

СООБЩЕНИЯ

РАЗНООБРАЗИЕ СТОМАТОЦИСТ ЗОЛОТИСТЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ
(CHRYSPHYTE) ФИНСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

© 2019 г. С. Н. Шадрина*

*Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
197376 Россия, С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 2, Россия***e-mail: wertexy@yandex.ru*

Поступила в редакцию 14.01.2019 г.

После доработки 05.04.2019 г.

Принята к публикации 09.04.2019 г.

В Финском заливе были идентифицированы 14 морфотипов стоматоцист хризифитовых, из которых 3 определены до вида, у 11 цист определен номер морфотипа. Пять морфотипов стоматоцист впервые указываются для водоемов России. Для каждой стоматоцисты приводятся: описание морфологии, микрофотографии (СЭМ) и доступные географические и экологические сведения. Полученные данные могут служить дополнительным критерием оценки таксономического разнообразия золотистых водорослей в Финском заливе.

Ключевые слова: Финский залив, *Chrysophyceae*, стоматоцисты, таксономия, распространение, экология

DOI: 10.1134/S0006813619050120

Золотистые водоросли (*Chrysophyceae*) встречаются в водоемах различного типа, но преимущественно это пресноводные холодолюбивые организмы. Характерной особенностью этой таксономической группы является способность формировать покоящиеся кремнистые стадии (стоматоцисты), обеспечивающие их выживание в суровых условиях севера. Морфология стоматоцист является видоспецифичной (Duff et al., 1995). Описание их морфологии является важным аспектом таксономического изучения золотистых водорослей и может служить дополнительным критерием для оценки их разнообразия в водоемах. Некоторые виды золотистых могут вызывать токсичные “цветения” в водоемах, в том числе и подледные (Watson, Satchwill, 2003.; Watson, McCauley, 2010), поэтому знание банка их покоящихся стадий в водоеме важно для прогнозирования возможных токсичных вспышек развития этих водорослей. Ранее в Ленинградской области исследования стоматоцист проводились только в пресноводных водоемах (Safronova, 2014; Safronova, 2015; Волошко, 2016, 2017). В этой статье мы впервые в России представляем разнообразие стоматоцист в солоноватоводных местообитаниях Ленинградской области. Эта работа является частью всестороннего изучения флоры золотистых водорослей восточной части Финского залива.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для данной статьи послужили пробы, отобранные в северо-западной и южной частях Финского залива Балтийского моря в период 2015–2016 гг. (табл. 1). Пробы фитопланктона отбирались сетью с диаметром ячеи 15 мкм, также собирались обрастания с высших растений, камней и грунта. Все собранные пробы фиксированы

Таблица 1. Химические и физические параметры точек сбора проб УЭП – удельная электропроводность ($\mu\text{S cm}^{-1}$).

Table 1. Chemical and physical properties of sampled localities EC – electrical conductivity ($\mu\text{S cm}^{-1}$)

№	Дата Date	Местоположение Locality	Координаты (с. ш., в. д.) Coordinates	T, °C	pH	УЭП EC	S, ‰
1	25.06.2015	п. Лебяжье Lebyazhye settlement	59°57'26.1"N 29°29'14.2"E	20.5	8.77	2933	–
2	25.06.2015	п. Лебяжье Lebyazhye settlement	59°59'07.8"N 29°14'43.3"E	16.9	9.17	2951	1.51
3	05.05.2016	г. Сестрорецк Sestroretsk town	60°05'14.2"N 29°55'36.7"E	19.6	6.89	86	0.41
4	05.05.2016	г. Сестрорецк Sestroretsk town	60°05'14.2"N 29°55'36.7"E	19.6	6.89	86	0.41
5	05.05.2016	г. Сестрорецк Sestroretsk town	60°05'14.2"N 29°55'36.7"E	19.6	6.89	86	0.41
6	03.06.2016	п. Лисий Нос Lisii Nos settlement	60°00'15.8"N 29°59'40.8"E	27.2	9.93	204	0.99

лись 2% раствором формальдегида. Параллельно при помощи кондуктомера-солемера НМ Digital COM-80 и рН-метра Hanna HI измерялись температура, электропроводность, соленость и водородный показатель (рН) воды (табл. 1). Общая морфология исследуемого объекта изучалась на светооптическом микроскопе марки STUDER R. Для изучения объектов в СЭМ пробы предварительно очищались методом “холодной варки” в течение 1–4 ч в 40% перекиси водорода с добавлением бихромата калия. Отмывка проб проводилась в дистиллированной воде в ходе центрифугирования и последующего отмывания осадка в спирте. Далее материал равномерно распределялся на предварительно обезжиренных спиртом металлических столиках 10 мм диам. Для напыления тончайшим слоем углерода и золота использовался напылитель JEE–4В/4С фирмы JEOL при вакууме 10 атм. Напыление металлом создавало электропроводимый слой, необходимый для получения контрастного изображения объекта. Исследование объектов осуществлялось на СЭМ JEOL-JEM – 100 S с разрешающей способностью 200 А, при ускоряющем напряжении 50 кВт.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В пробах из Финского залива нами было идентифицировано 14 морфотипов стоматоцист, описания которых приводятся ниже.

1. Неорнаментированные стоматоцисты

1. Стоматоциста cf. 181 Brown et Smol in Brown et al., 1994 em. Taylor et Smol, 1997. Рис. 1, 1. Биологическая принадлежность: неизвестна.

Северо-запад Финского залива Балтийского моря, г. Сестрорецк, парк “Дубки”, май 2016 (грунт).

Стоматоциста шаровидная, 8.1 мкм в диам., с гладкой поверхностью. Воротничок широкий припухлый, с неровным рассеченным краем, 0.9 мкм выс., 4.2–5 мкм диам., с закругленным апексом. Внутренний край воротничка с уклоном, пора правильная, 0.8 мкм в диам., с плоским аннулюсом.

Стоматоциста указывается для Канады (Zeeb, 1994, 1996; Duff et al., 1995); Калифорнии, США (Zeeb et al., 1996), Гренландии (Brown et al., 1994) и Центральной Европы (Cabała, 2002; Cabała, Piątek, 2004; Piątek, 2006, 2007; Facher, Schmidt, 1996 – циста 15), Китая (Pang, Wang, 2014). В России указывалась для Северо-Западной Сибири (Gilbert et al., 1997).

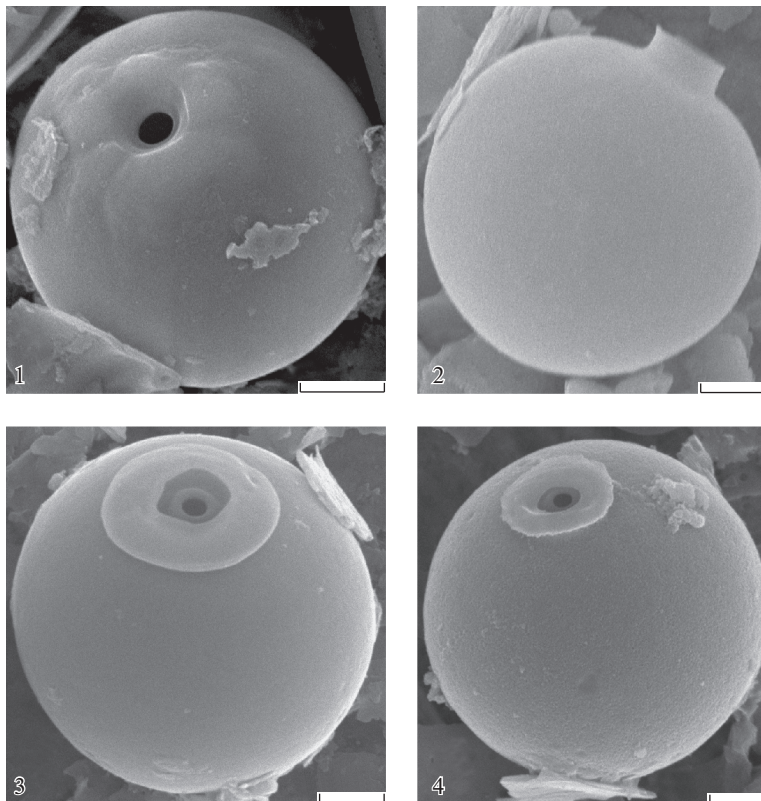


Рис. 1. Стоматоцисты (СЭМ). 1 – стоматоциста 181 Brown et Smol in Brown et al., 1994 em. Taylor et Smol, 1997; 2 – cf. стоматоциста 116 Zeeb et al., 1990 (форма B); 3, 4 – стоматоциста 182 Brown et Smol in Brown et al., 1994. Масштабная линейка: 1, 2 – 2 мкм, 3, 4 – 1 мкм.

Fig. 1. Stomatocysts (SEM). 1 – stomatocyst 181 Brown et Smol in Brown et al., 1994 em. Taylor et Smol, 1997; 2 – cf. stomatocyst 116 Zeeb et al., 1990 (forma B); 3, 4 – stomatocyst 182 Brown et Smol in Brown et al., 1994. Scale bars: 1, 2 – 2 μm , 3, 4 – 1 μm .

Экология: ранее циста отмечалась в олиготрофных озерах с низким содержанием растворенного органического углерода. В Финском заливе отмечена при температуре воды 19.6°C, солености 0.41‰, УЭП 86 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 6.89.

2. Стоматоциста cf. 116 Zeeb et al., 1990 (форма B). Рис. 1, 2.

Биологическая принадлежность: неизвестна.

Северо-запад Финского залива Балтийского моря, г. Сестрорецк, парк “Дубки”, май 2016.

Стоматоциста 116 шаровидная, с гладкой поверхностью, 9.2–10.2 мкм в диам. Воротничок цилиндрический, 2.3 мкм в диам., 1.1 мкм выс., с резко выраженными наружным краем и острым апексом.

Стоматоциста отмечалась в Канаде (Duff, Smol, 1994; Zeeb, 1994; Zeeb et al., 1990, 1994; Wilkinson et al., 1997; Wilkinson, Smol, 1998; Wilkinson et al., 2001), Аляске (Stewart et al., 2000), Миннесоте (Zeeb, Smol, 1993), Центральной Европе (Facher, Schmidt, 1996). В России указывалась для Северо-Западной Сибири (Gilbert et al., 1997).

Экология: предполагается, что стоматоциста 116 продуцируется алкалофильными видами, толерантными к высокой электропроводности (Duff, 1994; Wilkinson, Smol,

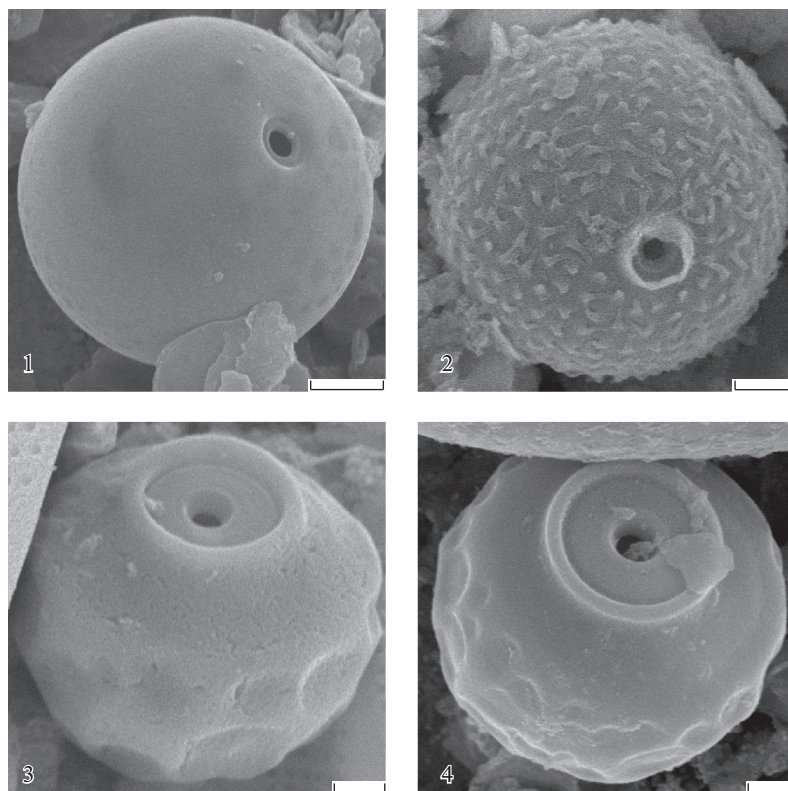


Рис. 2. Стоматоцисты (СЭМ). 1 – стоматоциста 49 *Chrysosphaerella longispina* Duff et Smol, 1991 em. Zeeb et Smol, 1993; 2 – стоматоциста 367 Taylor et Smol, 1997; 3, 4 – стоматоциста 180 Zeeb et Smol, 1993, *Spiniferomonas bourrelyi*. Масштабная линейка: 1, 2 – 2 мкм, 3, 4 – 1 мкм.

Fig. 2. Stomatocysts (SEM). 1 – stomatocyst 49 *Chrysosphaerella longispina* Duff et Smol, 1991 em. Zeeb et Smol, 1993; 2 – stomatocyst 367 Taylor et Smol, 1997; 3, 4 – stomatocyst 180 Zeeb et Smol, 1993, *Spiniferomonas bourrelyi*. Scale bars: 1, 2 – 2 μm , 3, 4 – 1 μm .

1998). Отмечено, что стоматоциста 116 может быть индикатором мезотрофных условий (Rybak et al., 1987; Zeeb et al., 1990, 1994; Zeeb, Smol, 1993). Обнаружена в отложениях из Среднего Голоцена, когда климат был более теплый и сухой, а вода в озерах характеризовалась довольно высокой соленостью (Zeeb, Smol, 1993). В Финском заливе отмечена при температуре воды 19.6°C, солености 0.41‰, УЭП 86 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 6.89.

3. Стоматоциста 49 *Chrysosphaerella longispina* Duff et Smol, 1991 em. Zeeb et Smol, 1993. Рис. 2, 1.

Стоматоцисты подобного типа формирует *Chrysosphaerella longispina* Korschikov (Sandgren, 1989).

Невская губа Финского залива Балтийского моря, п. Лисий нос, июнь 2016 (обращение с растений).

Стоматоциста шаровидная, 9.1 мкм в диам., с гладкой поверхностью, без воротничка, пора вогнутая с припухлым ложным кольцом, 1.3 мкм в диам. снаружи, 0.75 мкм в диам. внутри. Стоматоциста 49 отмечалась в США (Zeeb, Smol, 1993; Zeeb, 1996), Канаде (Duff, 1991; Rybak et al., 1991), Польше (Cabała, 2002; Piątek, 2005; Piątek, Piątek, 2005; Piątek, 2007), Румынии (Soroczki-Pinter, 2014), Испании (Pla, 2001), Австрии

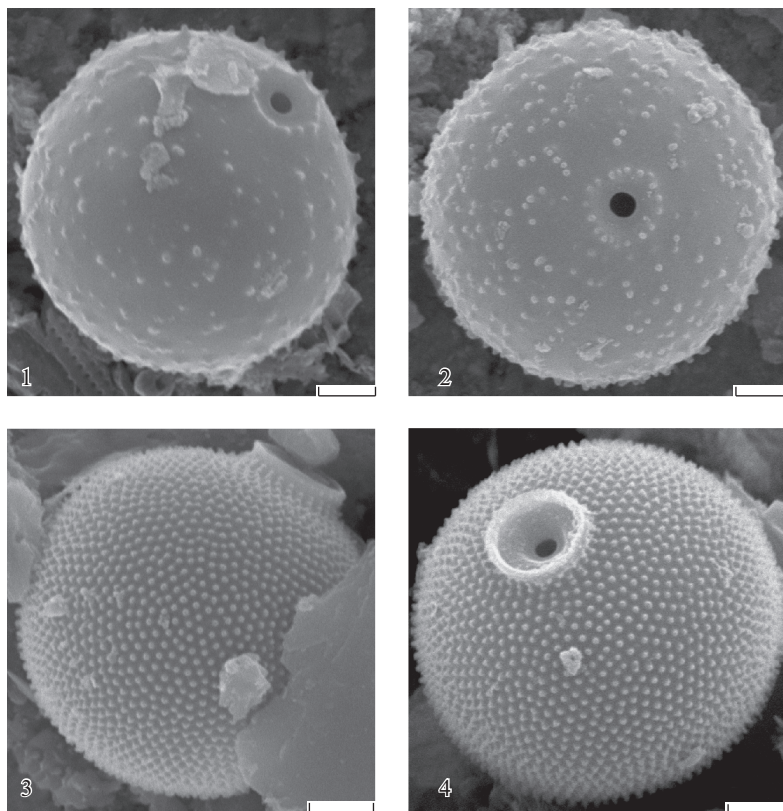


Рис. 3. Стоматоцисты (СЭМ). 1, 2 – стоматоциста 330 Wilkinson et Smol, 1998; 3, 4 – стоматоциста 117 Zeeb et al., 1990. Масштабная линейка: 1 мкм.

Fig. 3. Stomatocysts (SEM). 1, 2 – stomatocyst 330 Wilkinson et Smol, 1998; 3, 4 – stomatocyst 117 Zeeb et al., 1990. Scale bars: 1 μm .

(Kamenik et al., 2001), Китае (Pang, Wang, 2013; Pang, Wang, 2014), Южной Георгии (Van de Vijver, 2007), в России отмечена в Ладожском озере (Волошко, 2016).

Стоматоциста широко распространенного вида, обитающего в планктоне пресных водоемов: реках, озерах, водохранилищах, сфагновых болотах, олиго-альфамезоса-пробионт, встречается часто.

В Финском заливе отмечена при температуре воды 27.2°C , солености 0.99‰ , УЭП $204 \mu\text{S cm}^{-1}$, pH 9.93.

4. Стоматоциста 182 Brown et Smol in Brown et al., 1994. Рис. 1, 3, 4.

Биологическая принадлежность: неизвестна.

Южный берег Финского залива Балтийского моря, п. Лебяжье, июнь 2015 (планктонная проба).

Стоматоциста шаровидная, с гладкой поверхностью, $5.4\text{--}5.5 \mu\text{m}$ в диам., с очень широким плоским цилиндрическим воротничком, $1.2\text{--}2.7 \mu\text{m}$ в диам., $0.3 \mu\text{m}$ выс., апекс с четко выраженным внутренним краем. Припухлый аннулюс окружает правильную пору $0.3 \mu\text{m}$ диам.

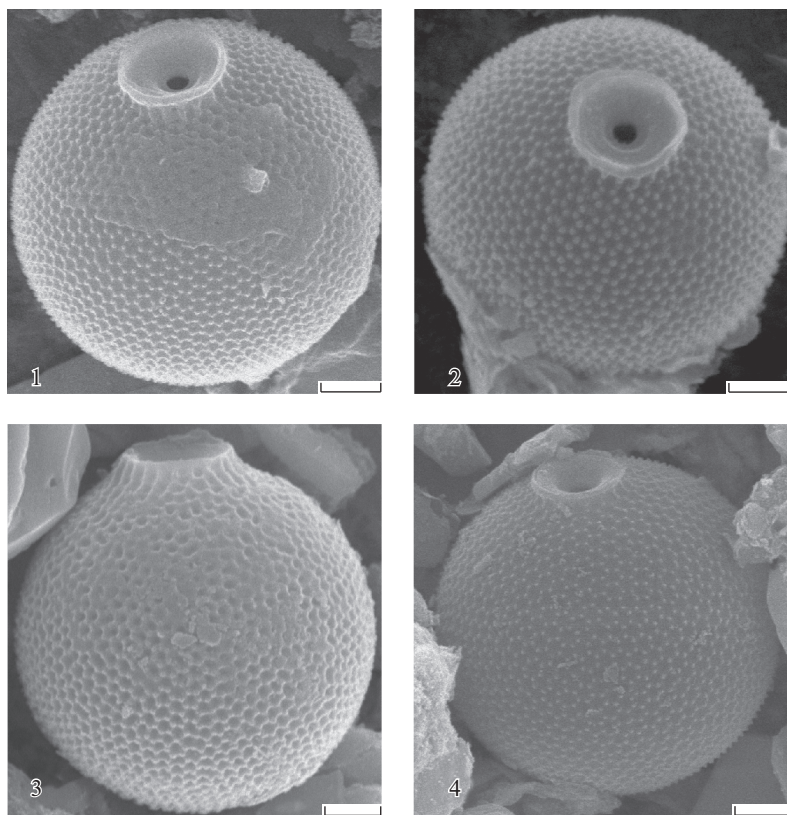


Рис. 4. Стоматоцисты (СЭМ). 1–4 – стоматоциста 178 Duff et Smol, 1993. Масштабная линейка: 1 мкм.

Fig. 4. Stomatocysts (SEM). 1–4 – stomatocyst 178 Duff et Smol, 1993. Scale bars: 1 μm .

Стоматоциста найдена в Гренландии (Brown et al., 1994), Испании (Pla, 2001), Польше (Cabała, Piątek, 2004). В России указывалась для Северо-Западной Сибири (Gilbert et al., 1997).

Экология: в Финском заливе отмечена при температуре воды 20.5°C, УЭП 2933 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 8.77.

II. Орнаментированные стоматоцисты

5. Стоматоциста 117 Zeeb et al., 1990. Рис. 3, 3, 4.

Биологическая принадлежность: неизвестна.

Северо-запад Финского залива Балтийского моря, г. Сестрорецк, парк “Дубки”, май 2016 (обрастания с растений, грунт).

Стоматоциста шаровидная, 5.38 мкм в диам. Воротничок короткий, от цилиндрического до обратноконического, 0.92–1.31 мкм в диам., 0.27 мкм выс. Пора цилиндрическая 0.19–0.35 мкм диам., с плоским аннулюсом. Поверхность цисты равномерно орнаментирована бородавчатыми выростами 0.09–0.18 мкм диам., расстояние между ними 0.15–0.18 мкм. Данный морфотип сходен с морфотипом 395/13 Safronova (Safronova, 2015), но отличается строением воротничка. У морфотипа 395/13 Safronova воротничок короче (0.2 мкм выс.) и не орнаментирован бородавчатыми выростами. Также морфотип 395/13 Safronova имеет плоский аннулюс с радиальным кольцом, отсутствующим у стоматоцисты 117.

Стоматоциста обнаружена в Канаде, США (Zeeb *et al.*, 1990; Duff *et al.*, 1995), Польше (Cabała, Piątek, 2004), Китае (Pang, Wang, 2014). В России указывалась для Северо-Западной Сибири (Gilbert *et al.*, 1997).

Экология: стоматоциста 117 описана как индикатор олиготрофных водоемов (Zeeb *et al.*, 1990), обычна в озерах с рН от слабокислых до слабощелочных величин (Duff *et al.*, 1995). В Финском заливе отмечена при температуре воды 19.6°C, солености 0.41‰, УЭП 86 $\mu\text{S cm}^{-1}$, рН 6.89.

6. Стоматоциста 330 Wilkinson et Smol, 1998. Рис. 3, 1, 2.

Биологическая принадлежность: неизвестна.

Северо-запад Финского залива Балтийского моря, г. Сестрорецк, парк “Дубки”, май 2016 (грунт).

Стоматоциста мелкая шаровидная, 5–6 мкм диам., густо орнаментирована беспорядочно разбросанными бородавчатыми выростами, расстояние между которыми составляет 0.1–0.8 мкм. Пора 0.4–0.5 мкм диам. окружена промежуточным аннулюсом 0.4–0.6 мкм шир., который ограничивается низким воротничком 1.3 мкм диам. и 0.3 мкм в выс., сформированным за счет соединения в кольцо близко расположенных бородавочек, степень слияния которых может варьировать.

Стоматоциста 330 обнаружена в Канаде (Wilkinson, Smol, 1998). Похожа на стоматоцисту 28 (Rybak *et al.*, 1991). Подобная стоматоциста была также найдена в Норвегии (Wilkinson *et al.*, 2001). В России отмечается впервые.

Экология: в Финском заливе отмечена при температуре воды 19.6°C, солености 0.41‰, УЭП 86 $\mu\text{S cm}^{-1}$, рН 6.89.

7. Стоматоциста 178 Duff et Smol, 1993. Рис. 4, 1–4.

Биологическая принадлежность: неизвестна.

Южный берег Финского залива Балтийского моря, п. Лебяжье, июнь 2015, и северо-западный берег, г. Сестрорецк, май 2016 (в обрастаниях, грунте, смывах с камней).

Стоматоциста мелкая, шаровидная, 6 мкм диам. Воротничок низкий, цилиндрический, 1.6 мкм в диам., 0.3 мкм выс., с обратноконическим апексом и правильной порой, 0.3 мкм диам., с плоским аннулюсом. Поверхность цисты орнаментирована регулярным ретикулом из гексогональных лакун 0.1–0.3 мкм диам.

Стоматоциста 178 отмечена в Канаде, США, Шотландии, Польше, Швеции (Duff *et al.*, 1995; Cabała, Piątek, 2004; Piątek, 2004; Rybak, 1987 – циста 6; Rybak *et al.*, 1991 – циста 32); Китае (Pang, Wang, 2014); Южной Георгии (Van de Vijver, 2007); испанской части Пиренеев (Pla, 2001). В России найдена в Ладожском озере (Волошко, 2016, 2017).

Экология: стоматоциста 178 характеризуется как алкалофильная или рН-индифферентная, обычна в озерах с рН от слабокислых до слабощелочных величин (Duff *et al.*, 1995). В Финском заливе отмечена при температуре воды 16.9–19.6°C, солености 0.41–1.51‰, УЭП 86–2951 $\mu\text{S cm}^{-1}$, рН 6.89–9.17.

8. Стоматоциста 180 Zeeb et Smol, 1993. Рис. 2, 3, 4.

Биологическая принадлежность: стоматоциста *Spiniferomonas bourrelyi* Takahashii (Skogstad, Reymond, 1989).

Северо-запад Финского залива Балтийского моря, г. Сестрорецк, парк “Дубки”, май 2016 (в обрастаниях, грунте, смывах с камней).

Стоматоциста обратнойцевидная, 5.4–7 мкм дл., 6.9–8.6 мкм шир. Сложный воротничок состоит из конической поры, 0.5–0.9 мкм диам., 0.3–1 мкм глуб., с широким плоским аннулюсом, 2.5–3 мкм диам. Первичный воротничок конический с острым или закругленным апексом, 3.4–3.9 мкм диам., 0.3–0.9 мкм выс. Неорнаментированное пространство (интераннулюс) между первичным и вторичным воротничком, 6.3–7.2 мкм в диам., отделяет первичный воротничок от низкого вторичного ворот-

Таблица 2. Морфологические группы стоматоцист, представленные в этой статье.
Table 2. Stomatocyst morphological groups presented in the paper

Группы и подгруппы Groups and subgroups		Номер п.п Number
I. Неорнаментированные стоматоцисты I. Non-ornamented stomatocysts		
1. Без воротничка 1. Without collar		3
2. С воротничком 2. With collar	воротничок простой конический simple conical collar	1
	воротничок простой цилиндрический simple cylindrical collar	2, 4
II. Орнаментированные стоматоцисты II. Ornamented stomatocysts		
1. С выростами 1. With projections	поверхность цисты орнаментирована бородавчатыми выростами cyst surface ornamented with scabrae	5, 6, 13
	поверхность цисты орнаментирована шипами cyst surface ornamented with spines	9, 10, 11, 12, 14
2. Со сложной орнаментацией 2. With compound ornamentation	поверхность цисты в виде ретикулума cyst surface ornamented with a reticulum	7, 8

ничка (0.1 мкм выс.) Ниже вторичного воротничка – правильный ретикулум из округлых лакун, 0.7–1.5 мкм в диам. Стоматоциста легко идентифицируется в СМ.

Стоматоциста 180 отмечена в Канаде и США (Duff et al., 1995), в Румынии (Soroczki-Pinter, 2014), Испании (Pla, 2001). В России указывается в Ладожском озере (Волошко, 2016, 2017).

Экология: стоматоциста 180 относится к широко распространенному виду *S. bourrelyi*, который характеризуется как холодноводный и ацидофильный. Однако стоматоциста ранее отмечалась как в щелочных, так и ацидофильных озерах, являясь наиболее обычной в олиготрофных горных озерах (Duff et al., 1995). В Финском заливе отмечена при температуре воды 19.6°C, солености 0.41‰, УЭП 86 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 6.89.

9. Стоматоциста 368 Taylor et Smol, 1997. Рис. 6, 1.

Биологическая принадлежность: неизвестна.

Северо-запад Финского залива Балтийского моря, г. Сестрорецк, парк “Дубки”, май 2016 (в обрастаниях, грунте, смывах с камней).

Стоматоциста сплюснутая, 7.2 мкм шир., с низким коническим первичным воротничком, 0.8 мкм диам. и 0.3 мкм выс., с плоским аннулюсом, 0.2 мкм шир., окружающим правильную пору, 0.4–0.5 мкм диам. Неорнаментированное широкое пространство (интераннулюс) между первичным и вторичным воротничком (4.5 мкм диам.) отделяет первичный воротничок от вторичного воротничка, конической или цилиндрической формы. Стоматоциста густо орнаментирована изогнутыми произвольно ориентированными шипами, 0.5–0.7 мкм дл.

Стоматоциста была найдена в Канаде (Wilkinson et al., 2001) и Центральной Европе (Facher, Schmidt, 1996 – циста 76). В России указывается впервые.

Экология: стоматоциста 368 наблюдалась в щелочных озерах и в озерах арктической тундры с низким содержанием растворенного углерода, кальция и хлора (Wilkinson et al., 2001). В Финском заливе отмечена при температуре воды 19.6°C, солености 0.41‰, УЭП 86 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 6.89.

10. Стоматоциста DC 810/09 cf. *Ochromonas magnifica* Cronberg, 2005. Рис. 6, 2.

Биологическая принадлежность: cf. *Ochromonas magnifica* Cronberg (Cronberg, 2005).

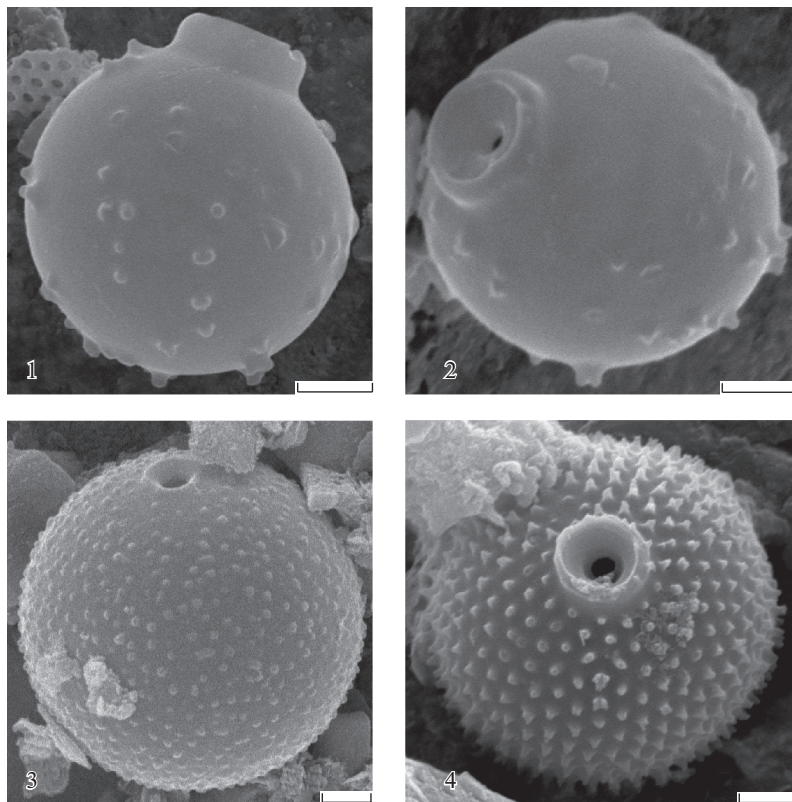


Рис. 5. Стوماتоцисты (СЭМ). 1, 2 – стوماتоциста 169 Zeeb et Smol, 1993; 3 – стوماتоциста 206 Duff et Smol, 1994; 4 – стوماتоциста 46 Rybak et al., 1991. Масштабная линейка: 1–4 – 2 мкм.

Fig. 5. Stomatocysts (SEM). 1, 2 – stomatocyst 169, Zeeb et Smol, 1993; 3 – stomatocyst 206 Duff et Smol, 1994; 4 – stomatocyst 46 Rybak et al., 1991. Scale bars: 2 μm .

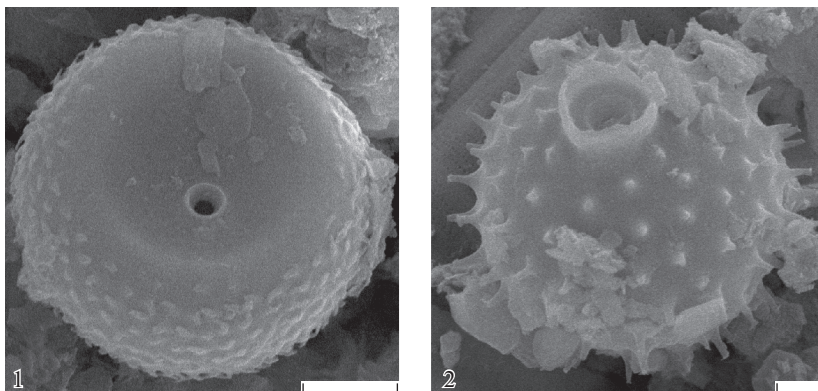


Рис. 6. Стوماتоцисты (СЭМ). 1 – стوماتоциста 368 Taylor et Smol, 1997; 2 – стوماتоциста DC 810/09 cf. *Ochromonas magnifica* Cronberg, 2005. Масштабная линейка: 1 – 2 мкм, 2 – 1 мкм.

Fig. 6. Stomatocysts (SEM). 1 – stomatocyst 368 Taylor et Smol, 1997; 4 – stomatocyst DC 810/09 cf. *Ochromonas magnifica* Cronberg, 2005. Scale bars: 1 – 2 μm , 2 – 1 μm .

Северо-запад Финского залива Балтийского моря, г. Сестрорецк, парк “Дубки”, май 2016 (в смывах с камней).

Стоматоциста шаровидная, 6.3–7 мкм в диам., с правильной порой, 0.5 мкм в диам., с узким коническим первичным воротничком. Вторичный воротничок цилиндрический, 0.6 мкм выс., 1.7 мкм шир. у основания, 1.6 мкм шир. у апекса. Поверхность стоматоцисты шероховатая и орнаментирована равномерно расположенными коническими полыми шипами, 0.2–0.8 мкм дл., у основания 0.3–0.6 мкм шир. На вершинах полых шипов по 5 и более мелких зубчиков, расходящихся в разные стороны.

Экология: стоматоциста описана из планктонных проб, отобранных в озере вблизи г. Тарту, Эстония (Cronberg, 2005). В России указывалась на северо-востоке Ленинградской обл., в ООПТ “Вепский лес” (Волошко, 2016, 2017). Наш объект отличается от описанного автором меньшими размерами. В Финском заливе отмечена при температуре воды 19.6°C, солёности 0.41‰, УЭП 86 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 6.89.

11. Стоматоциста 367 Taylor et Smol, 1997. Рис. 2, 2.

Биологическая принадлежность: неизвестна.

Северо-запад Финского залива Балтийского моря, г. Сестрорецк, парк “Дубки”, май 2016 (обрастания с растений, грунт).

Стоматоциста мелкая, шаровидная, 5.6 мкм диам., сложный воротничок состоит из низкого первичного воротничка 0.68 мкм диам., 0.1 мкм выс., и почти конического вторичного воротничка, 1.32 мкм диам. и 0.32 мкм выс. Поверхность стоматоцисты густо орнаментирована заостренными шипами, 0.4–0.5 мкм дл., отходящими от поверхности стоматоцисты под углом в 45°.

Экология: стоматоциста 367 обнаружена в крупном олиготрофном арктическом озере в тундре при pH 6.2 в Канаде (Wilkinson et al., 2001) и в Китае при pH 6.4, температуре воды 15°C (Pang, Wang, 2013; Pang, Wang, 2014), в Финском заливе отмечена при температуре воды 19.6°C, солёности 0.41‰, УЭП 86 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 6.89. В Европе указывается впервые.

12. Стоматоциста 169 Zeeb et Smol, 1993. Рис. 5, 1, 2.

Биологическая принадлежность: неизвестна.

Северо-запад Финского залива Балтийского моря, г. Сестрорецк, парк “Дубки”, май 2016 (грунт).

Стоматоциста шаровидная, 9 мкм в диам. Воротничок короткий 1.3 мкм выс., конический или цилиндрический, 4 мкм диам. у основания, 3.5 мкм диам. у апекса, с широко закругленным наружным краем и прямым внутренним краем. Плоский наклонный аннулюс начинается рядом с апексом внутреннего края воротничка. Пора правильная 0.6 мкм диам. Поверхность стоматоцисты орнаментирована короткими шипами в виде столбиков, с уплощенными или бифуркатными апексами, 0.4–1.0 мкм в диам. и 0.2–0.5 мкм выс.

Стоматоциста 169 зафиксирована в Канаде (Duff, Smol, 1994; Zeeb, 1994), США (Zeeb, Smol, 1993), Испании (Pla, 2001), Румынии (Soroczki-Pinter, 2014). В России стоматоциста отмечена на северо-востоке Ленинградской обл., в ООПТ “Вепский лес” (Волошко, 2016, 2017).

Экология: ранее стоматоциста 169 была обнаружена в щелочных озерах (Zeeb, Smol, 1993; Duff, Smol, 1994). В Финском заливе отмечена при температуре воды 19.6°C, солёности 0.41‰, УЭП 86 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 6.89.

13. Стоматоциста 206 Duff et Smol, 1994. Рис. 5, 3.

Биологическая принадлежность: неизвестна.

Северо-запад Финского залива Балтийского моря, г. Сестрорецк, парк “Дубки”, май 2016 (обрастания с растений, грунт).

Стоматоциста шаровидная, 7.1 мкм в диам., правильная пора 0.5 мкм в диам. окружена низким обратноконусовидным воротничком 1.1 мкм в диам. и 0.2 мкм выс. со

скошенным (пологим) внутренним краем и закругленным апексом. Поверхность стоматоцисты орнаментирована беспорядочно разбросанными низкими и округлыми бородавочками 0.1–0.3 мкм в диам. и 0.2 мкм выс.

Стоматоциста обнаружена в Канаде (Duff, Smol, 1994; Zeeb, 1994). Циста 36, также обнаруженная в Канаде (Rybak et al., 1991), по морфологическим параметрам идентична данной. В Европе указывается впервые.

Экология: стоматоциста была классифицирована как рН-индифферентная (Rybak et al., 1991). В Финском заливе отмечена при температуре воды 19.6°C, солености 0.41‰, УЭП 86 $\mu\text{S cm}^{-1}$, рН 6.89.

14. Стоматоциста 46 Rybak et al., 1991. Рис. 5, 4.

Биологическая принадлежность: неизвестна.

Северо-запад Финского залива Балтийского моря, г. Сестрорецк, парк “Дубки”, май 2016 (обрастания с растений).

Стоматоциста шаровидная, 5.9 мкм в диам. Воротничок цилиндрический, 1.3–1.6 мкм в диам. и 0.6 мкм выс. Пора правильная 0.4 мкм в диам., окружена плоским аннулюсом 0.13 мкм шир. Поверхность цисты орнаментирована раздвоенными шипами.

Циста 46 обнаружена ранее в Канаде (Rybak et al., 1991). Эта стоматоциста похожа на стоматоцисту 51, отмеченную в Германии (Facher, Schmidt, 1996), однако циста 46 несколько меньше стоматоцисты 51 по размеру. В настоящее время мы считаем, что у нас недостаточно данных, чтобы судить об их эквивалентности. Циста 46 также отмечается под номером 210 Duff, Smol, 1994 в Испании (Pla, 2001), Польше (Piątek, 2006) и Румынии (Soroczki-Pinter, 2014). Но стоматоциста, описанная Duff (1994), отличается от цисты 46. Таким образом, в работах Pla, Piątek, Soroczki-Pinter циста неправильно идентифицирована под номером 210 Duff, Smol, 1994, так как отличается от нее размером поры и орнаментацией. У стоматоцисты 46 поверхность орнаментирована шипами, зачастую раздваивающимися на концах, а у стоматоцисты 210 Duff – коническими или бородавчатыми выростами. В России указывается впервые.

Экология: в Финском заливе отмечена при температуре воды 19.6°C, солености 0.41‰, УЭП 86 $\mu\text{S cm}^{-1}$, рН 6.89.

Цисты разделены согласно идентификационной системе Duff et al. (1995) и Wilkinson et al. (2001), при этом учитывали в первую очередь наличие/отсутствие орнаментации и ее характер (табл. 2).

В результате исследований проб из Финского залива было идентифицировано 14 морфотипов стоматоцист, из которых 3 были определены до вида (*Chrysosphaerella longispina*, *Spiniferomonas bourrelyi*, *Ochromonas magnifica*). У 11 стоматоцист достоверно определен морфотип (табл. 2). К неорнаментированным стоматоцистам относятся 4 морфотипа. Остальные 10 обладают более сложной морфологической структурой своей поверхности. 9 морфотипов стоматоцист впервые указывается для водоемов Ленинградской области, 5 – впервые для России, 2 – впервые для Европы. Полученные данные могут служить дополнительным критерием оценки таксономического разнообразия золотистых водорослей в Финском заливе.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа поддержана программой “Региональные таксономические и флористические исследования водорослей морских и континентальных водоемов” (№ 0120125605). Регистрационный номер: АААА-А18-118030790036-0. Автор выражает благодарность Волошко Л.Н. и Сафроновой Т.В. за ценные обсуждения и помощь в работе. Электронные микрофотографии были получены в тесном сотрудничестве с Л.А. Карцевой на оборудовании ЦКП “Клеточные и молекулярные технологии изучения растений и грибов” Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 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.
- Brown K.M., Douglas M.S.V., Smol J.P. 1994. Siliceous microfossils in a Holocene, high arctic peat deposit (Nordvesto, northwestern Greenland). — *Can. J. Bot.* 72: 208–216.
- 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.
- Cabała J. 2002. Chrysophyceae stomatocysts from Budzyń Peat Bog (Kraków-Częstochowa Upland, Poland). — *Polish Botanical Journal.* 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. Lim.* 40 (2): 149–165.
- Cronberg G., Laugaste R. 2005. New species of *Uroglena* and *Ochromonas* (Chromulinales, Chrysophyceae) from Estonia. — *Nova Hedwigia: Zeitschrift für Kryptogamkunde Suppl.* 128: 43–63.
- Duff K.E., Smol J.P. 1991. Morphological descriptions and stratigraphic distributions of the chrysophycean stomatocysts from a recently acidified lake (Adirondak Park, N. Y.). — *J. Paleolimnol.* 5: 73–113.
- Duff K.E., Douglas M.S.V., Smol J.P. 1992. Chrysophyte cysts in 36 Canadian high arctic ponds. — *Nord. J. Bot.* 12: 471–499.
<https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1992.tb01331.x>
- Duff K.E., Smol J.P. 1994. Chrysophycean stomatocyst flora from British Columbia (Canada) lakes. — *Nova Hedwigia.* 58: 353–389.
- Duff K.E., Zeeb B.A., Smol J.P. 1995. Atlas of Chrysophycean cysts. *Developments in Hydrobiology* 99. Dordrecht, Netherlands. 189 p.
- 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.
- Facher E., Schmidt R. 1996. A siliceous chrysophycean cyst based pH transfer function for Central European Lakes. — *J. Paleolimnol.* 16: 275–321.
- Kamenik C., Schmidt R., Koinig K. A., Agustí-Panareda A., Thompson R., Psenner R. 2001. The chrysophyte stomatocyst composition in a high alpine lake (Gossenkollesee, Qrol, Austria) in relation to seasonality, temperature and land-use. — *Nova Hedwigia. Beiheft.* 122: 1–22.
- Pang W., Wang Q. 2013. Chrysophycean stomatocysts from the Stone Ponds in the Aershan National Geological Park, China. — *Nova Hedwigia. Beiheft.* 142: 1–17.
- 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>
- Piątek J. 2005. New and rare chrysophycean stomatocysts from the bryophyte spring in the Tatra National Park, Poland. — *Polish Botanical Journal.* 50 (2): 107–116.
- Piątek J., Piątek M. 2005. Chrysophyte stomatocysts of the sulphuric salt marsh in the Owczary Reserve (Central Poland). — *Polish Botanical Journal.* 50 (1): 97–106.
- Piątek J. 2006. Stomatocysts of the Dolina Gąsienicowa Valley in the Tatra Mts (Poland). 1. Czarny Staw Gąsienicowy and Zmarzły Staw Gąsienicowy Lakes. — *Polish Botanical Journal.* 51 (1): 61–77.
- Piątek J. 2007. Chrysophyte stomatocysts from sediments in a man-made water reservoir in central Poland. — *Ann. Bot. Fennici.* 44: 186–193.
- Piątek J., Piątek M. 2008. Chrysophyte stomatocysts from gypsum damp vegetation in Southern Poland. — *Polish Botanical Journal.* 53 (1): 57–67.
- Piątek J., Piątek M., Zeeb B.A., Shahed A.E. 2009. Chrysophyte stomatocysts in Africa: the first description of an assemblage in the recent sediments of a thermo-mineral spring in Egypt. — *Phycologia.* 48 (1): 13–23.
<https://doi.org/10.2216/08-50.1>
- Piątek J. 2017. A morphotype-rich assemblage of chrysophycean stomatocysts in mountain lakes in the Cameroon Highlands, Africa. — *Cryptogamie, Algologie.* 38 (2): 1–22.
- Pla S. 2001. Chrysophycean cysts from the Pyrenees. *Biblioteka Phycologica* 109. 237 p.
- Pla S., Andersen N.J. 2005. Environmental factors correlated with chrysophyte cyst assemblages in low arctic lakes of southwest Greenland. — *Journal of phycology.* 41: 957–974.
- Rybak M. 1987. Fossil chrysophycean cyst flora of Racze Lake, Wolin Island (Poland) in relation to paleoenvironmental conditions. — *Hydrobiologia.* 150: 257–272.
- Rybak M., Rybak I., Nicholls K. 1991. Sedimentary chrysophyte cyst assemblages as paleoindicators in acid sensitive lakes. — *J. Paleolimnol.* 5: 19–72.
- [Safronova] Сафронова Т.В. 2014. Сезонные изменения состава золотистых водорослей (Chrysophyceae, Synurophyceae) в прудах Ботанического сада БИН РАН (Санкт-Петербург). — *Бот. журн.* 99 (4): 443–458.
- Safronova T.V. 2015. A new morphotype of chrysophycean stomatocyst from the pond of Peter the Great Botanical Garden (Saint Petersburg). — *Novosti Sist. Nizsh. Rast.* 49: 47–51.

- Soroczki-Pinter E., Sergiopl-Rabes, Magyari E.K., Stenger-Kovacs C., Buczko K. 2014. Late quaternary chrysophycean stomatocysts in a Southern Carpathian mountain lake, including the description of new forms (Romania). – *Phytotaxa*. 170 (3): 169–186.
- Vijver B.V., 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 (Chrysophyta) водоемов Северо-Запада России. Разнообразие стоматоцист. – *Бот. журн.* 101 (11): 1257–1281.
- [Voloshko] Волошко Л.Н. 2017. Золотистые водоросли севера России. Санкт-Петербург. 380 с.
- Watson S.B., Satchwill T. 2003. Chrysophyte odour production: resource-mediated changes at the cell and population levels. – *Phycologia*. 42 (4): 393–405.
- Watson S.B., McCauley E. 2010. Light and bacteria: substitutable energy sources for chrysophyte blooms? – *Nova Hedwigia, Beiheft*. 136: 1–22.
- Wilkinson A.N., Zeeb B.A., Smol J.P., Douglas M.S.V. 1997. Chrysophyte stomatocyst assemblages associated with periphytic high arctic pond environments. – *Nord. J. Bot.* 17 (1): 95–112.
- Wilkinson A.N., Smol J.P. 1998. Chrysophycean stomatocyst flora from south-central Ontario lakes. – *Can. J. Bot.* 76: 836–862.
<https://doi.org/10.1139/b98-052>
- Wilkinson A.N., Zeeb B.A., Smol J.P. 2001. Atlas of chrysophycean cysts. Volume II. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 169 p.
<https://doi.org/10.1007/978-94-017-0811-1>
- Wołowski K., Cabała J., Zeeb B.A. 2004. Chrysophycean stomatocysts from a karstic sinkhole in the vicinity of Staszów on the Małopolska Upland, Poland. – *Can. J. Bot.* 82: 1330–1337.
<https://doi.org/10.1139/b04-089>
- 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. Chrysophycean 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., Duff K.E., Smol J.P. 1990. Morphological descriptions and stratigraphic profiles of chrysophycean stomatocysts from the recent sediments of Little Round Lake, Ontario. – *Nova Hedwigia*. 51: 361–380.
- Zeeb B.A., Smol J.P. 1993. Chrysophycean stomatocyst flora from Elk Lake, Clearwater County, Minnesota. – *Can. J. Bot.* 71: 737–756.
- Zeeb B.A., Christie C.E., Smol J.P., Findly D.L., Kling H.J., Briks H.J.B. 1994. Responses of diatom and chrysophyte assemblage in Lake 227 to experimental eutrophication. – *Canad. J. Fish. Aquatic Sci.* 51: 2300–2311.
- Zeeb B.A., Smol J.P., Vanlandingham S.L. 1996. Pliocene chrysophycean stomatocysts from the Sonoma volcanics, Napa County, California. – *Micropaleontol.* 42: 79–91.

DIVERSITY OF CHRYSOPHYCEAN (CHRYSOPHYTA) STOMATOCYSTS IN THE GULF OF FINLAND, BALTIC SEA

S. N. Shadrina[#]

*Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences
Prof. Popov Str., 2, St. Petersburg, 197376, Russia*

[#]*e-mail: wertexy@yandex.ru*

We have distinguished 14 stomatocyst morphotypes in the samples from the Gulf of Finland. For 3 of them, the species were identified. For 11 cyst morphotypes, only the morphotype number was defined. Five morphotypes of the stomatocysts were found in the Russian waterbodies for the first time. The descriptions of the cysts based on the electron-microscopic data and the information on the locality, distribution and ecology are provided. Our results provide new information on chrysophyte flora of the Gulf of Finland.

Keywords: the Gulf of Finland, Chrysophyceae, stomatocysts, taxonomy, distribution, ecology

ACKNOWLEDGMENTS

This study was carried out within the program “Regional taxonomic and floristic studies of algae in marine and continental reservoirs” (№ 0120125605; AAAA-A18-118030790036-0). The author is grateful

to Dr. L.N. Voloshko (BIN RAS) and T.V. Safronova (BIN RAS) for their help and usefull discussions. SEM micrographs were created in close collaboration with L.A. Kartceva on the equipment of The Core Facilities Center "Cell and Molecular Technologies in Plant Science" at the Komarov Botanical Institute RAS (St.-Petersburg, Russia).

REFERENCES

- 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.
- Brown K.M., Douglas M.S.V., Smol J.P. 1994. Siliceous microfossils in a Holocene, high arctic peat deposit (Nordvesto, northwestern Greenland). – *Can. J. Bot.* 72: 208–216.
- 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.
- Cabała J. 2002. Chrysophyceae stomatocysts from Budzyń Peat Bog (Kraków-Częstochowa Upland, Poland). – *Polish Botanical Journal.* 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. Lim.* 40 (2): 149–165.
- Cronberg G., Laugaste R. 2005. New species of *Uroglena* and *Ochromonas* (Chromulinales, Chrysophyceae) from Estonia. – *Nova Hedwigia: Zeitschrift für Kryptogamenkunde Suppl.* 128: 43–63.
- Duff K.E., Smol J.P. 1991. Morphological descriptions and stratigraphic distributions of the chrysophycean stomatocysts from a recently acidified lake (Adirondak Park, N. Y.). – *J. Paleolimnol.* 5: 73–113.
- Duff K.E., Douglas M.S.V., Smol J.P. 1992. Chrysophyte cysts in 36 Canadian high arctic ponds. – *Nord. J. Bot.* 12: 471–499.
<https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1992.tb01331.x>
- Duff K.E., Smol J.P. 1994. Chrysophycean stomatocyst flora from British Columbia (Canada) lakes. – *Nova Hedwigia.* 58: 353–389.
- Duff K.E., Zeeb B.A., Smol J.P. 1995. Atlas of Chrysophycean cysts. *Developments in Hydrobiology* 99. Dordrecht, Netherlands. 189 p.
- 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.
- Facher E., Schmidt R. 1996. A siliceous chrysophycean cyst based pH transfer function for Central European Lakes. – *J. Paleolimnol.* 16: 275–321.
- Kamenik C., Schmidt R., Koinig K.A., Agustí-Panareda A., Thompson R., Psenner R. 2001. The chrysophyte stomatocyst composition in a high alpine lake (Gossenkollesee, Qrol, Austria) in relation to seasonality, temperature and land-use. – *Nova Hedwigia. Beiheft.* 122: 1–22.
- Pang W., Wang Q. 2013. Chrysophycean stomatocysts from the Stone Ponds in the Aershan National Geological Park, China. – *Nova Hedwigia. Beiheft.* 142: 1–17.
- Pang W., Wang Q. 2014. Chrysophycean stomatocysts from the Aershan Geological Park (Inner Mongolia), China. – *Phytotaxa.* 187 (1): 1–92.
<http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.187.1.1>
- Piątek J. 2005. New and rare chrysophycean stomatocysts from the bryophyte spring in the Tatra National Park, Poland. – *Polish Botanical Journal* 50 (2): 107–116.
- Piątek J., Piątek M. 2005. Chrysophyte stomatocysts of the sulphuric salt marsh in the Owczary Reserve (Central Poland). – *Polish Botanical Journal.* 50 (1): 97–106.
- Piątek J. 2006. Stomatocysts of the Dolina Gąsienicowa Valley in the Tatra Mts (Poland). 1. Czarny Staw Gąsienicowy and Zmarzły Staw Gąsienicowy Lakes. – *Polish Botanical Journal.* 51 (1): 61–77.
- Piątek J. 2007. Chrysophyte stomatocysts from sediments in a man-made water reservoir in central Poland. – *Ann. Bot. Fennici.* 44: 186–193.
- Piątek J., Piątek M. 2008. Chrysophyte stomatocysts from gypsum damp vegetation in Southern Poland. – *Polish Botanical Journal.*: 53 (1): 57–67.
- Piątek J., Piątek M., Zeeb B.A., Shahed A.E. 2009. Chrysophyte stomatocysts in Africa: the first description of an assemblage in the recent sediments of a thermo-mineral spring in Egypt. – *Phycologia.* 48 (1): 13–23.
<https://doi.org/10.2216/08-50.1>
- Piątek J. 2017. A morphotype-rich assemblage of chrysophycean stomatocysts in mountain lakes in the Cameroon Highlands, Africa. – *Cryptogamie, Algologie.* 38 (2): 1–22.
- Pla S. 2001. Chrysophycean cysts from the Pyrenees. *Biblioteka Phycologica* 109. 237 p.
- Pla S., Andersen N.J. 2005. Environmental factors correlated with chrysophyte cyst assemblages in low arctic lakes of southwest Greenland. – *J. Phycology.* 41: 957–974.
- Rybak M. 1987. Fossil chrysophycean cyst flora of Racze Lake, Wolin Island (Poland) in relation to paleoenvironmental conditions. – *Hydrobiologia.* 150: 257–272.

Rybak M., Rybak I., Nicholls K. 1991. Sedimentary chrysophyte cyst assemblages as paleoindicators in acid sensitive lakes. — *J. Paleolimnol.* 5: 19–72.

Safronova T.V. 2014. Seasonal changes of taxonomic composition of chrysophycean algae (Chrysophyceae, Synurophyceae) in the ponds of the Botanical Garden of the Komarov Botanical Institute (St. Petersburg). — *Botanicheskii Zhurnal.* 99 (4): 443–458 (In Russ.).

Safronova T.V. 2015. A new morphotype of chrysophycean stomatocyst from the pond of Peter the Great Botanical Garden (Saint Petersburg). — *Novosti Sist. Nizsh. Rast.* 49: 47–51.

Soroczki-Pinter E., Sergiela-Rabes, Magyari E.K., Stenger-Kovacs C., Buczko K. 2014. Late quaternary chrysophycean stomatocysts in a Southern Carpathian mountain lake, including the description of new forms (Romania). — *Phytotaxa.* 170 (3): 169–186.

Vijver B.V., 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. — *Botanicheskii Zhurnal.* 101 (11): 1257–1281 (In Russ.).

Voloshko L.N. 2017. Chrysophycean algae of northern Russia. Saint Petersburg. 380 p. (In Russ.).

Watson S.B., Satchwill T. 2003. Chrysophyte odour production: resource-mediated changes at the cell and population levels. — *Phycologia.* 42 (4): 393–405.

Watson S.B., McCauley E. 2010. Light and bacteria: substitutable energy sources for chrysophyte blooms? — *Nova Hedwigia, Beiheft.* 136: 1–22.

Wilkinson A.N., Zeeb B.A., Smol J.P., Douglas M.S.V. 1997. Chrysophyte stomatocyst assemblages associated with periphytic high arctic pond environments. — *Nord. J. Bot.* 17 (1): 95–112.

Wilkinson A.N., Smol J.P. 1998. Chrysophycean stomatocyst flora from south-central Ontario lakes. — *Can. J. Bot.* 76: 836–862.
<https://doi.org/10.1139/b98-052>

Wilkinson A.N., Zeeb B.A., Smol J.P. 2001. Atlas of chrysophycean cysts. Volume II. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 169 p.
<https://doi.org/10.1007/978-94-017-0811-1>

Wołowski K., Cabała J., Zeeb B.A. 2004. Chrysophycean stomatocysts from a karstic sinkhole in the vicinity of Staszów on the Małopolska Upland, Poland. — *Can. J. Bot.* 82: 1330–1337.
<https://doi.org/10.1139/b04-089>

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. Chrysophycean stomatocysts associated with the carnivorous plants (genus *Utricularia*) from Jeleniak-Mikuliny Nature Reserve. — *Int. J. Oceanogr. Hydrobiol.* 42 (4): 398–405.

Zeeb B.A., Duff K.E., Smol J.P. 1990. Morphological descriptions and stratigraphic profiles of chrysophycean stomatocysts from the recent sediments of Little Round Lake, Ontario. — *Nova Hedwigia.* 51: 361–380.

Zeeb B.A., Smol J.P. 1993. Chrysophycean stomatocyst flora from Elk Lake, Clearwater County, Minnesota. — *Can. J. Bot.* 71: 737–756.

Zeeb B.A., Christie C.E., Smol J.P., Findly D.L., Kling H.J., Briks H.J.B. 1994. Responses of diatom and chrysophyte assemblage in Lake 227 to experimental eutrophication. — *Canad. J. Fish. Aquatic Sci.* 51: 2300–2311.

Zeeb B.A., Smol J.P., Vanlandingham S.L. 1996. Pliocene chrysophycean stomatocysts from the Sonoma volcanics, Napa County, California. — *Micropaleontol.* 42: 79–91.