Stephanosphaera pluvialis (*Volvocales*, *Chlorophyta*) — редкий пресноводный вид северо-запада России

О. Н. Болдина[1], А. А. Уланова[2], А. С. Чунаев[2]

[1]Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, ул. Профессора Попова, д. 2, Санкт-Петербург, 197376, Россия; olgab1999@mail.ru

[2]Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, Университетская наб., д. 7–9, Санкт-Петербург, 199034, Россия; anna_ulanova@yahoo.com, chunaev_as@mail.ru

Резюме. Приводится описание редкой вольвоксовой водоросли *Stephanosphaera pluvialis* Cohn, впервые обнаруженной на северо-западе России — на побережье Белого моря в 2007 г. и на побережье Ладожского озера в 2013 г. Это первые находки *S. pluvialis* за последние 70 лет для региона в целом.

Ключевые слова: *Stephanosphaera*, *S. pluvialis*, *Volvocales*, *Chlorophyta*, Ладожское озеро, Белое море, северо-запад России.

Stephanosphaera pluvialis (*Volvocales, Chlorophyta*), a rare freshwater species of the northwestern Russia

O. N. Boldina[1], A. A. Ulanova[2], A. S. Chunaev[2]

[1]Komarov Botanical Institute, Prof. Popov Str., 2, St. Petersburg, 197376, Russia; olgab1999@mail.ru

[2]Saint Petersburg State University, Faculty of Biology, Universitetskaya Nab., 7–9, St. Petersburg, 199034, Russia; anna_ulanova@yahoo.com, chunaev_as@mail.ru

Abstract. *Stephanosphaera pluvialis* Cohn is considered a rare alga, a habitant of rock pools. There are no signs of its findings after the mid 1930s in Russia, and it has never been seen in the Russian White Sea islands or in the Leningrad Region of Russia. In mid July, 2007, however, it dominated in two small pools in the Kandalaksha Bay of the White Sea (66°19′40″ N, 33°52′10″ E) and in early September, 2013 in two very small puddles on the western coast of Lake Ladoga (60°34′15″ N, 30°41′9″ E). The cenobia and cells from both Ladoga probes were studied under the light microscope during long-time cultivation in a mixed culture, using liquid mineral medium supplemented by vitamins B_6 and B_{12}. In fresh material, the greater part of revealed 8- and 4-celled coenobia and cells were larger than it was described by Cohn, namely the sizes of coenobia in the first puddle were 62–66 μm, those of the cells 22–28 μm; the coenobia in the second one were 70–85.5 μm, the cells 26–30 μm. After 1.5–2 months cultivation, there were observed single coenobia of spherical cells organized in tetrades or giant (100 μm) coenobia with dying cells. In that period and later, single cells with thickened walls (cysts or zygotes) of different sizes were revealed. After 5 months of cultivation, few single cells with short appendix or very small young coenobia with rounded cells were observed.

Keywords: *Stephanosphaera*, *S. pluvialis*, *Volvocales*, *Chlorophyta*, Lake Ladoga, the White Sea, northwestern Russia.

Введение

Stephanosphaera — монотипный род вольвоксовых водорослей. Он был описан немецким ботаником F. Cohn (Cohn, 1852) в пробах дождевой воды в гранитной выемке и в углублении пласта песчаника в окрестностях г. Хиршберга (Hirschberg, в настоящее время Elenia Góra, Польша). С тех пор ценобиальный вид *Stephanosphaera pluvialis* Cohn часто упоминается в фундаментальных альгологических изданиях XIX–XX вв. (Rabenhorst, 1868; Cohn, 1878; De-Tony, 1889; Migula, 1907; Oltmanns, 1922; Fott, 1971; Ettl, 1983; и др.).

W. Archer (1865) выполнил тщательное исследование жизненного цикла *Stephanosphaera* и выявил все стадии развития, включая одноклеточную цисту и амебоид.

Эта водоросль считается очень редкой, несмотря на ее широкое распространение, подтвержденное находками в Австрии, Великобритании, Германии, Ирландии, Финляндии, Швеции (Archer, 1865; Pascher, 1927; Pringsheim, 1951; Skuja, 1956; Lund, 1961; Belcher *et al*., 1966), ряде штатов США (Smith, 1950), а также Украине (Swirenko, 1926a, b), Грузии (Woronichin, 1925), России (Chernov, 1940) и других странах. Возможно, на такое представление о встречаемости вида повлияло мнение E. G. Pringsheim (1951) о том, что в Швеции и Финляндии «в одних и тех же местах — никогда второй раз не находил». По последним литературным данным, *S. pluvialis* был обнаружен в Чехии в углублениях песчаника с дождевой водой (Kaštovský, 2008) и Австрии в изделиях из гранита и мрамора, заполненных атмосферными осадками (Hofbauer, Gärtner, 2008).

Информация, размещенная в сети Интернет, дает дополнительные сведения о местах обитания *S. pluvialis* (Linkenheld, 2010; Helbig, 2012), а также иллюстративный материал ценобиев из мелких водоемов Германии (Wagner, 2008; Linkenheld, 2010; Sievi, Sievi, 2013).

Род *Stephanosphaera* всегда привлекал внимание исследователей, и неоднократно делались попытки его культивирования и депонирования в коллекции. Pringsheim (1951) получил культуры на Лимнологической станции Университета Уппсалы на оз. Эркен (Erken, Швеция), впоследствии пересланные в Кэмбриджскую лабораторию, где они сохраняются до сих пор. Помимо них, в мировом коллекционном банке данных WDCM представлены живые культуры из Финляндии, Австрии, Португалии и Китая.

Отечественные литературные источники по этому виду весьма немногочисленны (Lampert, 1900; Arnoldi, 1925; Woronichin, 1925; Swirenko, 1926; Korshikov, 1938; Chernov, 1940; Dedusenko-Schogoleva *et al.*, 1959; Matvienko, 1977). Характеристика мест обитания *S. pluvialis* — в планктоне озера (Swirenko, 1926), в перифитоне реки (Chernov, 1940) и талой воде (Matvienko, 1977) — часто расходится со сведениями, приводимыми для этого вида в зарубежных публикациях.

На северо-западе России *S. pluvialis* встречен только однажды (Chernov, 1940), в перифитоне на стеблях рдестов в бассейне р. Черной в Крестецком р-не Новгородской обл. Таким образом, этот вид не обнаруживали в вышеупомянутом регионе по крайней мере в течение 70 лет и никогда на территории Ленинградской обл. и на побережье Белого моря.

Материал и методы

Описание проб и мест сбора

Изученные образцы *Stephanosphaera* найдены в типичных местах, а именно в гранитных ваннах. Все пробы взяты в ветреные, но солнечные дни с температурой воздуха около 15–17 °C.

Места первых наших находок *S. pluvialis* (середина июля 2007 г.) — это две небольшие гранитные ванны, заполненные дождевой водой ярко-зеленого цвета, на о. Плоская луда в Кандалакшском заливе Белого моря. Координаты 66°19′40″ с. ш. и 33°52′10″ в. д. Первая ванна около 1 м в диам., до 40 см глубиной (табл. I, *1, 3*). Вторая — примерно 50 см в диам., до 20 см глубиной (табл. I, *2*). В обеих ваннах *S. pluvialis* доминировал (табл. I, *3*). В толще воды были встречены другие водоросли (*Scenedesmus* Meyen, *Chlamydomonas* Ehrenberg, *Brachiomonas* Bohlin), а также рачки и инфузории; на дне — многочисленные цисты *Haematococcus pluvialis* Flotow, цианобактерии и коккоидные зеленые водоросли в виде обильных слизистых хлопьев.

Другая находка (1 сентября 2013 г.) — в Ленинградской обл. на искусственном 560-метровом гранитном волноломе у мыса Далекий на западном побережье Ладожского озера (табл. I, *4*), в двух рядом расположенных пересыхающих мелких ваннах с ярко-зеленой водой и розоватым сухим налетом по периферии (Табл. I, *5, 6*). Координаты 60°34′15″ с. ш. и 30°41′9″ в. д. Ванны представляли собой выемки в гранитных блоках неправильной формы, 15–40 см в диам., до 5 см глубиной. В каждой из них были цилиндрические углубления около 3 см в диам., около 10 см глубиной. Вода была наполнена мелкими мягкими сгустками или хлопьями ярко-зеленого цвета. В глубокой цилиндрической части вторая ванна была полностью заполнена густым, слизистым содержимым (табл. I, *6*). В первой ванне (проба 1) число колоний *Stephanosphaera* было умеренным; преобладали коккоидные зеленые водоросли, цианобактерии из родов *Phormidium* Kützing*, Pseudanabaena* Lauterborn и *Aphanocapsa* Nägeli; встречались *Euglena* Ehrenberg*,* парамеции и коловратки. Во второй ванне (проба 2) колонии *S. pluvialis* были довольно многочисленными, присутствовали нитчатые цианобактерии рода *Phormidium,* 4- и 8-клеточные ценобии одного из видов *Scenedesmus* (или *Desmodesmus*), а также парамеции и мелкие ракообразные.

Процедура культивирования

Была сделана попытка выделения культуры *S. pluvialis*. Для этого в среду № 12 (Schlösser, 1994) добавляли почвенный экстракт и витамины B_6 и B_{12}, которые для *S. pluvialis* рекомендуют зарубежные исследователи (Schnaider, Stroinski, 1987: 179; и др.). При высеве пробы 2 на твердые минеральные среды в ней были обнаружены акариформные клещи. Поэтому все наши наблюдения проведены на аналогичных жидких средах. Образцы поддерживали в колбах объемом 0.5 л на осветительной установке. В каждую из колб наряду с 250 мл питательной среды вносили около 0.2 мл суспензии из проб водорослей 1 или 2.

Результаты и обсуждение

Описание проб

При исследовании в световом микроскопе водоросль *S. pluvialis* представляет собой слизистые шаровидные ценобии, покрытые оболочкой около 2 мкм толщ. (табл. II, *1–5;* III, *1–4*). Иногда ценобии слегка асимметричны. Ценобии совершают вращательные движения вокруг своей оси, незначительно перемещаясь в среде. В свежесобранных пробах 1 и 2 ценобии различались по размерам: (58)62–66(70) мкм в диам. в первой пробе, (65)70–85.5(90) мкм в диам. — во второй (табл. II, *1–3*; III, *1, 2, 4*). В ценобиях клетки располагаются периферически и вдоль экваториальной плоскости (табл. II, *1*). Клеток обычно 8; они лишены собственной оболочки и имеют удлиненную неправильную веретеновидную форму с множеством слизистых отростков на полюсах (табл. II, *2*). 4-клеточные ценобии замечены только в свежесобранном материале пробы 1 (табл. III, *1, 2*). Размеры протопластов клеток в каждом отдельно взятом ценобии сходны, но могут различаться в разных ценобиях. В пробе 1 размеры клеток колеблются в пределах (17)22–28(29) мкм дл., (9)14.5–16(17) мкм шир.

(табл. III, *1, 2, 4*). В пробе 2 вегетативные клетки несколько крупнее: (18)26–30(31) мкм дл., (8)12–15(16.5) мкм шир. В некоторых ценобиях четко прослеживается дорсовентральное строение клеток (табл. II, *1*, *4*). Отростки у основания протопластов клеток широкие и, постепенно сужаясь, достигают периферии ценобия, где вновь сливаются и таким образом формируют каркас слизистого покрова колонии (табл. II, *2*). В пробе 2 наиболее крупные колонии наряду с вегетативными клетками содержат зооспоры (или гаметы) булавовидной формы с протопластами 8–9 мкм дл., около 3 мкм шир. (табл. II, *3*). Помимо слизистых отростков вегетативные клетки и зооспоры снабжены жгутиками, выходящими за пределы ценобия. Их два у зооспор и не менее двух у вегетативных клеток. Хлоропласт один, пристенный, выстилает полость клетки и местами даже отростки. Его поверхность шероховатая, с большим числом мелких перфораций и умеренным количеством вырезок (табл. II, *4*). Вегетативные клетки содержат 1–2 пиреноида и стигму, зооспоры — только стигму. Диаметр каждого пиреноида колеблется в пределах (3)4–5(6) мкм. Обкладка пиреноидов, как правило, образована шестью тонкими крахмальными пластинками. Строма пиреноида неоднородная, возможно, содержит тилакоиды. Стигма ярко-оранжевая, неправильной веретеновидной или овальной формы, не более 4 мкм дл. у вегетативных клеток и около 2 мкм дл. у зооспор, вытянута вдоль тела клетки по периферии хлоропласта. Ядро неправильно сферическое, часто с лопастями, 5–8 мкм в диам.; расположено центрально, но обычно немного смещено к периферии. Пульсирующие вакуоли выявляются по всей клетке, но, как правило, видны всего 1–2 у ее полюсов (табл. II, *3, 4*).

Описание клеток в ходе культивирования

После 45 суток экспозиции обеих проб в жидкой питательной среде число ценобиев резко сократилось и культуры стали погибать. В культуре из пробы 1 был выявлен ценобий около 40 мкм в диам., содержащий сферические клетки 7.5 мкм дл., 5 мкм шир., собранные в тетрады (табл. III, *3*). При дальнейшем просмотре в культуре пробы 1 через 55 суток выявлялись отдельные сферические клетки с плотной оболочкой.

В те же сроки (55 суток) в культуре из пробы 2 была обнаружена только одна колония, около 100 мкм в диам., содержащая 8 округлившихся клеток до 23 мкм дл., 17 мкм шир. (табл. II, *5*). Их содержимое резко контрастировало с таковым клеток в исходной пробе: стигма и пиреноид не выявлялись, а хлоропласт уменьшился в размерах, обнажив большие куски цитоплазмы (табл. II, *6*). При этом хорошо различались ядра с центральными ядрышками. Число слизистых выростов у клеток также резко сократилось, а их толщина у основания клеток уменьшилась. В культуре из пробы 2 на 159-е сутки роста были найдены единичные одиночные клетки с небольшими отростками (табл. II, *7a*), а также многочисленные зеленые цисты (или зиготы) разного размера с пиреноидами и стигмой (табл. II, *7b*), весьма сходные по внешнему виду с приведенными на иллюстрациях A. Pascher (1927: 138, fig. 88), а впоследствии — только коричневатые зиготы (табл. III, *6, 7*) или мелкие молодые колонии (табл. III, *5*). Начиная со 150 суток, в этой же культуре помимо контаминантных объектов, описанных в исходной пробе 2, обнаруживались клетки амеб.

Обсуждение

Наблюдения над представителем монотипного рода *Stephanosphaera* (в переводе — «Сферокорона») позволяют отметить поразительную точность F. Cohn в определении родового названия этой водоросли. Именно корона (или венок, венец) из периферически расположенного в одной плоскости октета клеток и окружающая их сфера легко отличают этот род от всех других ценобиальных зеленых монад. Приуроченность водоросли к пресной дождевой воде отражена в видовом эпитете таксона. Несмотря на ценобиальное строение водоросли, в настоящее время доказано ее тесное родство с большинством одноклеточных видов *Haematococcus* Flotow за исключением *H. pluvialis* (Buchheim *et al*., 2013). Среди морфологических признаков, характерных для видов *Haematococcus*, близких к *S. pluvialis,* отмечают широкие в основании клеток слизистые отростки. Кроме того, M. Buchheim с соавт. (2013), так же как и мы, находили не более двух пиреноидов, хотя в большинстве процитированных выше источников говорится даже о пяти.

Морфологические и экологические особенности образцов *Stephanosphaera*

Установленные нами размеры ценобиев в обеих пробах, равно как и размеры самих клеток, значительно больше первоначально описанных (30–60 мкм — колония, 7–12 мкм — клетки). Ценобии из ладожских проб оказались крупнее не только австрийских (Hofbauer, Gärtner, 2008), но и чешских (Kaštovský, 2008), с максимальным диаметром 75 мкм. При этом они довольно близки по размерам к ценобиям (до 79 мкм в диам.) и клеткам (достигавшим 29.7 × 13 мкм), обнаруженным Н. Н. Воронихиным (Woronichin, 1925) на Кавказе. Размеры клеток, но не ценобиев у ладожских образцов также вписываются в широкие размерные интервалы (9–35 × 9–13 мкм), данные в определителе H. Ettl (1983).

Необходимо подчеркнуть, что изучаемый объект, как было сказано выше, обитает в очень специфических условиях. В обоих случаях *Stephanosphaera* обнаружен в открытых местах, на голых скалах, в местах с интенсивной инсоляцией, в мелких временных водоемах, склонных к пересыханию и большим колебаниям температуры. Периодическое присутствие птиц в местах обитания вида обогащает водоемы органическими веществами и, по-видимому, способствует его распространению.

При описании типичного сообщества *S. pluvialis* обычно приводят *Haematococcus pluvialis* (или *Chlamydococcus pluvialis* — см.: Cohn, 1878) в качестве основного содоминанта. *H. pluvialis* не присутствовал в наших ладожских пробах, но был отмечен в беломорских сборах. Однако в пробе с *S. pluvialis* у W. Archer (1865) этот организм отсутствовал. Кроме того, в большинстве описанных проб, включая наши, в сообществе встречались коловратки. Существенное место также занимали виды *Scenedesmus* (или *Desmodesmus*). Амебы не были замечены ни при первичном просмотре, ни на ранних стадиях роста культур. Позже массовое развитие контаминирующих амеб, возможно, явилось фактором, индуцировавшим интенсивное образование цист или зигот. Наличие амебоидной стадии у *Stephanosphaera*, указываемой W. Archer, нам кажется сомнительным (если не считать ею стадию одиночных клеток с единичными короткими отростками, выявленную на последних стадиях роста культуры).

Перспективы исследований

В дальнейшем авторы надеются продолжить поиски и наблюдения за поведением изучаемого вида, а также подобрать адекватные условия для роста колоний и выделить чистую культуру клеток.

Литература

Archer W. 1865. Record of the occurrence, new to Ireland, with note, of a peculiar condition of the volvocinaceous alga, Stephanosphaera pluvialis (Cohn), and observations thereon. *Quart. J. Microscop. Sci.* 5: 116–132.

[Arnoldi] Арнольди В. М. 1925. *Введение в изучение низших организмов.* М.; Л. 355 с.

Belcher J. H., Swale E. M. F., Blacker H., Jackson D. C. 1966. Letters to the editor. *Brit. Phycol. Bull.* 3(1): 81–85.

Buchheim M. A., Sutherland D. M., Buchheim J. A., Wolf M. 2013. The blood alga: phylogeny of Haematococcus (Chlorophyceae) inferred from ribosomal RNA gene sequence data. *Eur. J. Phycol.* 48(3): 318–329. doi: 10.1080/09670262.2013.830344

[Chernov] Чернов В. К. 1940. Материалы к флоре водорослей Ленинградской области. Водоросли малых водоемов Валдайской возвышенности. *Труды Бот. инст. Акад. наук СССР.* 2(4): 203–212.

Cohn F. 1852. Über eine neue Gattung aus der Familie der Volvocineen. *Z. Wiss. Zool.* 4: 77–116.

Cohn F. 1878. *Kryptogamen-Flora von Schlesien. Bd 2(1)*. *Algen*. Breslau: 284 S.

[Dedusenko-Schogoleva *et al*.] Дедусенко-Щеголева Н. Т., Матвиенко А. М., Шкорбатов Л. А. 1959. Зеленые водоросли. Класс Вольвоксовые. *Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 8.* М.; Л. 230 с.

De-Tony J. B. 1889. *Sylloge algarum Omnium hucusque cognitamm 1. Sylloge Chlorophycearum.* 1315 p.

Ettl H. 1983. *Chlorophyta I. Phytomonadina*. *Süsswasserflora von Mitteleuropa. Vol. 9*. Stuttgart: 807 S.

Fott B. 1971. *Algenkunde.* Jena: 581 S.

Helbig G. 2012. *Stephanosphaera — auf den Spuren von Prof. Schneider.* http://www.mikroskopie-forum.de/index.php?PHPSESSID=vpc03s7k9856flkvtj24r0rsa5&topic=12776

Hofbauer W., Gärtner G. 2008. Neue Vorkommen der Kranzkugelalge Stephanosphaera pluvialis Cohn 1852 (Chlorophyta: Volvocales) in Tirol (Austria). *Ber. Naturwiss.-Med. Vereins Innsbruck.* 95: 35–41.

Kaštovský J. 2008. A report of Stephanosphaera pluvialis Cohn 1852 (Chlorophyta, Chlamydophyceae). *Fottea.* 8(2): 109–110.

[Korshikov] Коршиков А. А. 1938. *Volvocineae. Визначник прісноводних водоростей УРСР*. *Т. 4*. Київ: 184 с.

[Lampert] Ламперт К. 1900. *Животные и растения пресных вод, их жизнь, распространение и значение для человека. Жизнь пресных вод. IX. Растения пресных вод.* СПб.: 605 с.

Linkenheld C. 2010. *Stephanosphaera / Haematococcus*. http://www.mikroskopie-forum.de/index.php?PHPSESSID=vpc03s7k9856flkvtj24r0rsa5&topic=5659

Lund J. W. G. 1961. The algae of the Malham Tarn District. *Field Studies.* 1(3): 85–119.

[Matvienko] Матвиенко А. М. 1977. Класс вольвоксовые (Volvocophyceae). *Жизнь растений. Т. 3. Водоросли и лишайники.* М.: 268–273.

Migula W. 1907. *Die Grünalgen*. *Ein Hilfsbuch für Anfänger bei der Bestimmung der am häufigsten vorkommenden Arten.* Stuttgart: 74 S.

Oltmanns F. 1922. *Chrysophyceae — Chlorophyceae. Morphologie und Biologie der Algen*. Jena: 459 S.

Pascher A. 1927. *Volvocales. Süsswasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Bd 4*. Jena: 506 S.

Pringsheim E. G. 1951. Haematococcus droebakensis und Stephanospaera pluvialis am Erken-See in Schweden. *Bot. Not.* 1: 83–84.

Rabenhorst L. 1868. *Flora Europaea Algarum Aquae dulcis et Submarinae. Sectio III. Algas Chlorophyllophyceas, Melanophyceas et Rhodophyceas Complectens*. Leipzig: 464 S.
Schlösser U. G. 1994. SAG — Sammlung von Algenkulturen at the University of Göttingen. Catalogue of strains. *Bot. Acta.* 107(1/2): 113–186.
Schneider Z., Stroinski A. 1987. *Comprehensive B12: chemistry, biochemistry, nutrition, ecology, medicine.* Berlin; New York: 409 p.
Sievi B., Sievi R. 2013. *Le Naturaliste. Stephanosphaera pluvialis.* http://www.lenaturaliste.net/forum/viewtopic.php?f=39&t=14232
Skuja H. 1956. Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer. *Nova Acta Regiae Soc. Sci. Upsal*. 4, 16(3): 404 p.
Smith G. M. 1950. *The fresh-water algae of the United States. 2nd ed.* New York; Toronto; London: 719 p.
[Swirenko] Свиренко Д. О. 1926a. О планктоне нижнего Днестра и некоторых водоемов его бассейна. *Отд. вып. журн. науч.-исслед. кафедр г. Одесса.* 2(4): 21–40.
Swirenko D. O. 1926b. Über einige neue und interessante Volvocineae aus dem Süden der Ukraine. *Arch. Protistenk*. 55: 191–196.
Wagner R. 2008. *Le Naturaliste. Stephanosphaera pluvialis.* http://www.lenaturaliste.net/forum/viewtopic.php?f=157&t=1818
WDCM. WFCC-MIRCEN, World Data Centre for Microorganisms. 2012–2014. http://www.wdcm.org/
[Woronichin] Воронихин Н. Н. 1925. Материалы для флоры пресноводных водорослей Кавказа. II, III. *Русск. арх. протистол*. 4(3–4): 199–216.

References

Archer W. 1865. Record of the occurrence, new to Ireland, with note, of a peculiar condition of the volvocinaceous alga, Stephanosphaera pluvialis (Cohn), and observations thereon. *Quart. J. Microscop. Sci.* 5: 116-132.
Arnoldi V. M. 1925. *Vvedenie v izuchenie nizshikh organizmov* [Introduction in studying of the lowest organisms]. Moscow; Leningrad: 355 p. (In Russ.).
Belcher J. H., Swale E. M. F., Blacker H., Jackson D. C. 1966. Letters to the editor. *Brit. Phycol. Bull.* 3(1): 81–85.
Buchheim M. A., Sutherland D. M., Buchheim J. A., Wolf M. 2013. The blood alga: phylogeny of Haematococcus (Chlorophyceae) inferred from ribosomal RNA gene sequence data. *Eur. J. Phycol*. 48(3): 318–329. doi: 10.1080/09670262.2013.830344
Chernov V. K. 1940. Materials to algal flora of the Leningrad region. Algae of small water reservoirs of Valdai Hills. *Trudy Bot. Inst. Akad. Nauk S.S.S.R.* 2(4): 203–212. (In Russ. with Fr. abstract).
Cohn F. 1852. Über eine neue Gattung aus der Familie der Volvocineen. *Z. Wiss. Zool.* 4: 77–116.
Cohn F. 1878. *Kryptogamen-Flora von Schlesien. Bd 2(1). Algen.* Breslau: 284 S.
Dedusenko-Schogoleva N. T., Matvienko A. M., Shkorbatov L. A. 1959. *Zelenye vodorosli. Klass Volvoksovye. Opredelitel' presnovodnykh vodorosley SSSR. T. 8* [Green algae. Class Volvocophyceae. Handbook of fresh-water algae of the USSR. Vol. 8]. Moscow; Leningrad: 230 p. (In Russ.).

De-Tony J. B. 1889. *Sylloge algarum Omnium hucusque cognitamm 1. Sylloge Chlorophycearum.* 1315 p.

Ettl H. 1983. *Chlorophyta I, Phytomonadina. Süsswasserflora von Mitteleuropa. Bd 9.* Stuttgart: 807 S.

Fott B. 1971. *Algenkunde.* Stuttgart: 581 S.

Helbig G. 2012. *Stephanosphaera — auf den Spuren von Prof. Schneider.* http://www.mikroskopie-forum.de/index.php?PHPSESSID=vpc03s7k9856flkvtj24r0rsa5&topic=12776

Hofbauer W., Gärtner G. 2008. Neue Vorkommen der Kranzkugelalge Stephanosphaera pluvialis Cohn 1852 (Chlorophyta: Volvocales) in Tirol (Austria). *Ber. Naturwiss.-Med. Vereins Innsbruck.* 95: 35–41.

Kaštovský J. 2008: A report of Stephanosphaera pluvialis Cohn 1852 (Chlorophyta, Chlamydophyceae). *Fottea.* 8(2): 109–110.

Korshikov A. A. 1938. *Volvocineae. Viznachnik prisnovodnykh vodorostei URSR. T. 4* [Volvocineae. Handbook of freshwater algae of the URSR. Vol. 4]. Kiev: 184 p. (In Ukr.).

Lampert K. 1900. *Zhyvotnye i rasteniya presnykh vod, ikh zhizn', rasprostranenie i znachenie dlya cheloveka. Zhizn' presnykh vod. IX. Rasteniya presnykh vod* [Animals and plants of fresh waters, their life, distribution and human significance. Life of fresh waters. IX. Plants of fresh waters]. St. Petersburg: 605 p. (In Russ.).

Linkenheld C. 2010. *Stephanosphaera / Haematococcus*. http://www.mikroskopie-forum.de/index.php?PHPSESSID=vpc03s7k9856flkvtj24r0rsa5&topic=5659

Lund J. W. G. 1961. The algae of the Malham Tarn District. *Field Studies.* 1(3): 85–119.

Matvienko A. M. 1977. Class Volvocophyceae. *Zhizn' rasteniy. T. 3. Vodorosli i lishayniki* [Life of Plants. Vol. 3. Algae and lichens]. Moscow: 268–273. (In Russ.).

Migula W. 1907. *Die Grünalgen. Ein Hilfsbuch für Anfänger bei der Bestimmung der am häufigsten vorkommenden Arten.* Stuttgart: 74 S.

Oltmanns F. 1922. *Chrysophyceae — Chlorophyceae. Morphologie und Biologie der Algen*. Jena: 459 S.

Pascher A. 1927. V*olvocales. Süsswasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Bd 4.* Jena: 506 S.

Pringsheim E. G. 1951. Haematococcus droebakensis und Stephanospaera pluvialis am Erken-See in Schweden. *Bot. Not.* 1: 83–84.

Rabenhorst L. 1868. *Flora Europaea Algarum Aquae dulcis et Submarinae. Sectio III. Algas Chlorophyllophyceas, Melanophyceas et Rhodophyceas Complectens.* Leipzig: 464 S.

Schlösser U. G. 1994. SAG — Sammlung von Algenkulturen at the University of Göttingen. Catalogue of strains. *Bot. Acta.* 107(1/2): 113–186.

Schneider Z., Stroinski A. 1987. *Comprehensive B12: Chemistry, biochemistry, nutrition, ecology, medicine.* Berlin; New York: 409 p.

Sievi B., Sievi R. 2013. *Le Naturaliste. Stephanosphaera pluvialis.* http://www.lenaturaliste.net/forum/viewtopic.php?f=39&t=14232

Skuja H. 1956. Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer. *Nova Acta Regiae Soc. Sci. Upsal*. 4, 16(3): 404 S.

Smith G. M. 1950. *The fresh-water algae of the United States. 2nd ed.* New York, Toronto, London: 719 p.

Swirenko D. O. 1926a. About the plankton of the lower Dnestre and some waters of it′s basin. *Otdelnyi vypusk zhurala nauchno-issledovatelskih kafedr g. Odessa*. 2(4): 21–40. (In Russ. with Engl. abstract).

Swirenko D. O. 1926b. Über einige neue und interessante Volvocineae aus dem Süden der Ukraine. *Arch. Protistenk*. 55: 191–196.

Wagner R. 2008. *Le Naturaliste. Stephanosphaera pluvialis.* http://www.lenaturaliste.net/forum/viewtopic.php?f=157&t=1818

WDCM. WFCC-MIRCEN, World Data Centre for Microorganisms. 2012–2014. http://www.wdcm.org/

Woronichin N. N. 1925. Beiträge zur Kenntnis der Süsswasseralgen des Kaukasus. II, III. *Russk. Arkh. Protistol.* 4(3–4): 199–216. (In Russ. and Germ.).

Таблица I. Общий вид мест обнаружения *Stephanosphaera pluvialis*.
1–3 — побережье Белого моря; *4–6* — побережье Ладожского озера.
The places where *Stephanosphaera pluvialis* was discovered.
1–3 — the White Sea coast; *4–6* — Lake Ladoga coast.

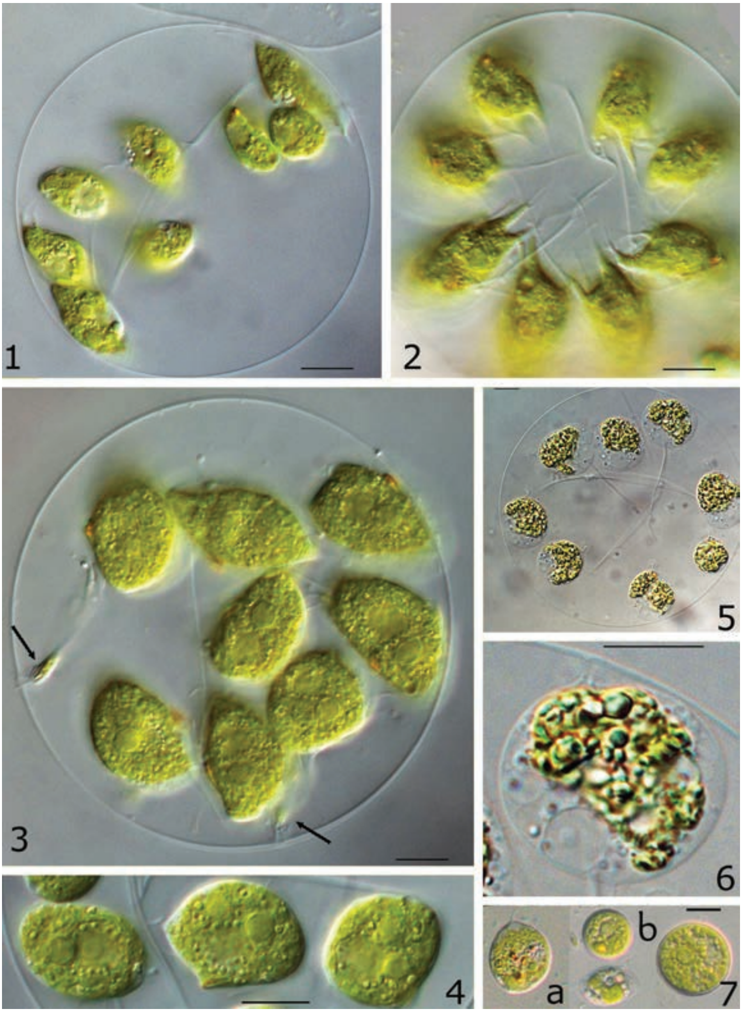

Таблица II. Ценобии и клетки *Stephanosphaera pluvialis* из ладожской пробы 2.

1–3 — ценобии молодые; *4* — фрагмент молодого ценобия; *5* — стареющий ценобий; *6* — фрагмент стареющего ценобия; *7* — одноклеточные стадии: *a* — клетка с отростком, *b* — зеленые цисты. Стрелки указывают на зооспоры (или гаметы). Масштабные линейки: 10 мкм.

Cenobia and cells of *Stephanosphaera pluvialis* from Ladoga specimen 2.

1–3 — young cenobia; *4* — fragment of young cenobia; *5* — older cenobia; *6* — fragment of older cenobia; *7* — unicellular stages: *a* — cell with appendage, *b* — green cysts. Arrows determine zoospores (or gametes). Scale bars: 10 μm.

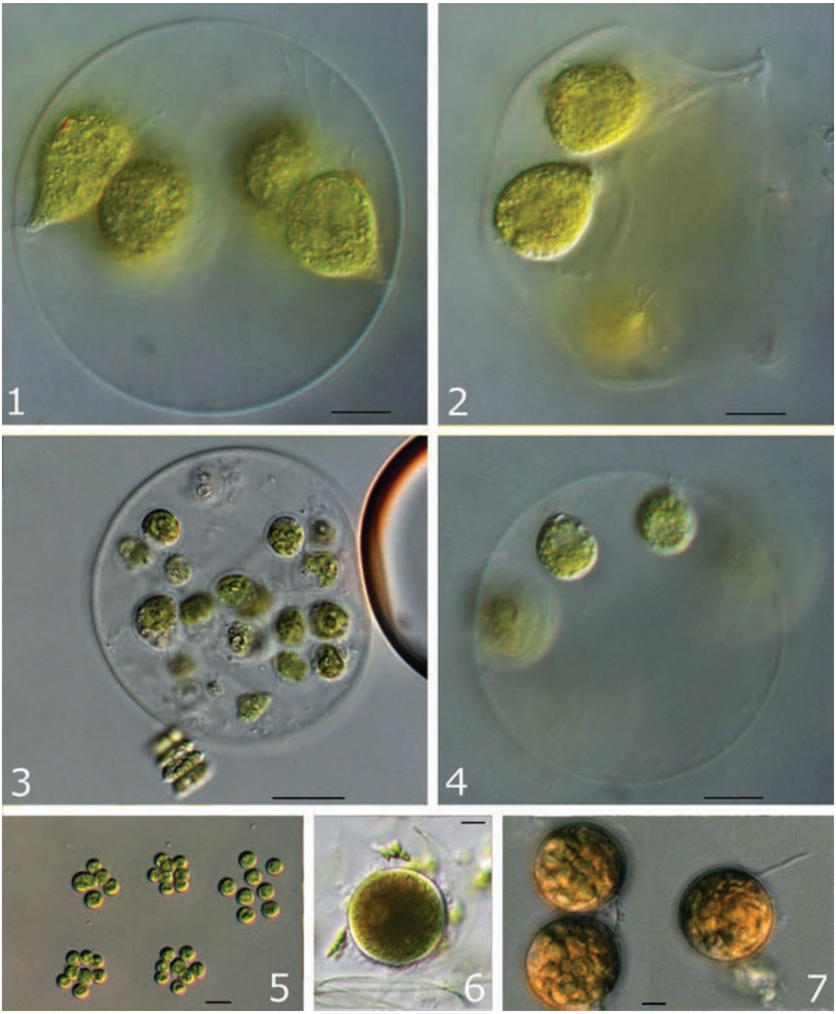

Таблица III. Различные стадии развития *Stephanosphaera pluvialis*.
1–5 — ценобии; *6, 7* — цисты (или зиготы). *1–4* — ладожская проба 1; *4–7* — ладожская проба 2. Масштабные линейки: 10 мкм.

Different stages of *Stephanosphaera pluvialis* germination.
1–5 — cenobia; *6, 7* — cysts (or zygotes). *1–4* — Ladoga specimen 1; *4–7* — Ladoga specimen 2. Scale bars: 10 μm.