



О.М. ВІНОГРАДОВА, Т.І. МИХАЙЛЮК
Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, Київ, МСП-1, 01001, Україна

**НОВІ ТА РІДКІСНІ ДЛЯ УКРАЇНИ
ВОДОРОСТІ З ПЕЧЕР І ГРОТІВ
НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ
«ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ»**

Ключові слова: Gloeotheca cf. cyanochroa, Gloeocapsa coracina, Cyanosarcina parthenonensis, Leptolyngbya hansgirgiana, L. schmidlei, Phormidium vulgare, Pseudodictyochloris dissecta, Scotiella tuberculata, Fottea stichococcoides, Stichococcus undulatus, Klebsormidium sp., *нові знахідки, національний природний парк «Подільські Товтри», Україна*

Вступ

Відомо, що печери та гроти — це особливий тип місцезростань, де основним лімітуючим фактором є рівень освітлення, що може досягати критично низьких значень. У цих умовах формується своєрідна альгофлора, до складу якої входять переважно аерофітно-грунтові форми з відділів *Суанопрокаріота*, *Chlorophyta*, *Streptophyta*, *Bacillariophyta* та *Xanthophyta* [24]. В Україні печери та гроти є досить поширеним типом ландшафту, проте в альгофлористичному аспекті вони практично не досліджені. Бібліографія на цю тему обмежується лише кількома працями [7, 10, 11, 12], причому дві перші присвячені вивченню Національного природного парку (НПП) «Подільські Товтри», що є дуже перспективним об'єктом для спелеоальгологічних досліджень. Цей парк, розташований у Хмельницькій обл. України, було створено для збереження природних ландшафтів Поділля, зокрема Товтровою кряжа, який

утворений бар'єрним рифом міоценового моря, складеного із мшанкових, мембранопорових і черепашкових вапняків [9]. Геологічна будова Товтровою кряжа сприяла формуванню на його схилах численних печер і гротів, у яких рясно розвиваються різноманітні водорості. Вивчаючи їхній видовий склад та екологічні особливості, ми виявили низку нових, рідкісних і цікавих для альгофлори України таксонів із відділів *Cyanoprokaryota*, *Chlorophyta*, *Streptophyta*; їм і присвячено наше повідомлення.

Матеріали і методи досліджень

Матеріалом для наших досліджень були повітряно-сухі зразки вапняку та ґрунту, відібрані в липні 2006 р. у таких печерах і гротах, розмішених на території НПП «Подільські Товтри»:

Геологічний пам'ятник «**Залучанська печера**» знаходиться на околицях с. Залуччя Кам'янець-Подільського р-ну. Утворена в неогенових вапняках. Печера порівняно невелика, близько 20 м завдовжки, складається з тераси (перед входом до неї), захищеної нагромадженням валунів, коридора та двох зал. У багатьох місцях печери сочиться або крапає вода. Розсіяне світло досягає лише третини першої зали, далі — темрява. Температура повітря всередині печери становила 14—16 °С.

Пам'ятник загальнодержавного значення печера «**Атлантида**» розташована в с. Завалля Кам'янець-Подільського р-ну. Печера закритого типу, проникнення світла заблоковано дверима, що захищають її від небажаних візитерів. «Атлантида» простягається на 1,8 км, складається з великої кількості галерей, лазів і залів. Завдяки крапельному зрошенню стіни печери прикрашені сталактитами та сталагітами з гіпсу. Температура повітря всередині печери цілорічно становить 10—12 °С.

Серед гротів, вивчених нами в альгологічному відношенні, цікаві флористичні знахідки виявлені в трьох*. Два з них морфологічно подібні, утворені скупченнями вапнякових брил, а саме: **грот на терасі р. Смотрич на околиці с. Залуччя та грот на високому північному березі Бакотської затоки Дністра**. Третій із досліджених гротів утворений усередині вапнякової скелі; він міститься біля вершини геологічного пам'ятника «**Товтра Першак**» на околиці с. Білого. Усі ці гроти невеликі за розмірами, приблизно 1,0—1,5 м завширшки, 3 м завглибшки та 1,5 м заввишки, їхні стіни затінені та сухі. Показники температури повітря всередині гротів практично не відрізнялися від зовнішніх.

Усі зразки ми вивчали за допомогою методу культур [13]. Зіскоби з поверхні вапняків і дрібнозем засівали в чашки Петрі на 1 %-не агаризоване середовище Дрю, рН 7,8. Для культивування зелених водоростей використовували також основне середовище Болда (3N BBM). Культури вирощували на освітлювальній установці, режим освітлення 12 : 12. Мікроскопічне вивчення куль-

* Повні відомості про видовий склад водоростей печер та гротів НПП «Подільські Товтри» та їх таксономічний, флористичний та екологічний аналізи наведено в [2, 3].

тур тривало 4—6 міс. від появи перших ознак росту. Використовували світлові мікроскопи МБИ-3 і Мікмед-2 вар. 2 (ЛОМО) з імерсійним об'єктивом. Рисунок виконаний за допомогою рисувального апарата РА-6, мікрофотографії — на мікроскопі Olympus VX-40 із цифровою фотокамерою ColorView III.

Ідентифікували види за різними виданнями [1, 21, 23, 26, 27, 29]. Таксономічне положення виявлених представників синьозелених водоростей подано за системою І. Комарека та К. Анагностідіса [25—27], еукаріотичних — за «Разнообразие водорослей ...» [17] та «Водорослі ґрунтів ...» [13] з деякими уточненнями у світлі сучасних уявлень про систему *Chlorophyta* s.l. (www.algaebase.org).

Таксономічне положення та родинні зв'язки деяких видів водоростей уточнені за допомогою молекулярно-філогенетичних аналізів за геном 18S рРНК (із використанням праймерів NS1 і 18L для ампліфікації та 895R, 1122F, 370R, 34F, 1263R для секвенування) та ділянкою ITS1 і ITS2 (з праймерами AL1500af і LR1850 для ампліфікації та 1800F, 5.8SbF, 5.8SbR, ITS4m для секвенування). Дослідження проведені в лабораторії (EP SAG) університету м. Геттінген (Німеччина) за методикою, детально викладеною в одній із наших попередніх публікацій [31].

Результати досліджень та їх обговорення

У вивчених культурах ми виявили 11 таксонів водоростей, нових і рідкісних для території України, а також цікавих з еколого-флористичного і таксономічного погляду. З них шість видів належать до синьозелених водоростей, чотири — до зелених, один — до стрептофітових. Подаємо опис морфологічних ознак, відомості про екологію та поширення, а також оригінальні рисунки і мікрофотографії знайдених таксонів.

Cyanoprokaryota

Chroococcales

Gloeothece cf. *cyanochroa* Komárek (рис. 1)

Клітини в чітких слизистих обгортках, зібрані в компактні мікроскопічні колонії. Колоніальний слиз вузький, гомогенний, сіруватий. Клітини широкоеліпсоїдні, без слизових обгортки, 1,9—2,8 мкм завширшки та 3,1—4,4 мкм завдовжки. Слизіві обгортки чіткі, нешаруваті, сіро-фіолетового кольору.

Місцезнаходження. НПП «Подільські Товтри», околиці с. Залуччя, печера «Залучанська», неогенові вапняки. Прохід у печеру, на бічній стіні, в затемненому місці.

Екологія та поширення. *G. cyanochroa* — аерофітно-субаерофітний вид, що мешкає на вологих гранітних і не-

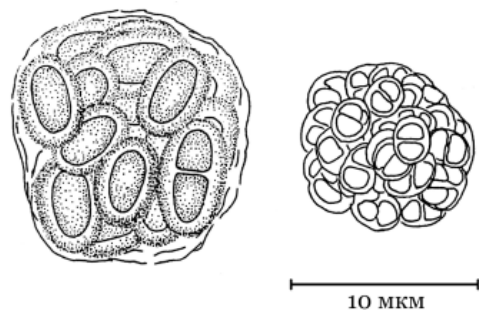


Рис. 1. *Gloeothece* cf. *cyanochroa* Komárek

Fig. 1. *Gloeothece* cf. *cyanochroa* Komárek

вапнякових скелях. Відомий із Скандинавії (Норвегія, Швеція). Для України вказується вперше.

Примітка. Належність виявленого матеріалу до роду *Gloeothece* Nägeli (будова колоній, характер слизу, форма клітин і площина їх поділу) не викликає сумнівів, проте повністю він не відповідає опису жодного з відомих видів цього роду. Від *G. confluens* Nägeli, який подібний за розмірами, відрізняється забарвленим слизом, вузькими, а не широкими обгортками та формою клітин (широкоеліпсоїдні, а не циліндричні). Слиз, що має відтінки фіолетового кольору, властивий видам *Gloeothece cyanochroa* Komárek, *G. endochromatica* Gardner, *G. ustulata* Beck-Mannagetta та *G. violacea* Rabenhorst. Усе це аерофітні форми, що виявлені на поверхні скель. Вид *G. violacea* найбільше подібний за екологією — він аерофітно мешкає у печерах в умовах низької інтенсивності світла [26]. Проте за формою та розмірами клітин (довгі, циліндричні, прямі або дещо зігнуті, близько 1 мкм завширшки та 5–6(10) мкм завдовжки) наш матеріал цілком відмінний. До *G. ustulata*, навпаки, він морфологічно дуже подібний, проте цей вид набагато більший (клітини 7,5–8,6 мкм завширшки, 15,5 мкм завдовжки). *G. endochromatica* (0,9–1,2 мкм завширшки, 1,5–2,4 мкм завдовжки), менший за розмірами, крім того, відомий лише з Південної Америки (Пуерто-Ріко). Знайдена нами водорість найбільше спільних ознак має з *G. cyanochroa* (будова колоній, структура та забарвлення слизу, форма клітин, їхній розмір: 0,5–1,2(2) мкм × 1,2–3(4) мкм), а відрізняється дещо більшими лімітами розмірів клітин і типом субстрату (*G. cyanochroa* наводиться для вологих гранітних і невапнякових скель).

Gloeoapsa coracina Kützing (рис. 2)

Колонії із 2–4 клітин утворюють об'ємні скупчення. Слизові обгортки навколо клітин більш-менш округлі, безбарвні, м'які, гомогенні. Клітини кулясті, після поділу напівкулясті, з гомогенним світло-оливковим вмістом, 4,4–5,7 мкм у діаметрі.

Місцезнаходження. НПП «Подільські Товтри», околиці с. Залуччя, печера «Залучанська», неогенові вапняки. Прохід у печеру, бічна стіна, темний і світло-зелений наліт у затемнених місцях.

Екологія та поширення. Субаерофітний вид, типовий для вологих пісковиків. У Європі відомий з Чехії, Німеччини. Знайдений також в Азії (Індія). Для України вказується вперше.

Cyanosarcina parthenonensis Anagnostidis (рис. 3)

Слань оливково-бурого або сіруватого кольору, складається із 2–16-клітинних колоній, які згодом утворюють об'ємні агрегації з тісно зближених колоній. Колоніальний слиз безбарвний, м'який, тонкий, тісно прилягає до клітин і повторює форму колоній (тоді практично непомітний) або дещо відстає від клітин (тоді його видно). Клітини від оливково-зелених до яскраво-синьо-зелених, кулясті, після поділу півкулясті, від взаємного тиску бувають кутасти-

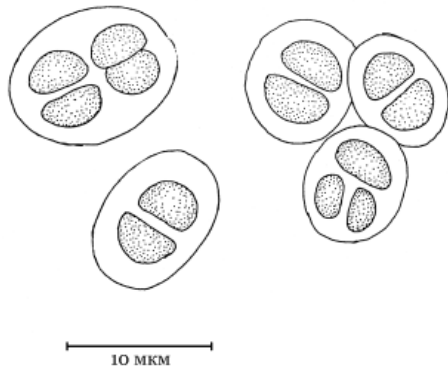


Рис. 2. *Gloeoapsa coracina* Kützing

Fig. 2. *Gloeoapsa coracina* Kützing

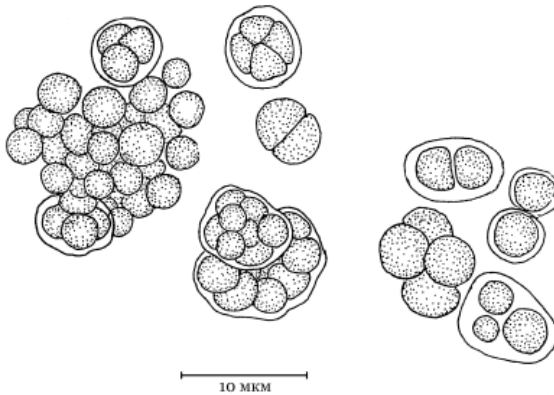


Рис. 3. *Cyanosarcina parthenonensis* Anagnostidis

Fig. 3. *Cyanosarcina parthenonensis* Anagnostidis

ми, 2,5–5,1–(7,6) мкм у діаметрі, вміст клітин гомогенний, оливкового, сіруватого або бурого кольору.

Місцезнаходження. НПП «Подільські Товтри», с. Завалля, печера «Атлантида», гіпс, темрява. Староушицький р-н, високий північний берег Бакотської затоки р. Дністра, грот у нагромадженні вапнякових брил, посередині грота на затемненій стіні.

Екологія та поширення. Аерофітний вид, хазмоендоліт на вапняковому субстраті. Відомий із мармурових артефактів Афіського Парфенону (Греція). Знайдений у вапнякових печерах Іспанії [18; 33]. Для України вказується вперше.

Примітка. У дослідженій нами популяції із грота на березі Бакотської затоки верхні ліміти діаметра клітин (3,8–6,3–(7,6) мкм) були вищими за вказані в діагнозі виду (2,5–4,5(5) мкм); у печері «Атлантида», навпаки, розмірні ознаки клітин (2,5–3,1 мкм) близькі до нижнього ліміту першоопису.

Oscillatoriales

Leptolyngbya hansgirgiana Komárek (рис. 4)

Поодинокі тонкі трихоми блідо-оливкового кольору у вузьких безбарвних піхвах, 0,9–1,2 мкм завширшки, біля клітинних перегородок не перетягнуті. Довжина клітин 1,6–1,9 мкм. Кінцева клітина округло-конічна.

Місцезнаходження. НПП «Подільські Товтри», с. Завалля, печера «Атлантида», гіпс, темрява.

Екологія та поширення. Субаерофітний вид, на вологому ґрунті, біля основи дерев, повсюдно в Центральній Європі. Для України вказується вперше.

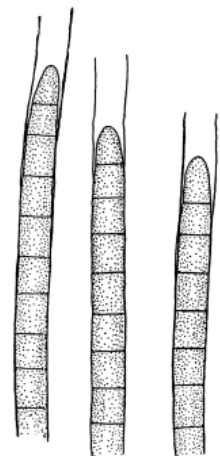


Рис. 4. *Leptolyngbya hansgirgiana* Komárek

Fig. 4. *Leptolyngbya hansgirgiana* Komárek

Leptolyngbya schmidlei (Limanowska) Anagnostidis et Komárek (рис. 5)

Водорість утворювала макроскопічне розростання яскравого синьо-зеленого кольору. Піхви вузькі, міцні, безбарвні. Трихоми яскраво-синьо-зелені, 2,2—2,8 мкм завширшки, біля клітинних перегородок перетягнуті. Несправжнє галузнення досить рясне, одинарне, гілки короткі. Трихоми легко фрагментуються. Довжина клітин 1,3—1,6 мкм, завжди менша ширини. Кінцеві клітини заокруглені.

Місцезнаходження. НПП «Подільські Товтри», околиці с. Залуччя, грот, неогенові вапняки, на освітлених і затемнених ділянках стін.

Екологія та поширення. Субаерофітний вид, трапляється переважно на скелях і в печерах (вапнякові печери Beremendi-ördöglyuk і Nagy Vizea на півдні Угорщини [19], сталактитова печера Szemlo-Hegyi в Будапешті [32], печера «Anna-barlang» на околицях м. Ліллафюред (Угорщина) [28], також виявлений у наземних місцезростаннях Європи та в Ізраїлі). Для України вказується вперше.

Phormidium vulgare [Kützing] ex Anagnostidis (рис. 6)

Поодинокі довігніткі світло-оливкового кольору, 7,6—7,9 мкм завширшки. Трихоми оливкові, 4,4—5,7 мкм завширшки, біля клітинних перегородок не перетягнуті, до кінців звужені. Кінцеві клітини округло-конічні, звичайно з каліптрою. Довжина клітин 3,8—5,1 мкм.

Місцезнаходження. НПП «Подільські Товтри», Староушицький р-н, високий північний берег Бакотської затоки р. Дністра, грот у нагромадженні вапнякових брил, посередині грота на стіні та під склепінням, зона зволоження, затемнені ділянки.

Екологія та поширення. На вологій землі. Європа, досить поширений. Для України вказується вперше.

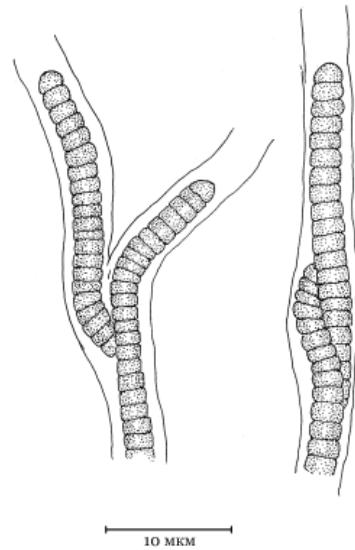


Рис. 5. *Leptolyngbya schmidlei* (Limanowska) Anagnostidis et Komárek
Fig. 5. *Leptolyngbya schmidlei* (Limanowska) Anagnostidis et Komárek

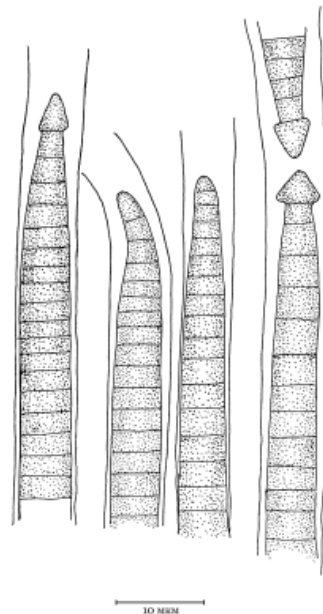


Рис. 6. *Phormidium vulgare* [Kützing] ex Anagnostidis
Fig. 6. *Phormidium vulgare* [Kützing] ex Anagnostidis

Chlorophyta

Chlorophyceae

Pseudodictyochloris dissecta Vinatzer (рис. 7)

Водорість має багатоядерну кокоїдну слань. Клітини сферичні, поодинокі, великих розмірів (діаметр 30,9–35,1 мкм, у старих культур — до 50 мкм), оболонка середньої товщини. Хлоропласт пристінно-сітчастий, з поверхні розділений на велику кількість полігональних часточок (рис. 7, *a*). З віком окремі частини хлоропласту проникають усередину клітини, формуючи центральне «тіло», від якого радіально відходять тяжі до поверхневого шару хлоропласта (рис. 7, *b, c*). Між цими тяжами розташовується чотири-п'ять дрібних ядер. Піреноїд відсутній. Розмноження відбувається зоо- та автоспорами, що формуються по 16–32–64 у спорангії. Зооспори

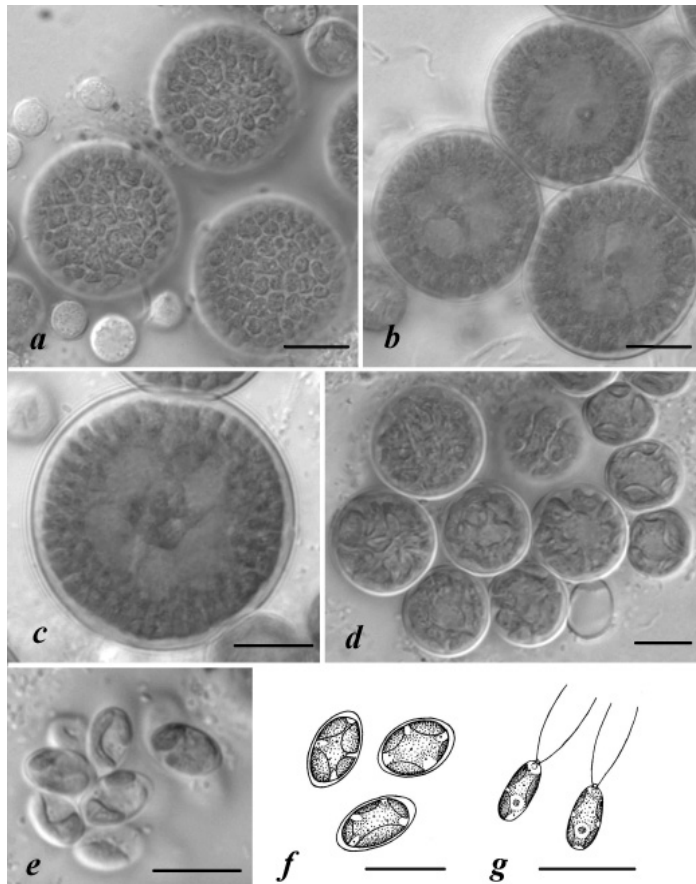


Рис. 7. *Pseudodictyochloris dissecta* Vinatzer: *a–c* — дорослі вегетативні клітини (*a* — вигляд із поверхні, *b, c* — вигляд в оптичному перерізі); *d* — молоді вегетативні клітини; *e, f* — автоспори; *g* — зооспори. Масштаб: 10 мкм

Fig. 7. *Pseudodictyochloris dissecta* Vinatzer: *a–c* — adult vegetative cells (*a* — surface view, *b, c* — optical section view); *d* — young vegetative cells; *e, f* — autospores; *g* — zoospores. Scale bars: 10 μ m

еліпсоїдні ($5,1-7,7 \times 2,6-3,0$ мкм), вкриті оболонкою, мають пристінний, розсічений на 2—4 лопаті хлоропласт, заднє ядро, крапкоподібну передню стигму та два джгутики, які дорівнюють довжині тіла зооспори (рис. 7, g). Після зупинки зооспор молоді клітини ще тривалий час залишаються еліпсоїдними, поступово набуваючи округлої форми. Їхній хлоропласт із віком дедалі більше розсікається, набираючи вигляду дрібно розсіченого пристінно-сітчастого (рис. 7, d). На агаризованому середовищі колонії водорості мають вигляд скупчення дрібних кульок.

Місцезнаходження. НПП «Подільські Товтри», околиці с. Залуччя, Залучанська печера, вхід, жовто-зелений наліт, що покривав виїмку у вапняковій стіні, високий рівень освітлення.

Екологія та поширення. Відомий із ґрунтів Італійських Альп і Росії [1]. Для флори України наводиться вперше.

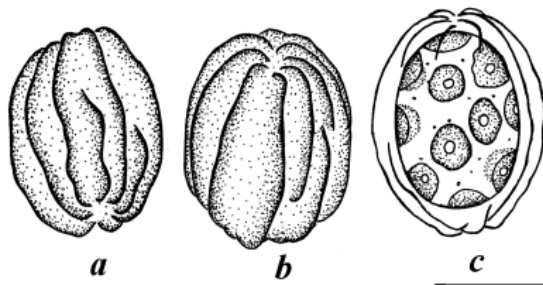
Примітка. Згідно з окремими визначниками [21] до цього виду належить також *Dictyococcus fusisporus* Reisingl (= *Pseudodictyococcus fusisporus* (Reisingl) V. Andr.) як синонім, що свідчить про майже ідентичну морфологію та життєвий цикл даних представників. Водночас, відповідно до праці В.М. Андрєєвої [1], ці таксони слід розрізняти, оскільки, незважаючи на подібність дорослих клітин, їхні хлоропласти мають принципово різну будову: у представників *Pseudodictyochloris* Vinatzer хлоропласт один, але складний, сітчасто-лопатевий, а у *Dictyococcus fusisporus* їх багато, проте простої будови — від пірамідальних до конусоподібних. Розвиток хлоропласта в молодих клітин досліджуваної популяції вказує на те, що він закладається один (рис. 7, e, f), але з віком розсікається, поступово ускладнюючись (рис. 7, d). Водночас ми помітили деякі ознаки, спільні з ознаками іншого виду, зокрема, рідкісне формування зооспор і розмноження переважно автоспорами характерної веретеноподібної форми. Автоспори нашої популяції мали незначні полярні потовщення оболонок, унаслідок чого набували вигляду широковеретеноподібних (рис. 7, e, f). Крім того, клітини у старих культурах мали однобічні потовщення оболонок, що властиво *Dictyococcus fusisporus*; розмірні характеристики зооспор, особливо їхня ширина, також більше узгоджуються з діагнозом цього представника. Очевидно, ці водорості потребують детальніших досліджень для з'ясування їхньої таксономічної приналежності.

Scotiella tuberculata Bourelly (рис. 8)

Одноклітинна водорість, клітини широкоеліпсоїдні, з дещо потовщеними полюсами ($15,3-27,1 \times 10,2-16,9$ мкм), оточені досить товстою оболонкою з восьми—десятьма товстими, нерівномірно-горбкуватими, хвилястими меридіональними ребрами, частина яких проходить через усю клітину, від полюса до

Рис. 8. *Scotiella tuberculata* Bourelly: a—c — дорослі вегетативні клітини (a, b — вигляд із поверхні, c — вигляд в оптичному перерізі). Масштаб: 10 мкм

Fig. 8. *Scotiella tuberculata* Bourelly: a—c — adult vegetative cells (a, b — surface view, c — optical section view). Scale bars: 10 μm



полюса, інші — уриваються або аностомозують між собою (рис. 8, *a, b*). У полі зору, як правило, можна бачити 3—5 ребер. Хлоропластів кілька, дископодібних, кожен з одним дрібним піреноїдом (рис. 8, *c*).

Місцезнаходження. НПП «Подільські Товтри», околиці с. Білого, грот на товтрі «Першак», вапняки, центр грота, рихлі плями світло-оливкового кольору на кам'яній підлозі та сухі темно-оливкові кірочки зовні на скелі, середній і високий рівень освітлення. Староушицький р-н, північний берег Бакотської затоки р. Дністра, грот серед нагромадження вапнякових брил, зовнішня стінка, затінена частина під виступом, бурий наліт.

Екологія та поширення. Відомий із вологих скель і ґрунтів колишньої Чехословаччини [21]. Для флори України типова різновидність наводиться вперше, var. *verrucosa* Geitler виявлений в обростаннях кам'янистих субстратів Канівського природного заповідника [15].

Примітка. Вид повністю відповідає діагнозу, хоча характеризується дещо дрібнішими клітинами (в діагнозі [21] зазначені розміри клітин $20\text{--}50 \times 14\text{--}30$ мкм). Від близьких видів роду *Scotiellopsis* Vinatzer відрізняється товщиною оболонки, дуже виразними меридіональними ребрами із хвилястими краями та багаттяма хлоропластами з піреноїдами. Самостійність цього роду потребує підтвердження.

Trebouxiophyceae

Fottea stichococcoides Hindák (рис. 9)

Водорість утворює короткі нитки, які легко розпадаються. Окремі клітини ($2,5\text{--}3,0 \times 5,5\text{--}7,3$ мкм) за морфологією нагадують представників роду *Stichococcus* Nägeli, але різняться наявністю чітко виражених слизистих піхов (рис. 9, *a—c*). Знайдена популяція цілком узгоджується з авторським діагнозом [23].

Місцезнаходження. НПП «Подільські Товтри», околиці с. Залуччя, грот, неогенові вапняки, наліт на стіні, середній рівень освітлення. Околиці с. Білого, грот на товтрі «Першак», вапняки, центр грота, рихлі плями світло-оливкового кольору на кам'яній підлозі та сухі темно-оливкові кірочки зовні на скелі, середній і високий рівень освітлення. Староушицький р-н, північ-

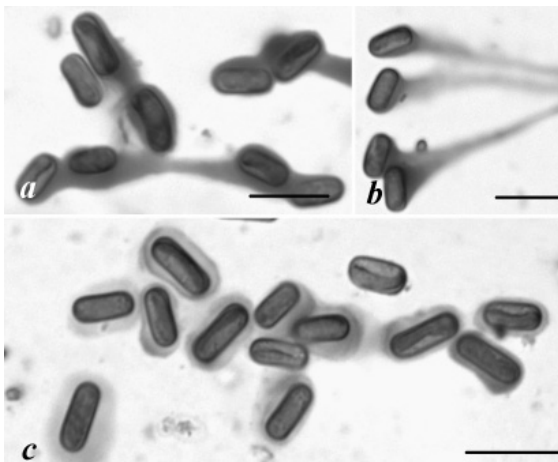


Рис. 9. *Fottea stichococcoides* Hindák: *a—c* — дорослі вегетативні клітини в момент фарбування слизу метиленовим синім. Масштаб: 10 мкм

Fig. 9. *Fottea stichococcoides* Hindák: *a—c* — adult vegetative cells in the moment of staining of mucilage by methylene blue. Scale bars: 10 μm

ний берег Бакотської затоки р. Дністра, грот посеред нагромадження вапнякових брил, зовнішня стінка, затінена частина під виступом, бурий наліт, середній рівень освітлення.

Екологія та поширення. Досить широко розповсюджений у наземних місцезростаннях. У світі відомий з аерофітних обростань субстратів Словаччини, Північної Кореї [21], Люксембурга [8], ґрунтів Чехії (А. Лукешова, Чехія, особисте повідомлення). В Україні виявлений у 1999 р. у ґрунтах ПЗ «Мис Март'ян» [5]. Після цієї знахідки неодноразово наводився для різноманітних наземних місцезростань Канівського ПЗ [14], РЛП «Гранітно-степове Побужжя» [16, 30], ПЗ «Хомутовський степ» і «Кам'яні могили», Києво-Печерської лаври, античного міста «Ольвія» [20], НПП «Подільські Товтри» [7], Карадазького ПЗ [4].

Примітка. Вид цікавий у флористико-таксономічному аспекті. Таксономія цього роду є досить проблематичною. Традиційно, за морфологічними ознаками (а саме: короткі нитки, що легко розпадаються, наявність слизових обгортки), його відносять до класу *Chlorophyceae*, порядків *Ulotrichales* [23], *Gloeotilales* [21] чи *Protosiphonales* [13]. Проведені молекулярні дослідження нуклеотидної послідовності 18S р-РНК-гена двох штамів даного виду (з цього місцезростання та ґрунтів Чехії) показали, що вони генетично близькі між собою, а також із видами роду *Stichococcus*. Очевидно, наявність слизистої обгортки навколо клітин не є генетично обумовленою ознакою, тому цей представник, найімовірніше, є видом *Stichococcus*. Вочевидь вегетативний поділ клітин вказаних водоростей відбувається за схемою, близькою до споруляції [34], тому дана слизиста обгортка являє собою ослизнені залишки материнської клітинної стінки, які у представників, котрі мешкають в екстремальних умовах, міцніші, що й зумовлює наявність потужних слизистих піхов навколо клітин (рис. 9, *a–c*). Ми помітили значне потоншення слизистих обгортки протягом утримання цього виду в культурі, що підтверджує висловлене припущення.

Молекулярно-філогенетичні дослідження типового штаму (SAG 1.88) іншого виду цього роду — *Fottea pyrenoidosa* Broady — показали, що це представник кон'югуючих зелених водоростей [22], близький до роду *Mesotaenium* Nägeli (*Streptophyta*, *Zygnematophyceae*). Враховуючи сумнівність таксономічного положення цих представників, слід припустити сумнівність і штучність роду *Fottea* Hindák загалом, виділеного на основі нитчастого морфологічного типу водоростей та наявності слизистої обгортки навколо клітин.

***Stichococcus undulatus* Vinatzer (рис. 10)**

Нитчаста водорість, яка легко розпадається. Особливістю виду є формування хвилястих ниток, складених звичайними циліндричними клітинами (2,5–3,0 × 6,5–7,8 мкм) (рис. 10, *d*), із зігнутою та значно видовженою кінцевою клітиною (до 30–45 мкм) (рис. 10, *a–d*). Через цю особливість на твердому агаризованому середовищі водорість утворює характерні колонії, що мають вигляд світло-зеленого пуху (рис. 10, *e*).

Місцезнаходження. НПП «Подільські Товтри», околиці с. Білого, грот на товтрі «Першак», вапняки, центр грота, рихлі плями світло-оливкового кольору на кам'яній підлозі та сухі темно-оливкові кірочки зовні на скелі, середній і високий рівень освітлення. Староушицький р-н, північний берег Бакотської затоки р. Дністра, грот у нагромадженні вапнякових брил, зовнішня стінка, затінена частина під виступом, бурий наліт, середній рівень освітлення.

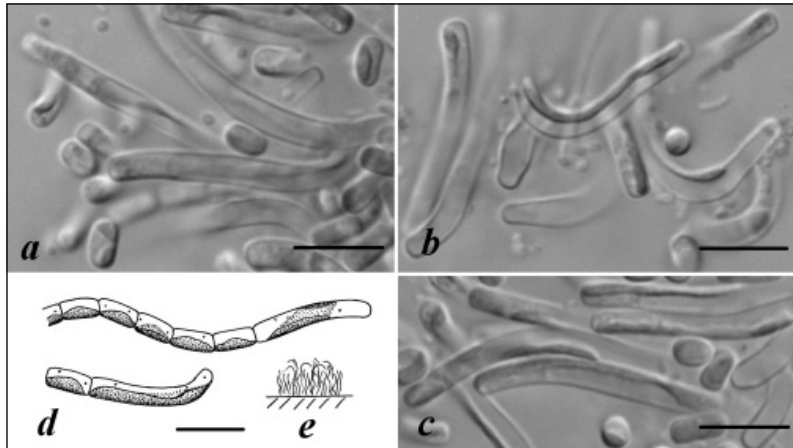


Рис. 10. *Stichococcus undulatus* Vinatzer: *a–d* — дорослі вегетативні клітини (*a–c* — вигляд кінцевих клітин, *d* — загальний вигляд ниток); *e* — схематичний вигляд колонії на агаризованому середовищі. Масштаб: 10 мкм

Fig. 10. *Stichococcus undulatus* Vinatzer: *a–d* — adult vegetative cells (*a–c* — end cells, *d* — filaments); *e* — schematic view of the colony on agarized medium. Scale bars: 10 μ m

Екологія та поширення. Відомо кілька знахідок виду у світовій флорі: із ґрунтів Італійських Альп, Італії і Австрії [21]. В Україні виявлений як новий для флори у ґрунтах заповідників Гірського Криму [6]. Після цього вид знаходили у ґрунтах та на корі дерев Канівського ПЗ [13, 14], в обростаннях штолень НПП «Подільські Товтри» [7].

Примітка. На наш погляд, є цікавим представником у флористичному відношенні. Неодноразово висловлювалося припущення, що цей вид — ґрунтова водорість із гірською причетністю [6, 7]. Проте, на нашу думку, він найхарактерніший для аерофітних місцезростань, зокрема на гірських породах, уламками яких багаті ґрунти в горах. Про це свідчать неодноразові знахідки виду на рівнині. Під час його тривалого утримання в культурі може змінювати морфологічний вигляд, втрачаючи характерні кінцеві клітини і перетворюючись на звичайні види роду *Stichococcus*, унаслідок чого неодноразово виникали сумніви щодо самостійності даного виду. Проте через певний час (особливо при чергуванні утримання культури на рідкому та твердому середовищах) його характерний морфологічний вигляд відновлюється. Очевидно, він є самостійним видом даного роду.

Streptophyta

Klebsormidiophyceae

Klebsormidium sp. (рис. 11)

Нитки довгі, хоча певною мірою схильні до дезінтеграції, незначно перетягнуті біля поперечних перегородок, оболонка середньої товщини, з чіткими Н-подібними фрагментами на кінцевих клітинах (рис. 11, *b, d*). Клітини мають циліндричну форму протягом усього життєвого циклу (7,7–8,3 \times 8,1–14,7 мкм); хлоропласт пластинчастий, із чітким лопатевим краєм, складеним 10–15-ма дрібними лопатинками (іноді розсічений на чотири великі лопати), займає 2/3 клітинного об'єму; піреноїд еліпсоїдний, великий, оточений значною кількіс-

Рис. 11. *Klebsormidium* sp. і споріднені з ним штами: *a–d* — *Klebsormidium* sp. (*a, b* — загальний вигляд ниток, *c* — особливості будови хлоропласта, *d* — Н-подібний фрагмент оболонки на кінці нитки); *e, f* — штам із гранітних відслонень с. Хохітва (*e* — загальний вигляд ниток, *f* — Н-подібний фрагмент оболонки); *g, h* — штам SAG 7.91 (*g* — загальний вигляд ниток, *h* — Н-подібний фрагмент оболонки). Масштаб: 10 мкм

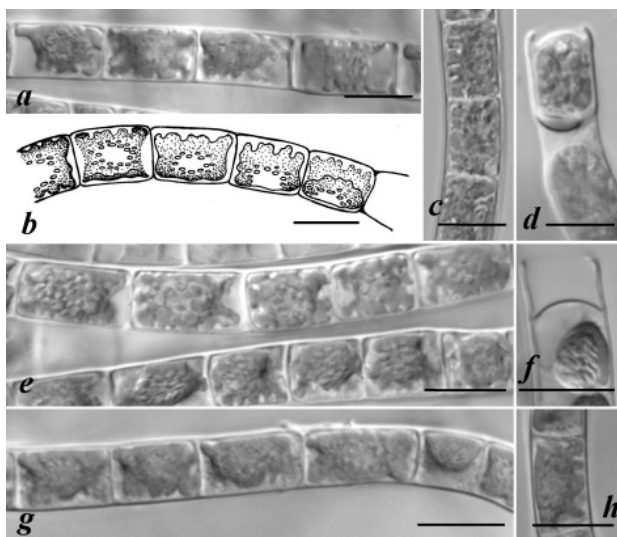


Fig. 11. *Klebsormidium* sp. and related strains: *a–d* — *Klebsormidium* sp. (*a, b* — general view of filaments, *c* — chloroplast structure, *d* — H-shaped fragment of cell wall at the end of filament); *e, f* — strain from the granite outcrops of Khokhitva village (*e* — general view of filaments, *f* — H-shaped fragment of cell wall); *g, h* — strain SAG 7.91 (*g* — general view of filaments, *h* — H-shaped fragment of cell wall). Scale bars: 10 μm

тю дрібних крохмальних гранул, розташованих кількома паралельними рядами навколо тіла піреноїда (рис. 11, *a, b*). На твердому середовищі утворює характерні хвилясті колонії.

Місцезнаходження. НПП «Подільські Товтри», околиці с. Залуччя, грот, неогенові вапняки, наліт на стіні, середній рівень освітлення. Староушицький р-н, північний берег Бакотської затоки р. Дністра, грот у нагромадженні вапнякових брил, зовнішня стінка, затінена частина під виступом, бурий наліт, у глибині гроту, світло-оливкові кірочки на стіні, середній рівень освітлення.

Екологія та поширення. Представників із подібною морфологією ми виявили на гранітних відслоненнях РЛП «Гранітно-степове Побужжя» та околицях м. Житомира і с. Хохітва (Богуславського р-ну Київської обл.) (рис. 11, *e, f*). Ще один морфологічно подібний штам (SAG 7.91) виділений із водного біотопу на території колишнього СРСР у 1960 р. (рис. 11, *g, h*). Тобто даного представника можна вважати досить широко розповсюдженим у наземних і амфібіальних місцезростаннях Східної Європи.

Примітка. За морфологічною характеристикою перелічені вище штами водоростей найбільше подібні до *K. elegans* Lokhorst і *K. bilatum* Lokhorst [29], від яких відрізняються формою клітин і дещо вужчими нитками. Проведений молекулярно-філогенетичний аналіз за послідовністю ITS 1 та ITS 2 показав генетичну близькість усіх перелічених штамів між собою та найбільшу спорідненість зі штамми, віднесеними до *K. flaccidum* (Kützing) Silva et al., і значну віддаленість від групи *K. elegans* — *K. bilatum*. Проте ці представники чітко відрізняються від *K. flaccidum* морфологічно, в якого вужчі нитки, відсутні або слабо виражені Н-подібні фрагменти оболонки та хлоропласт із гладеньким краєм. Оскільки досліджені штами водоростей утворили власну генетичну групу, очевидно, в майбутньому можливий опис нового таксона, найближчим видом до якого буде *K. flaccidum*.

Висловлюємо щиру подяку канд. біол. наук доценту Л.Г. Любінській, а також керівництву і співробітникам НПП «Подільські Товтри» за всебічну допомогу в організації польових досліджень, а також проф. Томасу Фрідлу за можливість проведення молекулярно-філогенетичних аналізів на базі його лабораторії (університет м. Геттінгена, Німеччина) та допомогу в інтерпретації отриманих результатів. Дослідження здійснені за часткової підтримки міжнародного фонду ІНТАС (Ref. N 06-1000014-6216).

1. Андреева В.М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (*Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales*). — Санкт-Петербург: Наука, 1998. — 351 с.
2. Виноградова О.М. Синьозелені водорості в печерах та гротах національного природного парку «Подільські Товтри» // Мат-ли наук. конф. «Створення кадастрів фіторізноманіття заповідних територій, ботанічних садів та дендропарків», Канів, 13—15 жовтня 2008 р. — С. 19—20.
3. Виноградова О.Н., Михайлюк Т.И. Альгофлора пещер и гротов национального природного парка «Подольские Товтры» (Украина) // Альгология. — 2009. — **19**, № 2. — С. 155—171.
4. Войцехович А.А. Фотобионты и водоросли — эпифиты литофильных лишайников Берегового хребта Карадагского природного заповедника (Крым, Украина) // 36. наук. праць «Актуальні проблеми ботаніки та екології». — 2008. — Вип. 2. — С. 46—51.
5. Дариенко Т.М. Редкие и новые для флоры Украины виды водорослей из почв заповедников Горного Крыма // Альгология. — 1999. — **9**, № 1. — С. 82—92.
6. Дариенко Т. М. О видовом составе почвенных водорослей заповедников Горного Крыма (Украина) // Альгология. — 2000. — **10**, № 1. — С. 54—62.
7. Дариенко Т.М. Перші відомості про наземні водорості національного природного парку «Подільські Товтри» // 36. наук. праць «Актуальні проблеми ботаніки та екології». — 2008. — Вип. 2. — С. 13—20.
8. Дариенко Т.М., Гоффманн Л. Разнообразие и экологические особенности водорослевых обрастаний песчанников в казематах Люксембурга // Альгология. — 2006. — **16**, № 4. — С. 435—452.
9. Заповідники та національні парки України. Міністерство екологічної безпеки України. — К.: Вища шк., 1999. — 232 с.
10. Коваленко О.В., Кислова О.А. Новые данные о Cyanophyta (Cyanoprocargota) национального природного парка «Подольские Товтры» (Украина) // Альгология. — 2007. — **17**, № 1. — С. 71—75.
11. Костиков И.Ю. *Chloromonas antrorum* (Volvocales, Chlorophyta) — новый вид из пещер Горного Крыма // Ботан. журн. — 1991. — **76**, № 7. — С. 990—992.
12. Костіков І.Ю., Кондратюк Т.О., Рибчинська О.М. Біодеструктори печери «Звіринецька» // Проблеми збереження, консервації та реставрації музейних пам'яток історії та культури. — 1998. — Спецвипуск. — С. 142—161.
13. Костіков І.Ю., Романенко П.О., Демченко Е.М., Дариенко Т.М., Михайлюк Т.І., Рибчинський О.В., Солоненко А.М. Водорості ґрунтів України: історія та методи досліджень, система, концепт флори / Під. ред. С.Я. Кондратюка, Н.П. Масюк. — К: Фітосоціоцентр, 2001. — 300 с.
14. Михайлюк Т.І. Еусубаеральні водорості Канівського природного заповідника (Україна) // Укр. ботан. журн. — 1999. — **56**, № 5. — С. 507—514.
15. Михайлюк Т.І. Водорості Канівського природного заповідника // Дис. канд. біол. наук. — Київ, 2000.

16. Михайлюк Т.И., Демченко Э.Н. Новые для флоры и редкие виды зеленых водорослей с гранитных обнажений регионального ландшафтного парка «Гранитно-степное Побужье» (Николаевская обл., Украина) // Ботан. журн. — 2005. — **90**, № 2. — С. 183—196.
17. Разнообразие водорослей Украины / Под ред. С.П. Вассера, П.М. Царенко // Альгология. — 2000. — **10**, № 4. — 309 с.
18. Arino X., Canals A., Hernandez—Marine M. Cianofícies i algues aerofítiques de substrats carbonats // Acta Bot. Barc. — 1998. — **45**. — P. 133—140.
19. Buczko K., Rajczy M. Contributions to the flora of Hungarian caves II. Flora of three caves near Beremend, Hungary // Stud. Bot. Hung. — 1989. — **21**. — P. 13—21.
20. Darienko T., Hoffmann L. Algal growth on cultural monuments in Ukraine // Biologia, Bratislava. — 2003. — **58**, N 4. — P. 575—587.
21. Ettl H., Gärtner G. Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen. — Stuttgart; Jena; New York: Gustav Fischer, 1995. — 721 p.
22. Gontcharov A.A., Melkonian M. Molecular phylogeny and revision of the genus *Netrium* (Zygnematophyceae, Streptophyta): *Nucleoethaenium* gen. nov. // J. Phycol. — 2010. — **46**. — P. 346—362.
23. Hindák F. Kl'uč na určovanie nerozkonárených vláknitých zelených rias (*Ulotrichineae*, *Ulotrichales*, *Chlorophyceae*) / Bull. Slov. bot. spol. SAV. Supl. 1. — Bratislava, 1996. — 77 p.
24. Hoffmann L. Algae of terrestrial habitats // Bot. Rev. — 1989. — **55**, N 2. — P. 77—105.
25. Komárek J., Anagnostidis K. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4. Nostocales // Arch. Hydrobiol. / Algol. Stud. — 1989. — **43**. — P. 157—226.
26. Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. 1. Teil: Chroococcales // Süßwasserflora von Mitteleuropa. — Jena etc.: Gustav Fischer, 1998. — Band 19/1. — 548 s.
27. Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. 2. Teil: Oscillatoriales // Süßwasserflora von Mitteleuropa. — Jena etc.: Elsevier, 2005. — Band 19/2. — 759 s.
28. Komaromy Z., Padisak J., Rajczy M. Flora in the lamp-lit areas of the cave «Anna-barlang» near Lillafured (Hungary). Ann. Hist.-nat. Mus. Nat. Hung. — 1985. — **77**. — P. 103—112.
29. Lokhorst G.M. Comparative taxonomic studies on the genus *Klebsormidium* (*Charophyceae*) in Europe. — Stuttgart etc.: Gustav Fisher, 1996. — 132 p.
30. Mikhailyuk T.I., Demchenko E.M., Kondratyuk S.Ya. Algae of granite outcrops from the left bank of Pivdennyi Bug River (Ukraine) // Biologia, Bratislava. — 2003. — **58**, N 4. — P. 589—601.
31. Mikhailyuk T.I., Sluiman H., Massalski A., Mudimu O., Demchenko E., Kondratyuk S., Friedl T. New streptophyte green algae from terrestrial habitats and an assessment of the genus *Interfilum* (*Klebsormidiophyceae*, Streptophyta) // J. Phycol. — 2008. — **44**. — P. 1586—1603.
32. Rajczy M., Buczko K. The development of the vegetation in lamp areas of the cave Szemlohegyi-barlang, Budapest, Hungary // 10th Intern. Congr. Speleol. Proc. — Budapest, 1989. — P. 514—516.
33. Roldán M., Clavero E., Canals T., Gómez—Bolea A., Ariño X., Hernández—Mariné M. Distribution of phototrophic biofilms in cavities (Garraf, Spain) // Nova Hedwigia. — 2004. — **78**, N 3—4. — P. 329—351.
34. Yamamoto M., Nishikawa, T., Kajitani, H., Kawano S. Patterns of asexual reproduction in *Nannochloris bacillaris* and *Marvania geminata* (Chlorophyta, *Trebouxiophyceae*) // Planta. — 1997. — **226**. — С. 917—927.

Рекомендує до друку
С.Я. Кондратюк

Надійшла 21.08.2009

О.Н. Виноградова, Т.И. Михайлюк

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, Киев

НОВЫЕ И РЕДКИЕ ДЛЯ УКРАИНЫ ВОДОРΟΣЛИ ИЗ ПЕЩЕР
И ГРОТОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО
ПАРКА «ПОДОЛЬСКИЕ ТОВТРЫ»

Статья посвящена новым для флоры Украины и интересным в флористико-экологическом и таксономическом аспектах видам водорослей, обнаруженных в пещерах и гротах национального природного парка «Подольские Товтры» — *Gloeothece cf. cyanochroa* Komárek, *Gloeocapsa coracina* Kützing, *Cyanosarcina parthenonensis* Anagnostidis, *Leptolyngbya hansgirgiana* Komárek, *L. schmidlei* (Limanowska) Anagnostidis et Komárek, *Phormidium vulgare* [Kützing] ex Anagnostidis, *Pseudodictyochloris dissecta* Vinatzer, *Scotiella tuberculata* Bourelly, *Fottea stichococcoides* Hindák, *Stichococcus undulatus* Vinatzer, *Klebsormidium* sp. Приведены их описания, иллюстрации, информация об экологических особенностях, распространении в Украине и мире.

Ключевые слова: *Gloeothece cf. cyanochroa*, *Gloeocapsa coracina*, *Cyanosarcina parthenonensis*, *Leptolyngbya hansgirgiana*, *L. schmidlei*, *Phormidium vulgare*, *Pseudodictyochloris dissecta*, *Scotiella tuberculata*, *Fottea stichococcoides*, *Stichococcus undulatus*, *Klebsormidium* sp., новые находки, Национальный природный парк «Подольские Товтры», Украина.

O.M. Vinogradova, T.I. Mikhailiuk

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

NEW AND NOTEWORTHY RECORDS OF ALGAE FROM THE CAVES
AND GROTTOS OF THE NATIONAL NATURE
PARK «PODILSKY TOVTRY»

Paper deals with the data on new for Ukrainian flora and noteworthy records of algae revealed in caves and grottoes of the National Nature Park «Podilsky Tovtry»: *Gloeothece cf. cyanochroa* Komárek, *Gloeocapsa coracina* Kützing, *Cyanosarcina parthenonensis* Anagnostidis, *Leptolyngbya hansgirgiana* Komárek, *L. schmidlei* (Limanowska) Anagnostidis et Komárek, *Phormidium vulgare* [Kützing] ex Anagnostidis, *Pseudodictyochloris dissecta* Vinatzer, *Scotiella tuberculata* Bourelly, *Fottea stichococcoides* Hindák, *Stichococcus undulatus* Vinatzer, *Klebsormidium* sp. Their descriptions, illustrations, data on ecological peculiarities, distribution in Ukraine and general distribution are given.

Key words: new records, *Gloeothece cf. cyanochroa*, *Gloeocapsa coracina*, *Cyanosarcina parthenonensis*, *Leptolyngbya hansgirgiana*, *L. schmidlei*, *Phormidium vulgare*, *Pseudodictyochloris dissecta*, *Scotiella tuberculata*, *Fottea stichococcoides*, *Stichococcus undulatus*, *Klebsormidium* sp., new records, National Nature Park «Podilsky Tovtry», Ukraine.