterlyagova I., Patova E. 2019. Morphology of *Chrysastrella paradoxa* stomatocysts from the Subpolar Urals (Russia) with comments on related morphotypes. — *Phytotaxa*. 402 (6): 295–300.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.402.6.4>
- [Kin] Кин Н.О. 2009. Флора Бузулукского бора (сосудистые растения). — Труды научного стационара филиала Института степи УрО РАН “Бузулукский бор”. Том II. Екатеринбург. 283 с.
- Kristiansen J., Škaloud P. 2017. Chrysophyta. — In: *Handbook of the Protists*. Switzerland: Springer International Publishing. P. 331–366.
- Mitrofanova E.Yu. 2018. Phytoplankton of Lake Teletskoye (Altai, Russia): features of development and long-term dynamics. — *Russian Journal of Ecology*. 49 (2): 180–185.
<https://doi.org/10.1134/S1067413618010101>
- Němcová Y., Pusztai M., Škaloudová M., Neustupa J. 2016. Silica-scaled chrysophytes (Stramenopiles, Ochrophyta) along a salinity gradient: a case study from the Gulf of Bothnia western shore (northern Europe). — *Hydrobiologia*. 764: 187–197.
<https://doi.org/10.1007/s10750-015-2424-9>
- Pang W., Wang Q. 2014. Chrysophycean stomatocysts from the Aershan Geological Park (Inner Mongolia), China. — *Phytotaxa*. 187 (1): 1–92.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.187.1.1>
- Pang W., Wang Q. 2017. Chrysophycean stomatocysts from the Da Hinggan Mountains. Beijing. 253 pp.
- Pang W., Van de Vijver B. 2021. Freshwater chrysophycean stomatocysts from Monte Lauro (Buccheri, Sicily, Italy). — *Phytotaxa*. 494 (2): 177–192.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.494.2.1>
- Piątek J. 2007. Chrysophyte stomatocysts from sediments in a man-made water reservoir in central Poland. — *Ann. Bot. Fennici*. 44: 186–193.
- Piątek J. 2017. A morphotype-rich assemblage of chrysophycean stomatocysts in mountain lakes in the Cameroon Highlands, Africa. — *Cryptogamie, Algologie*. 38 (2): 159–180.
<https://doi.org/10.7872/crya/v38.iss2.2017.159>
- Piątek J., Piątek M. 2005. Chrysophyte stomatocysts of the sulphuric salt marsh in the Owczary Reserve (Central Poland). — *Polish Botanical Journal*. 53 (1): 57–67.
- Piątek J., Piątek M. 2008. Chrysophyte stomatocysts from gypsum damp vegetation in Southern Poland. — *Polish Botanical Journal*. 50 (1): 97–106.
- Pla S. 2001. Chrysophycean cysts from Pirenees. Berlin. 237 p.
- [Shadrina] Шадрина С.Н. 2019. Разнообразие стоматоцист золотистых водорослей (Chrysophyta) Финского залива Балтийского моря. — *Бот. журн.* 104 (5): 684–698.
<https://doi.org/10.1134/S0006813619050120>
- Shadrina S.N. 2021. Three new chrysophycean stomatocysts with long spines from the Gulf of Finland, Baltic Sea. — *Phytotaxa*. 528 (4): 255–260.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.528.4.4>
- [Shadrina, Safronova] Шадрина С.Н., Сафронова Т.В. 2020. Стоматоцисты золотистых водорослей (Chrysophyta) альгофлоры парков Петергофа. — *Бот. журн.* 105(3): 253–262.
<https://doi.org/10.31857/S0006813620030084>
- [Snitko et al.] Снитко Л.В., Снитко В.П., Блинов И.А. 2018. Формирование и морфология стоматоцист золотистых водорослей (Chrysophyceae, Synurophyceae) в планктоне водоемов Южного Урала. — *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 11: 114–118.
<https://doi.org/10.17513/mjpf.12460>
- [Snitko et al.] Снитко Л.В., Снитко В.П., Блинов И.А., Волошко Л.Н. 2019. Золотистые водоросли водоемов Южного Урала. I. Род *Chrysosphaerella* (Paraphysomonadaceae). — *Бот. журн.* 104 (4): 587–601.
<https://doi.org/10.1134/S0006813619040094>
- Soróczki-Pintér E., Sergiela-Rabes, Magyari E.K., Stenger-Kovács C., Buczkó K. 2014. Late quaternary chrysophycean stomatocysts in a Southern Carpathian mountain lake, including the description of new forms (Romania). — *Phytotaxa*. 170 (3): 169–186.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.170.3.3>
- Van de Vijver B., Beyens L. 1997. The Chrysophyte stomatocyst flora of the moss vegetation from Strernness Bay Area, South Georgia. — *Archiv Fur Protistenkunde Protistenkunde: Protozoen, Algen, Pilze*. 148: 505–520.
[https://doi.org/10.1016/S0003-9365\(97\)80026-7](https://doi.org/10.1016/S0003-9365(97)80026-7)
- Van de Vijver B., Beyens L. 2000. Chrysophycean stomatocysts from freshwater habitats of the Strømness Bay area, South Georgia, Antarctica. — *Can. J. Bot.* 78: 88–97.
- [Voloshko] Волошко Л.Н. 2016. Золотистые водоросли водоемов Северо-Запада России. Разнообразие стоматоцист. — *Бот. журн.* 101 (11): 1257–1281.
<https://doi.org/10.1134/S0006813616110016>
- Vorobyova S.S., Pomazkina G.V., Baranova E.Y., Likhoshway Ye.V., Sandgren C.D. 1996. Chrysophycean cyst (stomatocysts) from Lake Baikal and Irkutsk Reservoir, Siberia. — *J. Paleolimnol.* 15: 271–277.
<https://doi.org/10.1007/BF00213046>
- Wilkinson A.N., Zeeb B.A., Smol J.P. 2001. Atlas of chrysophycean cysts. II. Dordrecht, Netherlands. 169 p.
<https://doi.org/10.1007/978-94-017-0811-1>

Wołowski K., Piątek J., Płachno B.J. 2011. Algae and stomatocysts associated with carnivorous plants. First report of chrysophyte stomatocysts from Virginia, USA. — *Phycologia*. 50 (5): 511–519.
<https://doi.org/10.2216/10-94.1>

Wołowski K., Piątek J., Płachno B.J. 2013. Chrysophyte stomatocysts associated with the carnivorous plants

(genus *Utricularia*) from Jeleniak-Mikuliny Nature Reserve. — *International Journal of Oceanography and Hydrobiology*. 42(4): 398–405.

Zeeb B.A., Smol J.P. 1993. Chrysophyte stomatocyst flora from Elk Lake, Clearwater County, Minnesota. — *Can. J. Bot.* 71: 737–756.
<https://doi.org/10.1139/b93-086>

CHRYSTOPHYCEAN STOMATOCYSTS (CHRYSTOPHYTA) IN THE RESERVOIRS OF THE BUZULUKSKII BOR NATIONAL PARK (SOUTHEASTERN EUROPEAN PART OF RUSSIA)

M. E. Ignatenko^{a,#} and T. N. Yatsenko-Stepanova^{a,##}

^a*Institute for Cellular and Intracellular Symbiosis RAS, Orenburg Federal Research Center
Pionerskaya Str., Orenburg, 460000, Russia*

[#]*e-mail: ignatenko_me@mail.ru*

^{##}*e-mail: yacenkostn@gmail.com*

The data on the diversity of the stomatocysts of Chrysophyta in the reservoirs of the Buzulukskii Bor National Park are presented. The Buzulukskii Bor is located in the Orenburg and Samara Regions, southeastern European part of Russia). Ten morphotypes of the stomatocysts were identified. Among them, the stomatocyst 67, Van de Vijver et Beyens, 2000 was registered in Russia for the first time and for the third time in the world. The second locality in the world was recorded for the stomatocyst 271, Gilbert et Smolin Gilbert et al., 1997; its first find was also registered in Russia. Descriptions, electron microscopical micrographs and data on localities are provided for all revealed stomatocysts. The results complement the data on the ecology, distribution and diversity of Chrysophyta in Russia.

Keywords: stomatocysts, morphotype, Chrysophyta, scanning electron microscopy

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to P.V. Vel'movskii, PhD in Geographical Sciences, senior researcher of the Steppe Institute of the Ural Branch RAS of Orenburg Federal Research Center, Head of the Buzulukskii Bor Scientific Station, for his assistance in conducting field collections. The authors are grateful to the anonymous reviewers for their remarks which improved the manuscript.

REFERENCES

- Bai X., Bu Z.J., Chen X. 2018. Morphology of Chrysophyte stomatocysts in three peatlands in central China. — *Mires and Peat*. 21: 1–16.
<http://dx.doi.org/10.19189/MaP.2018.OMB.350>
- Bazhenova O.P. 2021. Atlas stomatotsyst zolotistyykh vodorosley iz planktona vodnykh obektov Omskogo Priirtyshch'ya [Atlas of stomatocysts of golden algae from the plankton of the Omsk Priirtyshye waterbodies]. Omsk. 122 p. (In Russ.).
- Bazhenova O.P., Igoshkina B.Yu. 2020. Diversity and Peculiarities of the Formation of Stomatocysts of the Chrysophyceae in the Waterbody in the South of Western Siberia. — *Inland Water Biol.* 5: 458–468 (In Russ.).
<https://doi.org/10.31857/S0320965220040051>
- Bazhenova O.P., Kapustin D.A. 2021. New chrysophyte stomatocysts (Chrysophyceae) for Russia from the Omsk Priirtyshye waterbodies. — *Novosti sistematiki nizshikh rastenii*. 55 (1): 7–18.
<https://doi.org/10.31111/nsnr/2021.55.1.7>
- Bazhenova O.P., Mitrofanova E.Yu., Shakhov V.E. 2012. Stomatocysts of Chrysophyte algae from bodies of water in territory near Irtysh River in Omsk Region and Lake Teletskoe in Gornyy Altai, Russia. — *Contemporary Problems of Ecology*. 5 (4): 423–429.
<https://doi.org/10.1134/S1995425512040026>
- Betts-Piper A.M., Zeeb B.A., Smol J.P. 2004. Distribution and autecology of chrysophyte cysts from high Arctic Svalbard lakes: preliminary evidence of recent environmental change. — *J. Paleolimnol.* 31: 467–481.
<https://doi.org/10.1023/B:JOPL.0000022546.21996.41>
- Brown K.M., Zeeb B.A., Smol J.P., Pienitz, R. 1997. Taxonomic and ecological characterization of chrysophyte stomatocysts from northwestern Canada. — *Can. J. Bot.* 75: 842–863.
<http://dx.doi.org/10.1139/b97-094>
- Cabała J. 2002. Chrysophyceae stomatocysts from Budzyn' Peat Bog (Kraków-Częstochowa Upland, Poland). — *Polish Bot. J.* 47 (1): 21–35.
- Cabała J., Piątek M. 2004. Chrysophyte stomatocysts from the Staw Toporowy Nizni lake (Tatra National Park, Poland). — *Ann. Limnol. Int. J. Limnol.* 40 (2): 149–165.
<https://doi.org/10.1051/limn/2004013>
- Chibilev A.A. 2000. Orenburzh'e: entsiklopediya: v 2 t. Vol. 1: Priroda [Orenburg Region: encyclopedia: in 2 vols. Vol. 1: Nature]. Kaluga. 192 p. (In Russ.).

- Duff K.E., Smol J.P. 1988. Chrysophycean stomatocysts from postglacial sediments of a High Arctic lake. — *Can. J. Bot.* 66: 1117–1128. <https://doi.org/10.1139/b88-160>
- Duff K.E., Zeeb B.A., Smol J.P. 1995. *Atlas of Chrysophycean Cysts*. Dordrecht, Netherlands. 189 p. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-0809-8>
- Ignatenko M., Yatsenko-Stepanova T.N. 2022. Diversity of chrysophycean stomatocysts of the steppe zone of the South Urals. — *Bot. Zhurn.* 107 (2): 149–158 (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S0006813622020053>
- Ignatenko M., Yatsenko-Stepanova T.N., Kapustin D. 2022. Additions to chrysophycean stomatocyst flora from South Urals shallow lake including descriptions of three new morphotypes. — *Phytotaxa* 561 (1): 014–026. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.561.1.2>
- Facher E., Schmidt R. 1996. A siliceous chrysophycean cyst-based pH transfer function for Central European lakes. — *J. Paleolimnol.* 16: 275–321. <https://doi.org/10.1007/BF00207575>
- Firsova A.D., Bessudova A.Y., Kopyrina L.I., Likhoshway Y.V. 2020. Chrysophycean stomatocysts from two unique lakes of Yakutia (Russia). — *Phytotaxa* 474 (3): 197–217. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.474.3.1>
- Firsova A.D., Bessudova A.Yu., Likhoshway E.V. 2017. New data of chrysophycean stomatocysts from Lake Baikal. — *Acta Biologica Sibirica*. 3 (4): 113–122 (In Russ.). <https://doi.org/10.14258/abs.v3i4.3637>
- Firsova A.D., Bessudova A.Yu., Likhoshway E.V. 2018. Chrysophycean stomatocysts in tributaries of northern limit of Lake Baikal. — *Acta Biologica Sibirica*. 4 (4): 25–44 (In Russ.). <https://doi.org/10.14258/abs.v3i4.3637>
- Firsova A.D., Bessudova A.Yu., Sorokovikova L.M., Zhychenko N.A., Istomina N.A., Sezko N.P., Likhoshway Ye.V. 2019. Stomatocyst diversity in the first years of the plankton species structure formation in Reservoir of Hydropower Plants (Boguchany Reservoir, Russia). — *Phytotaxa*. 424 (1): 18–32. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.424.1.2>
- Firsova A.D., Likhoshway E.V. 2006. *Atlas of Chrysophycean cysts of Lake Baikal*. Novosibirsk. 148 p. (In Russ.).
- Gilbert S., Zeeb B.A., Smol J.P. 1997. Chrysophyte stomatocyst flora from a forest peat core in the Lena River Region, northeastern Siberia. — *Nova Hedwigia*. 64: 311–352.
- Gusev E.S., Gusakov V.A., Guseva E.E., Kulikovskiy M.S., Tsvetkov A.I., Đinh C.N. 2020. Flora of Silica-Scaled Chrysophytes (Chrysophyceae: Synurales, Paraphysomonadales) of the Mekong Delta. — *Inland Water Biol.* 4: 325–333. <https://doi.org/10.31857/S0320965220030080>
- Kapustin D.A. 2013. Freshwater algae of the Polessian Nature Reserve (Ukraine). — *Algologia*. 23 (1): 82–95 (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.15407/alg23.01.082>
- Kapustin D.A., Kapustina N.V. 2018. New records of *Chrysococcus furcatus* (Chrysophyceae) in Russia. — *Inland Water Biol.* 11: 384–386. <https://doi.org/10.1134/S1995082918040090>
- Kapustin D.A., Philippov D.A., Gusev E.S. 2016. Four new chrysophycean stomatocysts with true complex collar from the Shichenskoe raised bog in Central Russia. — *Phytotaxa*. 288 (3): 285–290. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.288.3.10>
- Kapustin D., Sterlyagova I., Patova E. 2019. Morphology of *Chrysastrella paradoxa* stomatocysts from the Subpolar Urals (Russia) with comments on related morphotypes. — *Phytotaxa*. 402 (6): 295–300. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.402.6.4>
- Kin N.O. 2009. Flora Buzulukskogo bora (sosudistye rasteniya). *Trudy nauchnogo statsionara-filiala Instituta stepi UrO RAN “Busulukskii bor”*. Tom II. [Flora of Buzulukskii Bor (vascular plants). Proceedings of the scientific station-branch of the Institute of the Steppe of the Ural branch RAS “Buzulukskii Bor”. Vol. II]. Ekaterinburg. 283 p. (In Russ.).
- Kristiansen J., Škaloud P. 2017. Chrysophyta. — In: *Handbook of the Protists*. Switzerland: Springer International Publishing. P. 331–366.
- Mitrofanova E.Yu. 2018. Phytoplankton of Lake Teletskoye (Altai, Russia): features of development and long-term dynamics. — *Russian Journal of Ecology*. 49 (2): 180–185. <https://doi.org/10.1134/S1067413618010101>
- Němcová Y., Pusztai M., Škaloudová M., Neustupa J. 2016. Silica-scaled chrysophytes (Stramenopiles, Ochrophyta) along a salinity gradient: a case study from the Gulf of Bothnia western shore (northern Europe). — *Hydrobiologia*. 764: 187–197. <https://doi.org/10.1007/s10750-015-2424-9>
- Pang W., Wang Q. 2014. Chrysophycean stomatocysts from the Aershan Geological Park (Inner Mongolia), China. — *Phytotaxa*. 187 (1): 1–92. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.187.1.1>
- Pang W., Wang Q. 2017. Chrysophycean stomatocysts from the Da Hinggan Mountains. Beijing. 253 p.
- Pang W., Van de Vijver B. 2021. Freshwater chrysophycean stomatocysts from Monte Lauro (Buccheri, Sicily, Italy). — *Phytotaxa*. 494 (2): 177–192. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.494.2.1>
- Piątek J. 2007. Chrysophyte stomatocysts from sediments in a man-made water reservoir in central Poland. — *Ann. Bot. Fennici*. 44: 186–193.
- Piątek J. 2017. A morphotype-rich assemblage of chrysophycean stomatocysts in mountain lakes in the Cameroon Highlands, Africa. — *Cryptogamie, Algologie*. 38 (2): 159–180. <https://doi.org/10.7872/crya/v38.iss2.2017.159>
- Piątek J., Piątek M. 2005. Chrysophyte stomatocysts of the sulphuric salt marsh in the Owczary Reserve (Central Poland). — *Polish Botanical Journal*. 53 (1): 57–67.
- Piątek J., Piątek M. 2008. Chrysophyte stomatocysts from gypsum damp vegetation in Southern Poland. — *Polish Botanical Journal*. 50 (1): 97–106.
- Pla S. 2001. *Chrysophycean cysts from Pirenees*. Berlin. 237 p.
- Shadrina S.N. 2019. Diversity of chrysophycean (Chrysophyta) stomatocysts in the Gulf of Finland, Baltic sea. — *Bot. Zhurn.* 104 (5): 684–698 (In Russ.). <https://doi.org/10.1134/S0006813619050120>

- Shadrina S.N. 2021. Three new chrysophycean stomatocysts with long spines from the Gulf of Finland, Baltic Sea. — *Phytotaxa*. 528 (4): 255–260.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.528.4.4>
- Shadrina S.N., Safronova T.V. 2020. Chrysophycean stomatocysts (Chrysophyta) in the algal flora of the Peterhof Parks. — *Bot. Zhurn.* 105 (3): 253–262 (In Russ.).
<https://doi.org/10.31857/S0006813620030084>
- Snitko L.V., Snitko V.P., Blinov I.A. 2018. The formation and morphology of stomatocysts golden algae (Chrysophyceae, Synurophyceae) in the plankton of water bodies of the South Urals. — *International journal of applied and fundamental research*. 11: 114–118 (In Russ.).
<http://dx.doi.org/10.17513/mjpf.12460>
- Snitko L.V., Snitko V.P., Blinov I.A., Voloshko L.N. 2019. Chrysophycean algae in waterbodies of the South Urals. Genus *Chrysosphaerella* (Paraphysomonadaceae). — *Bot. Zhurn.* 104 (4): 587–601 (In Russ.).
<https://doi.org/10.1134/S0006813619040094>
- Soróczki-Pintér E., Sergipla-Rabes, Magyar E.K., Stenger-Kovács C., Buczkó K. 2014. Late quaternary chrysophycean stomatocysts in a Southern Carpathian mountain lake, including the description of new forms (Romania). — *Phytotaxa*. 170 (3): 169–186.
<http://doi.org/10.11646/phytotaxa.170.3.3>
- Wilkinson A.N., Zeeb B.A., Smol J.P. 2001. Atlas of chrysophycean cysts. II. Dordrecht, Netherlands. 169 p.
<https://doi.org/10.1007/978-94-017-0811-1>
- Wołoski K., Piątek J., Płachno B.J. 2011. Algae and stomatocysts associated with carnivorous plants. First report of chrysophyte stomatocysts from Virginia, USA. — *Phycologia*. 50 (5): 511–519.
<https://doi.org/10.2216/10-94.1>
- Wołoski K., Piątek J., Płachno B.J. 2013. Chrysophycean stomatocysts associated with the carnivorous plants (genus *Utricularia*) from Jeleniak-Mikuliny Nature Reserve. — *International Journal of Oceanography and Hydrobiology*. 42 (4): 398–405.
- Van de Vijver B., Beyens L. 1997. The Chrysophyte stomatocyst flora of the moss vegetation from Strømness Bay Area, South Georgia. — *Archiv Fur Protistenkunde Protistenkunde: Protozoen, Algen, Pilze*. 148: 505–520.
[https://doi.org/10.1016/S0003-9365\(97\)80026-7](https://doi.org/10.1016/S0003-9365(97)80026-7)
- Van de Vijver B., Beyens L. 2000. Chrysophycean stomatocysts from freshwater habitats of the Strømness Bay area, South Georgia, Antarctica. — *Can. J. Bot.* 78: 88–97.
- Voloshko L.N. 2016. Chrysophycean algae (Chrysophyta) in waterbodies of the Northwestern Russia. Diversity of stomatocysts. — *Bot. Zhurn.* 101 (11): 1257–1281 (In Russ.).
<https://doi.org/10.1134/S0006813616110016>
- Vorobyova S.S., Pomazkina G.V., Baranova E.Y., Likhoshway Ye.V., Sandgren C.D. 1996. Chrysophycean cyst (stomatocysts) from Lake Baikal and Irkutsk Reservoir, Siberia. — *J. Paleolimnol.* 15: 271–277.
<http://doi.org/10.1007/BF00213046>
- Zeeb B.A., Smol J.P. 1993. Chrysophycean stomatocyst flora from Elk Lake, Clearwater County, Minnesota. — *Can. J. Bot.* 71: 737–756.
<https://doi.org/10.1139/b93-086>