

2
НОМЕР

БОИЦ

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

<http://www.elmag.uran.ru>

БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН

Оренбургская область
Гора Змеиная
Вельмовский П.В.



2023

УЧРЕДИТЕЛЬ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ОРЕНБУРГСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

© М.Е. Игнатенко, Т.Н. Яценко-Степанова, 2023

УДК 574.58

М.Е. Игнатенко, Т.Н. Яценко-Степанова

СТОМАТОЦИСТЫ *CHRYSOCOCCUS FURCATUS* В ВОДОЕМАХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ (ЮЖНЫЙ УРАЛ, РОССИЯ)

Оренбургский федеральный исследовательский центр УрО РАН (Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН), Оренбург, Россия

В статье сообщается о находках в водоемах центральной и восточной части Оренбургской области стоматоцисты 130, Duff et Smol in Duff et al., 1992 emend. Duff et Smol, 1994, продуцируемой редким для флоры России видом *Chrysococcus furcatus*. Приводятся данные по морфологии обнаруженных экземпляров, а также их микрофотографии, выполненные с помощью световой и сканирующей электронной микроскопии. Полученные результаты вносят вклад в изучение биоразнообразия водорослей Оренбургской области, а также дополняют сведения о распространении *C. furcatus* на территории России.

Ключевые слова: стоматоцисты, *Chrysococcus furcatus*, Chrysophyta, сканирующая электронная микроскопия.

М.Е. Ignatenko, T.N. Yatsenko-Stepanova

CHRYSOCOCCUS FURCATUS STOMATOCYSTS IN RESERVOIRS FROM THE ORENBURG REGION (SOUTH URALS, RUSSIA)

Orenburg Federal Research Center, UB RAS (Institute for Cellular and Intracellular Symbiosis, UB RAS), Orenburg, Russia

In this paper we report about finds of stomatocyst 130, Duff et Smol in Duff et al., 1992 emend. Duff et Smol, 1994, produced by *Chrysococcus furcatus* (a rare species for the algal flora of Russia) in reservoirs from the central and eastern parts of the Orenburg Region. The data on the morphology of the detected stomatocysts, as well as their micrographs made with use light and scanning electron microscopy, are presented. The obtained results contribute to the study of biodiversity of algae in the Orenburg Region, and also supplement the information on the distribution of *C. furcatus* in Russia.

Key words: stomatocysts, *Chrysococcus furcatus*, Chrysophyta, scanning electron microscopy.

Введение

Стоматоцисты – покоящаяся стадия в жизненном цикле *Chrysophyta*, характерная для всех представителей данного отдела. Изучение морфологии, экологии, распространения стоматоцист золотистых водорослей не менее значимо, чем изучение их вегетативных стадий. Благодаря кремнистому составу стоматоцисты способны длительное время сохраняться в толще воды и донных отложениях, а потому являются информативным показателем, позволяющим сделать вывод об истинном разнообразии *Chrysophyta* в водоеме, даже при условии отсутствия вегетативных форм в анализируемых образцах.

Исследование стоматоцист имеет важное значение в изучении биогеографии золотистых водорослей [1]. Кроме того, аналогично диатомовым водорослям, стоматоцисты *Chrysophyta* широко используются в качестве палеоэкологических индикаторов [1, 2].

Морфология стоматоцист видоспецифична [3]. Но, к сожалению, на сегодняшний день лишь малая часть, из более чем 2000 описанных морфотипов, соотнесена с их вегетативной стадией [1, 3]. В числе таковых стоматоциста 130, Duff et Smol in Duff et al., 1992 emend. Duff et Smol, 1994, продуцируемая *Chrysococcus furcatus* (Dolgoff) K.H. Nicholls.

C. furcatus – редкий вид для флоры России. В настоящее время известно о шести находках. Стоматоцисты *C. furcatus* обнаружены в водоемах северо-западной части страны (р. Большая Невка и Фигурный пруд парка БИН РАН, г. Санкт-Петербург [4, 5]; пруд поселка Борок, Ярославская область [6]; р. Паз, Мурманская область [6]), юга Западной Сибири (оз. Телецкое, республика Алтай [7]) и юга Восточной Сибири (р. Верхняя Ангара, республика Бурятия [8]).

Целью данного исследования явилось описание находок *C. furcatus* в водоемах Оренбургской области (Южный Урал, Россия).

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили интегрированные пробы (планктон, эпипелон и эпицитон), отобранные в период открытой воды из разнотипных водоемов Оренбургской области (табл. 1). Температуру воды и ее кислотность (рН) измеряли с помощью портативного анализатора рН/°С HI98127 (Hanna Instruments, Inc., USA), соленость — анализатором лабораторным серии АНИОН 4100 (Россия).

Пробы фиксировали 40%-м раствором формальдегида и концентрировали седиментационным методом.

Морфологию стоматоцист изучали с использованием световой и сканирующей электронной микроскопии на микроскопах Axio Scope A1 (Carl Zeiss, Germany) и Tescan Mira3 (Tescan Brno, Czech Republic) в Центре выявления и поддержки одаренных детей «Гагарин» (Оренбургская область). Для сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) аликвоту исследуемого образца отмывали от фиксатора дистиллированной водой путем многократного центрифугирования (5 мин при 3000 об/мин) с помощью центрифуги Microspin 12 (Biosan, Latvija), затем наносили на столики СЭМ, высушивали при ком-

натной температуре и напыляли золотом с использованием ионно-плазменной напылительной установки Quorum Q150R S plus (Quorum Technologies Ltd., Великобритания).

Таблица 1. Характеристика точек отбора проб

Водоем	Дата отбора проб	Местоположение	Координаты	T, °C	pH	S, г/л
рукав озера Жетыколь (р. Казанче)	22.05.2023	Биологический заказник «Светлинский», Оренбургская область	50°59'47.1"N, 60°50'23.9"E	-	7,05	0,16
рукав озера Жетыколь («8-я бригада»)	03.05.2023	Биологический заказник «Светлинский», Оренбургская область	51°01'23.8"N, 60°56'05.1"E	15,3	7,23	0,18
Ушкотинское водохранилище	22.05.2023	Домбаровский район, Оренбургская область	50°43'46"N, 59°57'54"E	14,0	8,19	0,21
пруд Таволгасай	02.05.2020	Буртинская степь, государственный природный заповедник «Оренбургский», Оренбургская область	51°12'46.5"N, 56°41'46.2"E	17,8	7,93	-

Примечание: T - температура воды, °C; S - соленость, г/л.

Результаты и обсуждение

Стоматоциста 130, Duff et Smol in Duff et al., 1992 emend. Duff et Smol, 1994 (рис. 1), продуцируемая *C. furcatus*, была зарегистрирована в каждом из четырех исследуемых водоемов. Морфология обнаруженных экземпляров (n=7) соответствует протологу [3]. Стоматоциста сферическая, 8,8-11,1 мкм в диаметре, с цилиндрическим или обратноконическим воротничком (апикальный диаметр 3,1-3,9 мкм, высота 1,4-2,7 мкм). Основание воротничка может быть орнаментировано вертикальными штрихами (рис. 1 D, E). Пора не наблюдалась. На заднем полюсе стоматоцисты расположен единственный длинный раздваивающийся шип. Шип обычно закручен вокруг своей оси (рис. 1 E). Поверхность стоматоцисты орнаментирована неравномерно расположенными бугорками (рис. 1 C) или шипиками (рис. 1 D, E). Орнаментация воротничка и поверхности стоматоцисты, вероятно, может варьировать на разных стадиях развития [6].

Вегетативные стадии в ходе исследования не обнаружены. Данный факт может быть обусловлен тем, что *C. furcatus* является психрофильным

видом, предпочитающим холодные воды [6, 9].

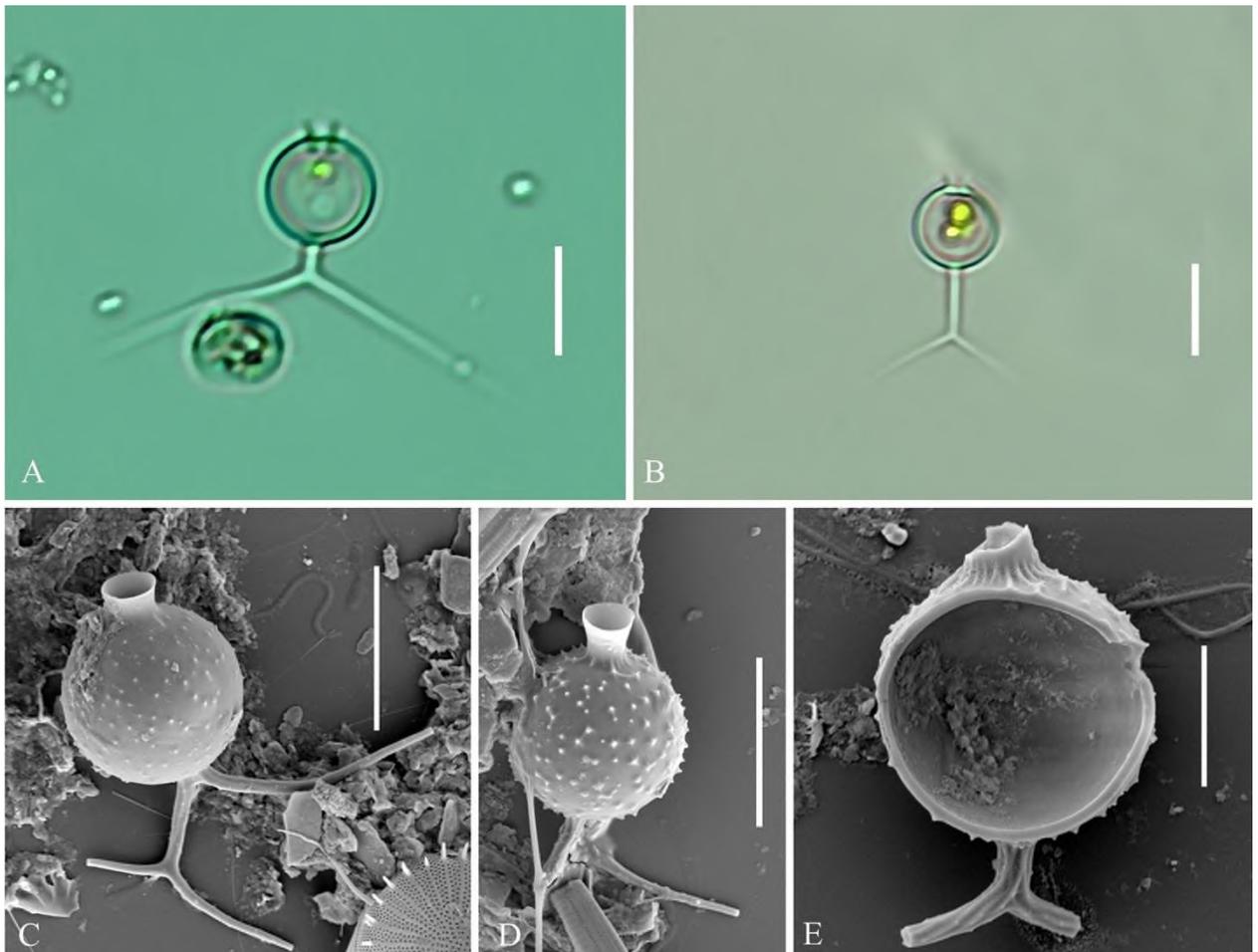


Рис. 1. Стоматоциста 130, Duff et Smol in Duff et al., 1992 emend. Duff et Smol, 1994: А, В – световая микроскопия; С-Е – сканирующая электронная микроскопия. Масштабная линейка: А-Д – 10 мкм, Е – 5 мкм.

Ввиду труднодоступности исследуемых нами водоемов (три из четырех объектов расположены на территории степей в значительном удалении от автомобильных дорог), отбор проб был проведен в период, когда вода в водоемах уже прогрелась до 14,0-17,8 °С, что, вероятно, является неблагоприятным фактором для развития вегетативных форм. Однако находки стоматоцисты 130, Duff et Smol in Duff et al., 1992 emend. Duff et Smol, 1994 являются убедительным доказательством присутствия *C. furcatus* в водоемах Оренбургской области.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено новое местообитание редкого для России вида *C. furcatus*. Стоматоциста 130,

Duff et Smol in Duff et al., 1992 emend. Duff et Smol, 1994, продуцируемая *C. furcatus*, впервые зарегистрирована в водоемах Южного Урала. Полученные данные вносят вклад в изучение биоразнообразия водорослей Оренбургской области, а также расширяют наши знания о распространении *C. furcatus* на территории России.

(Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ №23-24-10056.)

Благодарности:

Авторы выражают искреннюю благодарность к.б.н. О.Г. Калмыковой (Институт степи УрО РАН), а также сотрудникам биологического заказника «Светлинский» за помощь в отборе проб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pang W., Van de Vijver B. Freshwater chrysophycean stomatocysts from Monte Lauro (Buccheri, Sicily, Italy). *Phytotaxa*. 2021. 494(2): 177–192. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.494.2.1>
2. Bai X., Bu Z.J., Chen X. Morphology of Chrysophycean stomatocysts in three peatlands in central China. *Mires and Peat*. 2018. 21: 1–16. <http://dx.doi.org/10.19189/MaP.2018.OMB.350>
3. Duff K.E., Zeeb B.A., Smol, J.P. Atlas of Chrysophycean cysts. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 1995. 189 p. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-0809-8>
4. Воронихин Н.Н. Заметка о цистах хризомонад в планктоне рек Невы и Большой Невки. *Acta Instituti Botanici Academiae Scientiarum USSR*. 1933. 2(1): 7–10.
5. Сафронова Т.В. Сезонные изменения состава золотистых водорослей (Chrysophyceae, Synurophyceae) в прудах Ботанического сада БИН РАН (Санкт-Петербург). *Ботанический журнал*. 2014. 99(4): 443–458.
6. Kapustin D.A., Kapustina N.V. New Records of *Chrysococcus furcatus* (Chrysophyceae) in Russia. *Inland Water Biology*. 2018. 11(4): 384–386. <https://doi.org/10.1134/S1995082918040090>
7. Bazhenova O.P., Mitrofanova E.Yu., Shakhovai V.E. 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*. 2012. 5(4): 423–429. <https://doi.org/10.1134/S1995425512040026>
8. Firsova A.D., Bessudova A.Yu., Likhoshway Ye.V. Chrysophycean stomatocysts in tributaries of northern limit of Lake Baikal. *Acta Biologica Sibirica*. 2018. 4(4): 25–44.
9. Duff K.E., Zeeb B.A., Smol J.P. Chrysophyte cyst biogeographical and ecological distributions: a synthesis. *Journal of Biogeography*. 1997. 24: 791–812. <https://www.jstor.org/stable/2846116>

Поступила 05.05.2023 г.

(Контактная информация: **Игнатенко Марина Евгеньевна** – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник ЦКП «Персистенция микроорганизмов» Института клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН; адрес: 460000 г. Оренбург, ул. Пионерская, 11; тел.: 8 (3532) 775417; E-mail: ignatenko_me@mail.ru)

REFERENCES

1. Pang W., Van de Vijver B. Freshwater chrysophycean stomatocysts from Monte Lauro (Buccheri, Sicily, Italy). *Phytotaxa*. 2021. 494(2): 177–192.

- <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.494.2.1>
2. Bai X., Bu Z.J., Chen X. Morphology of Chrysophycean stomatocysts in three peatlands in central China. *Mires and Peat*. 2018. 21: 1–16. <http://dx.doi.org/10.19189/MaP.2018.OMB.350>
 3. Duff K.E., Zeeb B.A., Smol, J.P. Atlas of Chrysophycean cysts. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 1995. 189 p. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-0809-8>
 4. Woronichin N.N. Notiz über Chrysomonadencysten in Plankton der Flüsse Newa und Boljschaja Newka. *Acta Instituti Botanici Academiae Scintiarum USSR*. 1933. 2(1): 7–10.
 5. Safronova T.V. 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*. 2014. 99(4): 443–458.
 6. Kapustin D.A., Kapustina N.V. New Records of *Chrysococcus furcatus* (Chrysophyceae) in Russia. *Inland Water Biology*. 2018. 11(4): 384–386. <https://doi.org/10.1134/S1995082918040090>
 7. Bazhenova O.P., Mitrofanova E.Yu., Shakhoval V.E. 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*. 2012. 5(4): 423–429. <https://doi.org/10.1134/S1995425512040026>
 8. Firsova A.D., Bessudova A.Yu., Likhoshway Ye.V. Chrysophycean stomatocysts in tributaries of northern limit of Lake Baikal. *Acta Biologica Sibirica*. 2018. 4(4): 25–44.
 9. Duff K.E., Zeeb B.A., Smol J.P. Chrysophyte cyst biogeographical and ecological distributions: a synthesis. *Journal of Biogeography*. 1997. 24: 791–812. <https://www.jstor.org/stable/2846116>

Образец ссылки на статью:

Игнатенко М.Е., Яценко-Степанова Т.Н. Стоматоцисты *Chrysococcus furcatus* в водоемах Оренбургской области (Южный Урал, Россия). Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2023. 2. 6с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2023-2/Articles/IME-2023-2.pdf>). DOI: 10.24411/2304-9081-2023-12003