

УДК 582.26:581.19:581.18

Т.О. ЛЕОНТЬЄВА, докт. філософії, мол. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: leontieva3394@gmail.com
ORCID 0000-0003-4482-328X

Ю.Г. КРОТ, к. б. н., ст. наук. співроб., в.о. зав. відділу,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: yuriikrot@ukr.net
ORCID 0000-0001-8732-1322

О.М. УСЕНКО, к. б. н., ст. наук. співроб., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: oleg.mikh.usenko@gmail.com
ORCID 0000-0002-0782-7292

Ю.М. КРАСЮК, к. б. н., наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: j-krasyuk@ukr.net
ORCID 0000-0002-8148-3168

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЦЕНОБІЇВ ЗЕЛЕНИХ МІКРОВОДОРОСТЕЙ (CHLOROPHYTA) ПРИ ЇХНЬОМУ ВИРОЩУВАННІ В ШТУЧНИХ УМОВАХ

Досліджено стратегію формування ценобіїв зелених мікроводоростей *Tetradestmus dimorphus* (Turpin) M.J. Wynne і *Desmodesmus brasiliensis* (Bohlin) E. Hegew. та їхню видоспецифічність при вирощуванні за дії оптимальних значень температури та поживних речовин. Культура *T. dimorphus* упродовж усієї експозиції характеризувалася стабільно нижчою кількістю ценобіїв (1,0 %) порівняно з *D. brasiliensis* (81,2—93,6 %). При цьому в *D. brasiliensis* у першу половину експозиції відмічено переважання 4-клітинних форм, а в другу — 2-клітинних. Швидкість розпаду ценобіальних форм вказує на те, що *T. dimorphus* характеризується індукованим захистом, а *D. brasiliensis* — конститутивним. Питома швидкість росту та приріст біомаси даних видів статистично були на одному рівні. Об'єм клітин у культурі *T. dimorphus* упродовж експозиції мав тенденцію до укрупнення, а *D. brasiliensis* — до незначного здрібнення.

Ключові слова: зелені мікроводорості, ценобії, штучне вирощування, температура, поживні речовини.

Ц и т у в а н н я: Леонтьєва Т.О., Крот Ю.Г., [Усенко О.М.], Красюк Ю.М. Особливості формування ценобіїв зелених мікроводоростей (Chlorophyta) при їхньому вирощуванні в штучних умовах. *Гідробіол. журн.* 2025. Т. 61, № 4. С. 64—73.

До високопродуктивних зелених мікроводоростей, здатних формувати ценобії — скупчення клітин, утворених в результаті множинного поділу і об'єднаних за рахунок загальної оболонки у стінках материнської клітини [6], можна віднести види родів *Desmodesmus*, *Tetrademus* та *Scenedesmus* [1, 20].

Їхній клітинний цикл поділяють на дві частини: період росту, що займає більший проміжок часу, та послідовність реплікації-поділу ДНК [7]. Період росту характеризується збільшенням об'єму клітин до величини, необхідної для виживання після цитокінезу (поділу клітини) [25]. Цей процес свідчить про існування механізмів координації росту і репродуктивних послідовностей, що сприяло створенню гіпотези контрольної точки розміру клітини [10]. Дана гіпотеза припускає, що клітини мають здатність визначення свого розміру та прогресування клітинного циклу після досягнення мінімальної величини, що є точкою рестрикції [7, 10]. Другий період клітинного циклу — послідовність реплікації-поділу ДНК — складається із фаз подвоєння ДНК, мітозу та цитокінезу, його результатом є формування ценобіїв, кількість клітин у яких визначається генетичними особливостями виду та зовнішніми умовами і становить 2, 4, 8, 16 або 32 [7]. Утворення все більшої кількості дочірніх клітин відбувається завдяки збільшенню кількості послідовностей реплікації — поділу ДНК в межах одного клітинного циклу [8, 9].

Знаходження водоростей у зоні оптимуму сприяє підвищенню кількості ядерних поділів, збільшуючи кількість утворених ценобіальних форм після цитокінезу [7]. Однак, подальша стратегія існування ценобіїв полягає у збереженні своєї форми або розпаду на окремі клітини [22]. Механізм та причини цього процесу є маловивченими та характеризуються видовими особливостями.

У літературних джерелах утворення ценобіїв розглядається переважно як захисний механізм у відповідь на дію негативних чинників. Так, менше співвідношення поверхні до об'єму мікроводоростей обмежує поглинання речовин та проникнення світла. Збільшення їхнього об'єму сприяє швидшому осіданню та меншому виїданню зоопланктонатами [14].

Водночас ценобіальні види водоростей класифікують за двома типами захисту: конститутивний (ценобії присутні у великій кількості за будь-яких умов, наприклад у *Desmodesmus communis*) та індукований (ценобії присутні у великій кількості лише за дії негативного чинника, наприклад у *Desmodesmus subspicatus*), що вказує на їхні видоспецифічні особливості [16, 23].

Отже, з'ясування механізмів та стратегії формування ценобіїв зелених мікроводоростей як їхньої адаптивної здатності при вирощуванні в штучних умовах має як наукове, так і практичне значення.

Метою роботи була оцінка стану зелених мікроводоростей *Tetrademus dimorphus* (Turpin) M.J. Wynne та *Desmodesmus brasiliensis* (Bohlin) E. Hegew., їхньої видоспецифічності та стратегії формування ценобіїв за дії оптимальних значень температури та поживних речовин.

Матеріал і методика досліджень

Об'єктами досліджень обрано найбільш продуктивні [13], альгологічно чисті культури зелених мікроводоростей (Chlorophyta) із колекції культур (HPDP) Інституту гідробіології НАН України [2]: *Desmodesmus brasiliensis* (Bohlin) E. Hegew. HPDP-102 та *Tetradesmus dimorphus* (Turpin) M.J. Wynne (= *Acutodesmus dimorphus* (Turpin) P. Tsarenko) HPDP-108, що здатні до утворення 2-, 4- та 8-клітинних ценобіїв [17, 19, 20].

Водорості вирощували при оптимальних значеннях температури (31,0 °C — для *T. dimorphus* та 28,0 °C — для *D. brasiliensis*), інтенсивності освітлення 47,5 мкмоль/м²·с та співвідношенні світла і темряви — 16 : 8 год. Живильне середовище містило відстояну водопровідну воду, біогенні елементи та мінеральні сполуки [12]. Вміст азоту нітратів та фосфору фосфатів становив 81,7 мг N/дм³ і 7,1 мг P/дм³ для *D. brasiliensis* та 692,7 мг N/дм³ і 60,0 мг P/дм³ — для *T. dimorphus*. Перемішування культур відбувалося шляхом подачі у культиваційні ємності стислого атмосферного повітря (38 дм³/хв). Тривалість експерименту дорівнювала 24 доби.

Чисельність клітин мікроводоростей підраховували у п'яти повторностях під світловим мікроскопом Ломо Микмед-2 з використанням камери Горяєва [3]. Водночас рахували кількість клітин кожної форми (одноклітинні, 2- та 4-клітинні ценобії).

Середньодобовий коефіцієнт збільшення чисельності клітин розраховували за формулою: $k = N_t / N_0 / t$, де N_0 і N_t — концентрація клітин (млн. кл/см³) на початку та наприкінці експозиції, Δt — тривалість досліджуваного періоду.

Питому швидкість росту розраховували за формулою [24]:

$$\mu = \frac{\ln N_t - \ln N_0}{\Delta t},$$

де N_0 та N_t — кількість клітин відповідно на початку та наприкінці досліджуваного періоду; Δt — тривалість досліджуваного періоду.

Визначення розмірних характеристик клітин (довжина і ширина) мікроводоростей проводили за допомогою мікроскопу Axio Imager-2 та програмного забезпечення ZEN 3.0 ($n = 50$).

Об'єм клітин визначали стереометричним методом, використовуючи лінійні розміри клітин водоростей [15].

Добовий приріст біомаси обчислювали за сухою речовиною як різницю між початковою та кінцевою кількістю біомаси досліджуваного періоду росту, поділену на кількість діб [5].

Експериментальні дані опрацьовували загальноприйнятими методами варіаційної статистики у програмі Microsoft Excel 2010. Вірогідність різниці середніх величин визначали із застосуванням t -критерію Стьюдента на рівні значущості $p \leq 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення

Найбільш сприятливим для фізіологічної активності клітин та нарощування біомаси зелених мікроводоростей родів *Desmodesmus* та *Tetradesmus* є діапазон температур 20,0—35,0 °С, що характеризує їх як мезофілів [11, 13, 18].

Найбільш сприятливий температурний режим визначали за величиною середньодобового коефіцієнта збільшення чисельності клітин, розрахованого при вирощуванні високопродуктивних видів *T. dimorphus* та *D. brasiliensis* упродовж 24 діб (рис. 1).

За даним показником максимальну продуктивність для культури *T. dimorphus* відмічено при температурі 31,0 °С, а *D. brasiliensis* — 28,0 °С.

Необхідно зауважити, що при розрахунку біомаси найбільш високі її значення для *T. dimorphus* відмічено наприкінці експозиції (24-та доба) при 22,0, 25,0 та 28,0 °С за рахунок високого розміру клітин (рис. 2), а для *D. brasiliensis* — при 28,0 °С.

Таким чином, оптимальний температурний режим вирощування мікроводоростей за середньодобовим коефіцієнтом збільшення чисельності клітин становив: для *T. dimorphus* — 31,0 °С, а для *D. brasiliensis* — 28 °С (див. рис. 1).

В якості поживних речовин, найбільш сприятливих для росту зелених мікроводоростей, використовували азот нітратів та фосфор фосфатів у концентраціях: для культури *T. dimorphus* відповідно 692,7 мг N/дм³ і 60,0 мг P/дм³, а для *D. brasiliensis* — 81,7 мг N/дм³ та 7,1 мг P/дм³ [12].

Співвідношення одноклітинних та ценобіальних (2- та 4-клітинні) форм *T. dimorphus* і *D. brasiliensis* в процесі вирощування мало суттєві відмінності (рис. 3).

Показано, що культура *T. dimorphus* упродовж усієї експозиції характеризувалась переважно одноклітинними формами (99,0±0,002 %), з не-

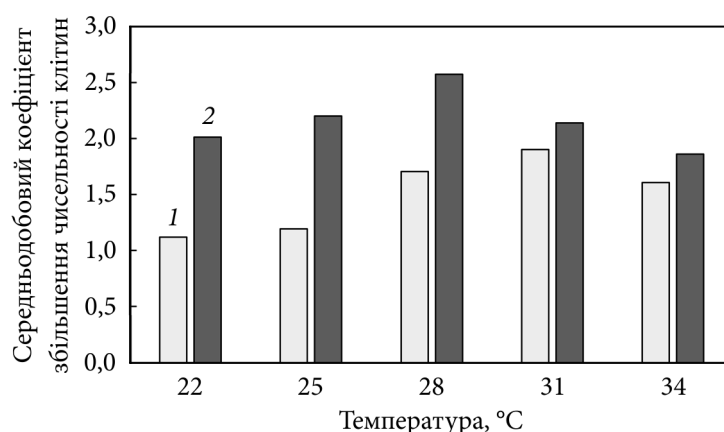


Рис. 1. Середньодобовий коефіцієнт збільшення чисельності клітин зелених мікроводоростей *T. dimorphus* (1) та *D. brasiliensis* (2) в зоні оптимальних температур

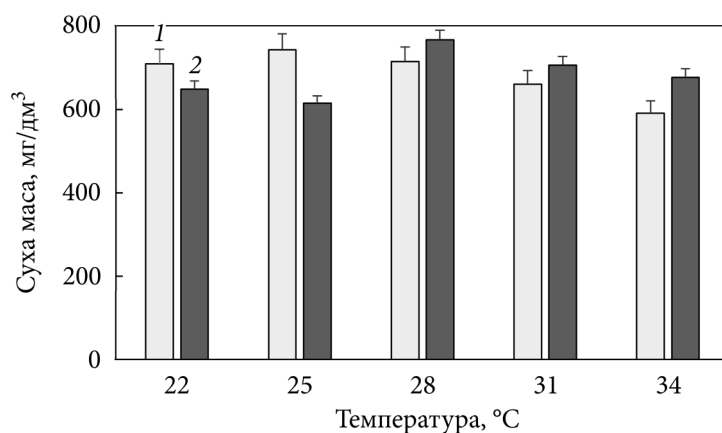


Рис. 2. Біомаса мікродоростей *T. dimorphus* (1) та *D. brasiliensis* (2) при вирощуванні в зоні оптимальних температур

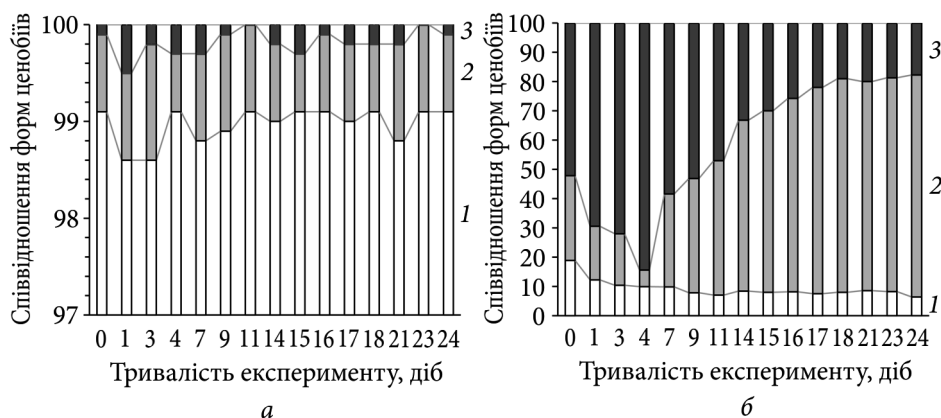


Рис. 3. Співвідношення одиночних (1), 2- (2) та 4-ценобіальних (3) клітин у культурах *T. dimorphus* (а) та *D. brasiliensis* (б) за оптимальних умов вирощування

значною кількістю 2- ($0,9 \pm 0,18$ %) і 4-клітинних ценобіальних форм ($0,1 \pm 0,7$ %) (рис. 3, а).

Водночас у *D. brasiliensis* відбувалось варіювання одноклітинних і ценобіальних (2- та 4-клітинних) форм. Зокрема, відсоткова кількість ценобіїв упродовж усього періоду залишалася на досить стабільному рівні 90,1—93,6 % (див. рис. 3, б).

Культура *D. brasiliensis* упродовж першої половини експозиції (12 діб) характеризувалася високою чисельністю клітин, які формували 4-клітинні ценобії (47—76 %), що свідчить про переважання множинного поділу в цей період, тоді як кількість 2-клітинних ценобіїв мала тенденцію до підвищення (4—11-та доба) зрівнюючись за чисельністю з 4-клітинними (рис. 4).

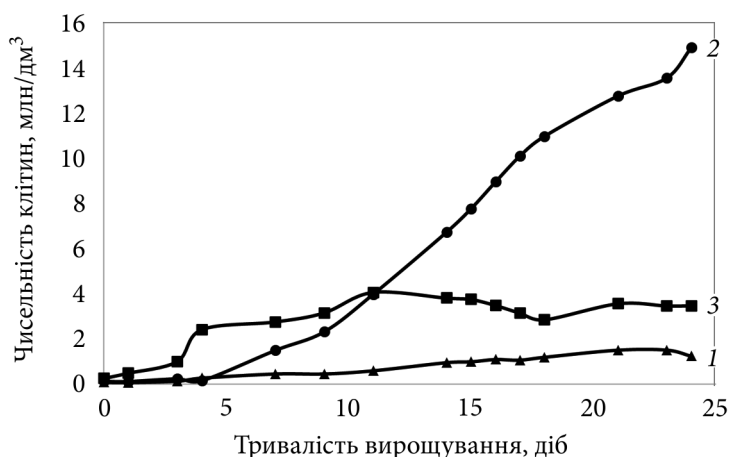


Рис. 4. Чисельність поодиноких клітин (1) та 2- (2) і 4-клітинних ценобіїв (3) в культурі *D. brasiliensis* за оптимальних умов вирощування

У другій половині експозиції (з 12-ї до 24-ї доби) у *D. brasiliensis* спостерігали стабільно однакову кількість 4-клітинних ценобіїв та стрімке збільшення кількості 2-клітинних форм, чисельність яких зростає до 84 % (див. рис. 3, 4). Таке зростання, на наш погляд, може мати кілька пояснень — перехід виду від множинного поділу до бінарного або ж розпад 4-клітинного ценобію на два 2-клітинних.

Слід зазначити, що згідно з літературними даними [17, 19, 20] мікродорості *T. dimorphus* і *D. brasiliensis* здатні утворювати і 8-и клітинні ценобії, яких у даному експерименті не було виявлено.

Водночас, відсоткова кількість одноклітинних форм *D. brasiliensis* упродовж усього періоду залишалася на досить стабільному рівні — 6,4—9,9 % (див. рис. 3).

Таку закономірність відмічено також у роботах інших авторів за умов високої питомої швидкості росту представників родів *Desmodesmus* та *Scenedesmus* [7, 14, 21]. Враховуючи те, що у процесі реплікації-поділу ДНК беруть участь лише одноклітинні форми водоростей, їхня чисельність може бути одним із критеріїв, що свідчать про інтенсивність розмноження культури.

Отже, при штучному вирощуванні *D. brasiliensis*, на відміну від *T. dimorphus*, характеризується високою фенотипічною пластичністю, що проявляється у зміні співвідношення одноклітинних та ценобіальних форм.

У процесі вирощування обох видів відмічено короткотривале проходження лаг-фази та високі показники питомої швидкості росту на експоненційній фазі, яку умовно можна поділити на два періоди залежно від домінуючої форми ценобіїв. Так, зокрема, у першу половину експозиції (1-ша — 12-та доба), коли за чисельністю переважали 4-клітинні ценобії

Таблиця 1

Питома швидкість росту (доба⁻¹) культур *T. dimorphus* і *D. brasiliensis* за оптимальних умов

Культури	1-ша—12-та доба	12—24-та доба	1-ша—24-та доба
<i>T. dimorphus</i>	0,23	0,11	0,16
<i>D. brasiliensis</i>	0,24	0,07	0,15

(див. рис. 4), показники питомої швидкості росту були відповідно у 2,0 і 3,3 рази ($p \leq 0,05$) вищими, ніж у другу (12—24-та доба), коли домінували 2-клітинні форми (табл. 1).

Розрахунок біомаси *T. dimorphus* та *D. brasiliensis* (1-ша—24-та доба) показав поступовий її приріст (рис. 5), який в середньому становив відповідно 25,4 та 25,7 мг/дм³ за добу ($p \leq 0,05$). Водночас колоніальна культура *D. brasiliensis* характеризувалася дещо швидшим приростом біомаси, ніж одноклітинна *T. dimorphus*. Так, на 4-ту добу експерименту цей показник у *D. brasiliensis* був на 77 % вищим, ніж у *T. dimorphus*, на 14-ту добу — на 40 %, а на 24-ту добу — зрівнявся ($p \leq 0,05$) (див. рис. 5).

Базуючись на гіпотезі «контрольної точки розміру клітин» [10], яка координує ріст і репродуктивну здатність можна припустити, що мінімальний об'єм клітин водоростей є контрольною точкою розміру для їхнього виживання. Встановлено, що для *T. dimorphus* він становить $\leq 43,5$ мкм³, а для *D. brasiliensis* — $\leq 64,1$ мкм³ (табл. 2).

Отже, для утворення 4-клітинного ценобію об'єм клітин *T. dimorphus* та *D. brasiliensis* на момент точки рестрикції становить відповідно $\geq 174,0$ та $\geq 256,4$ мкм³.

У культури *T. dimorphus* на початок вирощування таких клітин не зафіксовано, що може свідчити про відсутність або мінімальну частку

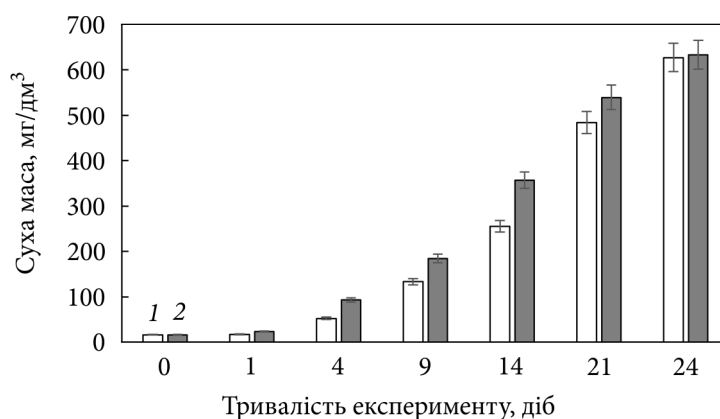


Рис. 5. Біомаса зелених мікроводоростей *T. dimorphus* (1) та *D. brasiliensis* (2) при штучному вирощуванні

Таблиця 2

Об'єм (мкм³) клітин зелених мікроводоростей *T. dimorphus* та *D. brasiliensis* при штучному вирощуванні

Доби	<i>T. dimorphus</i>				<i>D. brasiliensis</i>			
	середні значення	межі коливань	max/min, об'єм	*	середні значення	межі коливань	max/min, об'єм	*
0	94,4	45,9—169,4	3,7	0	165,5	90,0—337,1	3,7	7,0
1	95,2	43,5—176,2	4,1	2,5	165,2	86,8—342,2	3,9	3,2
10	106,4	44,5—253,6	5,7	10,7	147,8	64,1—257,7	4,0	2,0
17	108,6	47,2—280,0	5,9	15,1	155,3	70,3—334,0	4,8	8,6
24	120,0	46,3—302,4	6,5	25,0	150,2	68,6—370,5	5,4	11,0

* Частка (%) клітин, об'єм яких перевищує мінімальний у 4,0 або більше разів.

клітин, що діляться множинним поділом. Згодом, на 10-ту добу їхня кількість зросла до 10,7 %, а на кінець експозиції (24-та доба) — до 25 %.

Водночас у *D. brasiliensis* їхня кількість на початок експерименту становила 7 % і на 10-ту добу зменшилась до 2 % з наступним зростанням наприкінці фази експоненційного росту до 11 %.

Об'єм клітин у *T. dimorphus* упродовж всієї експозиції мав тенденцію до поступового збільшення на 27 %, що відбувалося за рахунок зростання максимальних значень на 78 % та супроводжувалось підвищенням їхньої мінливості.

Зростання мінливості об'єму клітин водоростей може бути пов'язано зі збільшенням кількості послідовностей реплікації — поділу ДНК у межах одного клітинного циклу [8, 9] або з підвищенням кількості неактивних клітин, що відрізняються від живих значним розміром та втратою форми [4].

Водночас об'єм клітин у *D. brasiliensis* упродовж експерименту характеризувався зворотною тенденцією — зменшення на 10 %. При цьому мінливість їхнього об'єму підвищувалась за рахунок як зменшення мінімальних значень на 31 %, так і збільшення максимальних на 10 % (див. табл. 2).

Висновки

Культура *T. dimorphus* упродовж усієї експозиції характеризувалася стабільно нижчою кількістю ценобіїв (1,0 %) порівняно з *D. brasiliensis* (81,2—93,6 %), що свідчить про різну стратегію поведінки даних видів після цитокінезу.

Розпад ценобіїв у культури *T. dimorphus* відбувається одразу після цитокінезу, що може вказувати на індукований захист у цього виду, в той

час як проходження періоду росту *D. brasiliensis* у колоніальній формі є конститутивним захистом.

Культура *D. brasiliensis* у першу половину експозиції характеризувалася переважанням 4-клітинних ценобіїв, а в другу — 2-х клітинних, що може свідчити про перехід від множинного поділу до бінарного або про розпад 4-клітинних ценобіїв на 2-клітинні.

Утворення 4-клітинних ценобіїв у *D. brasiliensis* може бути пов'язано зі збільшенням частки крупних клітин у культурі.

Список використаної літератури

1. Бойко М.Ф. Ботаніка. Систематика несудинних рослин. Київ : Ліра-К, 2016. 276 с.
2. Колекція культур мікроводоростей НРДР / Білоус О.П., Незбрицька І.М., Ключенко П.Д., Кірпенко Н.І. Київ : Альтерпрес, 2018. 36 с.
3. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике / Под ред. А.В. Топачевского. Киев : Наук. думка, 1975. 247 с.
4. Попова А.Ф., Паршикова Т.В., Кемп Р. Влияние катамина на структурно-функциональные характеристики клеток *Chlamydomonas reinhardtii* Dang. *Альгология*. 2004. Т. 14, № 3. С. 229—239.
5. Щербак В.І. Методи досліджень фітопланктону. Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. Київ, 2002. С. 41—47.
6. A text-book of botany / E. Strasburger, Fritz Noll, H. Schenck, A.F.W. Schimper. London : Macmillan & Co, 1898. 632 p.
7. Bišová K., Zachleder V. Cell-cycle regulation in green algae dividing by multiple fission. *J. Exp. Bot.* 2014. Vol. 65, N 10. P. 2585—2602.
8. Coleman A.W. Volvox: Molecular-genetic origins of multicellularity and cellular differentiation. *Phycologia*. 1998. Vol. 37, N 4. P. 314—315.
9. Floyd G.L. Mitosis and cytokinesis in *Asteromonas gracilis*, a wall-less green monad. *J. Phycol.* 1978. Vol. 14. N 4. P. 440—445.
10. Ivanov I.N., Vitová M., Bišová K. Growth and the cell cycle in green algae dividing by multiple fission. *Folia Microbiol.* 2019. Vol. 64, N 5. P. 663—672.
11. Jonker C., Van Ginkel C., Olivier J. Association between physical and geochemical characteristics of thermal springs and algal diversity in Limpopo Province, South Africa. *Water SA*. 2013. Vol. 39, N 1. P. 95—104.
12. Leontieva T.O., Krot Yu.G., Usenko O.M. Physiological and biochemical state of green microalgae (Chlorophyta) under different nutrients' content in the cultural medium. *Hydrobiol. J.* 2024. Vol. 60, N 5. P. 47—57.
13. Leontieva T.O., Krot Yu.G., Usenko O.M. et. al. Criteria for evaluation the production potential of green microalgae (Chlorophyta) for mass cultivation. *Ibid.* 2024. Vol. 59, N 2. P. 57—65.
14. Lürling M., Van Donk E. Grazer-induced colony formation in *Scenedesmus acutus* (Chlorophyceae): ecomorph expression at different temperatures. *J. Phycol.* 1999. Vol. 35, N 6. P. 1120—1126.
15. Olenina I., Hajdu S., Edler L. et al. Biovolumes and size-classes of phytoplankton in the Baltic Sea. *Balt. Sea Environ. Proc.* 2006. Vol. 106. 144 pp.
16. Pančić M., Kiørboe T. Phytoplankton defense mechanisms: traits and trade-offs. *Biol. Rev.* 2018. Vol. 93, N 2. P. 1269—1303.
17. Patil S.B., Dhande J.S., Mahajan S.R. Diversity of genus *Scenedesmus* (Meyen) from Anjani dam of Erandol tahsil, district Jalgaon, Maharashtra, India. *Ann. Plant Sci.* 2018. Vol. 7, N 3. P. 2110—2114.
18. Ras M., Steyer J.P., Bernard O. Temperature effect on microalgae: a crucial factor for outdoor production. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 2013. Vol. 12, N. 2. P. 153—164.
19. Real micro life. *Desmodesmus brasiliensis* (Bohlin) Hegewald, 2000. <https://real-microlife.com/desmodesmus-brasiliensis/> (дата звернення: 10.09.2024)

20. Roy A.S., Pal R. An investigation on morphotaxonomy and diversity of planktonic Chlorophytes from fresh water eutrophic wetland of Indian Ramsar Site. *Phykos*. 2015. Vol. 45, N 2. P. 29—42.
21. Steenbergen C.L.M. Pleomorphism of *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. (Chlorophyceae) in synchronized cultures. *Mitt. Int. Verein. Limnol.* 1978. Vol. 21, N 1. P. 216—223.
22. Trainor F.R. Cyclomorphosis in *Scenedesmus armatus* (Chlorophyta): An ordered sequence of ecomorph development. *J. Phycol.* 1992. Vol. 28, N 4. P. 553—558.
23. Van Donk E., Ianora A., Vos M. Induced defenses in marine and freshwater phytoplankton: a review. *Hydrobiologia*. 2010. Vol. 668, N 1. P. 3—19.
24. Yang R.-J., Wang X.-L., Zhang Y.-Y., Zhan Y.-J. Influence of cell equivalent spherical diameter on the growth rate and cell density of marine phytoplankton. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 2006. Vol. 331, N 1. P. 33—40.
25. Zetterberg A., Larsson O., Wiman K. G. What is the restriction point? *Current Opinion in Cell Biology*. 1995. Vol. 7, N 6. P. 835—842.

Надійшла 17.09.2024

T.O. Leontieva, PhD (Biol.), Junior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: leontieva3394@gmail.com
ORCID 0000-0003-4482-328X

Yu.G. Krot, PhD (Biol.), Senior Researcher, Head of Department,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: yuriikrot@ukr.net
ORCID 0000-0001-8732-1322

O.M. Usenko, PhD (Biol.), Senior Researcher, Senior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: oleg.mikh.usenko@gmail.com
ORCID 0000-0002-0782-7292

Yu.M. Krasnyuk, PhD (Biol.), Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: j-krasnyuk@ukr.net
ORCID 0000-0002-8148-3168

FEATURES OF THE FORMATION OF CENOBIES OF GREEN MICROALGAE (CHLOROPHYTA) WHEN GROWN IN ARTIFICIAL CONDITIONS

The strategy of cenobia formation in the green algae *Tetradismus dimorphus* (Turpin) M.J. Wynne and *Desmodesmus brasiliensis* (Bohlin) E. Hegew. and their species specificity when cultivating under optimal conditions of temperature and nutrients content were investigated. The culture of *T. dimorphus* during the entire exposure was characterized by a consistently lower number of cenobia (1.0%) compared to *D. brasiliensis* (81.2–93.6%). In *D. brasiliensis*, four-celled cenobia dominated in the first half of exposure, while two-celled forms – in the second half of exposure. The rate of decay of cenobial forms indicates that *T. dimorphus* is characterized by induced protection, and *D. brasiliensis* – by constitutive protection. The specific growth rate and biomass growth of these species were statistically at the same level. The cell volume in the culture of *T. dimorphus* tended to increase during exposure, while that of *D. brasiliensis* tended to decrease slightly.

Key words: green microalgae, cenobia, artificial cultivation, temperature, nutrients.