Новые находки видов рода *Mallomonas* (Chrysophyceae, Synurales) для Оренбургской области (Южный Урал, Россия)

М. Е. Игнатенко[1], Т. Н. Яценко-Степанова[1], А. А. Уржумов[2]

[1]Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН Оренбургского федерального исследовательского центра РАН, Оренбург, Россия
[2]Центр выявления и поддержки одаренных детей «Гагарин», Оренбург, Россия
Автор для переписки: М. Е. Игнатенко, ignatenko_me@mail.ru

Резюме. Приведены сведения о новых находках водорослей рода *Mallomonas* для Оренбургской обл. Среди них *M. rasilis* — впервые указан для флоры России. Для каждого вида приводятся данные по морфологии, местонахождению, распространению, а также микрофотографии, выполненные с помощью СЭМ.
Ключевые слова: *Mallomonas rasilis*, золотистые водоросли, морфология, распространение, СЭМ.

New records of *Mallomonas* species (Chrysophyceae, Synurales) for the Orenburg Region (South Urals, Russia)

M. E. Ignatenko[1], T. N. Yatsenko-Stepanova[1], A. A. Urzhumov[2]

[1]Institute for Cellular and Intracellular Symbiosis of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences of the Orenburg Federal Research Center RAS, Orenburg, Russia
[2]Center for identification and support of gifted children "Gagarin"
Corresponding author: M. E. Ignatenko, ignatenko_me@mail.ru

Abstract. The data about new findings of species of the genus *Mallomonas* for the Orenburg Region are given. Among them, *M. rasilis* is reported for the first time for Russia. For each species, data on morphology, location, and distribution are represented. SEM microphotographs for these species are provided.
Keywords: *Mallomonas rasilis*, chrysophytes, morphology, distribution, SEM.

Оренбургская обл. — один из крупнейших регионов Российской Федерации, ее территория составляет 124 тыс. км^2. Значительная протяженность с запада на восток обусловила расположение области в двух частях света (Европа и Азия) и трех природных странах: Русской равнине, Уральской горной стране и Тургайской столовой стране, что предопределило большое биологическое разнообразие (Sokolov *et al.*, 2020), в том числе и разнообразие водорослей (Yatsenko-Stepanova *et al.*, 2005). Исследования водорослей в Оренбургской обл. были начаты в 1830 г. (Yatsenko-Stepanova *et al.*, 2005) и продолжаются по сегодняшний день. Тем не менее, до сих пор ряд групп водорослей остаются малоизученными, например, род *Mallomonas* Perty (Chrysophyceae, Synurales). Ранее в водоемах Оренбургской обл. было обнаружено всего три вида рода *Mallomonas*: *M. areolata* Nygaard, *M. denticulata* Matvienko и *M. tonsurata* Teiling (Yatsenko-Stepanova *et al.*, 2005; Snit'ko *et al.*, 2020). Одной из возможных причин, объясняющих столь невысокое число выявленных видов рода *Mallomonas* в регионе, может быть сложность их идентификации, которая основана на исследовании ультраструктуры кремнистых покровов клеток с помощью электронной микроскопии. Исследования, посвященные разнообразию Chrysophyceae в России, выполненные с применением электронной микроскопии, немногочисленны и носят фрагментарный характер (Gusev, 2013). В частности, такие работы проводились на территории Ленинградской (Safronova, Voloshko, 2013; Voloshko, 2017; Shadrina, 2019; Shadrina, Safronova, 2020), Вологодской (Balonov, 1978), Нижегородской (Gusev *et al.*, 2019), Челябинской (Snit'ko *et al.*, 2020), Омской (Bazhenova, Igoshkina, 2020; Bazhenova, Kapustin, 2021), Магаданской (Gusev *et al.*, 2018b) областей, республик Карелия (Voloshko, 2017), Бурятия (Gusev, 2016; Bessudova *et al.*, 2018a, 2018b) и Алтай (Mitrofanova, 2018), а также в некоторых водоемах арктической зоны (Firsova *et al.*, 2015) и т.д.

В виду этого, целью нашей работы было исследование разнообразия представителей рода *Mallomonas* в водоемах Оренбургской обл. с помощью электронной микроскопии.

Материал и методы

Материалом для исследования послужили планктонные пробы, отобранные из водоемов Оренбургской обл. Температуру воды и ее кислотность (pH) измеряли с помощью портативного анализатора pH/°C H198127 (Hanna Instruments, Inc., USA), соленость — анализатором лабораторным серии АНИОН 4100 (Россия). Пробы собраны авторами и О. Г. Калмыковой. Номера проб соответствуют образцам из альгологической коллекции, хранящейся в лаборатории группы альгологии Института клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН.

Список использованных в работе проб: **Россия, Оренбургская обл., Кувандыкский р-н:** T.13_Урал_27072021 — заводь на р. Урал у с. Никольское, 51°20′59″N, 57°6′18″E, глубина 0.15–0.2 м, температура воды 24.7°C, соленость 0.638 ‰, 27 VII 2021; **Светлинский р-н:** В 27-2020-Ащ — участок «Ащисайская степь» государственного природного заповедника «Оренбургский», оз. Журманколь, 50°58′45.3″N, 61°09′08.1″E, глубина 0.7–1.0 м, температура воды 19.0°C, pH = 6.82, 13 V 2020; В 4-2021-Ащ — там же, пруд Прикордонный, 50°57′43.9″N, 61°12′57.6″E, глубина 0.7 м, температура воды 21.7°C, соленость 0.176 ‰, pH = 7.77, 27 VIII 2021; **Орский городской округ:** СНТ_Орск_03082021 — пруд в черте г. Орск, 51°15′23″N, 58°36′58″E, глубина 0.7 м, температура воды 24.2°C, соленость 0.313 ‰, pH = 7.35, 3 VIII 2021.

Изучение ультраструктуры кремнистых покровов клеток представителей рода *Mallomonas* проводили с использованием сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на микроскопе Tescan Mira3 в Центре выявления и поддержки одаренных детей «Гагарин» (г. Оренбург). Для этого аликвоту исследуемого образца, предварительно сконцентрированного седиментационным методом, отмывали от фиксатора дистиллированной водой путем многократного центрифугирования (5 мин при 3000 об/мин) с помощью центрифуги Microspin 12 (Biosan, Latvija), затем наносили на обезжиренные покровные стекла, высушивали при комнатной температуре и напыляли золотом с использованием ионно-плазменной напылительной установки Quorum Q150R S plus.

Результаты

В результате проведенных исследований в водоемах Оренбургской обл. выявлено пять новых для региона видов рода *Mallomonas*.

Mallomonas alpina Pascher et Ruttner (Plate I: 1)

Чешуйки овальные, трехчастные, 4.5–5.4 мкм дл. и 3.0–3.6 мкм шир., с куполом или без него. Купол гладкий. V-образное ребро острое, субмаргинальные ребра хорошо развиты. Щит и задняя кромка несут многочисленные поры, вторичный слой отсутствует. Щетинки зазубренные, 9.8–20.2 мкм дл.

Отмечен в пробе Т.13_Урал_27072021.

Распространение. Космополит. Отмечен в водоемах США, Европы, Китая, Австралии (Kristiansen, Preisig, 2007; Čertnerová, Škaloud, 2020); в России обнаружен в Ленинградской (Voloshko, 2017), Ярославской (Collection…, 2021), Нижегородской (Gusev *et al.*, 2019) и Челябинской (Snit’ko *et al.*, 2020) областях, республиках Карелия (Voloshko, 2017), Бурятия (Bessudova *et al.*, 2018a, 2018b), Алтай (Mitrofanova, 2018), Таймырском Долгано-Ненецком районе Красноярского края (Firsova *et al.*, 2015), на востоке Ненецкого автономного округа (АО), севере республики Коми (Siver *et al.*, 2005; Voloshko, 2017), в Ямало-Ненецком АО (Voloshko, 2017).

Mallomonas multiunca Asmund (Plate I: 2–4)

Чешуйки округло-овальные, 3.4 мкм дл. и 2.3 мкм шир. Купол короткий, с параллельными штрихами. Поверхность чешуйки покрыта мелкими порами и неправильным ячеистым ретикулумом. Непосредственно под куполом располагаются 2–3 крупных угловатых ячейки, в проксимальной части чешуйки — многочисленные мелкие ячейки. Щетинки 6.8–7.3 мкм дл., с крючьями и длинным тонким отростком.

Отмечен в пробе СНТ_Орск_03082021.

Распространение. Выявлен в умеренных, субарктических и арктических широтах: в США, Великобритании, Европе, Азии (Kristiansen, Preisig, 2007). На территории России ранее отмечен в водоемах Ленинградской (Voloshko, 2017), Нижегородской (Gusev *et al.*, 2019) и Челябинской (Snit’ko *et al.*, 2020) областей, республик Карелия (Voloshko, 2017), Бурятия (Bessudova *et al.*, 2018a), Коми (Siver *et al.*, 2005), Ненецкого АО (Siver *et al.*, 2005).

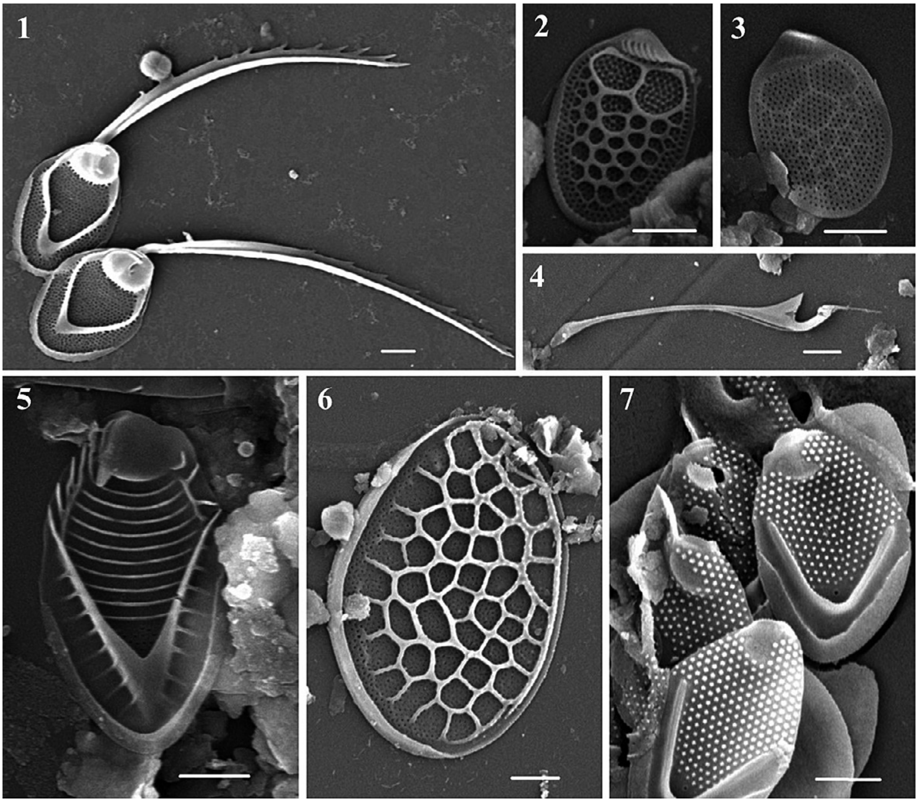

Plate I. Новые виды рода *Mallomonas* для Оренбургской области / New species of *Mallomonas* for the Orenburg Region.
1 — *Mallomonas alpina* (проба / sample T.13_Урал_27072021); 2–4 — *Mallomonas multiunca* (проба / sample СНТ_Орск_03082021); 5 — *Mallomonas striata* (проба / sample СНТ_Орск_03082021); 6 — *Mallomonas teilingii* (проба / sample СНТ_Орск_03082021); 7 — *Mallomonas rasilis* (проба / sample B 27-2020-Ащ).
Масштабные линейки / Scale bars: 1 μm.

Mallomonas rasilis Dürrschm. (Plate I: 7)

Чешуйки субовальные, 3.6 мкм дл. и 2.4 мкм шир. V-образное ребро закругленное. В основании V-образного ребра находится одна крупная пора. Щит (за исключением области, где расположена пора), передняя кромка и частично купол чешуек покрыты правильными рядами сосочков. Переднее субмаргинальное ребро отсутствует. У обнаруженных нами экземпляров щетинки гладкие, 6.7–7.5 мкм дл.

Согласно первоописанию (Dürrschmidt, 1983) щетинки *M. rasilis* зазубренные, однако Gusev *et al.* (2018a) отмечают наличие гладких щетинок у штамма *M. rasilis* VN841, выделенного из пруда на территории Вьетнама.

Отмечен в пробе B 27-2020-Ащ.

Распространение. Широко распространенный вид, выявлен в Северной и Южной Америке, Европе, Азии, Африке (Kristiansen, Preisig, 2007; Gusev *et al.*, 2018a; Kapustin *et al.*, 2020). Сведения об обнаружении *M. rasilis* на территории России отсутствуют.

Mallomonas striata Asmund (Plate I: 5)

Чешуйки эллиптические, трехчастные, 4.5–4.8 мкм дл. и 2.5–3.1 мкм шир. Купол чешуек крупный, выпуклый, гладкий или с короткими ребрами. V-образное ребро острое, с капюшоном, непрерывное с передними субмаргинальными ребрами. В углу V-образного ребра имеются поры. Щит покрыт 8–12 поперечными ребрами. На передней кромке располагаются от 3 до 6 ребер, идущих параллельно V-образному ребру. Задняя кромка чешуек также несет ребра.

Отмечен в пробах В 27-2020-Ащ, СНТ_Орск_03082021, В 4-2021-Ащ.

Распространение. Космополит. Широко распространенный вид (Kristiansen, Preisig, 2007). В России отмечен для большинства регионов (Siver *et al.*, 2005; Firsova *et al.*, 2015; Gusev, 2016; Voloshko, 2017; Bessudova *et al.*, 2018a; Gusev *et al.*, 2018b; Snit'ko *et al.*, 2020).

Mallomonas teilingii Conrad (Plate I: 6)

Чешуйки овальные, несколько ассиметричные, без купола, 6.8 мкм дл. и 4.9 мкм шир., почти полностью окруженные по краю тонким ободком. Поверхность чешуек покрыта мелкими порами и неправильным многоугольным ретикулумом.

Отмечен в пробе СНТ_Орск_03082021.

Распространение. Отмечен в разнотипных водоемах умеренной и арктической зоны (Kristiansen, Preisig, 2007). На территории России ранее зарегистрирован в водоемах парка Петергофа, г. Санкт-Петербург (Voloshko, 2017), Вологодской (Balonov, 1978) и Нижегородской (Gusev *et al.*, 2019) областях.

Обсуждение

Использование электронной микроскопии в изучении видового богатства водорослей водоемов Оренбургской обл. позволило расширить данные о распространении на территории России представителей одного из родов класса Chrysophyceae — рода *Mallomonas*. В результате проведенных исследований нами выявлено пять новых для области видов этого рода: *M. alpina*, *M. multiunca*, *M. rasilis*, *M. striata* и *M. teilingii*.

Анализируя встречаемость данных таксонов на территории России можно отметить, что *Mallomonas alpina* и *M. striata* отмечены в большинстве регионов: границы их ареала простираются с севера на юг от 73-й до 52-й параллели северной широты и с запада на восток от 30-го до 130-го меридиана восточной долготы (Gusev, 2013; Safronova, Voloshko, 2013; Firsova *et al.*, 2015; Gusev, 2016; Voloshko, 2017; Mitrofanova, 2018; Gusev *et al.*, 2018b; Bessudova *et al.*, 2018a, 2018b; Gusev *et al.*, 2019; Snit'ko *et al.*, 2020). Ареал *M. multiunca* на территории России ограничен

67-й параллелью на севере и 52-й параллелью на юге, долготный диапазон охватывает район между 30-ым и 109-ым меридианами восточной долготы (Siver *et al*., 2005; Safronova, Voloshko, 2013; Voloshko, 2017; Bessudova *et al*., 2018a; Gusev *et al*., 2019; Snit'ko *et al*., 2020). *Mallomonas teilingii* зарегистрирован только в трех регионах страны, расположенных между 56-й и 60-й параллелями северной широты, 30-м и 43-м меридианами восточной долготы (Balonov, 1978; Voloshko, 2017; Gusev *et al*., 2019).

Таким образом, согласно литературным данным, южная граница ареалов *Mallomonas alpina*, *M. multiunca*, *M. striata* на территории России проходит по 52-й параллели, а *M. teilingii* — по 56-й параллели северной широты. Наши находки расширяют ареал указанных видов до 51-й параллели северной широты. Кроме того, восточная граница ареала *M. teilingii* сдвигается до 58 градусов восточной долготы.

Mallomonas rasilis относится к широко распространенным видам (Kristiansen, Preisig, 2007), тем не менее, на территории России нами обнаружен впервые.

Также следует подчеркнуть, что водоемы, где выявлены указанные выше виды, находятся в условиях резко континентального климата и низкого гидротермического коэффициента увлажнения (очень засушливая зона) (Sokolov *et al*., 2020), что расширяет представление об их экологической пластичности.

Благодарности

Авторы выражают благодарность к.б.н., старшему научному сотруднику отдела ландшафтной экологии Института степи УрО РАН Оренбургского федерального исследовательского центра Ольге Геннадьевне Калмыковой за оказанную помощь в сборе материала для исследований.

Литература

[Balonov] Балонов И. М. 1978. Виды рода *Mallomonas* Perty (Chrysophyta) в водоемах бассейна Волги. *Труды института биологии внутренних вод АН СССР* 35(38): 76–102.

[Bazhenova, Igoshkina] Баженова О. П., Игошкина И. Ю. 2020. Разнообразие и особенности формирования стоматоцист хризофит 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. *Новости систематики низших растений* 55(1): 7–18. https://doi.org/10.31111/nsnr/2021.55.1.7

Bessudova A. Yu., Firsova A. D., Tomberg I. V., Sorokovikova L. M., Likhoshway Ye. V. 2018a. Biodiversity of silica-scaled chrysophytes in tributaries of northern limit of Lake Baikal. *Acta Biologica Sibirica* 4(3): 75–84. https://doi.org/10.14258/abs.v4i3.4411

Bessudova A. Yu., Sorokovikova L. M., Tomberg I. V., Likhoshway Ye. V. 2018b. Silica-scaled chrysophytes in large tributaries of Lake Baikal. *Cryptogamie*, *Algologie* 39(2): 145–165. https://doi.org/10.7872/crya/v39.iss2.2018.145

Čertnerová D., Škaloud P. 2020. Substantial intraspecific genome size variation in golden-brown algae and its phenotypic consequences. *Annals of Botany* 126(6): 1077–1087. https://doi.org/10.1093/aob/mcaa133

[Collection...] Коллекция автотрофных микроорганизмов WDCM602 Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН. 2021. https://www.ibiw.ru/index.php?p=project/algo/WDCM602/mgmt_species&id=1183 (Дата обращения: 31 VIII 2021).

Dürrschmidt M. 1983. Three new species of *Mallomonas* (Chrysophyceae, Mallomonadaceae) from Lake Lanalhue, Chile. *Nordic Journal of Botany* 3(3): 423–430. https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1983.tb01959.x

Firsova A. D., Bessudova A. Y., Sorokovikova L. M., Tomberg I. V., Likhoshway Y. V. 2015. The diversity of chrysophycean algae in an arctic zone of river and sea water mixing, Russia. *American Journal of Plant Sciences* 6: 2439–2452. https://doi.org/10.4236/ajps.2015.615246

Gusev E. S. 2013. Silica-scaled chrysophytes from karst lakes in Central Russia. *Nova Hedwigia, Beiheft* 142: 17–25.

[Gusev] Гусев Е. С. 2016. К флоре чешуйчатых золотистых водорослей озера Фролиха (Северное Забайкалье). *Труды Института биологии внутренних вод РАН* 76(79): 25–30. https://doi.org/10.24411/0320-3557-2016-10026

Gusev E. S., Certnerova D., Skaloudova M., Skaloud P. 2018a. Exploring cryptic diversity and distribution patterns in the *Mallomonas kalinae/rasilis* species complex with a description of a new taxon — *Mallomonas furtiva* sp. nov. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 65(1): 1–10. https://doi.org/10.1111/jeu.12427

Gusev E. S., Guseva E. E., Gabyshev V. A. 2018b. Taxonomic composition of silica-scaled chrysophytes in rivers and lakes of Yakutia and Magadanskaya oblast (Russia). *Nova Hedwigia, Beiheft* 147: 105–117.

Gusev E. S., Perminova O. S., Guseva E. E., Startseva N. A. 2019. The genus *Mallomonas* in small urban rivers in Nizhniy Novgorod (Russia). *Nova Hedwigia, Beiheft* 148: 77–88. https://doi.org/10.1127/nova-suppl/2019/091

Kapustin D. A., Gusev E. S., Lilitskaya G. G., Kulikovskiy M. S. 2020. Silica-scaled chrysophytes from the Ukrainian Polissia. *Cryptogamie, Algologie* 41(12): 121–135. https://doi.org/10.5252/cryptogamie-algologie2020v41a12

Kristiansen J., Preisig H. R. 2007. *Chrysophyta and Haptophyta Algae, 2nd part: Synurophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Vol. 1/2*. Berlin: 252 p.

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

Safronova T. V., Voloshko L. N. 2013. Silica-scaled chrysophytes in the waterbodies of protected areas of the North-West of Russia. *Nova Hedwigia, Beiheft* 142: 97–115.

[Shadrina] Шадрина С. Н. 2019. Разнообразие стоматоцист золотистых водорослей (Chrysophyta) Финского залива Балтийского моря. *Ботанический журнал* 104(5): 684–698. https://doi.org/10.1134/S0006813619050120

[Shadrina, Safronova] Шадрина С. Н., Сафронова Т. В. 2020. Стоматоцисты золотистых водорослей (Chrysophyta) альгофлоры парков Петергофа. *Ботанический журнал* 105(3): 253–262. https://doi.org/10.31857/S0006813620030084

Siver P. A., Voloshko L. N., Gavrilova O. V., Getsen M. V. 2005. The scaled chrysophyte flora of the Bolshezemelskaya tundra (Russia). *Nova Hedwigia, Beiheft* 128: 125–150.

[Snit'ko *et al.*] Снитько Л. В., Снитько В. П., Сафронова Т. В. 2020. Золотистые водоросли водоемов Южного Урала. II. Род *Mallomonas* (Synurophyceae, Mallomonadaceae). *Ботанический журнал* 105(4): 368–383. https://doi.org/10.31857/S0006813620040080

[Sokolov *et al.*] Соколов А. А., Чибилев А. А., Руднева О. С., Барбазюк Е. В., Дубровская С. А., Кин Н. О., Климентьев А. И., Левыкин С. В., Павлейчик В. М., Падалко Ю. А. и др. 2020. *Географический атлас Оренбургской области*. Оренбург: 160 с.

[Voloshko] Волошко Л. Н. 2017. *Золотистые водоросли водоемов Севера России*. СПб.: 380 с.

[Yatsenko-Stepanova *et al.*] Яценко-Степанова Т. Н., Немцева Н. В., Шабанов С. В. 2005. *Альгофлора Оренбуржья*. Екатеринбург: 201 с.

References

Balonov I. M. 1978. Species from the genus *Mallomonas* Perty (Chrysophyta) from the waterbodies in the Volga River basin. *Trudy Instituta biologii vnutrennich vod AN SSSR* 35: 75–102. (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. *Biologiya vnutrennikh vod* 5: 458–468. (In Russ. with Engl. abstract). 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 rastenii* 55(1): 7–18. https://doi.org/10.31111/nsnr/2021.55.1.7

Bessudova A. Yu., Firsova A. D., Tomberg I. V., Sorokovikova L. M., Likhoshway Ye. V. 2018a. Biodiversity of silica-scaled chrysophytes in tributaries of northern limit of Lake Baikal. *Acta Biologica Sibirica* 4(3): 75–84. https://doi.org/10.14258/abs.v4i3.4411

Bessudova A. Yu., Sorokovikova L. M., Tomberg I. V., Likhoshway Ye. V. 2018b. Silica-scaled chrysophytes in large tributaries of Lake Baikal. *Cryptogamie*, *Algologie* 39(2): 145–165. https://doi.org/10.7872/crya/v39.iss2.2018.145

Čertnerová D., Škaloud P. 2020. Substantial intraspecific genome size variation in golden-brown algae and its phenotypic consequences. *Annals of Botany* 126(6): 1077–1087. https://doi.org/10.1093/aob/mcaa133

Collection of autotrophic microorganisms WDCM602 of the Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences. https://www.ibiw.ru/index.php?p=project/algo/WDCM602/mgmt_species&id=1183 (Date of access: 31 VIII 2021).

Dürrschmidt M. 1983. Three new species of *Mallomonas* (Chrysophyceae, Mallomonadaceae) from Lake Lanalhue, Chile. *Nordic Journal of Botany* 3(3): 423–430. https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1983.tb01959.x

Firsova A. D., Bessudova A. Y., Sorokovikova L. M., Tomberg I. V., Likhoshway Y. V. 2015. The diversity of chrysophycean algae in an arctic zone of river and sea water mixing, Russia. *American Journal of Plant Sciences* 6: 2439–2452. https://doi.org/10.4236/ajps.2015.615246

Gusev E. S. 2013. Silica-scaled chrysophytes from karst lakes in Central Russia. *Nova Hedwigia*, *Beiheft* 142: 17–25.

Gusev E. S. 2016. Contribution to the flora of silica-scaled Chrysophytes of Frolikha Lake (North Transbaikal Area). *Trudy Instituta biologii vnutrennich vod RAN* 76(79): 25–30. (In Russ. with Engl. abstract). https://doi.org/10.24411/0320-3557-2016-10026

Gusev E. S., Certnerova D., Skaloudova M., Skaloud P. 2018a. Exploring cryptic diversity and distribution patterns in the *Mallomonas kalinae/rasilis* species complex with a description of a new taxon — *Mallomonas furtiva* sp. nov. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 65(1): 1–10. https://doi.org/10.1111/jeu.12427

Gusev E. S., Guseva E. E., Gabyshev V. A. 2018b. Taxonomic composition of silica-scaled chrysophytes in rivers and lakes of Yakutia and Magadanskaya oblast (Russia). *Nova Hedwigia*, *Beiheft* 147: 105–117.

Gusev E. S., Perminova O. S., Guseva E. E., Startseva N. A. 2019. The genus *Mallomonas* in small urban rivers in Nizhniy Novgorod (Russia). *Nova Hedwigia*, *Beiheft* 148: 77–88. https://doi.org/10.1127/nova-suppl/2019/091

Kapustin D. A., Gusev E. S., Lilitskaya G. G., Kulikovskiy M. S. 2020. Silica-scaled chrysophytes from the Ukrainian Polissia. *Cryptogamie*, *Algologie* 41(12): 121–135. https://doi.org/10.5252/cryptogamie-algologie2020v41a12

Kristiansen J., Preisig H. R. 2007. *Chrysophyta and Haptophyta Algae*, *2nd part*: *Synurophyceae*. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. *Vol. 1/2*. Berlin: 252 p.

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

Safronova T. V., Voloshko L. N. 2013. Silica-scaled chrysophytes in the waterbodies of protected areas of the North-West of Russia. *Nova Hedwigia*, *Beiheft* 142: 97–115.

Shadrina S. N. 2019. Diversity of chrysophycean (Chrysophyta) stomatocysts in the Gulf of Finland, Baltic Sea. *Botanicheskii zhurnal* 104(5): 684–698. (In Russ. with Engl. abstract). https://doi.org/10.1134/S0006813619050120

Shadrina S. N., Safronova T. V. 2020. Chrysophycean stomatocysts (Chrysophyta) in the algal flora of the Peterhof Parks. *Botanicheskii zhurnal* 105(3): 253–262. (In Russ. with Engl. abstract). https://doi.org/10.31857/S0006813620030084

Siver P. A., Voloshko L. N., Gavrilova O. V., Getsen M. V. 2005. The scaled chrysophyte flora of the Bolshezemelskaya tundra (Russia). *Nova Hedwigia*, *Beiheft* 128: 125–150.

Snit’ko L. V., Snit’ko V. P., Safronova T. V. 2020. Chrysophycean algae in waterbodies of the South Urals. II. Genus *Mallomonas* (Synurophyceae, Mallomonadaceae). *Botanickeskii zhurnal* 105(4): 368–383. (In Russ. with Engl. abstract). https://doi.org/10.31857/S0006813620040080

Sokolov A. A., Chibilev A. A., Rudneva O. S., Barbazyuk E. V., Dubrovskaya S. A., Kin N. O., Kliment‘yev A. I., Levykin S. V., Pavleichik V. M., Padalko Yu. A. et al. 2020. *Geograficheskii atlas Orenburgskoi oblasti* [*Geographical atlas of the Orenburg Region*]. Orenburg: 160 p. (In Russ.).

Voloshko L. N. 2017. *Zolotistye vodorosli vodoemov Severa Rossii* [Chrysophycean algae in water bodies of the Northern Russia]. St. Petersburg: 380 p. (In Russ.).

Yatsenko-Stepanova T. N., Nemtseva N. V., Shabanov S. V. 2005. *Al‘goflora Orenburzh‘ya* [Algaevegetation of the Orenburg Region]. Ekaterinburg: 201 p. (In Russ.).