

Невідомі слизові структури у представників роду *Stichococcus Nägeli* (Chlorophyta)

ВІКТОРІЯ МИКОЛАЇВНА КАРБОВСЬКА

ІГОР ЮРІЙОВИЧ КОСТИКОВ

КАРБОВСЬКА В.М., КОСТИКОВ І.Ю., 2011: **Невідомі слизові структури у представників роду *Stichococcus Nägeli* (Chlorophyta).** *Чорноморськ. бот. ж.*, Т. 7, № 1: 84-91.

Наводяться результати досліджень 26-ти штамів зелених водоростей колекції АСКУ, представлених як оригінальними ізолятами, так і субкультурами депонованих у світових колекціях штамів роду *Stichococcus Nägeli* (включаючи 10 штамів, депонованих як неавтентичні культури номенклатурного типу даного роду – *S.bacillaris* Nägeli). У 18-ти штамів (включаючи 7 штамів *S. bacillaris*) виявлені раніше не описані слизові структури – колоніальний слиз, слизові капсули, слизові гранули та слизові ковпачки, наявність яких не узгоджується з авторським діагнозом даного роду. Наявність слизових структур у більшості представлених у світових колекціях штамів роду *Stichococcus* на фенотипічному рівні підтверджує припущення про філогенетичну гетерогенність даного роду.

Ключові слова: Chlorophyta, Stichococcus, Stichococcus bacillaris, слизові структури, морфологія, систематика, культури мікроводоростей

KARBOVSKA V. M., KOSTIKOV I. YU., 2011: **Unknown mucous structures of the members of genus *Stichococcus Nägeli* (Chlorophyta).** *Chornomors'k. bot. z.*, Vol. 7, №1: 84-91.

The results of study of 26 strains of green algae from ACKU collection represented by original isolates as well as by subcultures deposited in international collections of strains of the genus *Stichococcus Nägeli* (including 10 strains deposited as non-authentic culture of nomenclature type of this genus – *S.bacillaris* Nägeli), are reported. In 18 strains (including 7 strains of *S.bacillaris*) previously undescribed mucous structures have been founded. There are colonial mucilage, mucous sheath, mucous grains and mucous caps whose presence is inconsistent with the author's diagnosis of this genus. The presence of mucous structures in most of the represented in international collections strains of the genus *Stichococcus* confirms the assumption of phylogenetic heterogeneity of this genus at the phenotypic level.

Key words: Chlorophyta, Stichococcus, Stichococcus bacillaris, mucous structure, morphology, systematics, culture of microalgae.

КАРБОВСКАЯ В.Н., КОСТИКОВ И.Ю., 2011: **Неизвестные слизистые структуры у представителей рода *Stichococcus Nägeli* (Chlorophyta).** *Черноморск. бот. ж.*, Т. 7, № 1: 84-91.

Приводятся результаты исследований 26-ти штаммов зеленых водорослей коллекции АСКУ, представленных как оригинальными изолятами, так и субкультурами депонированных в мировых коллекциях штаммов рода *Stichococcus Nägeli* (включая 10 штаммов, депонированных как неаутентичные культуры номенклатурного типа данного рода *S.bacillaris* Nägeli). У 18-ти штаммов (включая 7 штаммов *S.bacillaris*) выявлены ранее не описанные слизистые структуры – колонияльный слиз, слизистые капсулы, слизистые гранулы и слизистые колпачки, наличие которых не согласуется с авторским диагнозом данного рода. Наличие слизистых структур у большинства представленных в мировых коллекциях штаммов рода *Stichococcus* на

фенотипическом уровне подтверждает предположение о филогенетической гетерогенности данного рода.

Ключевые слова: Chlorophyta, Stichococcus, Stichococcus bacillaris, слизистые структуры, морфология, систематика, культуры микроводорослей.

Stichococcus Nägeli (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) представляе один з найпоширеніших у наземних біотопах родів зелених водоростей [КОСТИКОВ та ін., 2001; Ettl, GARTNER, 1995], у складі якого наразі за класичною морфологічною системою описано понад 50 видів [HEERING, 1914; GRINTZESCO, PETERFI, 1932; RATHS, 1938; STARMACH, 1972]. Для видів цього роду, згідно до авторського діагнозу [NAGELI, 1849], характерні циліндричні, заокруглені на кінцях клітини, поодинокі або об'єднані в короткі нетривкі нитки; кожна клітина має один пристінний хлоропласт без піреноїда; розмноження відбувається виключно шляхом поділу клітин надвоє в поперечній площині. Будь-які слизові структури у жодного з видів даного роду не описані. За результатами молекулярно-філогенетичних реконструкцій рід *Stichococcus* наразі включений у клас Trebouxiophyceae, і вважається близько спорідненим з молекулярно-філогенетичною кладою, яку представляє родина Prasiolaceae [ELIAS, NEUSTUPA, 2009].

Обмежена кількість морфологічних ознак, серед яких переважають розмірні характеристики, надзвичайно ускладнює процедуру видової ідентифікації водоростей роду *Stichococcus*. Крім того, молекулярно-філогенетичні реконструкції, проведені на прикладі обмеженої кількості штамів, свідчать про збірний характер даного роду [HANDA et al., 2003; NEUSTUPA, ELIAS, SEGNOHOVA, 2007; SLUIMAN, GUINAL, MUDIMU, 2008; ELIAS, NEUSTUPA, 2009]. Ситуація ускладнюється тим, що з майже 50-ти видів цього роду у світових колекціях представлено автентичні штами лише 2-х – *Stichococcus jenerensis* Neustupa et al. та *Stichococcus deasonii* Neustupa et al. Як наслідок, рід *Stichococcus* вважається критичним в таксономічному відношенні, що потребує ревізії на основі т.зв. багатозафазного підходу (polyphasic approach) – поєднання результатів молекулярно-таксономічних досліджень з поглибленим вивченням як класичних, так і нетрадиційних фенотипічних ознак.

При дослідженні у відповідності з концепцією багатозафазного підходу 26 колекційних штамів зелених водоростей, що раніше були ідентифіковані різними авторами як представники роду *Stichococcus*, вперше для цього роду нами було виявлено кілька типів слизових структур, характеристика яких наводиться нижче.

Матеріали та методи

Матеріал склали культури 26-ти штамів водоростей, депонованих у колекції культур Київського національного університету імені Тараса Шевченка (акронім АСКУ), які представляють як оригінальні ізоляти, так і субкультури, отримані з провідних світових колекцій SAG, CCAP та UTEX. Всі ці штами раніше були визначені вітчизняними та зарубіжними дослідниками як представники роду *Stichococcus* (табл.1). До вибірки, що досліджувалась, включені обидва наявні автентичні штами видів даного роду (*Stichococcus jenerensis* та *Stichococcus deasonii*).

Детальна характеристика досліджених штамів (місце та дата збору, колектор, дослідник, що провів ідентифікацію) наведена у відповідних публікаціях та каталогах культур [КОСТИКОВ, ДЕМЧЕНКО, БЕРЕЗОВСЬКА, 2009; THOMPSON, RHODES, PETTMAN, 1988; STARR, ZEIKUS, 1993; STARR, ZEIKUS, 1987; SCHLOSSER, 1994; SCHLOSSER, 1997].

Таблиця 1.

Список досліджених штамів роду *Stichococcus*

Table 1.

List of the investigated *Stichococcus* strains

Номер в АСКУ	Номер в інших колекціях	Назва виду
АСКУ 370-04		<i>Stichococcus sp.</i>
АСКУ 376-04		<i>Stichococcus sp.</i>
АСКУ 380-04		<i>Stichococcus sp.</i>
АСКУ 400-05		<i>Stichococcus bacillaris</i> Nägeli
АСКУ 439-06		<i>Stichococcus bacillaris</i> Nägeli
АСКУ 441-06		<i>Stichococcus bacillaris</i> Nägeli
АСКУ 487-06	SAG 2060	<i>Stichococcus sp.</i>
АСКУ 771-06	SAG 2059	<i>Stichococcus sp.</i>
АСКУ 804-07		<i>Stichococcus sp.</i>
АСКУ 805-07		<i>Stichococcus sp.</i>
АСКУ 858-09	SAG 52.87	<i>Stichococcus sp.</i>
АСКУ 859-09	SAG 107.80	<i>Stichococcus sp.</i>
АСКУ 860-09	SAG 108.80	<i>Stichococcus sp.</i>
АСКУ 861-09	SAG 249.80	<i>Stichococcus sp.</i>
АСКУ 862-09	SAG 335-3	<i>Stichococcus bacillaris</i> Nägeli
АСКУ 863-09	SAG 379-1a, CCAP 379/1A	<i>Stichococcus bacillaris</i> Nägeli
АСКУ 864-09	SAG 379-1b, UTEX 314, CCAP 379/1B	<i>Stichococcus bacillaris</i> Nägeli
АСКУ 865-09	SAG 379-1c, UTEX 419, CCAP 379/1C	<i>Stichococcus bacillaris</i> Nägeli
АСКУ 866-09	SAG 379-1d, CCAP 379/1D	<i>Stichococcus bacillaris</i> Nägeli
АСКУ 867-09	SAG 379-1e	<i>Stichococcus bacillaris</i> Nägeli
АСКУ 868-09	SAG 379-2, UTEX 315	<i>Stichococcus bacillaris</i> Nägeli
АСКУ 869-09	SAG 379-3a, UTEX 316, CCAP 379/3	<i>Stichococcus mirabilis</i> Lagerheim
АСКУ 870-09	SAG 379-4	<i>Stichococcus fragilis</i> Gay
АСКУ 871-09	SAG 2138, CAUP J 1302	<i>Stichococcus jenerensis</i> * Neustupa, Eliáš and Šejnohová
АСКУ 872-09	SAG 2139, UTEX 1706, CAUP J 1303	<i>Stichococcus deasonii</i> * Neustupa, Eliáš and Šejnohová
АСКУ 886-09		<i>Stichococcus sp.</i>

Примітка: Знаком * позначено аутентичні штами

Водорості вирощували у чашках Петрі на 1,5% агаризованому середовищі Болда з потроєною кількістю азоту 3N BBM [BISCHOFF, BOLD, 1963] на люміностації при періодичному освітленні з інтенсивністю 1800-3000 лк та 12/12-годинному чергуванні світлової та темної фаз за температури 20±3°C. Спостереження проводили методом оптичної мікроскопії на світловому мікроскопі PrimoStar (Carl Zeiss, Jena) з обов'язковим використанням імерсійних об'єктивів 100x. Культури вивчали як у фазі логарифмічного росту (вік культури 2-4 тижні), так і в стаціонарній фазі (вік - 3-4 місяці). Слизові структури виявляли за допомогою цитохімічного забарвлення слизу 1%-м розчином туші, за потреби – з додатковим контрастуванням слизових структур 0,1%-м розчином метиленового синього та відмивкою матеріалу від залишків туші дистильованою водою. Результати документували мікрофотографіями, виконаними за допомогою цифрової камери ScoreTek DCM 510, встановленої на мікроскопі та з'єднаної з ПК.

Результати

В результаті проведених досліджень у 18-ти штамів водоростей, раніше ідентифікованих як види роду *Stichococcus*, нами було виявлено кілька типів раніше невідомих для даного роду слизових структур. При цьому лише у 8-ми штамів, що наводяться як *Stichococcus bacillaris* (АСКУ 400-05, АСКУ 439-06, АСКУ 441-06), *Stichococcus fragilis* (АСКУ 870-09) та *Stichococcus sp.* (АСКУ 370-04, АСКУ 380-04, АСКУ 487-06, АСКУ 804-07), слизові структури були відсутні, тобто за даною ознакою ці штами узгоджувались з авторським діагнозом роду *Stichococcus*.

Виявлені нами у більшості штамів слизові структури можна поділити на чотири типи - колоніальний слиз, слизові капсули, слизові гранули та слизові ковпачки (рис.1).

Перший тип – колоніальний слиз – було виявлено у 14-ти штамів (табл. 2). У різних штамів цієї групи колоніальний слиз відрізнявся як за консистенцією, так і за розчинністю у водних препаратах. Щільний, важкорозчинний колоніальний слиз, був виявлений у 6-ти штамів, які представляли ізоляти, ідентифіковані як *Stichococcus bacillaris* (АСКУ 862-09, АСКУ 864-09, АСКУ 867-09), *S. mirabilis* (АСКУ 869-09) та *Stichococcus sp.* (АСКУ 380-04, АСКУ 859-09). У водоростей з цим типом слизу після забарвлення спостерігався чіткий край колонії, поодинокі клітин за межами слизової колонії траплялися зрідка.

М'який, легкокорозчинний колоніальний слиз був виявлений у 8-ми штамів – *S. bacillaris* (АСКУ 865-09, АСКУ 866-09, АСКУ 868-09), *S. jenerensis* (АСКУ 871-09) та *Stichococcus sp.* (АСКУ 376-04, АСКУ 771-06, АСКУ 861-09, АСКУ 886-09). За наявності такого слизу краї колонії під час забарвлення розпливалися, зовнішній контур колонії був нечітким, при цьому багато поодиноких клітин виявлялося поза межами колоній.

Другий тип слизових структур – слизові капсули – являють собою індивідуальну слизову обгортку, яка оточує поодинокі клітини. Цей тип слизових структур зустрічалися найрідше і був виявлений лише у 4-ох штамів. Щільні масивні важкорозчинні слизові капсули були притаманні штамам, ідентифікованим як *S. mirabilis* (АСКУ 869-09) та *Stichococcus sp.* (АСКУ 380-04 та АСКУ 858-09). М'які легкокорозчинні слизові капсули спостерігались у *Stichococcus sp.* (АСКУ 376-04).

Третій тип слизових структур, які ми називаємо слизовими гранулами, являють собою ділянки нерівномірно ослизненого зовнішнього контуру оболонки, на яких інтенсивно адсорбуються частки туші. Такі ділянки без певного порядку розміщуються по всьому периметру клітини, і після забарвлення виглядають як різноманітні за формою та розмірами агрегати часток туші. Слизові гранули виявлені у 7-ми штамів, ідентифікованих як *Stichococcus bacillaris* (АСКУ 862-09, АСКУ 863-09, АСКУ 864-09, АСКУ 866-09, АСКУ 868-09) та *Stichococcus sp.* (АСКУ 376-04 та АСКУ 805-07).

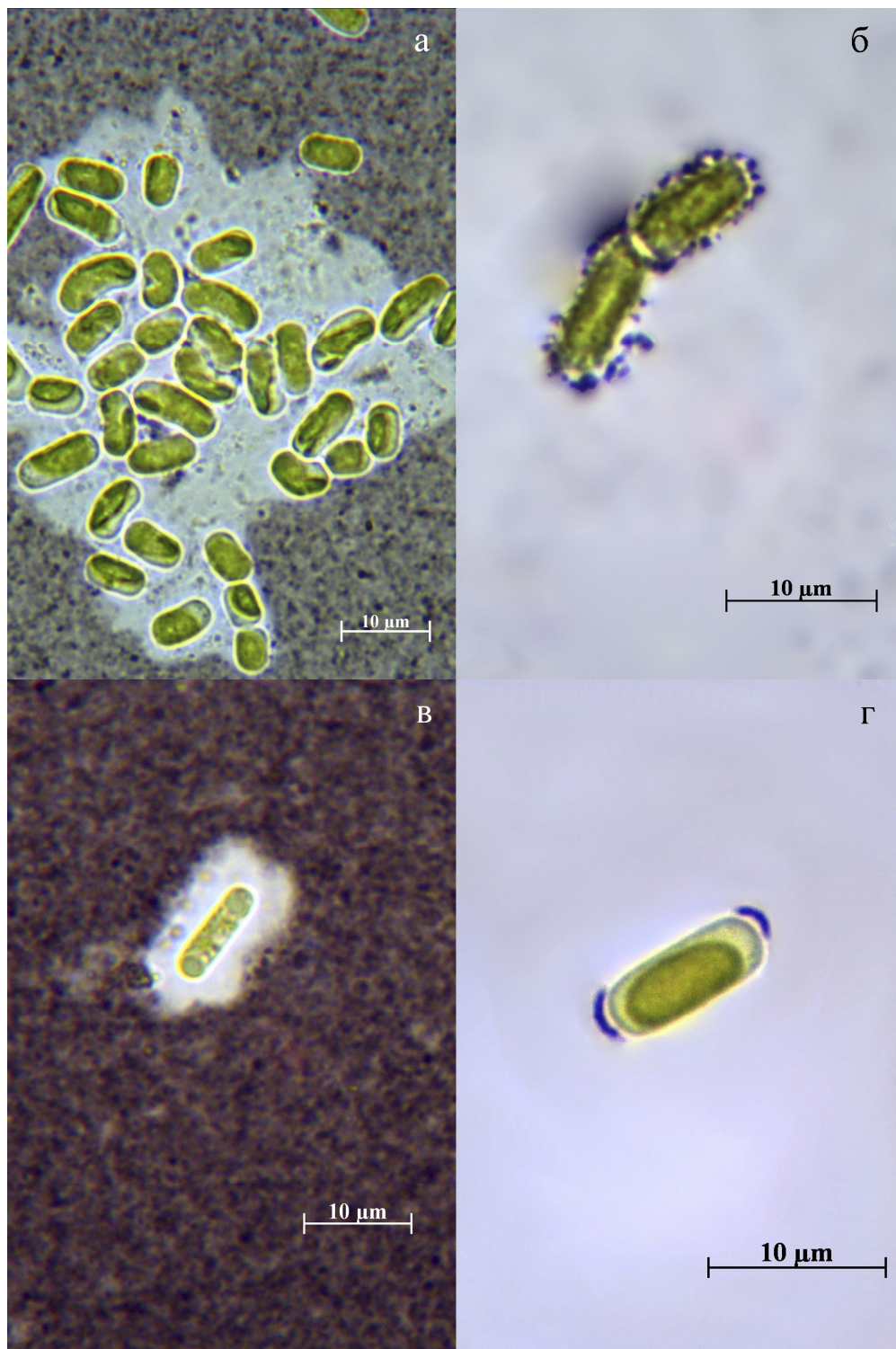


Рис. 1. Характерні слизові структури представників роду *Stichococcus*. а - колоніальний слиз (штам АСКУ 868-09); б - слизова капсула (штам АСКУ 380-04); в - слизові гранули (штам АСКУ 376-04); г - слизові ковпачки (штам АСКУ 805-07).

Fig. 1. Typical mucous structures of the members of genus *Stichococcus*. a - colonial mucilage (strain АСКУ 868-09); б - mucous sheath (strain АСКУ 380-04); в - mucous grains (strain АСКУ 376-04); д - mucous caps (strain АСКУ 805-07).

Останній тип слизових структур представляють слизові ковпачки. Ці структури розміщуються виключно на полюсах клітини, і після забарвлення мають вигляд тонкої дугоподібної структури, яка адсорбує частки туші. Слизові ковпачки виявлені у штамів, ідентифікованих як *Stichococcus bacillaris* (АСКУ 862-09, АСКУ 863-09, АСКУ 864-09, АСКУ 866-09, АСКУ 868-09), *Stichococcus deasonii* (АСКУ 872-09) та *Stichococcus sp.* (АСКУ 805-07).

Таблиця 2

Слизові структури штамів роду *Stichococcus* на агаризованому середовищі 3N BBM

Table 2

Mucous structures of the members of genus *Stichococcus* on 3N BBM agar medium

№ штаму	Колоніальний слиз	Слизові гранули	Слизові ковпачки	Слизові капсули
АСКУ 376-04	+	+	-	+
АСКУ 380-04	+	-	-	+
АСКУ 771-06	+	-	-	-
АСКУ 805-07	-	+	+	-
АСКУ 858-09	-	-	-	+
АСКУ 859-09	+	-	-	-
АСКУ 861-09	+	-	-	-
АСКУ 862-09	+	+	+	-
АСКУ 863-09	-	+	+	-
АСКУ 864-09	+	+	+	-
АСКУ 865-09	+	-	-	-
АСКУ 866-09	+	+	+	-
АСКУ 867-09	+	-	-	-
АСКУ 868-09	+	+	+	-
АСКУ 869-09	+	-	-	+
АСКУ 871-09	+	-	-	-
АСКУ 872-09	-	-	+	-
АСКУ 886-09	+	-	-	-

У конкретного штаму слизові структури можуть бути представлені лише одним певним типом або являти собою комбінацію з кількох типів слизових структур. Зокрема, у аутентичного штаму *Stichococcus deasonii* (АСКУ 872-09) наявні лише слизові ковпачки. У семи штамів, ідентифікованих як *S. bacillaris* (2 штами) та *Stichococcus sp.* (4 штами), а також у автентичного штама *S. jenerensis*, слизові структури представлені лише колоніальним слизом. У кожного з інших 10-ти штамів виявлено кілька типів слизових структур. Найбільш поширеною комбінацією є одночасна наявність колоніального слизу, слизових гранул та слизових ковпачків. Така комбінація спостерігається у чотирьох штамів, ідентифікованих як *Stichococcus bacillaris* (АСКУ 862-09, АСКУ 864-09, АСКУ 866-09, АСКУ 868-09).

Обговорення

У одноклітинних зелених водоростей за класичними морфологічними системами наявність певного типу слизових структур вважається таксономічною ознакою, за якою розмежовуються таксони рангу родини або роду. Наприклад, Radiococcaseae за наявністю аморфних слизових колоній відмежовується від інших родин автоспороутворюючих водоростей порядку Chloococcales. Аналогічно, за наявністю колоніального слизу рід *Ankistrodesmus* відмежовується від морфологічно близького до нього роду *Monoraphidium* [ТОПАЧЕВСКИЙ, МАСЮК, 1984; КОМАРЕК, ФОТТ, 1983]. Подібний підхід має місце і у класичних системах нитчастих зелених водоростей. Зокрема, згідно до класичних систем саме відсутність будь-яких слизових структур відрізняє рід *Stichococcus* від родів *Fottea* Hind. та *Chodatia* Kol., клітини яких або об'єднуються колоніальним слизом у колонії, або мають тонкі слизові обгортки, відповідно [STARMACH, 1972; МОШКОВА, ГОЛЛЕРБАХ, 1986].

Нами слизові структури різного типу виявлені у 18-ти штамів, які зберігаються у провідних світових колекціях і визначені та анотовані як різні представники роду

Stichococcus. У деяких з досліджених нами штамів (зокрема, АСКУ 487-06, АСКУ 771-07, АСКУ 862-09, АСКУ 863-09, АСКУ 868-09, АСКУ 871-09, АСКУ 872-09, АСКУ 864-09, АСКУ 869-09) секвеновано ядерний ген малої субодиниці рибосомальної РНК та некодуючі послідовності ITS-1 та ITS-2 [HANDA et al., 2003; NEUSTUPA, ELIAS, SEGNOHOVA, 2007; SLUIMAN, GUIHAL, MUDIMU, 2008; ELIAS, NEUSTUPA, 2009]. При цьому належність даних штамів до роду *Stichococcus* під сумнів не ставиться, а самі штами та їх секвеновані послідовності використовуються як референтні при розв'язанні питань таксономії багатьох інших родів требуксієфіцієвих водоростей (див., наприклад, МІКНАЙЛЮК et al., 2008; FRIEDL, O'KELLY, 2002). Знахідки різноманітних слизових структур у більшості штамів, які ідентифіковані, реферовані у міжнародних банках генетичної інформації (зокрема, в NCBI – <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/guide/>), анотовані у провідних колекціях культур як види роду *Stichococcus* [THOMPSON, RHODES, PETTMAN, 1988; STARR, ZEIKUS, 1993; STARR, ZEIKUS, 1987; SCHLOSSER, 1994; SCHLOSSER, 1997], і за якими в деяких випадках описані нові види даного роду (зокрема, *S. jenerensis* та *S. deasonii*) [NEUSTUPA, ELIAS, SEGNOHOVA, 2007], не узгоджуються з фенотипічною концепцією роду *Stichococcus* Nägeli.

Номенклатурним типом роду *Stichococcus* є *S. bacillaris* Nägeli [NAGELI, 1849], для якого будь-які слизові структури раніше описані не були. Автентичний штам цього виду відсутній. Проте у світових колекціях представлено 10 штамів цього виду. Серед цих штамів лише три штами (АСКУ 400-05, АСКУ 439-06, АСКУ 441-06) позбавлені будь-яких слизових структур і, таким чином, за даною ознакою відповідають авторському діагнозу номенклатурного типу роду *Stichococcus*. На жаль, для жодного з цих штамів дані молекулярно-філогенетичного спрямування відсутні.

У інших 7-ми штамів, які реферовані у колекціях як *S. bacillaris*, нами, всупереч авторському діагнозу, були виявлені слизові структури. З цих штамів у 5-ох секвеновано ядерний ген малої субодиниці рибосомальної РНК [ELIAS, NEUSTUPA, 2009]. Результати молекулярно-філогенетичних реконструкцій, які опубліковані для трьох штамів цієї групи (АСКУ 862-09, АСКУ 864-09 та АСКУ 868-09), свідчать про їх близьку спорідненість. За нашими даними, для всіх цих штамів спільною ознакою є наявність трьох типів слизових структур – колоніального слизу, слизових гранул та слизових ковпачків, тобто ці штами не можуть бути ідентифіковані як *Stichococcus bacillaris*. Наш висновок підтверджують результати електронно-мікроскопічних досліджень одного зі штамів даної групи - АСКУ 868-09 (SAG 379-2), у якого показано наявність у хлоропласті голого піреноїду [PICKETT-HEAPS, 1974; Silverberg, 1975], що також суперечить авторському діагнозу.

Висновок

Виявлення раніше не описаних слизових структур у більшості доступних штамів роду *Stichococcus* (включаючи штами, які ідентифіковані як номенклатурний тип даного роду – *S. bacillaris*), свідчить про те, що даний рід є гетерогенним не лише на генотипічному рівні, але й за комплексом фенотипічних ознак, пов'язаних, в тому числі, зі слизовими структурами.

Список літератури

- КОСТІКОВ І.Ю., ДЕМЧЕНКО Е.М., БЕРЕЗОВСЬКА М.А. Колекція культур водоростей Київського національного університету імені Тараса Григоровича Шевченка. Каталог штамів (2008 р.) // Чорноморськ. ботан. ж. – 2009. – Т. 5, №1. – С. 37-79.
- КОСТІКОВ І.Ю., РОМАНЕНКО П.О., ДЕМЧЕНКО Е.М., ДАРИЄНКО Т.М., МИХАЙЛЮК Т.І., РИБЧИНСЬКИЙ О.В., СОЛОНЕНКО А.М. Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори). – Київ: Фітосоціоцентр. 2001. – 300 с.
- МОШКОВА Н.А., ГОЛЛЕРБАХ М.М. Зеленые водоросли. Класс улотриксковые. Порядок улотриксковые. Chloophyta: Ulotrichophyceae, Ulotrichales. Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 10. – Л., 1986. – 360 с.
- ТОПАЧЕВСКИЙ А. В., МАСЮК Н. П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1984. – 336 с.

- BISCHOFF H. W., BOLD H. C. Some soil algae from Enchanted Rock and related algal species // Phycol. Stud. 4, Univ. Texas Publ. – 1963. – N 6318. – P.1-95.
- ELIAS M., NEUSTUPA J. *Pseudomarvania*, gen. nov. (Chlorophyta, Trebouxiophyceae), a new genus for “budding” subaerial green algae *Marvania aerophytica* Neustupa et Sejnohova and *Stichococcus ampulliformis* Handa // Fottea. – 2009. – Vol. 9, №2. – P. 169-177.
- ETTL H., GARTNER G. Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen. – Stuttgart, Jena, New York: Gustav Fischer Verlag, 1995. – 721 s.
- FIEDL T., O'KELLY C.J. Phylogenetic relationships of green algae assigned to the genus *Planophila* (Chlorophyta): evidence from 18S rDNA sequence data and ultrastructure // Eur. J. Phycol. – 2002. – Vol. 37. – P. 373-384.
- GRINTZESCO J., PETERFI S. Contribution à l'étude des algues vertes de Roumanie. I // Revue Algologique. – 1932. – №6. – P. 159-175.
- HANDA S., NAKAHARA M., TSUBOTA H., DEGUCHI H., NAKANO T. A new aerial alga *Stichococcus ampulliformis* sp. nov. (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) from Japan // Phycological Research. – 2003. – Vol. 51. – P. 203-210.
- HEERING W. Chlorophyceae III. – In: Pascher's Susswasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. – Jena, 1914. – H. 6. – 250 S.
- KOMAREK J., FOTT B. Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung: Chlorococcales. 7. Teil, 1. Hälfte / Das Phytoplankton des Süßwassers. – Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verl., 1983. – 1043 s.
- MIKHAILYUK T.I., SLUIMAN H.J., MASSALSKI A., MUDIMU O., DEMCHENKO E.M., KONDRATYUK S.YA., FRIEDL T. New streptophyte green algae from terrestrial habitats and an assessment of the genus *Interfilum* (Klebsormidiophyceae, Streptophyta) // J. Phycol. – 2008. – Vol. 44. – P. 1586-1603.
- NÄGELI C. Gattungen einzelliger Algen, physiologisch und systematisch bearbeitet. Schultheß: Zürich, 1849. – 139 p.
- NEUSTUPA J., ELIAS M., SEJNOHOVA L. A taxonomic study of two *Stichococcus* species (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) with a starch-enveloped pyrenoid // Nova Hedwigia. – 2007. – Vol. 84, № 1-2. – P. 51-63.
- PICKETT-HEAPS J. Cell division in *Stichococcus* // Eur. J. Phycol. – 1974. – Vol. 9, № 1. – P. 63-73.
- RATHS H. Experimentelle Untersuchungen mit Flechtengonidien aus der Familie der Caliciaceen // Ber. schweiz. bot. ges. – 1938. – Vol. 48. – P. 329-416.
- SCHLOSSER U. Additions to the Culture Collection of Algae since 1994 // Botanica Acta. – 1997. – Vol. 110. – P. 424-429.
- SCHLOSSER U. SAG - Sammlung von Algenkulturen at the University of Göttingen. Catalogue of strains 1994 // Botanica Acta. – 1994. – Vol. 107. – P. 113-186.
- SILVERBERG B.A. Some structural aspects of the pyrenoid of the Ulotrichalean alga *Stichococcus* // Trans. Amer. Micros. Soc. – 1975. – Vol. 94, № 3. – P. 417-421.
- SLUIMAN H., GUIHAL C., MUDIMU O. Assessing phylogenetic affinities and species delimitations in Klebsormidiales (Streptophyta): nuclear-encoded rDNA phylogenies and its secondary structure models in *Klebsormidium*, *Hormidiella*, and *Entransia* // J. Phycol. – 2008. – Vol. 44. – P. 183-195.
- STARMACH K. Chlorophyta III. Zielenice nitkowate: Ulothrichales, Ulvales, Prasiolales, Sphaeropleales, Cladophorales, Chaetophorales, Trentepohliales, Siphonales, Dichotomosiphonales. / Flora słodkowodna Polski, tom 10. – Warszawa-Krakow: Państwowe wydawn. naukowe, 1972. – 750 s.
- STARR R., ZEIKUS J. UTEX - The Culture Collection of Algae at The University of Texas at Austin // J. Phycol. – 1987. – Vol. 23. – P. 1-47.
- STARR R., ZEIKUS J. UTEX - The Culture Collection of Algae at The University of Texas at Austin // J. Phycol. – 1993. – Vol. 29. – P. 1-106.
- THOMPSON A., RHODES J., PETTMAN I. Culture Collection of Algae and Protozoa Catalogue of Strains 1988. – 1988. – 5th Edition. – 164 pp.

Рекомендує до друку
О.Є. Ходосовцев

Отримано 13.07.2011 р.

Адреса авторів:

І.Ю. Костіков, В.М. Карбовська
Київський національний університет
імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 64
Київ 01017
Україна
e-mail: kost@univ.kiev.ua
karbovska.v@gmail.com

Author's address:

I.Yu.Kostikov, V.M.Karbovska
National Taras Shevchenko University of Kyiv
64, Volodymyrskaya Str.
Kyiv 01017
Ukraine
e-mail: kost@univ.kiev.ua
karbovska.v@gmail.com