

Оцінка таксономічної ваги морфометричних показників при ідентифікації зелених фітомонад класу *Moewusinia* (Chlorophyta, Chlamydomonadaceae)

МАРІЯ МИКОЛАЇВНА ПАВЛОВСЬКА
МАРИНА СЕРГІЇВНА НЕНЮК
АНДРІЙ СЕРГІЙОВИЧ ТАРЕЄВ
ІГОР ЮРІЄВИЧ КОСТИКОВ

ПАВЛОВСЬКА М.М., НЕНЮК М.С., ТАРЕЄВ А.С., КОСТИКОВ І.Ю., 2012: **Оцінка таксономічної ваги морфометричних показників при ідентифікації зелених фітомонад класу *Moewusinia* (Chlorophyta, Chlamydomonadaceae).** *Чорноморськ. бот. ж.*, Т.8, №3: 313-320.

Для 12-и видів роду *Chlamydomonas*, які належать до молекулярної класу *Moewusinia*, на прикладі 15-и штамів (включаючи 12 автентичних) вперше в умовах культури на агаризованих поживних середовищах визначено основні морфометричні показники та проведено оцінку можливості їх використання як ознак видового та внутрішньовидового рівня в межах даної класу. Встановлено, що за шириною клітин досліджена вибірка штамів достовірно розділяється на чотири розмірні групи, які в межах класу *Moewusinia* співпадають з молекулярно-філогенетичними кластерами з високою бутстреп підтримкою. У кожній розмірній групі дискримінуючою ознакою видового рівня є середня довжина клітин. Наведено оригінальний ключ для визначення штамів класу *Moewusinia* в умовах культури на агаризованих поживних середовищах за розмірами клітин.

Ключові слова: водорості, Chlorophyta, Moewusinia, Chlamydomonas, розміри, індекс форми, таксономія, ідентифікація

PAVLOVSKA M.M., NENYUK M.S., TARIEIEV A.S., KOSTIKOV I.YU., 2012: **Taxonomy importance evaluation of morphometric parameters for identification of green phytomonads from *Moewusinia* clade (Chlorophyta, Chlamydomonadaceae).** *Chornomors'k. bot. z.*, Vol. 8: №3: 313-320.

The main morphometric parameters are identified for the 12 species of *Chlamydomonas*, which belong to the molecular *Moewusinia* clade, with 15 strains (including 12 authentic) as an example. Those parameters are assessed for the first time on the ground of slant culture as the criteria of the specific and intraspecific level within investigated clade. It is revealed that according to the criteria of the width of the cells within *Moewusinia* clade, selected strains can be divided into four groups which coincide with molecular - phylogenetic clusters with high bootstrap support. Within each of the group the average length of the cell is the distinguished feature of the specific level. The size of the cell is the base for identification of *Moewusinia* clade strains in the slant culture.

Keywords: algae, Chlorophyta, Moewusinia, Chlamydomonas, sizes, form index, taxonomy, identification

ПАВЛОВСКАЯ М.Н., НЕНЮК М.С., ТАРЕЕВ А.С., КОСТИКОВ И.Ю., 2012: **Оценка таксономического веса морфометрических показателей при идентификации зеленых фитомонад класу *Moewusinia* (Chlorophyta, Chlamydomonadaceae).** *Черноморск. бот. ж.*, Т.8, №3: 313-320.

Для 12-и видов рода *Chlamydomonas*, которые принадлежат к молекулярной класу *Moewusinia*, на примере 15-и штаммов (включая 12 автентичных) впервые в условиях

культури на агаризованих питательних средах определены основные морфометрические показатели и проведена оценка возможности их использования как признаков видового и внутривидового уровня в рамках данной клады. Установлено, что по ширине клеток исследованная выборка штаммов достоверно разделяется на четыре размерные группы, которые в рамках клады *Moewusinia* совпадают с молекулярно-филогенетическими кластерами с высокой бутстреп поддержкой. В каждой размерной группе дискриминирующим признаком видового уровня является средняя длина клеток. Приведен оригинальный ключ для определения штаммов клады *Moewusinia* в условиях культуры на агаризованных питательных средах по размерам клеток.

Ключевые слова: водоросли, *Chlorophyta*, *Moewusinia*, *Chlamydomonas*, размеры, индекс формы, таксономия, идентификация

Chlamydomonas Ehrenberg в класичному розумінні є одним з найбагатших у видовому відношенні родів зелених водоростей. Згідно до фундаментального зведення Х. Еттла [ETTL, 1983], в його складі описано 452 таксони, що мають статус виду. За оцінкам авторів більш пізніх робіт [PRÖSCHOLD, LELIAERT, 2007; NAKADA & al., 2008], число видів в системі класичного роду *Chlamydomonas* точно оцінити неможливо, хоча загальна кількість видових епітетів, що супроводжують назви даного роду, знаходиться в межах 600-800.

Основними діагностичними критеріями при ідентифікації видів роду *Chlamydomonas* є форма хлоропласту, положення піреноїда, а також форма та розміри клітин. При цьому розмірні характеристики часто використовуються як головна діагностична ознака при розмежуванні морфологічно близьких видів. Проте розміри клітин у одного виду, а також відношення довжини клітин до їх ширини (т.зв. індекс форми) може сильно варіювати залежно від віку культури, типу поживного середовища, умов вирощування [ETLL, 1976, 1995].

На практиці використання розмірних характеристик як діагностичних ознак при ідентифікації видів роду *Chlamydomonas* ускладнюється тим, що більшість видів хламідомонад були описані з природного матеріалу, при цьому параметри, що впливають на розмірні характеристики, залишилися нез'ясованими. В той же час, наразі ідентифікація видів цього роду (а також інших критичних у таксономічному відношенні одноклітинних водоростей) здійснюється на основі переважно культурального матеріалу, отриманого за уніфікованими методиками на поживних середовищах визначеного складу за стандартних умов вирощування [BOLD, 1970; ANDERSEN, 2005].

За результатами молекулярно-філогенетичних реконструкцій на основі послідовності ядерного гену, що кодує малу субодиноцю рибосомальної РНК (SSU), було встановлено, що рід *Chlamydomonas* є поліфілітичним, і його види розподіляються, як мінімум, між сімома молекулярними кладами, яким надано назви у відповідності до т.зв. Філокоду [<http://www.ohio.edu/phylocode/toc.html>]. Одну з цих клад, яка об'єднує 15 видів роду *Chlamydomonas* s.l., представляє клада *Moewusinia*.

Проте, наразі було зроблено лише кілька спроб пошуку фенотипних ознак, придатних для відмежування клад *Moewusinia* від інших близьких клад. Серед таких ознак – швидкість переходу в монадний стан при переносі в рідке середовище [ПАВЛОВСЬКА, КОСТІКОВ, 2010], форма хлоропласту та піреноїда [ПАВЛОВСЬКА, 2011]. Але повний комплекс фенотипних ознак, за якими ця клада відмежується від інших клад та за якими в межах даної клад розмежовуються таксони видового та внутрішньовидового рангів, залишаються не встановленими.

Метою нашої роботи була оцінка в умовах культур на агаризованому середовищі розмірних характеристик клітин та індексу форми як дискримінуючих ознак видового та внутрішньовидового рівня в межах клад *Moewusinia*.

Матеріали і методи дослідження

Матеріалом слугували культури 15 штамів представників роду *Chlamydomonas* (в тому числі – 12 автентичних), що представляють 12 видів та 14 різновидів (включаючи номенклатурні типи виду) даного роду з клади *Moewusinia*, що зберігаються у колекції культур АСКУ Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Табл. 1). Один різновид - *Ch. moewusii* var. *rotunda* – представляє штами двох різних статевих знаків («+» та «-» штами). Таким чином, матеріал роботи склали 14 операційних таксономічних одиниць (ОТО), з яких одна ОТО представлена двома статевими формами.

Штами АСКУ є субкультурами тих штамів колекцій культур Геттингенського університету (SAG) та університету штату Техас в Остині (UTEX), за якими було проведено реконструкцію філогенетичних відносин вольвокальних водоростей за послідовністю SSU [PRÖSCHOLD & AL., 2001; NAKADA & AL., 2008]. Відомості про походження штамів представлені в каталогах відповідних колекції [КОСТИКОВ, ДЕМЧЕНКО, НОВОХАЦКАЯ, 2009; <http://epsag.uni-goettingen.de/>, <http://www.utex.org/>].

Таблиця 1

Список досліджених видів та штамів із клади *Moewusinia*

Table 1

The list of investigated species and strains of *Moewusinia* clade

№ штаму в колекції АСКУ ¹	Вид	Синоніми	Ідентичні штами інших колекцій
969-11	<i>Chlamydomonas pseudogloeogama</i> Gerloff		SAG 15.73
727-06*	<i>Chl. pitschmannii</i> Ettl		SAG 14.73
753-06*	<i>Chl. moewusii</i> Gerloff var. <i>rotunda</i> (+ штама)		SAG 11-61a, UTEX 576
781-06*	<i>Chl. moewusii</i> Gerloff var. <i>rotunda</i> (- штама)		SAG 11-61b, UTEX 577
754-06*	<i>Chl. moewusii</i> Gerloff var. <i>indica</i> Mitra		SAG 11-11, UTEX 223
732-06*	<i>Chl. raudensis</i> Ettl		SAG 49.72
971-11	<i>Chl. pumilio</i> Ettl	<i>Chl. sordida</i> Ettl ²	SAG 18.73
758-06*	<i>Chl. hindakii</i> Ettl	<i>Chl. noctigama</i> Korsh. ³	SAG 22.72, UTEX 1338
760-06*	<i>Chl. monoica</i> Strehlow	<i>Chl. noctigama</i> Korsh. ³	SAG 33.72, UTEX 220
774-06*	<i>Chl. pinicola</i> Ettl	<i>Chl. noctigama</i> Korsh. ³	SAG 40.72, UTEX 1339
761-06*	<i>Chl. geitleri</i> Ettl	<i>Chl. noctigama</i> Korsh. ³	SAG 6.73, UTEX 2289
972-11	<i>Chl. noctigama</i> Korshikov		SAG 19,73
766-06*	<i>Chl. noctigama</i> var. <i>ellipsoidea</i> Ettl	<i>Chl. noctigama</i> Korsh. ³	SAG 36.72
759-06*	<i>Chl. dorsoventralis</i> Pascher	<i>Chl. noctigama</i> Korsh. ³	SAG 23.87, UTEX 228
775-06*	<i>Chl. bilatus</i> Ettl		SAG 7.72

¹ – автентичні штами помічені зірочкою (*); ² – назва наведена як синонім в роботі Т. Накада зі співавторами [NAKADA & AL., 2008]; ³ – назва наведена як синонім в роботі Х. Еттла [ETTL, GÄRTNER, 1995].

Культури вирощували на 1% агаризованому середовищі К [http://epsag.netcity.de/pdf/media_and_recipes/] на освітлювальній установці при інтенсивності освітлення 2.100-3.000 люкс і температурі 18-23 °С до 1-го місяця і на холодильній установці з люмінесцентними лампами ЛБ-40 при температурі 12-14 °С культури після 1-го місяця, з 12-годинним чергуванням світлової і темної фаз. Спостереження культур проводили у молодому (2 тижні) та старому (2 місяці) віці. Розмірні характеристики клітин визначали шляхом обробки мікрофотографій клітин, отриманих на оптичних мікроскопах серій BMXS та Primo Star, оснащених цифровими фотокамерами Tucsen TCA5.0 та Canon Power Shot G6, з'єднаними з персональними комп'ютерами при обов'язковому використанні імерсійних об'єктивів 100x (апертура

1,25). Вимірювання проводили з допомогою програми AxioVision Rel. 4.8. (Carl Zeiss Vision). Повторність вимірювань довжини та ширини клітин для кожного віку всіх штамів 40-кратна.

Дані про розмірні показники представлено із наведенням мінімальних, максимальних та середніх розмірів у наступному порядку: (мінімальні розміри) - діапазон середніх розмірів – (максимальні розміри).

Індекс форми (F) визначали як співвідношення довжини клітини до ширини. Мінімальні, максимальні та середні розміри визначали аналітичними методами. Статистичний аналіз даних проводився за допомогою програмного пакету Statistica 8.0 (Stat Soft). Для перевірки характеру розподілу генеральної сукупності даних було використано тести Колмогорова та Шапіро-Вілка [ЛАКИН, 1990]. Для визначення статистично достовірних відмінностей у вибірці було застосовано критерій Стьюдента (t-тест) [ШМИДТ, 1984].

Результати

Для всіх досліджених штамів було визначено діапазон розмірів клітин у віці 2 тижні (логарифмічна фаза росту) та 2 місяці (стаціонарна фаза), мінімальне, максимальне та середнє значення, а також індекс форми. За тестами Колмогорова та Шапіро-Вілка було встановлено, що всі отримані вибірки значень довжини та ширини клітин відповідають нормальному розподілу, що дозволяє проводити порівняння вибірок за критерієм Стьюдента (t-тест).

Отримані результати було порівняно з розмірними характеристиками клітин з природних місцезростань, що наводяться в описах даних видів у визначнику Х. Еттла [ЕТТЛ, 1983]. Результати вимірювань показали, що діапазони розмірів клітин в умовах культури на агаризованому середовищі відрізняються від тих, що наводяться для популяцій *in situ*. Зокрема, в умовах культури розмірні характеристики мають більш широкий діапазон значень, ніж наведений у описах. При цьому діапазони варіювання як довжини, так і ширини клітин у старих культурах більші, ніж у молодих.

Загальний діапазон значень розмірів клітин в межах кладки коливається від 1,73 мкм. до 13,75 мкм. за шириною та від 2,71 мкм. до 17,68 мкм. за довжиною. Індекс форми клітин в межах кладки коливається від 1,20 до 1,83, при цьому значення достовірно не відрізняється у штамів, що мають різні розміри та не корелює з іншими розмірними характеристиками штамів. Для двох штамів - АСКУ 760-06 (*Chl. monoica*) та АСКУ 766-06 (*Chl. noctigama var. ellipsoidea*) усі розмірні характеристики клітин достовірно не відрізняються, це дозволило об'єднати вибірки значень за шириною та довжиною клітин.

Для кожного конкретного штаму статистичні показники ширини клітин у культурах різного віку достовірно не відрізнялись, тобто ширина клітин залишалась сталою як у логарифмічній, так і у стаціонарній фазах росту культур. Це дозволило об'єднати вибірки значень ширини клітин в обох фазах у єдину вибірку. Таким чином, ширина клітин виявилась показником, незалежним від віку культури. Цей показник може бути використаний як дискримінуючий на надвидовому рівні в межах кладки *Moewusinia* (Табл.2).

Між собою за значеннями ширини клітин досліджені штами розділилися на чотири розмірні групи, що достовірно відрізняються на рівні значущості 0,05. До першої та другої груп увійшло по одному штаму – АСКУ 969-11 (*Chl. pseudogloeogata*) та АСКУ 971-11 (*Chl. pumilio*) відповідно. До третьої групи увійшло шість штамів, які представляють 4 види - АСКУ 727-06 (*Chl. pitschmannii*), АСКУ 753-06 (*Chl. moewusii var. rotunda (+)*), АСКУ 781-06 (*Chl. moewusii var. rotunda (-)*), АСКУ 754-06 (*Chl. moewusii var. indica*), АСКУ 732-06 (*Chl. raudensis*), АСКУ 759-06 (*Chl. dorsoventralis*). У четверту групу входять 7 штамів - АСКУ 760-06 (*Chl. monoica*),

АСКУ 766-06 (*Chl. noctigama* var. *ellipsoidea*), АСКУ 774-06 (*Chl. pinicola*), АСКУ 761-06 (*Chl. geitleri*), АСКУ 972-11 (*Chl. noctigama*), АСКУ 758-06 (*Chl. hindakii*), АСКУ 775-06 (*Chl. bilatus*).

Таблиця 2

Ширина клітин та розмірні групи для штамів класу *Moewusinia*
(min, діапазон середнього, max; n=80)

Table 2

The width of cells and groups for strains of *Moewusinia* clade.
(min., spectrum of an average number, max; n= 80)

Розмірна група	Штами	№ штаму в АСКУ	Ширина клітин, мкм.
Група 1	<i>Chl. pseudogloeogama</i>	969-11	(5,1)-8,3-8,6-(12,6)
Група 2	<i>Chl. pumilio</i>	971-11	(2,7)-4,2-4,9-(7,4)
Група 3	<i>Chl. pitschmannii</i>	727-06	(1,73)-4,9-7,4-(10,5)
	<i>Chl. moewusii</i> var. <i>rotunda</i> (+)	753-06	
	<i>Chl. moewusii</i> var. <i>rotunda</i> (-)	781-06	
	<i>Chl. moewusii</i> var. <i>indica</i>	754-06	
	<i>Chl. raudensis</i>	732-06	
	<i>Chl. dorsoventralis</i>	759-06	
Група 4	<i>Chl. monoica</i>	760-06	(2,37)-7,5-8,7-(14,7)
	<i>Chl. noctigama</i> var. <i>ellipsoidea</i>	766-06	
	<i>Chl. pinicola</i>	774-06	
	<i>Chl. geitleri</i>	761-06	
	<i>Chl. noctigama</i>	972-11	
	<i>Chl. hindakii</i>	758-06	
	<i>Chl. bilatus</i>	775-06	

При порівнянні значень довжини клітин різних штамів на різних фазах росту було виявлено, що в межах класу, враховуючи розмірні групи за шириною клітин, у першій та другій групах довжина клітин в межах конкретного штаму у різних фазах росту достовірно не відрізнялась. У третій та четвертій розмірних групах довжина клітин у кожного штаму на логарифмічній фазі достовірно відрізнялась від довжини на стаціонарній фазі (Табл.3).

При порівнянні значень довжини клітин різних штамів на різних фазах росту було виявлено, що в межах третьої розмірної групи довжина клітин у стаціонарній фазі була приблизно однакова, проте кожний штам відрізнявся від інших за довжиною клітин у логарифмічній фазі. Таким чином, для видів третьої групи довжина клітин у логарифмічній фазі є дискримінуючою ознакою видового та внутрішньовидового рівня.

У четвертій групі спостерігалось протилежне: у логарифмічній фазі значення довжини клітин були подібні, проте штамми достовірно відрізнялись між собою у стаціонарній фазі. Таким чином, для четвертої групи ознакою видового рівня в умовах культури є довжина клітин у стаціонарній фазі.

Обговорення результатів дослідження

Порівнюючи отримані результати із літературними даними, видно, що клітини в умовах культури мають значно більший діапазон розмірів, що може бути пов'язане з більш оптимальними, порівняно із природними, умовами культивування.

За молекулярно-генетичними реконструкціями в межах класу *Moewusinia* можна виділити кілька кластерів, які мають високий ступінь спорідненості, а саме: «*Chl. pseudogloeogama*», «*Ch. moewusii* - *Chl. pitschmannii* - *Chl. raudensis* - *Chl. pumilio*», «*Chl. noctigama* - *Chl. bilatus*» [NAKADA & AL., 2008]. Нами проведено аналіз узгодження отриманих результатів із вищеперерахованими молекулярними кластерами.

Перша розмірна група, яка виділена за шириною клітин, відповідає кластеру кладі *Moewusinia*, до якого включено лише один штам - *Chl. pseudogloeogama*, що має найвищі значення середніх розмірів ширини клітин.

Друга та третя розмірні групи, які виділено за шириною клітин, відповідають кластеру кладі *Moewusinia*, до якого включено *Ch. moewusii*, *Ch. pitschmannii*, *Ch. raudensis* та *Ch. pumilio*. При цьому *Ch. pumilio* складає другу розмірну групу, а всі різновиди та статеві форми *Ch. moewusii*, *Ch. pitschmannii*, *Ch. raudensis* та *Ch. dorsoventralis* – третю, відповідно. Дискримінуючою ознакою другої групи є найменші середні розміри ширини клітин, а третьої – довжина клітин в логарифмічній фазі росту.

Таблиця 3

Довжина клітин для штамів кладі *Moewusinia* (min, середнє, max)

Table 3

The length of cells for strains of *Moewusinia* clade (min., average, max).

Розмірна група	Штами	№ штаму в АСКУ	Довжина клітин, для розмірної групи, мкм.	Довжина клітин в логарифмічній фазі, мкм.	Довжина клітин в стаціонарній фазі, мкм.
Група 1	<i>Chl. pseudogloeogama</i>	969-11	(7,9)-11,6-12,8-(17,1)	(10,3)-12,8-(17,1)	(7,9)-11,6-(14,7)
Група 2	<i>Chl. pumilio</i>	971-11	(3,58)-6,0-6,4-(12,0)	(5,4)-6,4-(12,0)	(3,6)-6,0-(9,3)
Група 3	<i>Chl. pitschmannii</i>	727-06	(2,71)-6,1-12,7-(17,2)	(5,4)-8,3-(12,0)	(2,71)-7,4-8,9-(14,2)
	<i>Chl. moewusii</i> var. <i>rotunda</i> (+)	753-06		(6,72)-9,2-(10,9)	
	<i>Chl. moewusii</i> var. <i>rotunda</i> (-)	781-06		(7,9)-9,8-(12,2)	
	<i>Chl. moewusii</i> var. <i>indica</i>	754-06		(7,1)-8,7-(12,7)	
	<i>Chl. raudensis</i>	732-06		(4,4)-6,1-(8,1)	
	<i>Chl. dorsoventralis</i>	759-06		(8,4)-12,7-(17,2)	
Група 4	<i>Chl. monoica</i>	760-06	(4,6)-10,1-14,0-(18,4)	(5,8)-12,0-14,0-(18,4)	(10,3)-12,1-12,6-(17,7)
	<i>Chl. noctigama</i> var. <i>ellipsoidea</i>	766-06			
	<i>Chl. pinicola</i>	774-06			(8,4)-12,6-(16,3)
	<i>Chl. geitleri</i>	761-06			(4,6)-10,8-(15,3)
	<i>Chl. noctigama</i>	972-11			(10,7)-13,4-(17,1)
	<i>Chl. hindakii</i>	758-06			(9,7)-12,8-(17,1)
	<i>Chl. bilatus</i>	775-06			(7,7)-10,3-(14,3)

Таким чином, дані підтверджують спорідненість вищеперерахованих видів, але не ідентичність за достовірними відмінами довжини клітин у логарифмічній фазі росту. Це, в свою чергу, дозволяє припустити, що статус ОТО, що входять до даної групи, може відповідати видовому та кільком внутрішньовидовим таксонам.

Четверта розмірна група, яка виділена за шириною клітин, відповідає кластеру кладі *Moewusinia*, до якого включено штам, споріднені з *Chl. noctigama*, для яких діакритичною є довжина клітин в стаціонарній фазі росту культури. Крім того, всі ці штам, за виключенням *Chl. bilatus*, представляють одну «автолізинову» групу за класифікацією Шлоссера [SCHLOSSER, 1984]. Таким чином, наші дані, з одного боку,

підтверджують схожість цих штамів, з іншого – свідчать про морфологічну подібність, проте не ідентичність за достовірними відмінами довжини клітин у стаціонарній фазі росту. Статус ОТО, що входять до даної групи, може відповідати як видовому, так і внутрішньовидовому рівню. В останньому випадку види, представлені даними штамми, можуть бути зведені в один вид, проте ОТО залишені незалежними на рівні внутрішньовидових таксонів.

Тому нами складено оригінальний ключ для визначення видів класу *Moewusinia* в умовах агаризованої культури, базуючись на розмірах довжини та ширини клітин.

Ключ для визначення штамів класу *Moewusinia* в умовах агаризованої культури.

1. Середня ширина клітин 4,2 - 4,9 мкм..... *Chl. pumilio*.
- Середня ширина клітин більша.....2.
2. Середня ширина клітин 4,9 - 7,4 мкм.....4.
- Середня ширина клітин більша.....3.
3. Середня ширина клітин 7,5 - 8,7 мкм.....9.
- Середня ширина клітин 8,3 - 8,6 мкм.....*Chl. pseudogloeogama*.
- 4(2). У логарифмічній фазі росту клітини 4,4 - 8,1 мкм завдовжки; середня довжина клітин $6,1 \pm 0,2$ мкм..... *Chl. raudensis*.
- У логарифмічній фазі росту клітини довші5.
5. У логарифмічній фазі росту клітини 5,4 - 12,0 мкм завдовжки; середня довжина клітин $8,3 \pm 0,2$ мкм..... *Chl. pitschmannii*.
- У логарифмічній фазі росту клітини довші6.
6. У логарифмічній фазі росту клітини 7,1 - 12,7 мкм завдовжки; середня довжина клітин $8,7 \pm 0,2$ мкм..... *Chl. moewusii* var. *indica*.
- У логарифмічній фазі росту клітини довші7.
7. У логарифмічній фазі росту клітини 6,72 - 10,9 мкм завдовжки; середня довжина клітин $9,2 \pm 0,2$ мкм.....*Chl. moewusii* var. *rotunda* (+).
- У логарифмічній фазі росту клітини довші8.
8. У логарифмічній фазі росту клітини 7,9 - 12,2 мкм завдовжки; середня довжина клітин $9,8 \pm 0,2$ мкм *Chl. moewusii* var. *rotunda* (-).
- У логарифмічній фазі росту клітини 8,4 - 17,2 мкм завдовжки; середня довжина клітин $12,7 \pm 0,2$ мкм *Chl. dorsoventralis*.
- 9 (3). У стаціонарній фазі росту клітини 7,7 - 14,3 мкм завдовжки; середня довжина клітин $10,3 \pm 0,2$ мкм..... *Chl. bilatus*.
- У стаціонарній фазі росту клітини довші10.
10. У стаціонарній фазі росту клітини 4,6 - 15,3 мкм завдовжки; середня довжина клітин $10,8 \pm 0,2$ мкм..... *Chl. geitleri*.
- У стаціонарній фазі росту клітини довші11.
11. У стаціонарній фазі росту клітини 10,3 - 17,7 мкм завдовжки; середня довжина клітин 12,1 - 12,6 мкм..... *Chl. monoica* та *Chl. noctigama* var. *ellipsoidea*.
- У стаціонарній фазі росту клітини довші12.
12. У стаціонарній фазі росту клітини 8,4 - 16,3 мкм завдовжки; середня довжина клітин $12,6 \pm 0,2$ мкм..... *Chl. pinicola*.
- У стаціонарній фазі росту клітини довші13.
13. У стаціонарній фазі росту клітини 9,7 - 17,1 мкм завдовжки; середня довжина клітин $12,8 \pm 0,2$ мкм..... *Chl. hindakii*.
- У стаціонарній фазі росту клітини 10,7 - 17,1 мкм. завдовжки; середня довжина клітин $13,4 \pm 0,2$ мкм..... *Chl. noctigama*.

Висновки

Отримані результати свідчать про можливість використання показників ширини та довжини клітин як дискримінуючих ознак видового та внутрішньовидового рівня для зелених фітомонад, які складають молекулярно-філогенетичну кладу *Moewusinia* в системі роду *Chlamydomonas s.l.*

Список літератури

- КОСТИКОВ І.Ю., ДЕМЧЕНКО Э.Н., НОВОХАЦКАЯ М.А. Коллекция культур водорослей Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. Каталог штаммов (2008 г.) // Черноморский ботанический журнал. - 2009. - Т.5, №1, – С. 37-79.
- ЛАКИН Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие для биол. спец. вузов- 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1990. - 352 с.
- ПАВЛОВСЬКА М.М. Морфологічні особливості *Chlamydomonas*-подібних водоростей класу *Moewusinia* (*Chlorophyta*) в умовах культури на агаризованих середовищах. Ботаніка та мікологія: проблеми і перспективи на 2011-2020 роки (Матеріали Всеукраїнської наукової конференції, Київ, 6-8 квітня 2011 року) / Під ред. І.О. Дудки та С.Я. Кондратюка. – Київ: Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного, 2011. – С. 211-212.
- ПАВЛОВСЬКА М.М., КОСТИКОВ І.Ю. Швидкість переходу в монадний стан, як допоміжний критерій при ідентифікації видів роду *Chlamydomonas* (*Chlorophyta*) // Чорноморський ботан. журн. – 2010. – Т. 6, №4. – С. 508-512.
- ШМИДТ В.М. Математические методы в ботанике: Учебн. пособие. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
- ANDERSEN R. A. Algal Culturing Techniques. /Elsevier Academic Press, 2005. – 580 p.
- BOLD H.C. Some aspects of the taxonomy of soil algae // Annals of the New York Acad. Sci. - 1970. – N. 175. – P. 601-616.
- ETTL H. Chlorophyta.1. Phytomonadina. - Süßwasserflora von Mitteleuropa, 1983. - Bd. 9. Jena: G.Fischer. - 807 p.
- ETTL, H. Die Gattung Chlamydomonas Ehrenberg. - Nova Hedwigia, 1976. - Beih. 49. - 1-1122 p.
- ETTL H., GÄRTNER G. Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen. – Stuttgart-Jena-New York: G.Fischer Verl., 1995. – 721 p.
- NAKADA T., MISAWA K., NOZAKI H. Molecular systematics of *Volvocales* (*Chlorophyceae*, *Chlorophyta*) based on exhaustive 18S rRNA phylogenetic analyses // Mol. Phylogenet. Evol. – 2008. - V. 48. - P. 281-291.
- PRÖSCHOLD T., LELIAERT F. Systematics of the green algae: conflict of classic and modern approaches. (in: Unravelling the Algae: the past, present and future of algal systematics, eds. Brodie J., Lewis J.) – Boca Raton-London-New York: CRC Press. - 2007. - P. 123-154.
- PRÖSCHOLD T., MARI B., SCHLÖSSER U. G. & MELKONIAN M. Molecular phylogeny and taxonomic revision of *Chlamydomonas* (*Chlorophyta*). I. Emendation of *Chlamydomonas* Ehrenberg and *Chloromonas* Gobi, and description of *Oogamochlamys* gen. nov. and *Lobochlamys* gen. nov. // Protist. - 2001. – N. 152. – P. 265-300.
- SCHLOSSER U.G. Species-specific sporangium autolysins (cell-wall-dissolving enzymes) in the genus *Chlamydomonas*. // The Systematics of Green Algae. Academic Press, London. - 1984. – P. 409-418.

Рекомендує до друку
М.Ф.Бойко

Отримано 25.03.2012 р.

Адреса авторів:

М.М. Павловська, М.С. Ненюк,
А.С. Тарєєв, І.Ю. Костіков
Київський національний університет
ім. Тараса Шевченка
ННЦ «Інститут біології»
пр. Акад. Глушкова, 2
м. Київ, 03022
Україна
e-mail: annopol@rambler.ru

Authors' addresses:

М.М. Pavlovska, M.S. Nenyuk,
A.S. Tarieiev, I.Yu. Kostikov
National Taras Schevchenko
University of Kyiv
ESC "Institute of Biology"
2, Acad. Glushkov Avenue
Kyiv, 03022
Ukraine
e-mail: annopol@rambler.ru

