

## Нові для України види хітридієвих грибів (*Chytridiomycota*), що паразитують на водоростях

Едуард М. ДЕМЧЕНКО

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України  
вул. Терещенківська 2, Київ 01004, Україна  
[e-demchenko@ukr.net](mailto:e-demchenko@ukr.net)

Demchenko E.M. 2019. New for Ukraine species of chytrids (*Chytridiomycota*) parasitizing algae. *Ukrainian Botanical Journal*, 76(4): 367–376.

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine  
2 Tereschenkivska Str., Kyiv 01004, Ukraine

**Abstract.** Life cycles of five species of chytrid fungi (*Chytridiomycota*), *Rhizophyidium acuforme*, *Rhizophyidium transversum*, *Dangeardia echinulata*, *Dangeardia mammilata*, and *Saccomyces dangeardii*, were investigated. The fungi parasitized four species of flagellated green and euglenophytic algae: *Chlamydomonas noctigama*, *Vitreochlamys aulata*, *Eudorina elegans* (*Chlorophyta*), and *Euglena viridis* (*Euglenophyta*). Fungal species were observed exclusively during mass development of the associated algal hosts (so called water bloom phenomenon) in small water bodies and during warm seasons. Development of each parasitic fungus had devastating effect on algal populations (epiphytomy phenomenon) and caused significant decrease in abundance or resulted in algal population death. Detailed descriptions of the observed fungi, features of their development, ecology and distribution as well as original micrographs are provided. Some issues concerning morphological variability of the diagnostic characters used for identification of *Chytridiomycota*, particularly structure of their trophic system, are discussed.

**Keywords:** algal parasite, aquatic fungi, mycobiota, new record, *Dangeardia echinulata*, *Dangeardia mammilata*, *Rhizophyidium acuforme*, *Rhizophyidium transversum*, *Saccomyces dangeardii*

Submitted 11 September 2018. Published 02 September 2019

Демченко Е.М. 2019. Нові для України види хітридієвих грибів (*Chytridiomycota*), що паразитують на водоростях. *Український ботанічний журнал*, 76(4): 367–376.

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України  
вул. Терещенківська 2, Київ 01004, Україна

**Резюме.** Виявлено та досліджено життєві цикли п'яти видів хітридієвих грибів (*Chytridiomycota*): *Rhizophyidium acuforme*, *Rhizophyidium transversum*, *Dangeardia echinulata*, *Dangeardia mammilata*, *Saccomyces dangeardii*, що розвивалися на чотирьох видах джгутикових зелених та еугленових водоростей: *Chlamydomonas noctigama*, *Vitreochlamys aulata*, *Eudorina elegans* (*Chlorophyta*), *Euglena viridis* (*Euglenophyta*). Знахідки даних організмів були зафіксовані виключно під час масового розвитку водоростей-господарів (явище "цвітіння" води) у невеликих водоймах, у теплу пору року. Розвиток паразитичного гриба спричинював масове ураження популяції водорості (явище епіфітотії) та подальшу її загибель або значне падіння чисельності. У роботі наводяться детальні описи та спостереження за популяціями названих мікологічних об'єктів, відомості щодо екології та поширення, а також оригінальні фотографії, рисунки. Обговорюються деякі питання морфологічної мінливості ознак, що використовуються при визначенні хітридієвих грибів, зокрема будови їхньої системи живлення.

**Ключові слова:** нові знахідки, паразити водоростей, Україна, хітридієві гриби, *Dangeardia echinulata*, *Dangeardia mammilata*, *Rhizophyidium acuforme*, *Rhizophyidium transversum*, *Saccomyces dangeardii*

### Вступ

Активне вивчення грибів-паразитів водоростей розпочалося в середині XIX ст. Проте у подальшому цікавість до даних об'єктів згасла, а експериментальні дослідження паразитів водоростей стали поодинокими (Gromov, 1976). Деякі автори висловлювали припущення, що у

водоростей взагалі немає паразитів (Johnston, 1966). У передмові до фундаментального видання "Physiology and Biochemistry of Algae" (Lewin, 1962) вказано, що в науковій літературі відсутні дані як стосовно паразитів водоростей, так і щодо фізіології такого паразитизму.

Основною причиною зниження інтенсивності вивчення грибів-паразитів водоростей слід вважати підвищення рівня спеціалізації наукових досліджень. Так, переважаючи кількість видів хітридієвих грибів-паразитів водоростей було описано в другій половині XIX – першій половині XX ст. відомими дослідниками-натуралістами, які знали не тільки на мікологічних об'єктах, а й були всевітньо відомими альгологами та протисто-логами – P. Dangeard, A. Scherffel, I.Л. Сербіновим, Н. Skuja, B. Fott та ін.

Вивчення організмів, що перебувають у паразитичних чи мутуалістичних стосунках, потребує знання кількох таксономічно різних об'єктів. Подібні дослідження часто проводяться вченими, основний фах яких стосується вивчення не паразиту чи симбіонту, а організму-господаря даних асоціацій. Наприклад, дослідження ліхенофільних грибів та фотобіонтів лишайників проводяться переважно ліхенологами, а не мікологами чи альгологами. Тому, не дивно, що переважна більшість грибів-паразитів досліджувалась під час вивчення їхніх господарів – мікроскопічних водоростей.

Іншими причинами занепаду інтересу до даної групи грибів слід вважати відсутність практичної значущості, а також певні методологічні труднощі, зокрема необхідність дослідження в культурі, довготривалі спостереження життєвих циклів тощо. Проблема паразитів та "хвороб" водоростей набуває актуальності в наш час у зв'язку з розвитком біотехнологічних досліджень із залученням водоростей та використанням їх в аквакультури.

Гриби, що паразитують на водоростях, широко поширені й трапляються в різних регіонах Земної кулі. Однак даних про закономірності їхнього розповсюдження в сучасній літературі замало. Найбільш інтенсивно такі гриби вивчалися у Західній Європі та Америці (Аргентині, Бразилії, США, Канаді) (Aleem, 1953; Canter, Lund, 1953; Barr, 1987). Інформація про знаходження цієї групи грибів на території Східної Європи має мозаїчний характер. Значний внесок у вивчення даних грибів належить українському вченому І.Л. Сербінову, який ще в 1907 р. підготував фундаментальне монографічне зведення щодо різноманіття, біології та поширення деяких хітридієвих грибів. Відомості щодо паразитів водоростей, в т. ч. і хітридієвих грибів, наведені також у роботах Б.В. Громова (Gromov, 1976; Gromov et al., 1999), в яких автор

вказує на важливість дослідження цих організмів з огляду на проблему утримання й зберігання водоростей у колекціях живих культур. Матеріали щодо хітридієвих грибів представлені в роботі О.Г. Голубевої "Определитель грибов России..." (Golubeva, 1995).

Паразитичні гриби водоростей України досліджені дуже спорадично. Вивчення їх проводилося у XIX–XX ст. А.А. Ячевським, М.А. Міловцовою, Р.І. Мещеряковою та Л.І. Логвиненко здебільшого для Харківської області та Криму (Golubeva, 1995).

Під час дослідження природних популяцій водоростей водойм Київської та Черкаської областей ми неодноразово фіксували випадки ураження водоростей хітридієвими грибами та навіть спричинені ними епіфітотії (Demchenko, 2005, 2011; Demchenko, Reshetar, 2009). Детальне дослідження таких випадків дозволило визначити кілька видів грибів, що виявилися новими для України.

Наша робота присвячена опису морфології, життєвих циклів, екології та поширення представників даних таксонів.

## Матеріали та методи

Для роботи використовували понад 100 альгологічних проб, відібраних в ефемерних водоймах на території Києва та околиць Канева (Черкаська обл.) в період масового розвитку водоростей впродовж 1999–2014 рр. Нами було виявлено декілька видів паразитичних грибів, що їх уражували (Demchenko, 2005, 2011; Demchenko, Reshetar, 2009). Для встановлення циклу розвитку гриба чи його окремих стадій проби вивчалися в живому стані (сумарно до 10–20 діб). Протягом цього часу проби зберігали на вікні північної експозиції.

Камеральне опрацювання зібраного матеріалу проводили за допомогою світлового мікроскопу Біолам Р-14 (об'єктиви 40× та 100×), мікрофотографії виготовлені з використанням мікроскопів "МБИ-6" та "XSP-XY". Для спостереження за динамічними процесами – виходом та рухом зооспор в уповільненому стані – використовували метод фільмування (Demchenko, Mikhaulyuk, 2014). Результати досліджень супроводжувалися описами, рисунками, а також мікрофотографіями та мікровідеозйомкою.

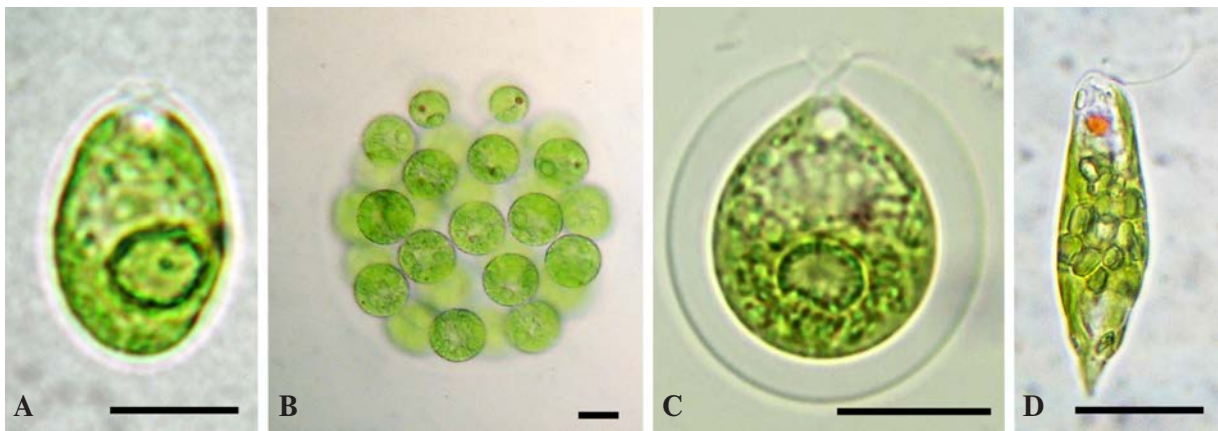


Рис. 1. Види водоростей, на яких виявлені паразитичні хітридієві гриби. А: *Chlamydomonas noctigama*; В: *Eudorina elegans*; С: *Vitreochlamys aulata*; D: *Euglena viridis*. Масштаб: 5 мкм (А) та 10 мкм (В–D)

Fig. 1. Species of algae on which parasitic chytrid fungi were found and reported in the present study. A: *Chlamydomonas noctigama*; B: *Eudorina elegans*; C: *Vitreochlamys aulata*; D: *Euglena viridis*. Scale bars: 5  $\mu\text{m}$  (A) and 10  $\mu\text{m}$  (B–D)

## Результати та обговорення

Під час проведення досліджень було визначено п'ять видів хітридієвих грибів (*Dangeardia echinulata*, *D. mammilata*, *Rhizophyidium acuforme*, *R. transversum*, *Saccomyces dangeardii*), що розвивалися на чотирьох видах зелених та евгленових водоростей. Гриби-паразити були виявлені на водоростях *Chlamydomonas noctigama* Korschikov, *Eudorina elegans* Ehrenberg, *Vitreochlamys aulata* (Pascher) Batko та *Euglena viridis* (O.F.Müller) Ehrenberg (рис. 1) виключно під час їхнього масового розвитку. Всі водорості-господарі характеризувалися монадною організацією і були представлені рухливими джгутиковими клітинами, один з видів утворював рухливі ценобії. Всі представники є звичайними мешканцями забруднених калюж. Вони масово розвивалися в товщі води досліджених ефемерних водойм у теплу пору року, чим спричинювали явище зеленого "цвітіння" води (Korshikov, 1938; Demchenko, 2005, 2011). Саме під час їхнього масового розвитку були зафіксовані випадки ураження хітридієвими грибами, які з часом набирали масштабу епіфітотії. Останні були причиною суттєвого зниження чисельності представників певного виду водорості та подальшої зміни домінуючого комплексу видів водоростей у водоймі.

При визначенні паразитичних хітридієвих грибів суттєве значення має таксономічна приналежність

виду-господаря, оскільки паразитичні відносини, як правило, високоспеціалізовані та виникають лише між певними організмами. В даному випадку правильне визначення виду водорості має вирішальне значення при ідентифікації гриба-паразита. Опрацювання матеріалу слід проводити виключно в живому стані, оскільки тільки в ньому можливе точне визначення джгутикової водорості (Korshikov, 1938). Крім того, при фіксації матеріалу вегетативне тіло гриба частково чи повністю руйнується. Також у фіксованому матеріалі неможливо простежити різні стадії життєвого циклу гриба, що є необхідним при його ідентифікації. Загалом, методика дослідження хітридієвих паразитичних грибів подібна до методів вивчення життєвого циклу водоростей, з яким тісно пов'язаний і цикл розвитку паразита.

Важливою ознакою при визначенні хітридієвих грибів є будова їхніх структур прикріплення та живлення, які можуть бути представлені гаусторіями чи ризоїдами (Sparrow, 1960; Letcher, Powell, 2012). В оригінальних (авторських) описах видів грибів роду *Rhizophyidium* Schenk, про які повідомляється в даній статті, структури живлення гриба описуються як ризоїди, що мають форму тонких прозорих коренеподібних виростів, занурених у клітину водорості. В сучасній літературі зазначається, що представники цього роду живляться за допомогою гаусторію, який має вигляд досить товстої трубочкоподібної структури,

зануреної своєю основою в клітину водорості. Натомість ризоїди є типовими для сапротрофних грибів, переважно мають функцію прикріплення та лише частково живлення (Sparrow, 1960; Golubeva, 1995; Letcher, Powell, 2012). Виявлені нами представники хітридієвих грибів відповідали діагнозам наведених видів (див. нижче) за всіма ознаками, окрім будови структур живлення у роду *Rhizophydium*.

За нашими спостереженнями, на стадії росту та активного розвитку структури живлення видів *Rhizophydium aciforme* та *R. transversum* представлені трубчастим гаусторієм. Зооспора гриба осідає на поверхню клітини водорості, проростаючи в неї ростковою трубкою, яка згодом перетворюється на структуру живлення – гаусторій. Через живлення паразита клітина водорості виснажується і згодом гине, а гаусторій руйнується. Рештки гаусторію є ниткоподібними, буруватими, і морфологічно нагадують ризоїди сапротрофних грибів.

Функціонуючий гаусторій представлений лише на вегетативній стадії гриба, коли клітини водорості ще живі. Через те, що гаусторій повністю прозорий і не містить включень, він є малопомітним. Натомість після відмирання водорості рештки гаусторію стають добре помітними і подібними до ризоїдів. На цьому етапі розвитку залишки відмерлого гаусторію виконують функцію лише прикріплення, а не живлення. Такі ризоїдоподібні структури добре помітні на стадії дозрілих зооспорангіїв або клітин спокою гриба.

Таким чином, на стадіях зрілих зооспорангіїв та клітин спокою, морфологія яких використовується в описах відповідних видів, структури живлення гриба є частково зруйнованими. На нашу думку, саме це призвело до визначення їх як ризоїдів. Дані структури занурені в уже відмерлі решки протопласту клітини, які являють собою неоднорідну іржаво-коричневу масу, втричі меншу за протопласт.

Нижче наводимо описи знайдених та визначених представників хітридієвих грибів, особливості місцевих популяцій, оригінальні фотографії та рисунки.

#### *Dangeardia echinulata* A. Batko (рис. 2)

Паразитуює на вегетативних клітинах *Vitreochlamys aulata*.

Ураження грибом відбувається одноджгутиковими зооспорами, які осідають на клітинну

оболонку водорості. Іноді ураження водорості відбувається ще на стадії формування її зооспор. Закріплюючись на клітинній оболонці, зооспора гриба починає проростати ростковою трубкою у напрямку до протопласту клітини через широкий слизистий матрикс водорості, що лежить між клітинною оболонкою та протопластом. При зіткненні росткової трубки зооспори з протопластом клітини, кінець її проникає під плазмалему, утворюючи трубчастий гаусторій. При цьому, середня частина росткової трубки починає розростатись у слизистому матриксі клітини і дає початок проспрангію, який згодом перетворюється в зооспорангій або клітину спокою. Циста зооспори (на поверхні клітинної оболонки) обертається на кришечку зооспорангія, що прикриває отвір, через який звільняються зооспори.

Зооспорангії колбо- або грушоподібні, з відтягнутою верхівкою, 10–30 мкм заввишки та 7–20 мкм завширшки. Зооспори сферичні, іноді подовжені, широкоеліпсоїдні, 2,5–3,0 мкм у діаметрі, дещо метаболічні, з ліпідною глобулою, скоротливою вакуолею та заднім джгутиком. Проростання клітини спокою не спостерігали.

Поширений в Європі (Польща) (Batko, 1970; Golubeva, 1995). Для території України наводиться вперше, траплявся неодноразово, на клітинах *Vitreochlamys aulata*, в ефемерних водоймах Київської та Черкаської областей.

#### *Dangeardia mammilata* B. Schroeder (рис. 3)

Паразитуює на клітинах ценобіальних водоростей: *Eudorina elegans*, *Pandorina morum* Borg та ін. (Paterson, 1960).

Розвиток гриба починається з того, що зооспора закріплюється на поверхні інволюкрума (шару слизу, що оточує ценобій) та проростає ростковою трубкою. Трубка пронизує інволюкрум у напрямку до найближчої клітини. Досягнувши її, росткова трубка занурюється в протопласт, де утворює сферичний гаусторій. При цьому трубка починає розширюватись, а її дистальна частина стає основою колбоподібного зооспорангія. Проксимальна частина трубки разом з цистою зооспори утворює шийку зооспорангія, яка дещо виходить за межі інволюкрума. Таким чином, розвиток зооспорангію відбувається в інволюкрумі ценобія.

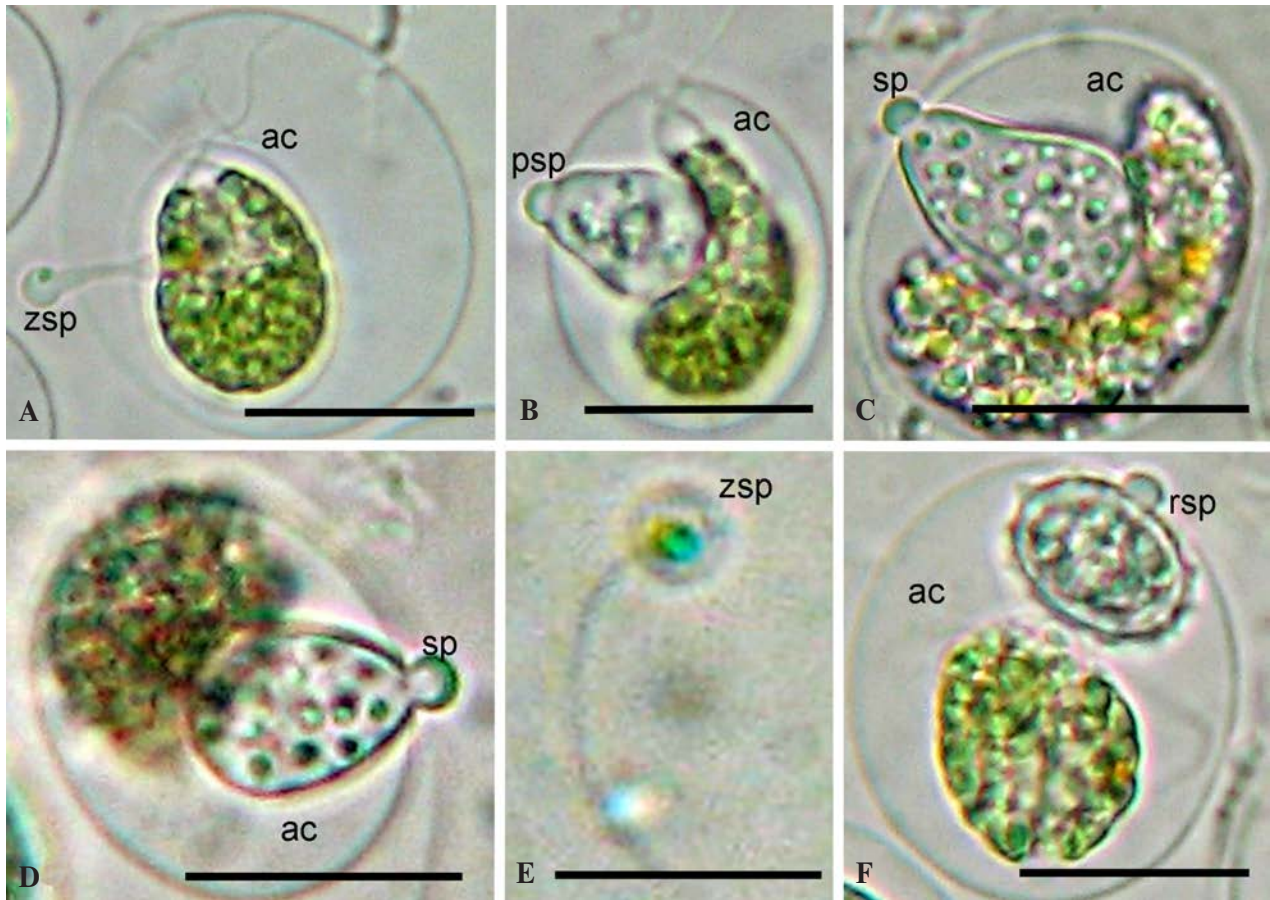


Рис. 2. *Dangeardia echinulata* на *Vitreochlamys aulata*. А: ураження клітини водорості (ac) зооспорою гриба (zsp); В: проспрангій (psp) на клітині водорості (ac); С, D: зрілий зооспорангій (sp) на відмерлій клітині водорості (ac); Е: зооспора (zsp); F: клітина спокою (rsp) на відмерлій клітині водорості (ac). Масштаб: 5 мкм (Е) та 10 мкм (А–D, F)

Fig. 2. *Dangeardia echinulata* on *Vitreochlamys aulata*. A: infection of algal cell (ac) by fungal zoospore (zsp); B: prosporangium (psp) on algal cell (ac); C, D: mature zoosporangium (sp) on dead algal cell (ac); E: zoospore (zsp); F: resting cell (rsp) on dead algal cell (ac). Scale bars: 5  $\mu\text{m}$  (e) and 10  $\mu\text{m}$  (A–D, F)

Зооспорангії колбо- або грушоподібні, з відтягнутою верхівкою, 10–30 мкм заввишки та 7–20 мкм завширшки, з гладенькою, безколірною, дещо потовщеною оболонкою. Зооспори кулясті, близько 2,5 мкм у діаметрі, з довгим (до 15 мкм) заднім джгутиком та ліпідною глобулою. Зооспори виходять через верхівку зооспорангія. Клітин спокою не спостерігали.

Поширений в Європі (Велика Британія, Німеччина), а також Північній Америці (США) (Spragow, 1960; Golubeva, 1995). На території України знайдено вперше. Розвиток гриба спостерігався в травні 2011 р., у пробі планктону невеликого озера серед лісу, на лівому березі Дніпра, навпроти Канівського природного заповідника. У водоймі

відбувався масовий розвиток *Volvox polychlamys* Korschikov та *Eudorina elegans* Ehrenberg. Цей паразитичний гриб уражав лише колонії *E. elegans*.

#### *Rhizophyidium acuforme* (Zopf) A.Fisch. (рис. 4)

Паразитуює на рухомих клітинах вольвокальних водоростей, а саме на *Chlamydomonas noctigama*, *Hyalogonium fusiforme* (Korschikov) H. Ettl, *Chloromonas serbinovii* Wille.

Ураження клітин водоростей відбувається рухливими одноджгутиковими зооспорами, які осідають на клітинні покрови водорості, проростаючи ростковою трубкою, що утворюється біля джгутика. Росткова трубка гриба ферментативно розчиняє клітинну оболонку водорості та через плазмалему отримує доступ до протопласту.

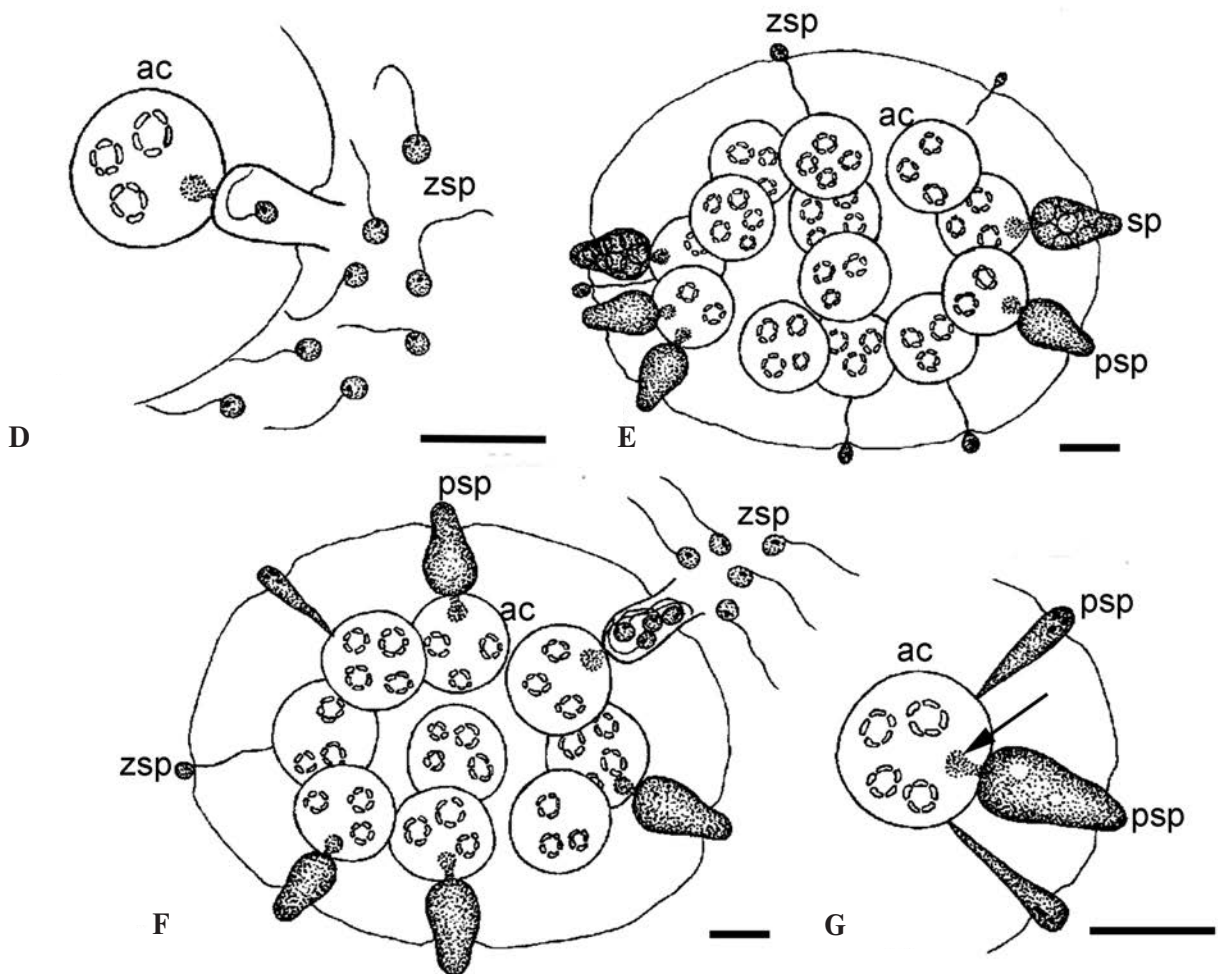
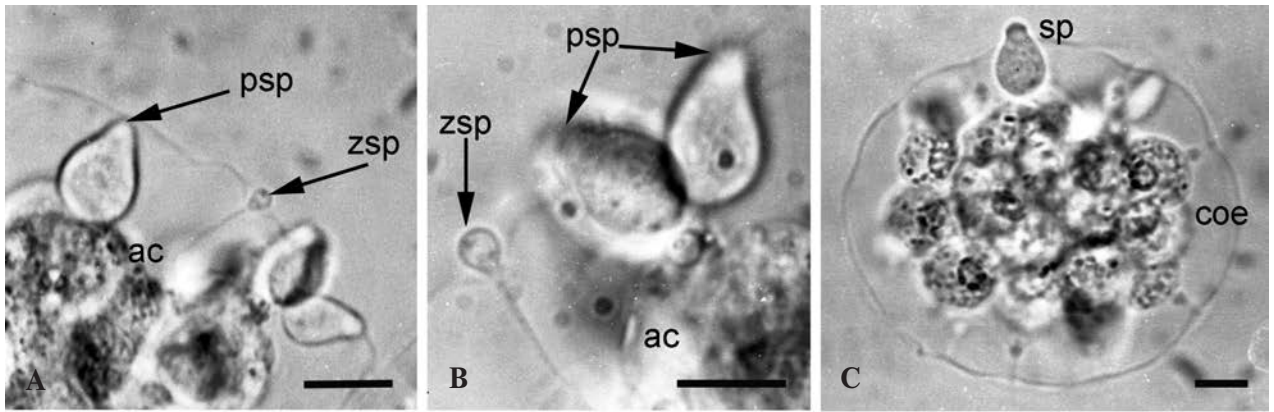


Рис. 3. *Dangeardia mammilata* на колонії *Eudorina elegans*. А, В: ураження клітини водорості (ac) зооспорами гриба (zsp) та утворення проспороангіїв (psp); С: зрілий зооспороангіій (sp) на ценобії (coe); Д: вихід зооспор (zsp); Е, F: загальний вигляд уражених ценобіїв; G: стадії формування спорангіїв (стрілкою позначено гаусторій). Масштаб: 10 мкм

Fig. 3. *Dangeardia mammilata* on *Eudorina elegans* colony. A, B: infection of algal cells (ac) by fungal zoospores (zsp) and formation of prosporangia (psp); C: mature zoosporangium (sp) on coenobium (coe); D: releasing zoospores (zsp); E, F: general view of coenobia infection; G: stages of sporangia formation (arrow indicates haustorium). Scale bars: 10 μm

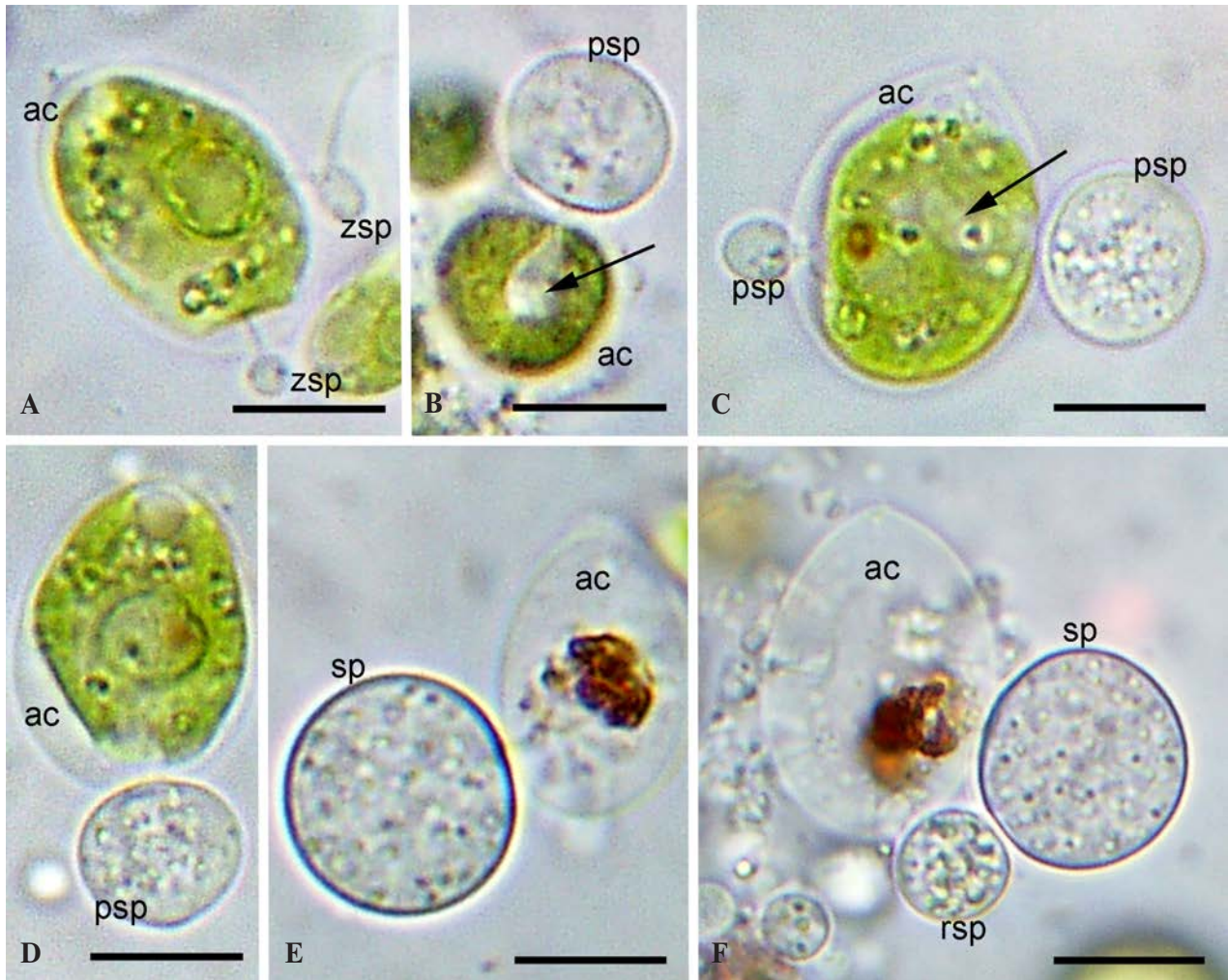


Рис. 4. *Rhizophyidium acuforme* на *Chlamydomonas noctigama*. А: зараження клітини водорості (ac) зооспорами гриба (zsp); В–D: проспорангії (psp) на клітинах водорості (ac) (В, С – стрілками позначено гаусторій); Е: зрілий зооспорангій (sp) на відмерлій клітині водорості (ac); F: зооспорангій (sp) та клітина спокою (rsp) на відмерлій клітині водорості (ac). Масштаб: 5 мкм

Fig. 4. *Rhizophyidium acuforme* on *Chlamydomonas noctigama*. A: infection of algal cell (ac) by fungal zoospores (zsp); B–D: prosporangia (psp) on algal cells (ac) (B, C – arrows indicate haustoria); E: mature zoosporangium (sp) on dead algal cell (ac); F: zoosporangium (sp) and resting cell (rsp) on dead algal cell (ac). Scale bars: 5 μm

Згодом вона перетворюється в досить довгий трубкоподібний гаусторій, а колишня зооспора збільшується в розмірі, перетворюючись на зооспорангій з сосочкоподібним потовщенням на верхівці або на клітину спокою.

Зооспорангії сидячі, округлої форми, 6–16 мкм у діаметрі, часто з апікальним, субапікальним до медіального сосочкоподібним потовщенням (циста зооспори). Зооспори кулясті, близько 2 мкм у діаметрі, з одним заднім джгутиком та ліпідною глобулою, звільняються через ослизнення та розчинення оболонки спорангю.

Клітина спокою округлої форми, приблизно 5 мкм у діаметрі, з гладенькою оболонкою.

Поширений в Європі (Бельгія, Німеччина), Північній Америці (США) (Sparrow, 1960; Golubeva, 1995). На території України вид знайдено вперше. Гриб був неодноразово відмічений нами на клітинах *Chlamydomonas noctigama*, які найчастіше виступали збудниками зеленого "цвітіння" калюж у Київській обл. (Demchenko, 2011).

*Rhizophyidium transversum* (A. Braun) Rabenh. (рис. 5)

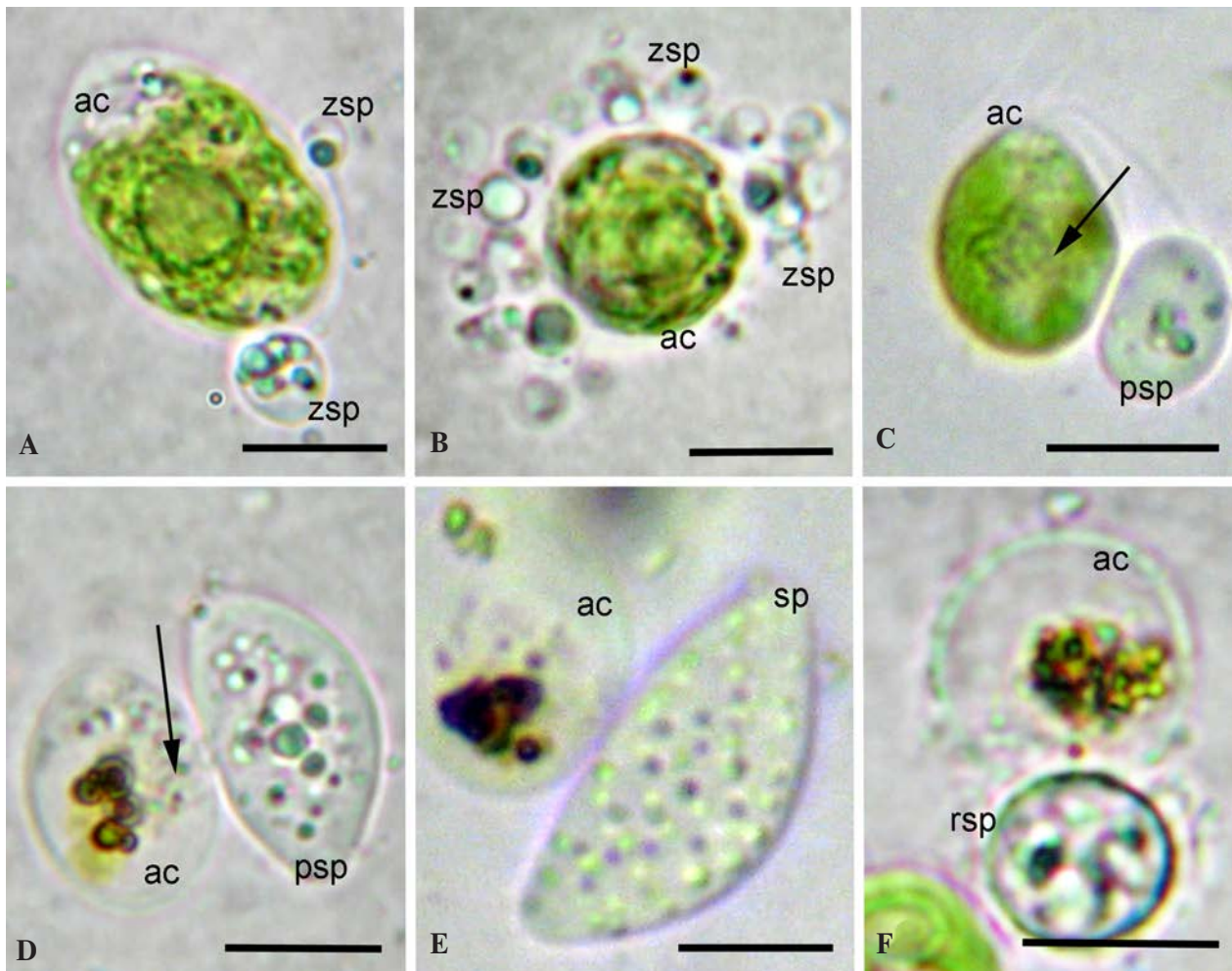


Рис. 5. *Rhizophydium transversum* на *Chlamydomonas noctigama*. А, В: ураження клітини водорості (ac) зооспорами гриба (zsp) (В – масове ураження); С, D: проспороангії (psp) на клітинах водорості (ac), стрілками позначено гаусторій (С) та "ризоди" (D); Е: зрілий зооспороангій (sp) на відмерлій клітині водорості (ac); F: клітина спокою (rsp) на відмерлій клітині водорості (ac). Масштаб: 5 мкм (А, В, D–F) та 10 мкм (С)

Fig. 5. *Rhizophydium transversum* on *Chlamydomonas noctigama*. A, B: infection of algal cell (ac) by fungal zoospores (zsp) (B – mass infection); C, D: prosporangia (psp) on algal cells (ac) (arrows indicate haustoria (C) and "rhizoids" (D)); E: mature zoosporangium (sp) on dead algal cell (ac); F: resting cell (rsp) on dead algal cell (ac). Scale bars: 5  $\mu\text{m}$  (A, B, D–F) and 10  $\mu\text{m}$  (C)

Паразитуює на рухомих клітинах *Chlamydomonas noctigama* та, можливо, на інших видах вольвокальних водоростей.

Ураження клітин водоростей відбувається рухливими однодзгитковими зооспорами, які осідають на клітинні оболонки водорості, проростаючи ростковою трубкою, яка проникає до протопласту водорості, та згодом утворюють трубчастий, часто зігнутий гаусторій. Зооспора при цьому збільшується в розмірі, перетворюючись на проспороангій.

Зооспороангій сидячі, на короткій ніжці, спочатку кулясті, згодом набувають широкоеліпсоїдної,

дещо зігнутої форми, з сосочкоподібними потовщеннями на полюсах (папілами), до 18 мкм завдовжки та 8 мкм завширшки. Оболонка тонка, прозора. Зооспори кулясті, близько 2,5 мкм у діаметрі, з однією великою глобулою та заднім дзгитком. Виходу зооспор та проростання клітини спокою не спостерігали. Клітина спокою округлої форми, 5 мкм у діаметрі, з гладенькою оболонкою.

Виявлений в Європі (Бельгія, Німеччина, Франція) та Африці (Египет, Південно-Африканська Республіка) (Sparrow, 1960). На території України знайдено вперше, у ефемерних



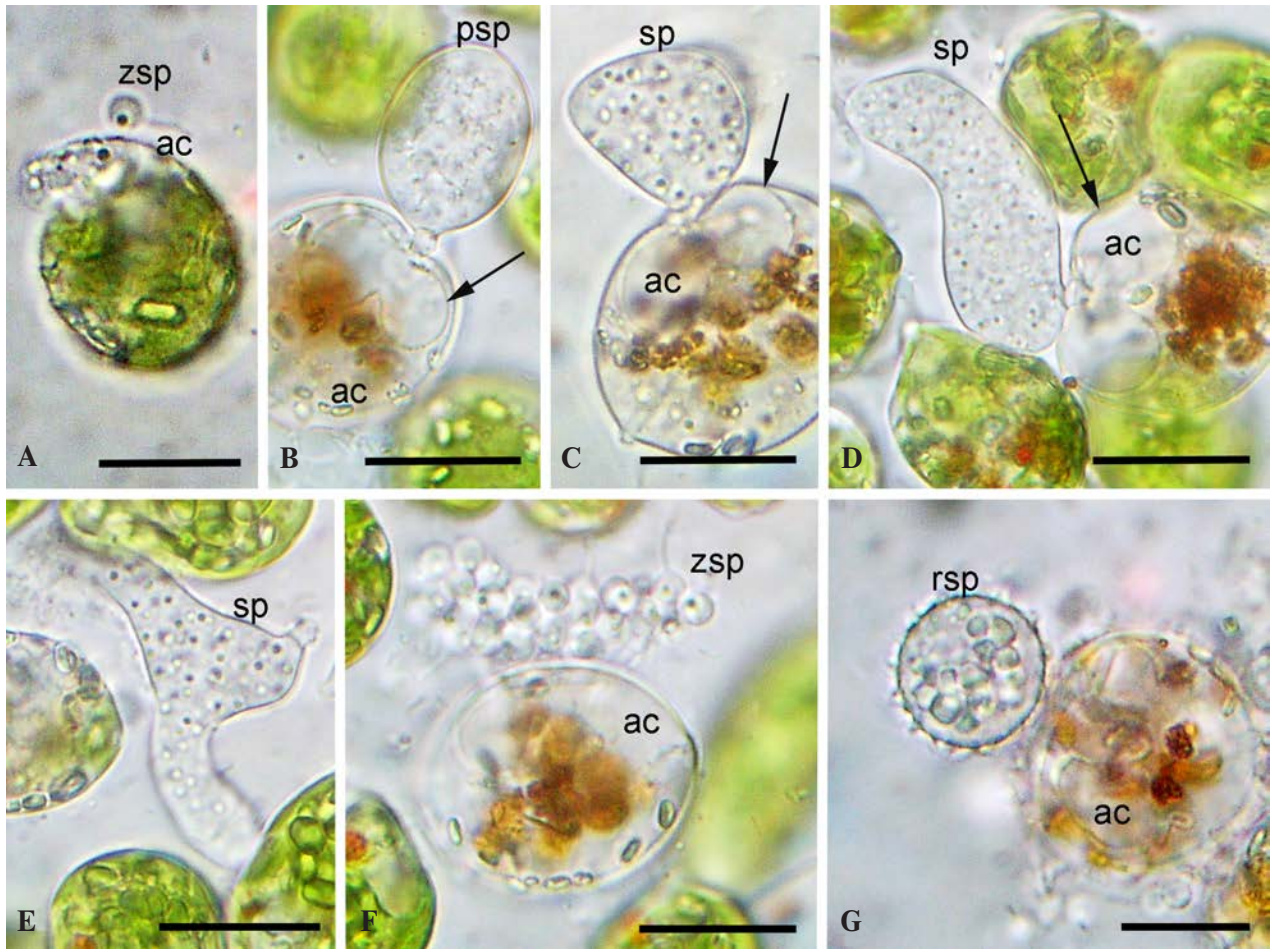


Рис. 6. *Saccomyces dangeardii* на *Euglena viridis*. А: ураження клітини водорості (ac) зооспорою гриба (zsp); В: проспорангій (psp) на клітині водорості (ac) (стрілкою позначено лопатевий гаусторій); С–Е: зрілі зооспорангії (sp) (стрілками позначено лопатевий гаусторій); F: звільнення зооспор (zsp); G: клітина спокою (rsp) гриба на відмерлій клітині водорості (ac). Масштаб: 10 мкм

Fig. 6. *Saccomyces dangeardii* on *Euglena viridis*. A: infection of algal cell (ac) by fungal zoospore (zsp); B: prosporangium (psp) on algal cell (ac) (arrow indicates lobed haustorium); C–E: mature zoosporangia (sp) (arrows indicate lobed haustoria); F: releasing zoospores (zsp); G: fungal resting cell (rsp) on dead algal cell (ac). Scale bars: 10 μm

водоймах з території Києва, на клітинах *Chlamydomonas noctigama*.

#### *Saccomyces dangeardii* Serbinow (рис. 6)

Гриб паразитує на клітинах *Euglena viridis*. Ураження відбувається одноджгутиковими зооспорами, які після короткого періоду руху прикріплюються до клітини водорості, втягують джгутик і проростають у клітину. Згодом циста зооспори перетворюється в проспорангій, що дає початок еліпсоподібному або трубчастому (інколи розгалуженому) спорангію. Останній розміщується на поверхні клітини водорості,

а її всередині утворюється досить великий мішкоподібно-лопатевий гаусторій, який разом з апофізою (вздуттям гаусторія в місці з'єднання зі спорангієм) являє собою вегетативну систему гриба. В спорангії утворюється велика кількість одноджгутикових зооспор, які звільняються після руйнування оболонки спорангію та здатні уражувати нові клітини водоростей. Згодом, клітина водорості гине, перетворюючись на скупчення гранул іржаво-цегляного кольору. За певних умов проспорангій обертається в шипасту клітину спокою. Проростання клітини спокою не спостерігали.

Поширений у Європі (Росія, Ленінградська обл.) (Golubeva, 1995). На території України знайдено вперше, з ефемерної водою лісового масиву Святошинського р-ну Києва (2010). Паразитичний гриб почав свій розвиток після зберігання проби впродовж 7 днів на вікні північної експозиції.

## Висновки

У статті вперше для території України наводяться п'ять видів хітридієвих грибів: *Dangeardia echinulata*, *Dangeardia mammilata*, *Rhizophyidium acuforme*, *Rhizophyidium transversum*, *Saccomyces dangeardii*. Вони розвивалися на чотирьох видах зелених та евгленових водоростей. Всі водорості-господарі характеризувалися монадною організацією і були представлені рухливими джгутиковими клітинами, один з видів утворював рухливі ценобії. Дані водорості розвивались масово в товщі води досліджених ефемерних водойм у теплу пору року і спричинювали явище "цвітіння" води. Саме під час їхнього масового розвитку були зафіксовані випадки ураження хітридієвими грибами, які з часом набували масштабу епіфітотій. Останні стали причиною суттєвого падіння чисельності представників даного виду водорості та подальшої зміни домінуючого представника у товщі води водойми.

## Подяки

Автор висловлює ширю вдячність чл.-кор. НАН України, д.б.н. І.О. Дудці (1934–2017) та к.б.н. Т.І. Михайлюк (Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного) за підтримку даного дослідження, цінні поради та допомогу при підготовці статті.

## СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Aleem A.A. 1953. Marine fungi from the west coast of Sweden. *Arkiv für Botanik*, 3(1): 1–33.
- Barr D.J.S. 1987. Isolation, culture, and identification of *Chytridiales*, *Spizellomycetales*, and *Hyphochytriales*. In: *Zoosporic fungi in teaching and research*. Eds M.S. Fuller, A. Jaworski. Athens: Georgia, Southeastern Publ. Corp., pp. 118–120.
- Batko A. 1970. A new *Dangeardia* which invade motile chlamydomanadaceous monads. *Acta Mycologica*, 6(2): 407–432.
- Canter H.M., Lund J.W.G. 1953. Studies on plankton parasites. II. The parasitism of diatoms with special reference to lakes in the English Lake district. *Transactions of the British Mycological Society*, 36(1): 14–37.

- Demchenko E.N. 2005. *Algologia*, 15(1): 116–127. [Демченко Э.Н. 2005. Новые и редкие виды зеленых жгутиковых водорослей из водоемов г. Киева (Украина). *Альгология*, 15(1): 116–127].
- Demchenko E.N. 2011. *Algologia*, 21(1): 87–105. [Демченко Э.Н. 2011. "Цветение" воды эфемерных водоемов г. Киева (Украина). *Альгология*, 21(1): 87–105].
- Demchenko E.M., Reshetar V.I. 2009. In: *V botanichni chytannya pam'yati Y.K. Pachoskoho: mizhnarodna naukova konferentsiya, Kherson, 28 veresnya – 1 zhovtnya 2009 r.* Kherson: Aylant, p. 27. [Демченко Е.М., Решетар В.І. 2009. Нові знахідки хітридіальних грибів, паразитів джгутикових водоростей в Україні. В зб.: *V ботанічні читання пам'яті Й.К. Пачоського: міжнародна наукова конференція, Херсон, 28 вересня – 1 жовтня 2009 р.* Херсон: Айлант, с. 27].
- Demchenko E.N., Mikhaylyuk T.I. 2014. *Algologia*, 24(3): 430–434. [Демченко Э.Н., Михайлюк Т.И. 2014. Использование микровидиосъемки водорослей в научной и педагогической практике. *Альгология*, 24(3): 430–434].
- Golubeva O.G. 1995. *Opredelitel gribov Rossii. Klass Chytridiomycetes, issue 1. Poryadok Chytridiales*. St. Petersburg: Mir i semya-95, 168 pp. [Голубева О.Г. 1995. *Определитель грибов России. Класс Chytridiomycetes, вып. 1. Порядок Chytridiales*. Санкт-Петербург: Мир и семья-95, 168 с.].
- Gromov B.V. 1976. *Mykroorhanyzmy – parazyty vodorosley*. Leningrad: Izd-vo Leningrad. Univ., 160 pp. [Громов Б.В. 1976. *Микроорганизмы – паразиты водорослей*. Ленинград: Изд-во Ленинградского ун-та, 160 с.].
- Gromov B.V., Plujusch A.V., Mamkaeva K.A. 1999. Morphology and possible host range of *Rhizophyidium algavorum* sp. nov. (*Chytridiales*) – an obligate parasite of algae. *Protistology*, 1(2): 62–65.
- Johnston H.W. 1966. The biological and economic importance of algae. Part 2. *Tuatara (Wellington, NZ)*, 14(1): 30–63.
- Korshikov O.A. 1938. *Volvocineae. Vyznachnik prisnovodnikh vodorostey URSR*, vol. 4. Kyiv: Vid-vo AN URSR, 184 pp. [Коршіков О.А. 1938. *Волвоцинеи. Визначник прісноводних водоростей УРСР*, т. 4. Київ: Вид-во АН УРСР, 184 с.].
- Letcher P.M., Powell M.J. 2012. *A Taxonomic summary and revision of Rhizophyidium (Rhizophydiales, Chytridiomycota)*. Alabama: The Alabama University Printing, 216 pp.
- Lewin R.A. 1962. *Physiology and biochemistry of algae*. New York: Academic Press, 929 pp.
- Paterson R.A. 1960. Infestation of chytridiaceous fungi on phytoplankton in relation to certain environmental factors. *Ecology*, 5(41): 416–424.
- Sparrow F.K. 1960. *Aquatic phycomyces*. Ann Arbor (MI): Univ. Michigan Press, 1187 pp.

Рекомендує до друку В.П. Гелюта