

УДК 582.26

Heterotetracystis-подобные водоросли (Chlorophyta) из горно-таежных экосистем юга Сибири

Heterotetracystis-like algae (Chlorophyta) from the mountain taiga ecosystems of South Siberia

Егорова И. Н.¹, Минчева Е. В.², Болдина О. Н.³

Egorova I. N.¹, Mincheva E. V.², Boldina O. N.³

¹Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск, Россия. E-mail: egorova@sifibr.irk.ru, galina93shambueva@mail.ru

²Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия. E-mail: elenakuznetsova01@gmail.com

³Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: olgab1999@mail.ru

¹Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia

²Limnological Institute Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia

³Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia

Реферат. Приводятся данные о зеленых неподвижных *Heterotetracystis*-подобных водорослях, выявленных в ассоциациях с мохообразными в горной тайге на юге Сибири. Изолировано и изучено несколько штаммов. Обсуждаются данные результатов исследований при помощи световой микроскопии и методами молекулярной филогении.

Summary. Nonmotile green *Heterotetracystis*-like algae are registered in South Siberia. The samples were collected in forests biogeocenosis. The study area has a mountainous character. Algae were studied by means of light microscopy and methods of molecular phylogeny.

Род *Heterotetracystis* с типовым видом *H. akinetos* установлен в 1968 г. Е. Р. Сох и Т. Р. Deason. Виды рода отличает способность продуцировать одиночные клетки и клеточные комплексы, обычно окруженные слизью. В клетках содержится один пристенный хлоропласт с пиреноидом; одно ядро. Известны акинеты. Размножение бесполое: вегетативным делением (десмосхизис), аплано- и зооспорами (элеутеросхизис). Зооспоры с оболочкой, не округляющиеся после прекращения движения со жгутиками слегка неравной длины (Сох, Deason, 1968; Андреева, 1976; Ettl, Gärtner, 1988). Размножение половым путем не наблюдалось.

Е. Р. Сох и Т. Р. Deason (1968) описали три вида в составе рода: *H. akinetos*, *H. intermedia* и *H. macrogranulosa*. Описания видов основаны на результатах наблюдений при помощи световой микроскопии изолятов из одного местообитания. Образцами для описаний послужили водоросли, обнаруженные в почве кедрового леса Северной Америки (США, штат Теннесси). Впоследствии *Heterotetracystis* регистрировали в почвах и грунтах Антарктики и Евразийского континента, однако, в настоящее время их находки в целом немногочисленны.

В ходе исследований водорослей в ассоциациях с мохообразными нами был обнаружен представитель отдела Chlorophyta, зарегистрированный как *Heterotetracystis intermedia* Сох et Deason (Егорова, Коновалов, 2013). Впоследствии из ассоциаций со мхами были изолированы еще несколько морфологически сходных штаммов, которые поддерживаются в коллекции культур водорослей Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН (СИФИБР СО РАН) – ИРК–А. Водоросли подобной морфологии впервые найдены в составе наземной альгофлоры изучаемого региона. Наблюдения продолжительный период за культивируемыми штаммами выявили, что они обнаруживают призна-

ки, свойственные как сарциноидным организмам, к которым принадлежат виды *Heterotetracystis* Cox et Deason, так и гемимонадным, образующим колонии *Chlamydocapsa* Fott или *Palmellopsis* Korshikov.

Исследуемые нами водоросли по наличию одиночных клеток и клеточных комплексов, которые окружены слизью, строению клеточных комплексов, типу положения хлоропласта и его форме, наличию зооспор с жесткой оболочкой соответствуют представителям рода *Heterotetracystis*. По размерам вегетативных клеток, наличию слизи и типу зооспор водоросли сходны с *H. intermedia*. Однако у исследуемых водорослей отмечены и некоторые специфические черты. Возможно, это проявление внутривидовой изменчивости. Или речь может идти о самостоятельном таксономическом статусе выявленных представителей.

Для анализа родственных отношений для двух изолированных штаммов нами были получены фрагмент последовательности 18S рДНК и последовательность внутреннего транскрибируемого спейсера ITS.

Сравнение между собой последовательностей ядерных генов 18S рДНК и ITS двух местных представителей выявило, что они идентичны друг другу.

Поиск сходных последовательностей в базе данных GenBank обнаружил, что 18S рДНК близка к таковым представителей клады Reinhardtinia (по Nakada et al., 2008), к которой принадлежит *Heterotetracystis akinetos* (типовой штамм вида, и тип рода). В GenBank сейчас имеются данные только для этого вида и они ограничены 18S.

На основе фрагмента последовательности 18S рДНК были построены филогенетические деревья байесовским методом в программе MrBayes 3.2.1. (Ronquist et al., 2012) и методом максимального правдоподобия (ML) (Felsenstein, 1981) с помощью программы Phym1 (Bevan et al., 2005). Положение на дереве анализируемых нами последовательностей местных штаммов дает основания для предположения о самостоятельном таксономическом статусе исследуемых водорослей, а их принадлежность к роду *Heterotetracystis* маловероятна. Для окончательного решения вопроса филогенетических отношений необходимы дополнительные исследования.

Благодарности. Авторы выражают глубокую признательность А. Г. Благодатновой за информацию о находках *Heterotetracystis*, М. С. Коновалову за помощь при проведении полевых исследований и сборе образцов, В. М. Андреевой за консультации по определению водорослей. Исследования выполнены при поддержке проекта РФФИ 12-04-01365-а и проекта Гос. задания РФ 52.1.10.

ЛИТЕРАТУРА

- Андреева В. М.** О некоторых новых и пересмотренных родах порядков *Chlorococcales* и *Chlorosarcinales* (*Chlorophyta*) // Ботанический журнал, 1976. – Т. 61, № 9. – С. 1309–1325.
- Егорова И. Н., Коновалов М. С.** К флоре наземных водорослей Сохондинского заповедника (Забайкальский край) // Материалы Междун. науч.-практ. конф. «Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья и сопредельных территорий». – Чита, 2013. – С. 25–28.
- Bevan R. B., Lang B. F., Bryant D.** Calculating the evolutionary rates of different genes: a fast, accurate estimator with applications to maximum likelihood phylogenetic analysis // Systematic biology, 2005. – Vol. 54, № 6. – P. 900–915.
- Cox E. R., Deason T. R.** *Axilosphaera* and *Heterotetracystis*, new chlorophycean genera from Tennessee soil // Journal of Phycology, 1968. – Vol. 4, №3. – P. 240–249.
- Ettl H., Gärtner G.** Chlorophyta II: Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales. – Jena, 1988. – B. 10. – 436 S.
- Felsenstein J.** Evolutionary trees from DNA sequences: a maximum likelihood approach // Journal of molecular evolution, 1981. – Vol. 17, № 6. – P. 368–376.
- Nakada T., Misawa K., Nozaki H.** Molecular systematics of Volvocales (Chlorophyceae, Chlorophyta) based on exhaustive 18S rRNA phylogenetic analyses // Molecular Phylogenetics and Evolution, 2008. – Vol. 48. – P. 281–291.
- Ronquist F., Teslenko M., Van der Mark P., Ayres D. L., Darling A., Höhna S., Huelsenbeck J. P.** MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space // Systematic biology, 2012. – Vol. 61, № 3. – P. 539–542.