



Т.І. МИХАЙЛЮК

Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України
вул. Володимирська, 64, м. Київ, 01601, Україна

НОВІ ДЛЯ ФЛОРИ УКРАЇНИ ТА РІДКІСНІ ЗЕЛЕНІ Й СТРЕПТОФІТОВІ ВОДОРОСТІ З НАЗЕМНИХ МІСЦЕЗРОСТАНЬ

Ключові слова: *Hormotilopsis gelatinosa*, *Deasonia multinucleata*, *Prasiococcus calcarius*, *Prasiolopsis ramosa*, *Klebsormidium bilatum*, *Klebsormidium sp.*, *нові знахідки*, *рідкісні види*, Chlorophyta, Streptophyta, наземні місцезростання, Україна

Хоч Україна справедливо вважається однією з найкраще вивчених в альгологічному плані країн світу [13, 14], однак не всі її території та біотопи досліджені рівномірно. Наземні місцезростання — ґрунти, кора дерев, поверхня скель, стіни будівель тощо — все ще репрезентують біотопи, в яких доволі часто знаходять нові для флори України чи для науки види водоростей.

Досліджуючи водорості наземних місцезростань України, ми виявили низку нових для флори, рідкісних і цікавих з екологічного, флористичного чи таксономічного погляду представників. Описам цих водоростей та обговоренню даних щодо їх поширення, екологічних особливостей, філогенетичних зв'язків і таксономії присвячена ця стаття.

Матеріали та методи досліджень

Досліджуваним матеріалом стали зразки водоростей з наземних місцезростань — здебільшого обростань кам'янистих субстратів, а також сланей лишайників і мохоподібних, проб повітря тощо, зібрані протягом 2001—2007 рр. під час вивчення водоростей гранітних каньйонів [10] та біодеструкторів пам'яток культурної спадщини України [4].

© Т.І. МИХАЙЛЮК

Усі зразки досліджували за допомогою методу культур. Культури вирощували на агаризованому та рідкому середовищі Болда з потрійним вмістом азоту — 3N BBM [17], за стандартних лабораторних умов, з 12-годинним чергуванням світлової і темної фаз, інтенсивністю освітлення близько 25 мкмоль фотонів \cdot м⁻² \cdot с⁻¹ і температурі +20±5° С. Водорості вивчали за допомогою світлових мікроскопів Микмед 2 вар. 2 і стереомікроскопа МБС 10. Мікрофотографії виготовлені на мікроскопі Olympus BX60 із приєднаною камерою ColorView III з люб'язного дозволу проф. Т. Фрідла (Університет м. Геттінгена, Німеччина) й опрацьовані за програмою Cell[^]D.

Ідентифікацію водоростей проводили за вітчизняними [6, 12] й зарубіжними визначниками [1, 21, 22], а також за монографіями та статтями, в яких аналізувалися окремі таксони [27, 28, 41]. Деякі представники порівнювали зі штамами з колекції культур водоростей Університету м. Геттінгена (SAG) [24].

Результати досліджень та їх обговорення

Загалом за період вивчення водоростей наземних місцезростань України виявлено один новий для флори рід (*Prasiolopsis* Vischer), два нові види

(*Prasiolopsis ramosa* Vischer, *Klebsormidium bilatum* Lokhorst) та чотири види водоростей, що є рідкісними і цікавими знахідками, які характеризуються обмеженим поширенням (*Hormotilopsis gelatinosa* Trainor et Bold, *Deasonia multinucleata* (Deason et H.C. Bold) H. Ettl et Komárek, *Prasiococcus calcarius* (J.V. Petersen) Vischer, *Klebsormidium* sp.). Нижче наводимо відомості про місцезростання знайдених нами видів, поширення їх в Україні та світі, особливості морфології виявлених популяцій, екологічні характеристики та філогенетичні зв'язки цих таксонів, а також ілюстрації.

***Hormotilopsis gelatinosa* Trainor et Bold (рис. 1)**

Клітини водорості широкоеліпсоїдні до сферичних, (11,9)13,2—15,4(18,0) × (15,4)17,6—19,8(21,6) мкм, оточені досить помітним міцним, шаруватим слизом, який виділяється переважно з одного боку клітини, утворюючи шаруваті слизисті «ніжки» (рис. 1, а).

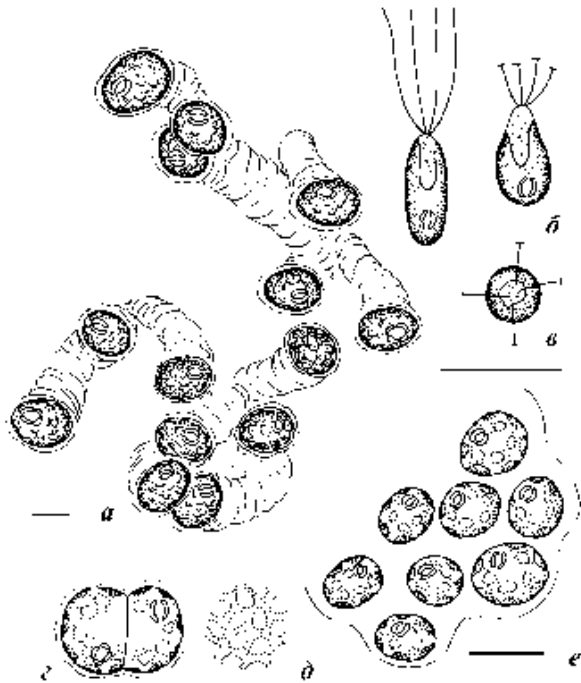


Рис. 1. *Hormotilopsis gelatinosa* Trainor et Bold: а — загальний вигляд дорослих клітин; б, в — зооспори (в — вигляд з боку виходу джгутиків); з—е — молоді клітини (з — деталі будови, д — вигляд хлоропласта, е — загальний вигляд колонії). Масштаб — 10 мкм

Fig. 1. *Hormotilopsis gelatinosa* Trainor et Bold: а — general view of adult cells; б, в — zoospores (в — view from flagella entrance); з—е — young cells (з — cell structure details, д — chloroplast details, е — general view of colony). Scale bars — 10 μm

У молодих культур формуються короткі ніжки, на кінцях яких містяться клітини, в старих культур клітини та групи з 2—4 клітин розташовуються на видовжених, колінчасто-вигнутих і розгалужених слизистих «ніжках». Хлоропласт чашоподібний, зернистий, невиразно-сітчастий, з одним піреноїдом, оточеним 2—4 шкаралупами крохмалю (рис. 1, з—д). Дві пульсуючі вакуолі розташовуються у вирізці хлоропласта, ядро одне. Розмноження відбувається аплано- та зооспорами, що по 2—4 виникають у спорангіях. Зооспори голі, еліпсоїдні до яйце- і краплеподібних, (3,4)3,8—4,3(5,1) × 10,2—11,9 мкм, чотириджутикові (рис. 1, б, в). У них чашоподібний хлоропласт, базальний піреноїд, передньо-середня маленька еліпсоїдна стигма і дві пульсуючі вакуолі спереду. В разі зупинки зооспори округлюються. Молоді клітини сферичні до широкоеліпсоїдних, 6,8—8,5 × 8,1—9,4 мкм, на наш погляд, мають невиразно-сітчастий чашоподібний хлоропласт із піреноїдом, оточеним двома шкаралупами крохмалю, часто зі стигмою (рис. 1, з, д). Молоді клітини оточені тонкими слизистими обгортками (рис. 1, е). З подальшим розвитком слиз стає міцнішим і більш шаруватим, виділяється з одного боку клітини, формуючи ніжку. Хлоропласт розростається й ущільнюється, його сітчастість стає менш виразною, він виглядає дуже зернистим (рис. 1, а).

Місцезнаходження. Гранітні відслонення РЛП «Гранітно-степове Побужжя», урочище «Гард» (нині територія НПП «Бузький Гард», Миколаївська обл., околиці м. Південноукраїнськ), правий берег р. Південний Буг, мікротріщини в гранітних відслоненнях, слань лишайника (як епіфіт) та повітря, проби зібрані в травні 2003 р. Траплявся поодинокі, разом з іншими водоростями родів *Desmococcus* Brand em. Vischer, *Nostoc* Vaucher ex Bornet & Flahault, *Myrmecia* Printz, *Klebsormidium* P.S. Silva, Mattox et Blackwell.

Екологія та поширення. Водорість, ймовірно, тяжіє до наземних, проте вологих умов зростання — ґрунтів, тимчасових водойм тощо. У світі виявлений з локалітетів у США, Бразилії, Великій Британії, Японії [1, 14, 22]. На території України відома знахідка як епіфіта на відмерлому листі в канаві (описаний як *Gloeophyllum fimbriatum* Korschikov) [6] та як ґрунтової водорості з Канівського ПЗ [5, 7]. На гранітних відслоненнях виявлений, ймовірно, як заносний вид з ґрунтів.

Примітка. Вид за класичними системами відносили до збірного порядку *Tetrasporales*, *Chlorophyta* [21], штучність якого була продемонстрована з початком застосування в систематиці цитологічних та молекулярно-філогенетичних даних [7, 18]. На основі ультратонкої будови клітин рід *Hormotilopsis* Trainor et Bold разом із близькими родами *Chaetopeltis* Berthold, *Schizochlamys* A. Braun ex Kütz. та ін. віднесені до порядку *Chaetopeltidales* [30]. Певний час цей порядок розглядався в системі класу *Ulvophyceae*, куди був віднесений з огляду на подібні ультратонкі ознаки [7]. За сучасними молекулярно-філогенетичними відомостями, порядок входить до класу *Chlorophyceae* та близький до *Oedogoniales* і *Chaetophorales* [19, 25, 31]. Синонімом *H. gelatinosa* є описана з території України водорість — *Gloeophyllum fimbriatum* [6], оскільки ці два представники мають близькі морфологічні ознаки та життєвий цикл, проте суттєво різняться за екологічними особливостями й загальним виглядом колоній [41]. Така відмінність між цими видами визнана неістотною і *G. fimbriatum* зведено до синоніміа *H. gelatinosa* [23]. Однак навіть якщо припустити, що ці таксони є одним видом, незрозуміло, чому назва «*Hormotilopsis gelatinosa*» визнана пріоритетною, адже обидві роботи з описами цих таксонів датовані 1953 роком. Окрім того, відомо, що робота О.А. Коршикова написана ще до Другої світової війни, але видана набагато пізніше, вже по смерті автора (загинув у боях). До зведення в синонімію *G. fimbriatum* зазнав ще однієї номенклатурної зміни (*Phyllogloea fimbriata* (Korschikov) P. Silva), оскільки його родова назва була використана в таксонії грибів [39]. Виявлена популяція означеної водорості загалом відповідає діагнозу *H. gelatinosa* [1, 21, 22, 41], проте наші спостереження вказують на дещо іншу будову хлоропласта цього представника. Так, в описі йдеться про чашоподібний хлоропласт, тоді як ми спостерігали чашоподібний невиразно-сітчастий хлоропласт, що особливо добре помітно в молодих клітинах. У дорослих клітин хлоропласт потовщується, його сітчастість стає малопомітною, хоча він виглядає дуже зернистим, пористим і нечітко структурованим, і це проступає навіть на деяких авторських рисунках [41, Fig. 3–6]. Цікаво, що філогенетично близькі до *H. gelatinosa* види родів *Chaetopeltis* та *Schizochlamys* мають сітчасті хлоропласти [6, 21]. Однак така будова хлоропласта не вказана в діагнозі *G. fimbriatum* [6], що разом з іншими відмінностями (складної будови слизистими колоніями, існуванням у перифітонній водойм), імовірно, свідчить про те, що ці таксони — різні представники. На нашу думку, *H. gelatinosa* є рідкісною ґрунтовою водорістю.

Deasonia multinucleata (Deason et H.C. Bold) H. Ettl et Komárek (рис. 2)

Клітини водорості поодинокі, сферичні, часто у скупченнях, неправильні, яйце- та грушоподібні від взаємного стискування (рис. 2, б), 27,1–35,7(45,2) мкм діаметрі. Хлоропласт губчастий, із кількома лакунами, в яких лежать ядра, та з сітчасто-структурованою поверхнею (рис. 2, в, з). Піреноїд один, у центрі хлоропласта, оточений кількома шаралупами крохмалю. Дорослі клітини багатоядерні, пульсуючі вакуолі в них відсутні. Розмноження відбувається

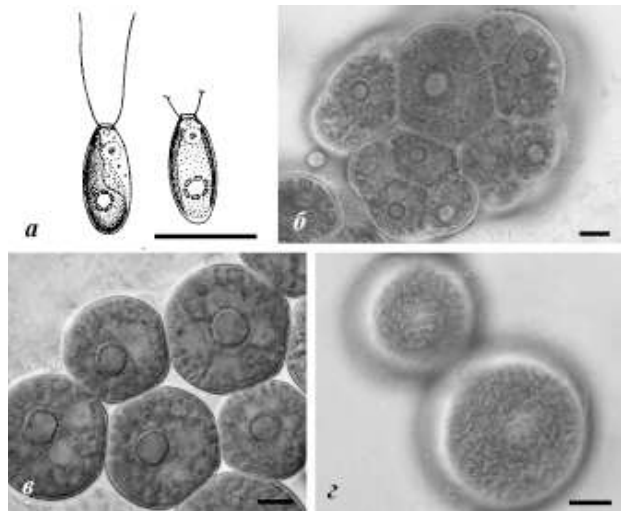


Рис. 2. *Deasonia multinucleata* (Deason et H.C. Bold) H. Ettl et Komárek: а — зооспори; б — скупчення дорослих вегетативних клітин та апланоспорангіїв; в, з — дорослі вегетативні клітини (в — вигляд в оптичному перерізі, з — вигляд з поверхні). Масштаб — 10 мкм

Fig. 2. *Deasonia multinucleata* (Deason et H.C. Bold) H. Ettl et Komárek: а — zoospores; б — complex of adult vegetative cells and aplanosporangia; в, з — adult vegetative cells (в — optical section, з — surface view). Scale bars — 10 μm

аплано- та зооспорами, що по 4–8 виникають у спорангіях. За умов нерозходження апланоспор утворюються досить великі клітинні скупчення. Зооспори вкриті оболонкою, еліпсоїдні, 10,9–12,2 × 4,6–5,1 мкм, з широкою пласкою папілюю, двома джгутиками, передньою паличкоподібною стигмою, переднім ядром і двома передніми пульсуючими вакуолями (рис. 2, а). Мають пристінний хлоропласт, із піреноїдом. У разі зупинки зооспори не округлюються. Молоді клітини широкоеліпсоїдні, із розсіченим хлоропластом, який поступово перетворюється на губчастий.

Місцезнаходження. Гранітні відслонення пам'ятки природи «Голова Чацького» (м. Житомир), переважно серед мохових дернин і зрідка в мікротріщинах гранітних відслонень, зібраний у червні та жовтні 2005 р. Траплявся поодинокі, разом з іншими водоростями родів *Elliptochloris* Tscherm.-Woess, *Klebsormidium*, *Chlorococcum* Menegh., *Chlamydomonas* Ehrenb.

Екологія та поширення. Ґрунтова водорість. У світі відомі знахідки з ґрунтів США, Японії, Перу, Монголії [14, 22]. На території України виявлено лише два місцезнаходження виду, з ґрунтів у зеленій зоні на околицях м. Києва [7] та острова Зміїний (Одеська обл.) [3]. Серед мохових дернин траплявся на часточках ґрунтових наносів.

Примітка. Цілоком відповідає діагнозу даного виду [1, 22], проте морфологічні межі між іншими видами роду нечіткі, тому цей матеріал можна порівняти з іншими видами роду з ґрунтів України — *D. irregularis* (Deason) H. Ettl et G. Gärtner та *D. punctata* (Arce et H.C. Bold) H. Ettl et Komárek [7]. Усі три види роду виявлені з лісових ґрунтів Полісся, Карпат і Лісостепу. Філогенетичне положення роду *Deasonia* H. Ettl et Komárek поки що не встановлено, хоча не виникає сумніву, що цей представник належить до класу *Chlorophyceae* [7, 14].

***Prasiococcus calcarius* (J.B. Petersen) Vischer** (рис. 3, а–в)

Клітини водорості округлі, до широкоеліпсоїдних, мішкоподібних і неправильних, (8,9)9,3–10,7(11,1) × (8,9)11,1–13,3(14,7) мкм. Зібрані в пакетоподібні скупчення по 2–4–8 і більше клітин, іноді формуються зачаткові ниткоподібні утвори (рис. 3, а–в). Хлоропласт центральний, розсічений на вузькі лопаті, Требухія-подібний, у центральній частині містить піреноїд, оточений кількома крохмальними гранулами. Ядро одне, у вирізці хлоропласта. Розмноження — вегетативним клітинним поділом за допомогою десмосхізису (за класифікацією типів клітинного поділу, наведених у роботі Н.П. Масюк [8]) та утворенням апланоспор, які по 2–8 формуються у спорангіях. Апланоспори еліпсоїдної форми, 5,3–6,7 × 8,0–8,9 мкм. Поодинокі клітини нагадують види *Trebouxia*.

Місцезнаходження. Палац «Ліва дія» (околиця м. Ялти, Крим), темно-зелений наліт на вертикальній стінці, складений вапняком, у сильному затінку, зібраний у серпні 2007 р. Разом із cf. *Pseudochlorella* J.W.G. Lund утворював макроскопічне розростання, серед якого поодинокі траплялися види родів *Interfilum* Chodat et Topali, *Dietyochloropsis* Geitler em. Tscherm.-Woess, *Chloroidium* Nadson та ін.

Екологія та поширення. Аерофітна водорість із широким розповсюдженням, космополіт, виявлений на вологому ґрунті та скелях і стінах із кальцієвмісного субстрату [22]. На території України відома лише одна знахідка, зі скель хребта Карагач Карадазького ПЗ (пірокластичні породи) [2].

Примітка. Ця водорість — єдиний представник *Prasiolales* s.s., що формує *Desmococcus*-подібну плеврококоїдну слань, позбавлену гілок. Виявлена популяція цілоком відповідає діагнозу даного виду, лише розмірні характеристики дещо перевищують зазначені в літературі [22]. Порівняння нашого матеріалу зі штамом цього виду, виділеним з каменів та суглинку з передгір'я у Швейцарії (SAG 10.95) (рис. 3, з), показали їх повну морфологічну відповідність. Даного представника зазвичай асоціюють із лужними, багатими на органічні речовини субстратами, що містяться безпосередньо поблизу морських узбе-

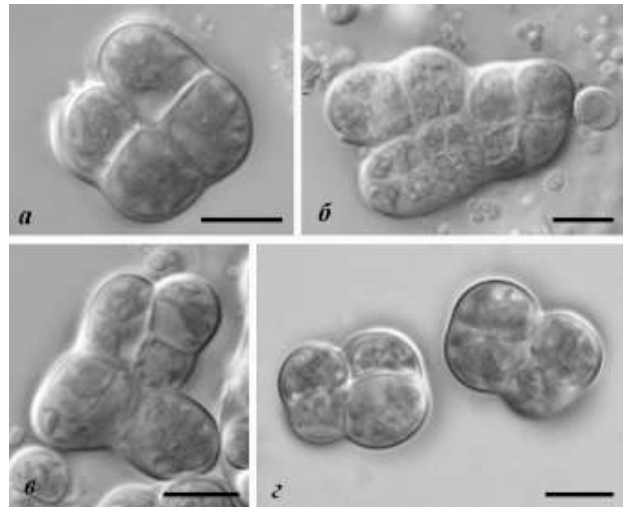


Рис. 3. *Prasiococcus calcarius* (J.B. Petersen) Vischer: а–в — пакетоподібні скупчення вегетативних клітин оригінального матеріалу; з — скупчення вегетативних клітин штаму SAG 10.95. Масштаб — 10 мкм

Fig. 3. *Prasiococcus calcarius* (J.B. Petersen) Vischer: а–в — packet-like complexes of vegetative cells from original material; з — complexes of vegetative cells of strain SAG 10.95. Scale bars — 10 μm

реж [16, 28, 29], хоча є відомості про існування цієї водорості на гранітному субстраті, проте в м'якому, вологому приокеанічному кліматі Північно-Західної Іспанії [32]. Як показують наші матеріали та результати досліджень наших колег, цей вид в Україні також приурочений до приморських регіонів, які відзначаються теплим і вологим кліматом. Очевидно, є рідкісною водорістю на території України, про що докладніше йдеться нижче. Молекулярно-філогенетичні дослідження підтвердили родинні зв'язки *P. calcarius* з іншими прازیоловими водоростями всередині класу *Trebouxiophyceae*; з одного боку, певну відокремленість і самостійність цього роду, а з іншого — близькість до видів *Prasiola* C. Agardh [20, 36].

***Prasiolopsis ramosa* Vischer** (рис. 4, а–з)

Водорість формує плеврококоїдну *Desmococcus*-подібну слань, яка переходить у досить видовжені розгалужені нитки (рис. 4, а–з). Клітини плеврококоїдної слані округлі до широкоеліпсоїдних, 5,1–7,7(11,9) × 5,1–9,4 мкм, зібрані в пакети, які формують великі кубічні та гілкоподібні агрегати розгалужених ниток — барильцеподібні до циліндричних, 7,7–9,4 × 15,5–24,7 мкм. Хлоропласт центральний, розсічений на лопаті, Требухія-подібний, із центральним піреноїдом, оточеним кількома крохмальними гранулами. Ядро одне, у вирізці хлоропласта. Розмноження — вегетативним клітинним поділом за допомогою десмосхізису (за класифікацією типів клітинного поділу,

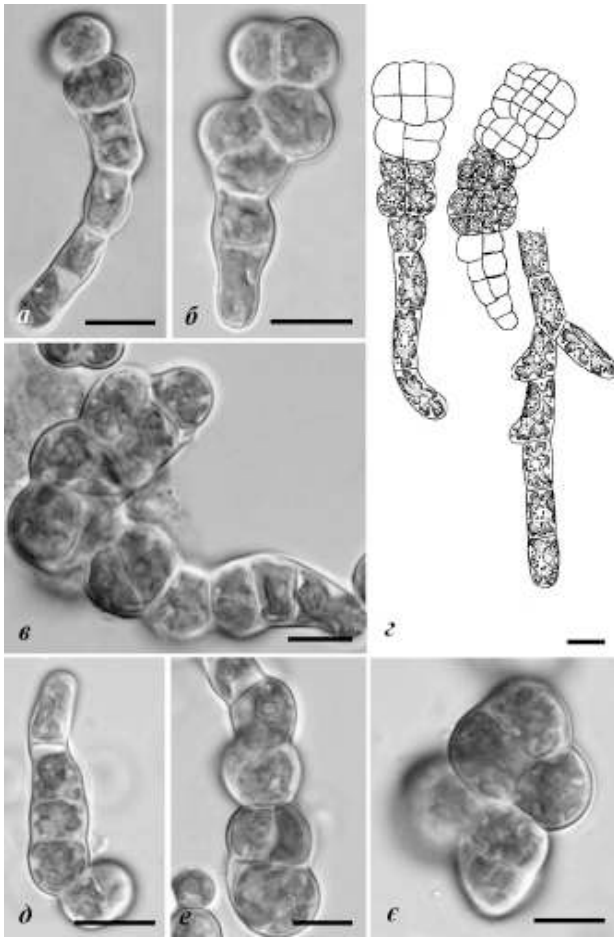


Рис. 4. *Prasiolopsis ramosa* Vischer: а–г — пакето- і ниткоподібна слань оригінального матеріалу; д–е — пакето- і ниткоподібна слань штаму SAG 26.83. Масштаб — 10 мкм

Fig. 4. *Prasiolopsis ramosa* Vischer: а–г — packet- and filamentous-like thallus from original material; д–е — packet- and filamentous-like thallus of strain SAG 26.83. Scale bars — 10 μm

наведених у публікації Н.П. Масюк [8]) та утворенням апланоспор, які по 8–16(32) формуються в спорангіях. Апланоспори еліпсоїдні, $(4)4,8–6,7 \times 8,9–11,6$ мкм. Поодинокі клітини нагадують види *Trebouxia*. На агаризованому середовищі росте шорсткими дернинками, від яких відходять куштики висхідних ниток.

Місцезнаходження. Гранітні відслонення РЛП «Гранітно-степове Побужжя» (нині територія НПП «Бузький Гард», Миколаївська обл., околиці м. Південноукраїнська), острів Гард, мікротріщини в гранітних відслоненнях та слань накипних лишайників (як ліхеноепіфіт), зібраний у вересні 2003 р. Утворював макроскопічні розростання або трапляв-

ся разом з іншими водоростями родів *Elliptochloris*, *Stichococcus* Nägeli, *Desmococcus*, *Gloeocapsa* Kütz.

Екологія та поширення. Аерофітна водорість, розповсюджена в Європі, виявлена на скелях та корі дерев [22]. Для території України ці вид і рід наводяться вперше.

Примітка. Водорість — єдиний представник *Prasiolales* s.s., що формує *Desmococcus*-подібну плеврококоїдну, гілкоподібну розгалужену слань. Виявлена популяція цілком відповідає діагнозу виду [22]. Порівняння цього матеріалу зі штамом *P. ramosa*, виділеним з кори дерев у Швейцарії (SAG 26.83) (рис. 4, д–е), показало їх повну морфологічну відповідність. Як і попередній представник, є рідкісною водорістю на території України, оскільки відомості щодо *Prasiolales* s.s. у наземних та наземно-водних умовах нашої країни обмежуються кількома знахідками *Prasiola crispa* (Lightfoot) C. Agardh та *Schizogonium murale* Kütz. [14]. Проте відомо про значний розвиток та високе таксономічне різноманіття прازیолових водоростей у країнах Західної Європи, в Арктиці й Антарктиді [29, 34–37], причому поряд з типово морськими представниками тут широко розповсюджені наземні види, що мешкають далеко від узбереж, в умовах міст тощо [33]. Описано навіть угруповання прازیолових водоростей, яке рясно і часто розвивалося на корі дерев у Західній Європі — *Prasioletum* [15]. Ці водорості стають рідкісними в Україні через значне потепління та підвищення континентальності клімату порівняно з країнами Північної та Західної Європи, адже вони адаптовані до існування в прохолодних і вологих умовах [35, 37]. Дослідження угруповань прازیолових водоростей у містах Європи, різною мірою віддалених від узбережжя, показало, що з підвищенням континентальності клімату вони поступово заміщуються видами роду *Klebsormidium* [33]. Цікаво, що зовні ці макроскопічні розростання залишаються дуже подібними, оскільки в обох випадках утворені зеленими нитчастими водоростями і розвиваються в подібних наземних місцезростаннях, проте сформовані водоростями, що належать до різних відділів — *Chlorophyta* і *Streptophyta*. Виявлення прازیолових водоростей в Україні можливе в місцях з підвищеною вологістю повітря — неподалік річок, у горах, де і були знайдені *Prasiola crispa* та *Schizogonium murale* [9, 12, 14]. Наші знахідки прازیолових водоростей стосуються узбережжя Криму (*Prasiococcus calcarius*) та острова р. Південний Буг (*Prasiolopsis ramosa*). Щодо останнього місцезростання, то гранітні валуни, в тріщинах яких знайдено цю водорість, здіймаються поблизу води та постійно зрошуються бризками від приострівних порогів. Молекулярно-філогенетичні дослідження показали родинні зв'язки *P. ramosa* з іншими прازیоловими водоростями, а також відокремленість і самостійність цього роду [20, 36]. Виявлена близька генетична спорідненість *P. ramosa* з унікальною за екологічною характеристикою водорістю — *Trichophilus welckeri* Weber-van Bosse (утворює зелений наліт на вовні лінивців) [36] — пізніше була спростована. Генетично близький до *P. ramosa* штам *T. welckeri* (SAG 84.81) виявився також близьким морфологічно і не відповідав діагнозу роду *Trichophilus* Weber-van Bosse [40]. Натомість останню водорість було знайдено в результаті спеціального комплексного вивчення «цвітіння» вовни лінивців. Як з'ясувалося, цей вид є представником іншого класу водоростей — *Ulvophyceae* [40].

***Klebsormidium bilatum* Lokhorst** (рис. 5, *a—e*)

Нитки водорості доволі товсті, довгі та міцні, без вираженої тенденції до дезінтеграції, іноді сплетені в коси, дещо перетягнуті біля поперечних перетинок. Клітини циліндричні до барильцеподібних, завширшки (9,1)9,6—10,0(10,2) мкм, завдовжки (7,3)9,7—13,1(16,6) мкм. Клітинна оболонка досить міцна, на кінцях ниток утворює чіткі Н-подібні фрагменти. Хлоропласт пластинчастий, заповнює 60—70% внутрішньої клітинної поверхні, зазвичай розсічений на 4 великі лопаті (рис. 5, *a—e*). Піреноїд один, великий, оточений кількома рядами дрібних крохмальних гранул. Ядро одне, в цитоплазматичному містку між двома термінальними вакуолями, навпроти піреноїда. Розмноження — фрагментацією ниток. Відоме з літератури розмноження за допомогою зооспор [27] ми не спостерігали. Якщо вирощувати на рідкому живильному середовищі, утворює придонні пучки ниток, на твердому середовищі — шорсткі, дрібнохвилясті колонії.

Місцезнаходження. Гранітні відслонення РЛП «Гранітно-степове Побужжя», урочище Гард (нині територія НПП «Бузький Гард», Миколаївська обл., околиці м. Південноукраїнська), лівий і правий береги р. Південний Буг, поверхня та мікротріщини в гранітних відслоненнях, також проби повітря, зібраний у квітні 2001 р., травні 2003 р. та червні 2006 р. Утворював макроскопічні розростання або траплявся разом з іншими водоростями родів *Elliptochloris*, *Desmococcus*, *Apatococcus* Brand. em. Geitler, *Interfilum*, *Radiococcus* Schmidle.

Екологія та поширення. Наземна водорість із широким розповсюдженням у межах Західної Європи — Швейцарія, Нідерланди, Бельгія. Розвивається на вологому ґрунті та в ґрунті, на корі дерев [27]. Для території України вид наводиться вперше.

Примітка. Приналежність водорості до морфолого-генетичної групи, що об'єднує *K. bilatum* та *K. elegans* Lokhorst, доведена нами молекулярно-філогенетичними методами, на основі аналізу нуклеотидної послідовності ділянки ITS 1, 2 рДНК [11, 38]. Морфологічно цей представник також відповідає діагнозу *K. bilatum* [27] та одному зі штамів виду, виділеному з вологого ґрунту в Бельгії (SAG 5.96) (рис. 5, *z, d*). Проте дані молекулярної філогенії все ж показують певну відокремленість української популяції цього виду від європейських штамів [38]. Очевидно, *K. bilatum* є рідкісною водорістю на території України.

***Klebsormidium* sp.** (рис. 5, *e—i*)

Нитки водорості тонкі і дуже викривлені, легко дезінтегрують до коротких ниточок та поодиноких клітин, перетягнені біля поперечних перетинок, іноді — вервечкоподібні. Клітини ниток у молодій культурі

(віком 2—3 тижні) циліндричні до короткоциліндричних, поодинокі чи в парах — еліпсоїдні, завширшки 5,8—6,3 мкм, завдовжки (3,7)4,0—7,7(9,2) мкм (рис. 5, *e, ж—u*); клітини ниток у старій культурі (віком 2—3 місяці) циліндричні до видовженоциліндричних та видовженоеліпсоїдні, завширшки 6,2—6,8(7,2) мкм, завдовжки (4,5)8,4—11,4 мкм (рис. 5, *e, i*). Клітинна оболонка тонка, на кінцях зрідка утворює нечіткі Н-подібні фрагменти, часто ослизнюється, особливо у поодиноких клітин, формуючи тонкий слизистий шар навколо них. Хлоропласт пластинчастий, заповнює 50—70 % внутрішньої клітинної поверхні, з гладеньким краєм або розсічений на 4 великі лопаті (рис. 5, *z*). Піреноїд один, дрібний, компактний, оточений лише кількома крохмальними гранулами. Ядро одне, у цитоплазматичному містку між двома термінальними вакуолями, навпроти піреноїда. Розмноження — фрагментацією ниток. Якщо вирощувати на рідкому живильному середовищі, то утворює гомогенні придонні нальоти, на твердому середовищі — гладенькі колонії.

Місцезнаходження. Гранітні відслонення на острові р. Рось у м. Богуславі (Київська обл.), поверхня та мікротріщини в гранітних відслоненнях, зібраний у листопаді 2006 р. Утворював макроскопічні розростання або траплявся разом з іншими водоростями родів *Desmococcus*, *Elliptochloris*, *Stichococcus*, *Chloroidium*, *Interfilum*.

Екологія та поширення. Морфологічно надзвичайно подібний до групи *Klebsormidium*, переважно характерної для наґрунтових кірок пустель і саван Південної Африки та інших регіонів з екстремальними умовами [11, 38]. На території України подібні представники раніше не фіксувалися.

Примітка. Цю морфолого-генетичну групу *Klebsormidium* ми нещодавно виявили на основі опрацювання колекції штамів роду з різних регіонів світу [11, 38]. Група достатньо відокремлена від інших представників *Klebsormidium* на генетичному рівні і репрезентує нову лінію в межах роду. До цієї групи ввійшли здебільшого штам *Klebsormidium*, ізольовані з наґрунтових кірок аридних регіонів Південної Африки. Проте один зі штамів виділений із ґрунтів вугільних відвалів Чехії. Очевидно, досліджувана група приурочена до аридних наземних місцезростань і хоча вірогідно переважає в аридних регіонах, також трапляється в помірній зоні у посушливих мікролокалітетах. Морфологія й онтогенез цих представників є відображенням пристосування до середовища, де чергуються короткі вологі та тривалі посушливі періоди. Так, молода нитка, яка розвивається протягом вологого періоду, має дуже короткі клітини та часто чотирилопатеві хлоропласти. Така будова хлоропласта свідчить про початок його поділу, який передує поділу клітини. Отже, молоді нитки водорості перебувають у стані дуже активного клітинного поділу, що відбувається протягом короткочасного вологого

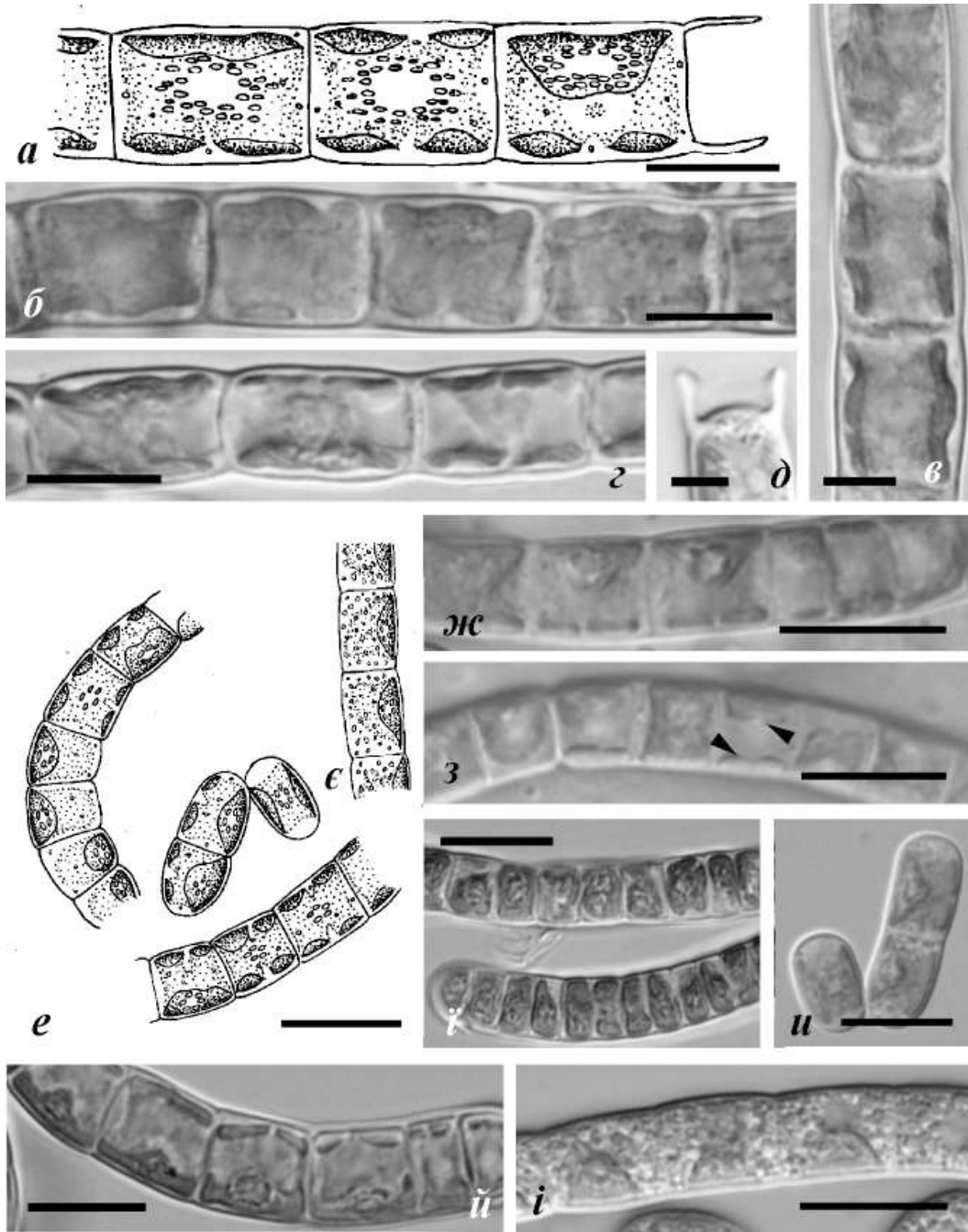


Рис. 5. *a–д* — *Klebsormidium bilatum* Lokhorst: *a–в* — вегетативні нитки оригінального матеріалу, помітно чотирилопатеувий хлоропласт; *г, д* — штам SAG 5.96 (*г* — вегетативна нитка, *д* — H-подібний фрагмент оболонки на кінці нитки); *e–i* — *Klebsormidium* sp.: *e, ж–u* — вегетативні нитки молоді культури (2–3 тижні) (стрілки показують чотирилопатеувий край хлоропласта); *e, i* — вегетативні нитки старої культури (2–3 місяці); *ї, ü* — два інші штами з ґрунтових кірок Південної Африки (Biota 14621-6 (*ї*) та Biota 14614-18 (*ü*)). Масштаб — 10 мкм (*a, б, г, e–ü*), 5 мкм (*в, д*)

Fig. 5. *a–д* — *Klebsormidium bilatum* Lokhorst: *a–в* — vegetative filaments of original material, four-lobed chloroplast is visible; *г, д* — strain SAG 5.96 (*г* — vegetative filament, *д* — H-like fragment of cell wall on the end of filament); *e–i* — *Klebsormidium* sp.: *e, ж–u* — vegetative filaments of young culture (2–3 weeks) (arrows show four-lobed edge of chloroplast); *e, i* — vegetative filaments of old culture (2–3 months); *ї, ü* — two other strains from soil crusts of South Africa (Biota 14621-6 (*ї*) and Biota 14614-18 (*ü*)). Scale bars — 10 μm (*a, б, г, e–ü*), 5 μm (*в, д*)

періоду. Далі, ймовірно, з настанням посухи, клітинний поділ уповільнюється і клітини ростуть поступово, видовжуючись та набуваючи циліндричної форми. У старих культурах, що відповідають посушливому періоду, клітини видовжено-циліндричні і загальний вигляд ниток доволі різниться від такого в молодих культур. Цих змін форми клітини протягом онтогенезу не помічено в інших групах *Klebsormidium*, як правило, їхні клітини довші в молодих культурах, незначно або суттєво вкорочуючись у старих, залежно від виду. Одним із пристосувань цих водоростей до посушливих умов є також дуже викривлені нитки, які у певних африканських штамів формують навіть клубкоподібні скупчення та кластероподібні колонії, що, як відомо, також забезпечують утримання вологи всередині таких агрегатів [26, 29]. З українського штаму, на жаль, не вдалося отримати молекулярно-філогенетичних даних через контамінацію культури хітридіальними грибами, проте морфологічні ознаки водорості цілком відповідають таким в африканських штамів (рис. 5, *i–j*). Гранітні відслонення острова на р. Рось характеризувалися доволі посушливими умовами, тобто ці водорості можуть бути віднесені до аридних мікромісцезростань, де можливий розвиток даної морфолого-генетичної групи *Klebsormidium*. Дослідження подібних місцезростань України, ймовірно, підтвердить знахідки таких водоростей.

Автор висловлює щирю подяку канд. біол. наук Е.М. Демченко (Київський національний університет імені Тараса Шевченка), канд. біол. наук Т.М. Дарієнко та канд. біол. наук А.О. Войцехович (Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України) за допомогу у відборі проб водоростей, а також проф. Т. Фрідлу (Університет м. Геттінгена, Німеччина) за можливість дослідження водоростей на обладнанні його лабораторії та порівняння нашого матеріалу зі штамами колекції SAG.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андреева В.М. Почвенные и аэрофильные зелёные водоросли (*Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales*). — СПб.: Наука, 1998. — 351 с.
2. Войцехович А.О. Водоростевий компонент лишайників Карадазького природного заповідника: Дис. ... канд. біол. наук. — Київ, 2011. — 360 с.
3. Дарієнко Т.М. Загальна характеристика та особливості видового складу водоростей позаводних місцезростань острова Зміїний (Чорне море, Україна) // Укр. ботан. журн. — 2012. — **69**, № 1. — С. 111–124.
4. Дарієнко Т.М., Михайлюк Т.И., Войцехович А.А. Водоросли — биодеструктори пам'яток культури Масандровського і Ливадійського дворців (Крим, Україна) // Урбоєкосистеми: проблеми і перспективи розвитку: мат-лы III Междунар. науч.-практ. конф. — Ишим: Изд-во ИГПИ им. П.П. Ершова, 2008. — Вып. 3. — С. 85–87.
5. Демченко Э.Н., Михайлюк Т.И., Рыбчинский О.В. Почвенные водоросли основных стадий вторичной сукцессии на правобережном массиве Каневского природного заповедника (Украина) // Альгология. — 1998. — **8**, № 4. — С. 400–410.

6. Коршиков О.А. Підклас протококові (*Protococcineae*). Вакуольні (*Vacuolales*) та Протококові (*Protococcales*) // Визначник прісноводних водоростей Української РСР. — К.: Вид-во АН УРСР, 1953. — Вип. 5. — 440 с.
7. Костіков І.Ю., Романенко П.О., Демченко Е.М., Дарієнко Т.М., Михайлюк Т.И., Рыбчинский О.В., Солоненко А.М. Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори). — К.: Фітосоціоцентр, 2001. — 300 с.
8. Масюк Н.П. Різноманітність способів ділення клітин евкаріотичних водоростей та принципи її класифікації // Укр. ботан. журн. — 1997. — **54**, № 3. — С. 221–231.
9. Масюк Н.П., Костіков І.Ю. Нове місцезнаходження рідкісної водорості *Schizogonium murale* Kütz. // Укр. ботан. журн. — 1984. — **41**, № 5. — С. 37–41.
10. Михайлюк Т.И., Кондратюк С.Я., Нипорко С.О., Дарієнко Т.М., Демченко Е.М., Войцехович А.О. Лишайники, мохоподібні та наземні водорості гранітних каньйонів України. — К.: Альтерпрес, 2011. — 398 с.
11. Михайлюк Т.И., Лукешова А., Массальський А., Фрідл Т. Молекулярна філогенія, таксономія і біологія наземних водоростей порядку *Klebsormidiales* (*Klebsormidiophyceae, Streptophyta*) // Молекулярна філогенія і сучасна таксономія наземних спорових рослин / Відп. ред. С.Я. Кондратюк. — К.: Наук. думка, 2013. — С. 95–145.
12. Мошкова Н.О. Улотриусові водорості — *Ulotrichales*. Кладофорові водорості — *Cladophorales* // Визначник прісноводних водоростей Української РСР. — К.: Наук. думка, 1979. — Вип. VI. — 498 с.
13. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Cyanoprocarota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta, and Rhodophyta* / Ed. by P.M. Tsarenko, S.P. Wasser & E. Nevo. — Liechtenstein: A.R.G. Gantner Verlag, Ruggell, 2006. — Vol. 1. — 713 p.
14. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Chlorophyta*. / Ed. by P.M. Tsarenko, S.P. Wasser & E. Nevo. — Liechtenstein: A.R.G. Gantner Verlag, Ruggell, 2011. — Vol. 3. — 511 p.
15. Barkmann J.J. The epiphytic algal associations // Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. — Assen, Netherlands: Van Gorcum & Comp. N.V. — G.A. Hak & Dr. H.J. Prakke, 1958. — P. 341–350.
16. Belcher J.H. *Prasiococcus calcarius* (Boye Pet.) Vischer in the South Sandwich Islands // Brit. Phycol. J. — 1969. — **4**. — P. 119–120.
17. Bischoff H.W., Bold H.C. Some algae from enchanted rock and related algae species // Phycol. Stud. — 1963. — **6318**. — P. 1–95.
18. Booton G.C., Floyd G.L., Fuerst P.A. Polyphyly of tetrasporalean green algae inferred from nuclear small-subunit ribosomal DNA // J. Phycol. — 1998. — **34**. — P. 306–311.
19. Buchheim M.A., Sutherland D.M., Schleicher T., Förster F., Wolf M. Phylogeny of *Oedogoniales, Chaetophorales* and *Chaetopeltidales* (*Chlorophyceae*): inferences from sequence-structure analysis of ITS2 // Ann. Bot. — 2012. — **109**(1). — P. 109–116.
20. Eliáš M., Neustupa J. *Pseudomarvania*, gen. nov. (*Chlorophyta, Trebouxiophyceae*), a new genus for «budding» subaerial green algae *Marvania aerophytica* Neustupa et Šejnohová and *Stichococcus ampulliformis* Handa // Fottea. — 2009. — **9**(2). — P. 169–177.

21. Ettl H., Gärtner G. *Chlorophyta* II. *Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales* // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd.10. — Jena: Gustav Fischer Verlag, 1988. — 436 S.
22. Ettl H., Gärtner G. Syllabus der Boden-, Luft-, und Flechtenalgen. — Stuttgart; Jena; New York: Gustav Fischer, 1995. — 710 S.
23. Fott B., Kalina T. Zur Klärung einiger tetrakonten Grünalgen // Preslia. — 1965. — 37(4). — P. 369—370.
24. Friedl T., Lorenz M. The Culture Collection of Algae at Göttingen University (SAG): a biological resource for biotechnological and biodiversity research // Proc. Env. Sci. — 2012. — 15. — P. 110—117.
25. Friedl T., Rybalka N. Systematics of the green algae: a brief introduction of the current status // Progr. Botany. — 2012. — 73. — C. 259—280.
26. Karsten U., Lütz C., Holzinger A. Ecophysiological performance of the aeroterrestrial green alga *Klebsormidium crenulatum* (Charophyceae, Streptophyta) isolated from an alpine soil crust with an emphasis on desiccation stress // J. Phycol. — 2010. — 46. — P. 1187—1197.
27. Lokhorst G.M. Comparative taxonomic studies on the genus *Klebsormidium* (Charophyceae) in Europe // Cryptogamic Studies. Vol. 5. — Stuttgart; Jena; New York: Gustav Fisher, 1996. — 132 p.
28. Lund J.W.G. A genus new to Poland: *Prasiococcus* Vischer // Acta Hydrobiol. — 1956. — 8, Suppl. 1. — P. 303—309.
29. Nienow J.A. Ecology of subaerial algae // Nowa Hedwigia, Beiheft. — 1996. — 112. — P. 537—552.
30. O'Kelly C.J., Watanabe S., Floyd G.L. Ultrastructure and phylogenetic relationships of *Chaetopeltidales* ord. nov. (Chlorophyta, Chlorophyceae) // J. Phycol. — 1994. — 30. — P. 118—128.
31. Pröschold T., Leliaert F. Systematics of the green algae: conflict of classic and modern approaches // Unraveling the algae: the past, present, and future of the algae systematics / Brodie J., Lewis J. (Eds.). — Taylor and Francis, 2007. — P. 123—153.
32. Rifón-Lastra A., Noguero-Laso A. Green algae associated with the granite walls of monuments in Galicia (NW Spain) // Cryptogam. Algol. — 2001. — 22(3). — P. 305—326.
33. Rindi F., Guiry M.D. Composition and spatial variability of terrestrial algal assemblages occurring at the bases of urban walls in Europe // Phycologia. — 2004. — 43(3). — P. 225—235.
34. Rindi F., Guiry M.D., Barbiero R.P., Cinelli F. The marine and terrestrial *Prasiolales* (Chlorophyta) of Galway City, Ireland: a morphological and ecological study // J. Phycol. — 1999. — 35. — P. 469—482.
35. Rindi F., McIvor L., Guiry M.D. The *Prasiolales* (Chlorophyta) of Atlantic Europe: an assessment based on morphological, molecular, and ecological data, including the characterization of *Rosenvingiella radicans* (Kützinger) comb. nov. // J. Phycol. — 2004. — 40. — P. 977—997.
36. Rindi F., McIvor L., Sherwood A.R., Friedl T., Guiry M.D., Sheath R.G. Molecular phylogeny of the green algal order *Prasiolales* (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) // J. Phycol. — 2007. — 43. — P. 811—822.
37. Rindi F., Allali H.A., Lam D.W., Lopez-Bautista M. An overview of the biodiversity and biogeography of terrestrial green algae // Biodiversity Hotspots / V. Rescigno et al. (eds.). — Nova Sci. Publ., Inc., 2009. — P. 1—25.
38. Rindi F., Mikhailyuk T.I., Sluiman H.J., Friedl T., López-Bautista J.M. Evolutionary patterns and phylogenetic relationships in the green algal order *Klebsormidiales* (Klebsormidiophyceae, Streptophyta) // Mol. Phyl. Evol. — 2011. — 58(2). — P. 218—231.
39. Silva P.S. Remarks on algal nomenclature II // Taxon. — 1959. — 8(2). — P. 60—64.
40. Suutari M., Majaneva M., Fewer D.P., Voirin B., Aiello A., Friedl T., Chiarello A.G., Blomster J. Molecular evidence for a diverse green algal community growing in the hair of sloths and a specific association with *Trichophilus welckeri* (Chlorophyta, Ulvophyceae) // BMC Evol. Biol. — 2010. — 10: 86 <http://www.biomedcentral.com/1471-2148/10/86>
41. Trainor F.R., Bold H.C. Three new unicellular chlorophyceae from soil // Amer. J. Bot. — 1953. — 40. — P. 758—767.

Рекомендує до друку
П.М. Царенко

Надійшла 26.12.2012 р.
Т.И. Михайлюк

Т.И. Михайлюк
Институт ботаники имени Н.Г. Холодного НАН Украины,
г. Киев

НОВЫЕ ДЛЯ ФЛОРЫ УКРАИНЫ И РЕДКИЕ ЗЕЛЕНЫЕ И СТРЕПТОФИТОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ С НАЗЕМНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ

Сообщаются данные о новых для флоры Украины, редких и интересных во флористико-экологическом и таксономическом аспектах зеленых и стрептофитовых водорослей, выявленных с наземных местообитаний Украины — *Hormotilopsis gelatinosa* Trainor et Bold, *Deasonia multinucleata* (Deason et H.C. Bold) H. Ettl et Komárek, *Prasiococcus calcarius* (J.B. Petersen) Vischer, *Prasiolopsis ramosa* Vischer, *Klebsormidium bilatum* Lokhorst, *Klebsormidium* sp. Приведены их описания, иллюстрации, информация об экологических особенностях, распространении в Украине и мире, филогенетических связях и др.

Ключевые слова: *Hormotilopsis gelatinosa*, *Deasonia multinucleata*, *Prasiococcus calcarius*, *Prasiolopsis ramosa*, *Klebsormidium bilatum*, *Klebsormidium* sp., *новые находки*, *редкие виды*, Chlorophyta, Streptophyta, наземные местообитания, Украина.

T.I. Mikhailyuk

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

NEW FOR THE FLORA OF UKRAINE AND RARE GREEN AND STREPTOPHYCEAN ALGAE FROM TERRESTRIAL HABITATS

Data about new for the flora of Ukraine and rare, interesting in floristic, ecological and taxonomic aspects, green and streptophycean algae found in terrestrial habitats of Ukraine (*Hormotilopsis gelatinosa* Trainor et Bold, *Deasonia multinucleata* (Deason et H.C. Bold) H. Ettl et Komárek, *Prasiococcus calcarius* (J.B. Petersen) Vischer, *Prasiolopsis ramosa* Vischer, *Klebsormidium bilatum* Lokhorst, *Klebsormidium* sp.) are presented. Descriptions, figures, information about ecological peculiarities, distribution in Ukraine and worldwide, phylogenetic relationships etc. are provided.

Key words: *Hormotilopsis gelatinosa*, *Deasonia multinucleata*, *Prasiococcus calcarius*, *Prasiolopsis ramosa*, *Klebsormidium bilatum*, *Klebsormidium* sp., *new findings*, *rare species*, Chlorophyta, Streptophyta, *terrestrial habitats*, Ukraine.