



УДК 582.26

Новые виды в составе наземной альгофлоры Байкальского региона

И. Н. Егорова

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск

E-mail: egorova@sifibr.irk.ru

Аннотация. Исследования водорослей в ассоциациях с мохообразными, проведённые в Сохондинском государственном биосферном заповеднике (Забайкальский край), выявили два новых для наземной альгофлоры Байкальского региона вида зелёных водорослей (Chlorophyta).

Ключевые слова: водоросли, мохообразные, ассоциации.

Введение

Зелёные водоросли (Chlorophyta, Streptophyta) широко распространены в наземных экосистемах. Это обитатели почв и экстремальных субстратов, таких как камни, стволы деревьев, стебли травянистых растений и т. п. Известно, что они вступают в ассоциации с различными организмами, в том числе и с мохообразными.

Ассоциации мохообразных и водорослей давно привлекают внимание исследователей. Мохообразные как эдификаторные организмы способны оказывать значительное влияние на гидрологический и температурный режим субстрата, на котором они произрастают, а также его химические свойства [8]. Свободноживущие водоросли в экотопах, где мохообразные приобретают роль эдификатора, зачастую образуют с ними ассоциации, произрастая между дерновинок или на их поверхности, либо внедряясь внутрь клеток. Как среда обитания мохообразные создают специфические физико-химические условия, в которых существуют ассоциированные с ними живые существа.

В 2007 г. нами были начаты исследования по изучению ассоциаций мохообразных и водорослей в Сохондинском государственном биосферном заповеднике (Забайкальский край). Результаты исследований [4; 5; 6] являются новыми для заповедника, где наземная альгофлора ранее не изучалась. Кроме того, это пионерные работы в целом для территории Байкальского региона.

В качестве объектов исследований были выбраны преимущественно представители листостебельных мхов (класс Musci, или Bryopsida), которые играют большую роль в

формировании таёжных и тундровых ландшафтов. Водоросли, образующие ассоциации с листостебельными мхами, живут в пазухах или на поверхности листовых пластин или стебля. Это эпифитные организмы. Они также способны заселять мёртвые клетки растения-хозяина. Известны немногочисленные случаи, когда водоросли ведут эндофитный образ жизни, поселяясь внутри живых клеток мха. В частности, для некоторых видов рода *Sphagnum* описаны внутриклеточные симбиозы с сине-зелёными водорослями из рода *Nostoc* (Cyanophyta/Cyanoprocarota/Cyanobacteria) [цит. по: 14]. Имеются интересные сведения о нахождении в живых клетках и в протонеме мха (вид не указан) жёлто-зелёной водоросли (Xanthophyta) из рода *Chloridella* [12]. В наших исследованиях эндофитно живущие водоросли не выявлены [4]. Найденные виды проявляют себя как эпифиты.

Материалы и методы

Водоросли выращивали на жидкой и агаровой среде Болда (N BBM) с добавками витаминов B₁₂ и D₃ при 12-часовой световой экспозиции и температуре +20...22 °C [9]. Альгологически чистые культуры получали по методике В. М. Андреевой [1]. Полученные монокультуры хранятся в коллекции живых культур водорослей СИФИБР СО РАН.

Для определения водорослей использовали отечественные и зарубежные определители и обзорные статьи [1; 9; 10; 16].

Результаты и обсуждение

В ходе работ были обнаружены два вида водорослей из отдела Chlorophyta, ранее не встреченные в почвах и на наземных субстра-

тах Байкальского региона. Анализ литературных данных показал, что находки этих водорослей на территории России и зарубежных стран немногочисленны.

Приводимые ниже видовые описания составлены на основе авторских наблюдений за культурами этих водорослей, а также с учётом литературных данных. В квадратных скобках указаны синонимы названия вида. Описания видов иллюстрированы фотографиями, ссылка на которые приводится после названия вида.

Chlorococcum pleiopyrenigerum (Moewus) Ettl et Gärtner – [= *Hypnomonas pleiopyrenigera* Moewus] – (см. рис. 1–10).

Одноклеточная коккоидная водоросль. Взрослые клетки преимущественно шаровидные, молодые – эллипсоидные, долго сохраняющие такую форму, реже шаровидные. Молодые клетки до 10,5 мкм шириной, 13–15 мкм длиной, взрослые вегетативные клетки обычно 20–28 мкм в диаметре. Старые клетки иногда достигают в культуре 35 мкм в диаметре. Оболочка 1–2 мкм толщиной, у старых клеток может утолщаться до 3,6 мкм. Хлоропласт пристенный, полый, шаровидный с отверстием неправильной формы, иногда с тонкими щелями. Пиреноид обычно один, иногда их 2–3, шаровидный или неправильной формы, окружён крахмальной обвёрткой из нескольких долей. В молодых клетках присутствуют две сократительные вакуоли. Ядро одно. В монокультуре присутствуют бесцветные клетки со слабошпороватой оболочкой, возможно покоящиеся клетки этого вида.

Размножение бесполое, зооспорами и апланоспорами. Зооспоры образуются по 2–4–8, реже по 16 и более, яйцевидные или эллипсоидные, иногда слабо асимметричные, с седловидной папиллой. Размеры у зооспор обычно не превышают указанные в диагнозе: 6 мкм шириной, 11 мкм длиной, – достигая 4–7 мкм ширины и 9–11 (13) мкм длины. Жгуты в 1,5 раза длиннее тела зооспоры. В передней трети клетки имеется удлинённая стигма. Хлоропласт с одним пиреноидом, реже их 2–3. Ядро срединное. Зооспоры освобождаются разрывом материнской оболочки, сохраняют подвижность в течение нескольких часов. Молодые клетки долго сохраняют яйцевидную или эллипсоидную форму, папиллу, часто можно наблюдать в них стигму. Апланоспоры образуются по 2–4–8–16. Половое размножение не наблюдалось.

Изученная водоросль по своим характеристикам несколько отличается от приводимых в описании: вегетативные клетки и зооспоры достигают больших размеров. От *Chlorococcum*

compactum Ettl et Gärtner отличается наличием в хлоропласте 2–3 пиреноидов, долго сохраняющейся папиллой у молодых клеток и формой зооспор.

Вид обнаружен в ассоциации с *Hypnum cupressiforme* Hedw., растущей на вертикальной обнажённой поверхности валуна. Левый берег р. Агуца, вверх по течению от зимовья «Бунинда», высота 1 160 м над у. м. Крупноглыбовая россыпь у подножия склона северо-восточной экспозиции, уклон 20°, в нескольких метрах от берега реки. Растительное окружение – берёзово-лиственничный хвощово-разнотравный лес. N = 49°43', E = 111°22'. Экотоп характеризуется довольно высокой освещённостью.

Находки этого вида известны из Австралии, где он был найден в углублении сильно пересохшего ручья в окрестностях Брокен-Хилл [13]. В России вид зарегистрирован в подстилке осинового леса в Нижне-Свирском заповеднике Ленинградской области [7]. Вероятно, вид распространён более широко, чем это известно в настоящее время.

Stichococcus undulatus Vinatzer. (см. рис. 11–13).

Исследованная культура по своим характеристикам в целом соответствует приводимым в первоописании [16]. Водоросль нитчатой организации. Клетки 2–4,8 мкм шириной, 5–42 мкм длиной, часто слегка изогнутые, на концах закруглённые. Вид способен образовывать на агаре короткие или относительно длинные нити, окружённые тонким слоем слизи. Концевые клетки этих нитей обычно длиннее в несколько раз, чем находящиеся в самой нити. Хлоропласт пристенный, корытовидный, занимает 2/3 клетки, без пиреноида. У концов клетки присутствует по одной бесцветной вакуоли. В состоянии усиленного роста нити способны расти вертикально, образуя над агаром короткий «пушистый» налёт. Нити довольно легко распадаются на отдельные клетки. Единичные клетки всегда короткие, 2–3,6 мкм шириной, 6–12 мкм длиной, похожи на *Stichococcus bacillaris* Näg.

Вид обнаружен в ассоциациях с *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Bruch et al. на стволах осин в осиновом разнотравном лесу. Левый берег р. Агуца, окрестности зимовья «Бунинда». Склон северо-западной экспозиции, уклон 30°, высота 1 270 м над у. м. N = 49°42', E = 111°23'. В ассоциации с *Pylaisia selwinii* Kindb. на стволе тополя душистого в топольнике. Левый борт р. Тактыканта, правобережный приток р. Агуца. У подножия склона, в старом высохшем русле р. Тактыканта. Высота 1 365 м над у. м. N = 49°45', E = 111°14'.

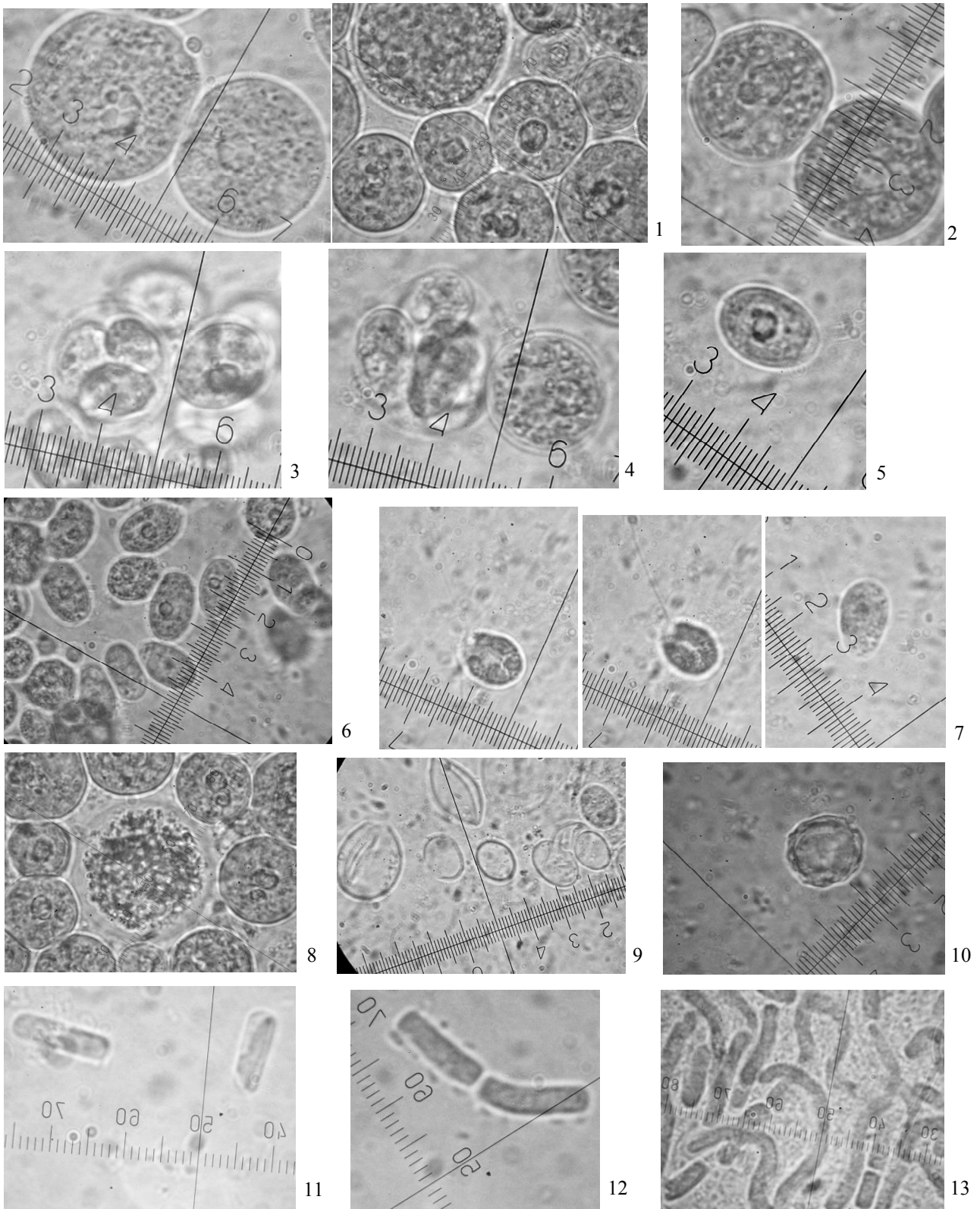


Рис. 1–10 – *Chlorococcum pleiopyrenigerum* (Moewus) Ettl et Gärtner: 1–2 – взрослые вегетативные клетки с 1–2 пиреноидами; 3 – апланоспорангий; 4 – зооспорангий; 5–6 – молодые клетки; 7 – зооспоры; 8 – старая клетка; 9 – пустые оболочки клеток; 10 – покоящаяся клетка. 11–13 – *Stichococcus undulatus* Vinatzer: 11 – одиночные клетки; 12–13 – нити из разного числа клеток. (1 деление = 0,7 мкм)

Находки этого вида известны из Италии, где он был обнаружен в альпийских почвах [16], а также в почвах соснового леса Брикса; Австрии – на стволах деревьев в Инсбруке [цит. по: 10]; Люксембурга – на камнях [11]; Чехии – на мхах и камнях [15]; Украины – в почвах и на камнях [2].

Вероятно, водоросль не является редким представителем наземной альгофлоры и, возможно, распространена также и в Байкальском регионе. Её единичные находки здесь, по-видимому, связаны с относительно слабой изученностью наземной альгофлоры, особенно альгофлоры различных наземных субстратов.

Заключение

В настоящее время во всем мире ведутся интенсивные исследования по изучению мохообразных и их эндофитных партнёров, направленные не только на выявление разнообразия эндофитно живущих организмов, но и на установление особенностей взаимодействия растения-хозяина и его партнёров, а также реконструкции таких ассоциаций и создания новых, не известных в природе [3 и др.]. Значительно менее исследуются ассоциации мохообразных и водорослей, в которых водоросли проявляют себя как эпифиты. Изучение этой группы организмов существенно расширит наши знания о разнообразии флоры наземных водорослей и особенностях её формирования в разных экологических условиях.

Автор выражает глубокую признательность Н. В. Дударевой за определение мохообразных и А. С. Плешанову за содействие в организации экспедиционных работ. Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 09-04-00979-а.

Литература

1. Андреева В. М. Почвенные и аэрофильные зелёные водоросли (Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales) / В. М. Андреева. – СПб. : Наука, 1998. – 351 с.
2. Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори) / І. Ю. Костіков [и др.]. – Київ : Фітосоціоцентр, 2001. – 300 с.
3. Горелова О. А. Растительные синцианозы: изучение роли макропартнёра на модельных системах : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / О. А. Горелова. – М., 2005. – 47 с.

4. Егорова И. Н. Особенности состава альгофлоры, выявленной в ассоциациях с мохообразными Сохондинского биосферного заповедника / И. Н. Егорова, М. С. Коновалов, Н. В. Дударева // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. – 2009. – Т. 2, № 1. – С. 8–11.

5. Егорова И. Н. Эпифитные Суаногарыота Сохондинского заповедника (Забайкальский край, Россия) / И. Н. Егорова, Н. В. Дударева, М. С. Коновалов // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии : материалы Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти Л. В. Бардунова. Иркутск, 15–19 сентября 2010 г. – Иркутск : Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2010. – С. 87–90.

6. Коновалов М. С. Водоросли, ассоциированные с мохообразными Сохондинского биосферного заповедника (Читинская область) / М. С. Коновалов, И. Н. Егорова // Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения : материалы межвуз. науч. конф. (13–16 мая 2008 г.), ПГПУ им. В. Г. Белинского. – Пенза, 2008. – Ч. 1. – С. 379–380.

7. Чаплыгина О. Я. Почвенные водоросли Нижне-Свирского заповедника / О. Я. Чаплыгина // Новости систематики низших растений. – 1996. – Т. 31. – С. 53–57.

8. Comparative cryptogam ecology: a review of Bryophyte and Lichen traits that drive biogeochemistry / J. H. C. Cornelissen [et al.] // Annals of Botany. – 2007. – Vol. 99. – P. 987–1001.

9. Ettl H. Chlorophyta II. Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales / H. Ettl, G. Gärtner. – Jena : VEB Gustav Fischer Verlag, 1988. – XII. – 436 s. – (Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 10).

10. Ettl H. Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtentalgen / H. Ettl, G. Gärtner. – Stuttgart, 1995. – 721 s.

11. Hoffmann L. Algal biodiversity on sandstone in Luxembourg / L. Hoffmann, T. Darienko // Ferrantia. – 2005. – Vol. 44. – P. 99–101.

12. Hoffmann L. Algal flora from limed and unlimed forest soils in the Ardenne (Belgium) / L. Hoffmann, L. Ector, I. Kostikov // Syst. Geogr. Pl. – 2007. – N 77. – P. 15–90.

13. Moewus L. About the occurrence of freshwater algae in the semidesert round Broken Hill (New South Wales, Australia) / L. Moewus // Bot. notis. – 1953. – N 4. – P. 399–416.

14. Solheim B. Associations between Cyanobacteria and Mosses / B. Solheim, M. Zielke // Cyanobacteria in Symbiosis. Chapter 8. – 2002. – P. 137–152.

15. Škaloud P. Species composition and diversity of aero-terrestrial algae and cyanobacteria of the Boreč Hill ventaroles / P. Škaloud // Fottea. – 2009. – Vol. 9, N 1. – P. 65–80.

16. Vinatzer G. Neue Bodenalgen aus den Dolomiten / G. Vinatzer // Plant Syst. Evol. – 1975. – Vol. 123. – S. 213–235.

The new species for terrestrial algaflora of the Baikal region (Russia)

I. N. Egorova

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk

Abstract. The investigations of algae associated with bryophytes of Sokhondo Biosphere Nature Reserve (Zabaikal-sky region), reveal two species of Chlorophyta, new for terrestrial algaflora of Baikal region (Russia).

Key words: algae, bryophytes, association.

*Егорова Ирина Николаевна
Сибирский институт физиологии и биохимии
растений СО РАН
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 132
научный сотрудник
тел. 8(3952)42-45-95
E-mail: egorova@sifibr.irk.ru*

*Egorova Irina Nikolaevna
Siberian Institute of Plant Physiology
and Biochemistry SB RAS
132 Lermontov St., Irkutsk, 664033
research scientist
phone: 8(3952)42-45-95
E-mail: egorova@sifibr.irk.ru*