

***Aegagropila linnaei* Kütz. (Chlorophyta), *Paludicola keratophyta* (Bory) M.L.Vis et Necchi (Rhodophyta) та *Lychnothamnus barbatus* (Meyen) Leonhardi (Charophyta) – кандидати на включення до Червоної книги України**

Березовська В.Ю.

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України

вул. Терещенківська, 2, Київ 01601, Україна

betulaceae@ukr.net

(<https://orcid.org/0000-0002-0682-6984>)

Надійшла до редакції 04.08.2022. Після доопрацювання 08.08.2022. Підписана до друку 10.08.2022.

Опублікована 29.09.2022

Реферат. Представлено результати аналізу різноманіття рідкісних водоростей України. Обговорюються підстави для включення до четвертого видання Червоної книги України видів: *Aegagropila linnaei* Kütz. (*Cladophorales*, *Chlorophyta*), *Paludicola keratophyta* (Bory) M.L.Vis et Necchi (*Batrachospermales*, *Rhodophyta*) та *Lychnothamnus barbatus* (Meyen) Leonhardi (*Charales*, *Charophyta*). Подано їхні описи, номенклатурну історію, екологічні особливості та типологічну приуроченість. Узагальнено інформацію про поширення в Україні та світі згаданих видів, пропонується до захисту на державному рівні. Публікацію проілюстровано оригінальними світлинами та рисунками. Відомості доповнені картосхемами із зазначеними локалітетами зростання.

Ключові слова: водорості, Червона Книга України, рідкісні та зникаючі види, охорона біорізноманіття, *Rhodophyta*, *Charophyta*, *Chlorophyta*

Citation. Berezovska V.Yu. 2022. *Aegagropila linnaei* Kütz. (*Chlorophyta*), *Paludicola keratophyta* (Bory) M.L.Vis et Necchi (*Rhodophyta*) and *Lychnothamnus barbatus* (Meyen) Leonhardi (*Charophyta*) – candidates for inclusion in the Red Data Book of Ukraine. *Algologia*. 32(3): 207–223. <https://doi.org/10.15407/alg32.03.207>

Вступ

До третього видання Червоної книги України. Рослинний світ. (Didukh, 2009b) включено 826 видів рослин та грибів, з них водорості представлені 60 видами, що становить всього 7% загального різноманіття видів, що увійшли до третього видання. Це на 72% більше, ніж представлено у другому виданні ЧКУ, що свідчить про посилення цілеспрямованої роботи науковців щодо оцінки екологічного статусу виявлених в Україні видів макроводоростей та розроблення заходів їхньої охорони. Однак питання

© Березовська В.Ю., 2022

представленості цієї групи рослин у Червоній книзі України достатньою кількістю видів залишається відкритим та дискусійним.

За час, що минув після виходу третього видання ЧКУ, накопичені нові відомості про рідкісні та зникаючі види водоростей, відзначені нові місцезнаходження, здійснена ревізія існуючих локалітетів зростання, вказані зміни стану популяцій видів (Tkachenko et al., 2014; Borisova, 2016; Berezovska, 2018; Sadogurska, 2019; Sadogurskiy et al., 2019; та ін.).

За цей час таксономічно-номенклатурні зміни торкнулися значної кількості видів.

Частково нами вже опубліковані деякі відомості, зокрема щодо десмідієвої водорості *Bambusina borrieri* (Ralfs) Cleve, включеної до третього видання ЧКУ (Didukh, 2009b). Аналіз літературних та оригінальних даних засвідчив, що загалом в Україні відомо 22 місцезростання цього виду, з яких 5 локалітетів нині втрачено. Відносно невелика кількість місцезнаходжень виду при невеликій кількості нових локалітетів та тенденція до знищення місцезнаходжень зумовлюють необхідність внесення виду до переліку рослинних об'єктів у четвертому виданні ЧКУ (Berezovska et al., 2021).

Метою цієї роботи є оцінка та критичний аналіз стану популяцій деяких рідкісних видів водоростей української флори, рекомендованих до включення у четверте видання ЧКУ.

Матеріали та методи

Матеріалом для роботи слугували альгологічні проби, відібрані різними дослідниками (О.В. Буровою, О.В. Борисовою, Д.О. Капустіним, П.М. Царенком та Д.О. Якушенком) з водойм України у 2007–2020 рр., опрацьовані також оригінальні збори та гербарні зразки автора.

Результати та обговорення

Проведено критичний аналіз представників альгофлори у третьому виданні ЧКУ. Складено перелік критичних видів серед відомого різноманіття водоростей України, які в першу чергу потребують додаткових еколого-ценотичних і популяційних досліджень та охорони. У результаті проведених досліджень, моніторингу та критичного аналізу літературних відомостей виявлені види водоростей, які потребують охорони на законодавчому рівні та внесення до четвертого видання ЧКУ. Зокрема, до Національної комісії з питань ЧКУ нами були подані пропозиції та обґрунтування включення трьох видів макроводоростей до четвертого видання, що були погоджені. Дана пропозиція була реалізована через наказ

Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 15 лютого 2021 р. № 111 «Про затвердження переліків видів рослин та грибів, що заносяться до Червоної книги України (рослинний світ), та видів рослин і грибів, що виключені з Червоної книги України (рослинний світ)» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0370-21#Text>).

Нижче наводимо опис та детальну інформацію для кожного виду.

***Aegagropila linnaei* Kütz.**

Егагропіла Ліннея або «**кладофора куляста**», також відома як озерна чи мохова кулька (англ. Lake Ball, яп. Marimo).

Базіонім: *Conferva aegagropila* L. 1753. Spec. Plant. 2: 1167, 1168

Основні синоніми: *Aegagropila armeniaca* (Wittr.) Heering, *A. holsatica* Kütz., *A. sauteri* (Nees) Kütz., *Cladophora aegagropila* (L.) Rabenh., *C. aegagropila* var. *bulnheimii* Rabenh., *C. aegagropila* var. *sauteri* (Nees) Rabenh., *C. profunda* F.Brand, *C. sauteri* (Nees) Kütz.

Aegagropila linnaei Kütz. – зелена макроскопічна водорість класу *Ulvophyceae*, порядку *Cladophorales*, родини *Pithophoraceae*, населяє прісні та солонуваті водойми.

Цей вид був описаний К. Ліннеєм у 1753 р. як *Conferva aegagropila* Linnaeus. Пізніше Ф. Кютцинг (Kützing, 1843) виокремив два роди: *Aegagropila* Kütz. і *Cladophora* Kütz. та запропонував нову номенклатурну комбінацію – *Aegagropila linnaei* Kütz. Проте невдовзі, спираючись на морфологічні ознаки, він перемістив більшість морських та прісноводних видів роду *Aegagropila* до *Cladophora* (Kützing, 1843, 1849). Відтоді в наукових публікаціях протягом тривалого часу куляста макроскопічна водорість згадувалася як *Cladophora aegagropila* (Linnaeus) Trevisan (Van den Hoek, 1963; Ludwig, Schnittler, 1996; Tolstoy, Österlund, 2003) та *Cladophora sauteri* (Nees) Trevisan (Yoshida, 1964; Hirose et al., 1977). До того, як з'явилася можливість застосовувати молекулярно-біологічні методи, існувало припущення, що егагропіла є комплексом видів роду кладофора подібної морфологічної форми, що формують специфічні галушення лише за певних відповідних біотопічних та екологічних умов (Nakai et al., 2021).

Талом *Aegagropila linnaei* сифонокладального типу. Водорість формує кулясті колонії діаметром від 3 см. Інсерція гілок латеральна. Клітини основної нитки до 200 мкм завш., апікальні – до 70 мкм, оболонка клітин товста. Розмноження відбувається двома шляхами: природним поділом колонії внаслідок підвищення температури або концентрації вуглекислого газу та діленням рослини на фрагменти механічним шляхом. У природі зустрічаються популяції, в яких представлені екземпляри розміром

кількох десятків сантиметрів в діаметрі (Nakai et al., 2021). При температурі води вище 26 °С кулясті колонії розпадаються та гинуть.

Вид зустрічається в кількох різних формах зростання, залежно від умов навколишнього середовища (Waern, 1952; Niiyama, 1989; Togashi et al., 2014).

Зокрема, крім вище описаних кулястих колоній, водорість може зростати у вигляді незакріплених «килимів», вільно плаваючих над субстратом або на мілководді, або у вигляді прикріплених епілітних чи епізойних ниток. Вченими були запропоновані різні теорії утворення кулястих форм, але зазвичай припускається, що їхнє утворення є результатом різних механічних процесів через рух води та присутність певних видів, які сприяють заплутуванню. Усе це сприяє формуванню жорсткої текстури, утворенню ризоїдів і певній моделі росту після стирання апікальних клітин під час перекочування на осаді (Boedeker, Immers, 2009).

Загальне поширення виду характеризують як палеоарктичне (Van den Noek, 1963). Вид поширений у Європі, країнах Азії та Японії, незначна кількість знахідок відома в Північній Америці (Guiry, Guiry, 2022).

За дослідженнями К. Бедекера зі співавт. (Boedeker et al., 2010b), у світі відомо 268 місцезростань *A. linnaei*, проте за останні 50 років спостерігається тенденція до різкого зменшення їх кількості та скорочення чисельності природних популяцій. Найбільша кількість знахідок відмічена у Швеції – 55, Німеччині – 33, Великій Британії – 32, Японії – 21, Росії – 19 та Ісландії – 10 (Boedeker et al., 2010b). Це можна пояснити наявністю на території цих країн значної кількості оліготрофних водойм.

Егагропіла є природним фільтратором, надає перевагу чистим водам з нейтральним середовищем по відношенню до рН та жорсткості. При підвищенні температури водного середовища колонії руйнуються та гинуть. Вид населяє прісні та солонуваті водойми, переважно прісноводні озера та стариці рік. Розвивається на глибині від 1 до 30 м. Інтенсивність світла не є лімітуючим чинником. Оптимальна температура води для зростання становить 22–26 °С. Вплив евтрофікації до кінця не вивчений, проте зниження чисельності популяцій пов'язує з цим явищем (Boedeker et al., 2010).

Відзначена тенденція до зменшення популяцій виду в світі. Зокрема, стрімке зменшення площі розростань спостерігали на аерознімках, зроблених над озером Міватн на півночі Ісландії неподалік вулкана Крапла упродовж 1963–2000 рр. (Einarsson et al., 2004). Аналізуючи аерознімки, можна прослідкувати, як площа популяцій егагропіли в озері

суттєво зменшилася за останні 50 років. Про місцезнаходження *Aegagropila linnaei* в Нідерландах не повідомлялося більше 50 років. Беручи до уваги історію евтрофікації в цих озерах, можна припустити, що вид зник у цих місцях у 1960–1970-х рр. Деякі з перших зареєстрованих локалітетів зростання виду були відновлені нещодавно, тому в них можлива повторна колонізація, якщо цьому на завадить слабкий потенціал виду до відновлення популяції (Boedeker, Immers, 2009).

Кульки *A. linnaei* зникли також в оз. Целлер в Австрії приблизно починаючи з 1910 р., наймовірніше, також у результаті діяльності людини (Nakazawa, 1973). З тих пір повідомлялося лише про прикріплену ниткоподібну форму цього виду (Kann, Sauer, 1982).

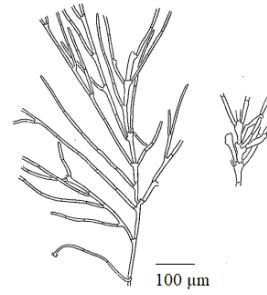
Не менш шкідливим є антропогенний вплив, оскільки егагропіла давно є улюбленим об'єктом акваріумістики, значна частина екземплярів з природи вилучається неконтрольовано. *Aegagropila linnaei* характеризується дуже повільними темпами росту та погано витримує конкуренцію з судинними рослинами (Boedeker et al., 2010a). Особливо вразливими є озерні популяції (Boedeker, Immers, 2009; Chemeris, 2011). Вид імпортується в Європу з Азії. У той же час відомості про інтродукцію в природне середовище відсутні.

За даними К. Бедекера та А. Іммерс, *A. linnaei* охороняється на державному рівні в Великій Британії, Естонії, Ісландії, Німеччині, Росії, Швеції та Японії. Вид запропоновано внести до національного червоного списку Нідерландів (Boedeker, Immers, 2009). Кладофора куляста включена також до Червоної книги Республіки Білорусь (Red Data Book..., 2005). Їйому надана 3 категорія охорони, що включає в себе таксони, які не знаходяться під прямою загрозою зникнення, проте у майбутньому їм може загрожувати вимирання.

Перша згадка про місцезнаходження виду в Україні датується 1980 р., проте без деталізації місцезнаходження (Vinogradova et al., 1980). Пізніше було оприлюднено відомості про 3 локалітети: оз. Редичі на території Черемського природного заповідника у Маневичському р-ні Волинської обл. (Tsarenko, Konischuk, 2006); оз. Біле у Рівненському природному заповіднику, Володимирецький р-н Рівненської обл. (Orlov et al., 2009) та оз. Світязь у Щацькому національному природному парку (неопубл. дані, 2018). Інформація стосовно чисельності особин в озерах Редичі та Біле відсутня (див. рис. 1).



1



2



3



4

Рис. 1 *Aegagropila linnaei*: 1 – зовнішній вигляд колонії; 2 – штрихове зображення (Vinogradova et al., 1980); 3 – галуження бічних гілок талому (x40; масштаб лінійки 100 μ); 4 – поширення егагропіли на території України

На берегах оз. Світязь можна спостерігати ділянки, де проективне покриття угруповання *A. linnaei* на піщаному дні сягає 75–80% на квадратний метр, утворюючи суцільні килими, які простягаються вглиб водойми на декілька метрів. У минулих роках було відзначено ділянки з домінуванням харової водорості *Chara delicatula* із включеннями кулястої кладофори (Orlov et al., 2009). Треба зауважити, що синтаксономія угруповань зелених водоростей в Україні все ще не розроблена.

Під час мікроскопіювання нами виявлено, що кулясті колонії *A. linnaei* утворюють щільні угруповання разом з *Cladophora glomerata*. На основних та бічних гілках егагропіли виявлено ряд видів-епіфітів, переважно з відділу *Bacillariophyta*.

Серед описаних у світі асоціацій із участю кулястих форм егагропіли можна згадати асоц. *Aegagropiletum benthonicum* (Mathiesen, Mathiesen, 1992). Угрупування егагропільних кладофор рекомендують розглядати в складі союзу *Cladophorion fractae* Margalef, порядку *Stigeoclonietalia tenuis* Arendt, класу *Stigeocloniotea tenuis* Arendt (Mucina et al., 2016).

Локалітет на оз. Світязь привертає особливу увагу, оскільки колонії, що формують великі кулі (діаметром більше 10 см) зустрічаються досить рідко. Зокрема, їх відзначали дослідники озер Міватн в Ісландії (Einarsson et al., 2004) та Акан у Японії (Nakai et al., 2021). Облік та моніторинг таких ділянок у водоймі є доцільним. Загальновідомим фактом є вилов колоній з природнього середовища відпочиваючими та акваріумістами, що аргументують свою діяльність начебто великою кількістю особин і не вбачають у тому шкоди. Проте, зважаючи на біологічні особливості відтворення виду та відсутність інформації про інтродукцію, науковці не можуть прогнозувати та гарантувати, що егагропіла не зникне з озера через кілька десятків років.

Враховуючи викладену вище інформацію, включення *Aegagropila linnaei* до четвертого видання Червоної книги є доцільним. За нашою оцінкою, кладофора куляста є рідкісним видом, а згідно з категоріями та критеріями МСОП, даному виду в Україні слід надати статус «вразливий» (VU).

Серед заходів збереження слід рекомендувати контроль та охорону природних місцезростань популяцій *A. linnaei*, моніторинг модельних ділянок, встановлення аргументованих норм та контролю за понаднормовим виловом особин, риболовлі, контроль за гідрологічними та гідрохімічними показниками водойм. Необхідне створення альгорезерватів у межах районів, де розвивається вид. Доцільним є також створення науково-дослідних ділянок для моніторингу змін чисельності та динаміки популяцій виду.

Paludicola keratophyta (Bory) M.L.Vis et Necchi

Примітка: 1. У наказі Міндовкілля вид подано як *Batrachospermum keratophytum* Bory.

Палудікола кератофітна

Базионім: *Batrachospermum keratophytum* Bory

Синоніми: *Lemanea australasica* Sonder, *Batrachospermum keratophytum* Bory, *B. suevorum* Kütz., *B. vagum* var. *suevorum* (Kütz.) Rabenhorst

Paludicola keratophyta, що наводилась для України як *Batrachospermum keratophytum* Bory emend. R.G.Sheath et al. (Vis, Kapustin, 2009), – рідкісний представник прісноводних червоних водоростей з родини *Batrachospermaceae* (відділ *Rhodophyta*).

Відтоді, як розпочалися перші філогенетичні дослідження порядку *Batrachospermales*, стало зрозуміло, що рід *Batrachospermum* є парафілетичною групою (Vis, Necchi, 2021). Секція *Turfosa* роду *Batrachospermum* була останньою таксономічною групою, що потребувала ревізії. Були отримані нові сиквенси видів з Європи та Сполучених штатів Америки, що доповнили вже доступні послідовності. Філогенетичний аналіз із використанням послідовностей *rbcL* та *COI-5P* показав, що ця секція є добре підтриманою кладою, відмінною від секції *Batrachospermum* та родів, описаних на її основі. Отже секція *Turfosa* нині отримала статус роду *Paludicola* Necci et M.L.Vis (Vis et al., 2020).

Для розрізнення видів в межах роду *Paludicola* використовуються такі морфологічні ознаки: тип галуження (псевдодихотомічний або неправильний), розмір мутовки (зменшений або добре розвинений), первинні пучки (вигнуті або прямі), походження сперматангіїв (первинні або вторинні пучки) і розташування карпоспорофітів (пухкі або щільні). До нового роду були переведені інші види роду *Batrachospermum*: *Paludicola turfosa*, *P. keratophyta*, *P. orthosticha*, *P. phangiae* та *P. periploca*.

Paludicola keratophyta – однодомна водорість, якій властиве псевдодихотомічне галуження. Мувки добре розвинені або редуковані, від конусовидної до діжковидної форми, біля кінчиків гілок зливаються, стають стиснутими і нечіткими в старих частинах талому, 245–465 мкм у діам. Головні гілки прямі, мутовки еліпсоїдної або оберненояйцевидної форми, з 5–12 ярусами клітин; вторинні пучки рясні, покривають все міжвузля. Кортикація починається з головної осі двома-трьома шарами ниток, розташованих нещільно. Сперматангії кулясті, кінцеві або субтермінальні на первинних і вторинних пучках, діаметр 5,5–8 мкм. Карпогоніальні гілки прямі, складаються з 3–6 діжковидних клітин, що розвиваються з периосьових клітин, 17,5–30 мкм довж.; обертні нитки складаються з 2–3 субсферичних клітин; капрогонії 40–69 мкм довж., з

сидячими булавоподібними трихогінами, 7–12,5 мкм у діам. Карпоспорофіти незрілі, інколи редуковані. Карпоспорангії не спостерігаються. Моноспорангії, якщо є, оберненояйцевидні, 8–13 мкм завд., 7–11 мкм у діам. (Vis et al., 2020).

Зростає у водоймах з проточною та стоячою водою (озера, ставки, річки – ділянки з уповільненою течією), високим рівнем гумінізації та забарвленості води, а також низьким значенням електропровідності. Особливістю виду є властивість розвиватися у чистих оліготрофних водах за низького рівня представленості та розвитку особин.

Негативними факторами, що впливають на стан популяцій, є підвищений рівень біогенів у водоймах, осушення територій і зниження рівня оводненості та аерації місцезростань. Основними причинами скорочення чисельності є зміни гідрологічного/гідрологічного режиму водойм та руйнування місцезростань.

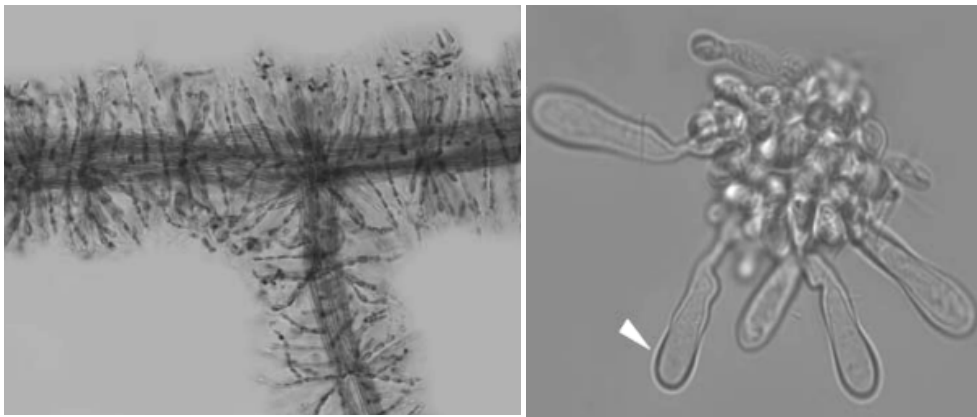
Вид характеризується диз'юнктивним типом ареалу та поодинокими знахідками в Північній і Південній Америці, Австралії та Європі (Guiry, Guiry, 2022).

Враховуючи карту поширення виду (Vis et al., 2020) та відомості, розміщені на ресурсі AlgaeBase (Guiry, Guiry, 2022), вид нараховує 10 локалітетів у світі: Канада (Poulin et al., 1995), Бразилія (Vis et al., 2020), Іспанія (Charpuis et al., 2021), Польща (Vis et al., 2020), Україна (Vis, Karustin, 2009), Росія (Medvedeva, Nikulina 2014) – по одному місцезростанню, Італія (Vis et al., 2020), Австралія та Нова Зеландія (Day et al., 1995) – по два локалітети.

В Україні вид виявлений на території Поліського природного заповідника та його околиць, у р. Жолобниця та Дідовому озері (Karustin, 2012) (див. рис. 2). Це – два регіонально згруповані локалітети на території України: Житомирська обл., Овруцький р-н, окол. с. Селезівка, р. Жолобниця та прилеглі болота; магістральний канал Жолобницької осушувальної системи; окол. с. Кованка, Дідове озеро. У р. Жолобниця вид представлений окремими мікролокалітетами, кількість популяцій невелика з низькою чисельністю. В Дідовому озері популяції численніші, проте теж малочисельні, територіально відокремлені. Відзначений лише у водоймах лісової зони України на території Поліського природного заповідника та в Дідовому озері (Житомирська обл.), що має статус гідрологічного заказника (Vis, Karustin, 2009).

Локалітети виду розміщені на території Поліського природного заповідника та гідрологічного заказника загальнодержавного значення «Дідове озеро». Для збереження виду необхідно адаптувати і розширити межі Поліського природного заповідника з охопленням зазначених водойм,

посилити рівень охорони та статус охоронного альгорезервату (гідрозаказника), проводити моніторинг чисельності і структури популяцій, досліджувати їхні еколого-біологічні особливості.



1

2



3

Рис. 2 *Paludicola keratophyta* (Bory) M.L.Vis & Necchi 1 – зовнішній вигляд талому збільшення x100; 2 – будова капрогонів (збільшення x600). Світлина Капустіна Д.О. Використання погоджене з автором (Vis, Kapustin, 2009). 3 – Поширення *Paludicola keratophyta* на території України

Враховуючи обмежене поширення *Paludicola keratophyta* та незначну кількість відомих локалітетів у світі, вид є рідкісним у світовій флорі, тому його внесення до ЧКУ є логічним та обґрунтованим. Згідно з

пропонованими категоріями МСОП, потребує надання статусу «вразливий» (VU).

***Lychnothamnus barbatus* (Meyen) Leonhardi**

Ліхнотамнус бородатий

Базионім: *Chara barbata* Meyen

Синоніми: *Charopsis barbata* (Meyen) Kütz., *Nitella barbata* (Meyen)

Rabenhorst

Харофітову водоріть *Lychnothamnus barbatus* розглядають у родині *Characeae* S.F.Gray, порядку *Charales* Dumortier, класу *Charophyceae* Rabenhorst, відділу *Charophyta*. Включає кілька внутрішньовидових таксонів: *L. barbatus* f. *fasciculatus* Imahori et R.D.Wood, *L. barbatus* f. *iyengarii* Sarma et M.Kahn, *L. barbatus* f. *hyalinus* Karczmarz, *L. barbatus* f. *minimus* D.Subramanian та *L. barbatus* f. *major* (Amici) Leonardii, *L. barbatus* f. *costulatus* Krassavina, які на території нашої країни не відзначалися.

Ліхнотамнус бородатий є однодомною водорістю з таломом 15–30–50(80) см завд., ширококущистим, часто інкрустованим або не інкрустованим вапном, яскраво-зеленого кольору. Стебла доволі міцні, 0,5–1,0 мм в діам. Міжвузля у нижній частині стебла дуже подовжені, у верхній частині стебла спочатку дорівнюють листкам, далі вкорочуються, внаслідок чого зближені кільця утворюють великі пухкі голівки. Кора утворюється лише на молодих міжвузлях, недорозвинута, складається з відокремлених між собою первинних корових трубок. Шипи рудиментарні, округлі. Прилистки в однорядному віночку, по дві пари на кожний листок, добре розвинуті, довгі, на кінцях загострені. Кільця з 7–10, здебільшого 8–9 листків. Листки з 3–5 члеників. Листочки звичайно у кількості 4–7. Оогонії завжди поодинокі, еліпсоїдні, 1000–1300 мкм завд. (без коронки), 700–800 мкм завш.; спіральні клітини утворюють 9–12 закрутів; коронка правильна, щільно складена, конусовидна, 50–60 мкм завд., 110–130 мкм завш. при основі. Ооспори еліпсоїдні, 660–720 мкм завд., 460–515 мкм завш., темно-коричневі до майже чорних, з 7–9 невисокими, але виразно виступаючими гострими ребрами. Зовнішня оболонка ооспор коричнева, дрібно горбкувата. Антеридії 200–315 мкм в діам.

Розповсюджений у Європі (Австрія, Литва, Німеччина, Польща, Словаччина, Угорщина, Україна, Хорватія), Азії (Індія, Китай, Казахстан, Пакистан, Тайвань), Австралії.

Полюбляє прозорі, глибокі, чисті озера з низьким вмістом біогенних елементів. Проте відзначався різними дослідниками як в оліготрофних, так і у високоевтрофних водоймах. Популяції нечисленні (Brzozowski et al., 2021).

Незважаючи на значне поширення *L. barbatus* на більшості континентів, відмічається незначна кількість знахідок. Рідкісний вид у світовій флорі вважається реліктовим, часто трапляється у викопних рештках (Sanjuan et al., 2020; Vicente et al., 2020). Таким чином, даний вид важливий для вивчення питань ареалогії та альгосозології.

Lychnothamnus barbatus знаходиться під загрозою зникнення і внесений до червоних списків деяких країн: Польщі (Siemińska et al., 2006), Литви (Sinkevičienė, Urbaitė-Maževič, 2012), Німеччини (Korsch et al., 2012), Балканських країн (Blaženčić et al., 2006), а також Австралії (Bostock, Holland, 2010).

В Україні виявлено всього два місцезнаходження цього виду (Borysova, Yakushenko, 2008; Berезovska, 2018). Відзначені місцезростання в оз. Світязь (Шацький НПП, Шацький р-н, Волинська обл.) та оз. Шапарня (НПП «Голосіївський», окол. м. Києва, Київська обл.).

Локальні популяції нечисленні. Спостерігається тенденція до скорочення. Тому надзвичайно важливим є внесення цього виду до Червоної книги України з метою вивчення та охорони.

Дослідники відзначали, що в озері Світязь *Lychnothamnus barbatus* утворює угруповання, проективне покриття якого здатне досягати 95–100%, інколи угруповання включало *Potamogeton lucens* L. (Borysova, Yakushenko, 2008). Виявлена асоціація *Lychnothamnetum barbati* Ionescu-Teculescu, союзу *Charion fragilis* (Sauer 1937) Krausch 1964, класу *Charetea fragilis* Fukarek ex Krausch 1964 є рідкісною й також потребує включення до Зеленої книги (Didukh, 2009a).



1

2

Рис. 3. *Lychnothamnus barbatus* (Meyen) Leonhardi 1 – зовнішній вигляд, частина талому; 2 – поширення виду на території України

У зв'язку із низьким рівнем ґрунтових вод та поступовою зміною гідрохімічних параметрів водойми, що веде до замулення, один з локалітетів (оз. Шапарня, НПП «Голосіївський») може бути згодом втрачений.

Lychnothamnus barbatus є рідкісним у світовій флорі, з двох відомих локалітетів в Україні один знаходиться під загрозою зникнення і протягом останніх 5 років автором вид не відзначався в оз. Шапарня. Зважаючи на ці обставини, внесення *L. barbatus* до наступного видання ЧКУ є необхідним. Згідно із пропонуваними категоріями МСОП, потребує надання статусу «вразливий» (VU).

Висновки

Наступне видання Червоної книги України має містити аргументований перелік видів водоростей, які потребують охорони, на підставі проведених популяційних досліджень та сучасних відомостей, що включатимуть інформацію стосовно кількості існуючих та втрачених локалітетів зростання, меж ареалів, динаміки та структури популяцій, впливу факторів навколишнього середовища, еколого-ценотичних особливостей видів тощо. Не менш важливим аспектом є адекватне розуміння таксономії та філогенії кожного виду, його значимість на європейському та світовому рівні, методів оцінки та критеріїв, використаних зарубіжними колегами.

Отриманні відомості істотно розширюють уявлення про поширення *Aegagropila linnaei* Kütz., *Paludicola keratophyta* (Bory) M.L.Vis et Necchi та *Lychnothamnus barbatus* (Meyen) Leonhardi в Україні, які є рідкісними для нашої флори.

Моніторинг локалітетів зростання та чисельності популяцій допоможе встановити реальну динаміку та перспективи відновлення видів у природі. Залучення та сповіщення громадськості допоможе привернути увагу до водоростей як важливої складової існуючого біорізноманіття та незамінних компонентів водних екосистем.

Список літератури

- Berezovska V.Yu. 2018. Algae of the water bodies of Lisnyky Botanical Reserve of the State value (Golosiivsky National Nature Park). *Chornomor. Bot. J.* 14(2): 162–172. [Березовська В.Ю. 2018. Водорості водойм ботанічного заказника загальнодержавного значення "Лісники" (Національний природний парк "Голосіївський"). *Чорномор. бот. журн.* 14(2): 162–172].
- Berezovska V.Yu., Burova O.V., Raida O.V. 2021. New localities of *Bambusina borrieri* (Ralfs) Cleve (*Charophyta*), a species from the Red Data Book of Ukraine. *Int. J. Algae.* 23(3): 237–246. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v23.i3.30>

- Blaženčić J., Stevanović B., Blaženčić Z., Stevanović V. 2006. Red data list of charophytes in the Balkans. *Biodivers. Conserv.* 15: 3445–3457.
- Boedeker C., Immers I. 2009. No more lake balls (*Aegagropila linnaei* Kützing, *Cladophorophyceae*, *Chlorophyta*) in the Netherlands? *Aquat. Ecol.* 43. <https://doi.org/10.1007/s10452-009-9231-1>
- Boedeker C., Eggert A., Immers A., Smet E. 2010a. Global Decline of and Threats to *Aegagropila linnaei*, with Special Reference to the Lake Ball Habit. *BioSci.* 60(3): 187–198. <https://doi.org/10.1525/bio.2010.60.3.5>
- Boedeker C., Eggert A., Immers A., Wakana I. 2010b. Biogeography of *Aegagropila linnaei* (*Cladophorophyceae*, *Chlorophyta*): a widespread freshwater alga with low effective dispersal potential shows a glacial imprint in its distribution. *J. Biogeogr.* 37(8): 1491–1503.
- Borisova Ye. V. 2016. Analysis of the Flora of *Charales* (*Charophyta*) of Ukraine). *Int. J. Algae.* 18(4): 365–376. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v18.i4.60>
- Borysova O.V., Yakushenko D.O. 2008. Communities of charatian algae of the South-Western sector of Lake Svityaiz. *Ukr. Bot. J.* 65(2): 226–233. [Борисова О. В., Якушенко Д.О. 2008. Угруповання харових водоростей південно-західного сектора озера Світязь (Волинське Полісся). *Укр. бот. журн.* 65(2): 226–233].
- Bostock P.D., Holland A.E. 2010. *Census of the Queensland Flora. Queensland Herbarium Biodiversity and Ecosystem Sciences*. Brisbane: Dep. Environ. Res. Manag.
- Brzozowski M., Pełechata A., Kaczmarek L., Pełechaty M. 2021. Transformation and simplification of aquatic vegetation structure and reoligotrophication of a lake during the last 40 years. *Acta Soc. Bot. Pol.* 90: 905. <https://doi.org/10.5586/asbp.905>
- Chapuis I.S., Vis M.L., Necchi O.Jr., Sánchez Castillo P.M., Aboal M., Zuccarello G.C. 2021. Diversity of *Batrachospermales* (*Rhodophyta*) in the Iberian Peninsula. *Fottea.* 21(1): 73–81.
- Chemers E.V. 2011. *Cladophora*. Green cocoon. *IkhtioSfera.* 12: 76–95.
- Day S.A., Wickham R.P., Entwisle T.J., Tyler P.A. 1995. *Bibliographic check-list of non-marine algae in Australia. Flora Australia*. Suppl. Ser. 4. Canberra: Austral. Biol. Res. Stud. 276 p.
- Didukh Ya.P. 2009a. *Green Data Book of Ukraine*. Kyiv: Alterpress. 448 p. [Дідух Я.П. 2009. *Зелена книга України*. Київ: Альтерпрес. 448 с.].
- Didukh Ya.P. 2009b. *Red Data Book of Ukraine. Plants and Fungi*. Kyiv: Globalconsalting. 900 p. [Дідух Я.П. 2009. *Червона книга України. Рослинний світ*. Київ: Глобалконсалтинг. 900 с.].
- Einarsson Á., Stefánsdóttir G., Jóhannesson H., Ólafsson J.S., Gíslason G.M., Wakana I., Gudbergsson G., Gardarsson A. 2004. The ecology of Lake Myvatn and the River Laxá: variation in space and time. *Aquat. Ecol.* 38(2): 317–348. <https://doi.org/10.1023/B:AECO.0000032090.72702.a9>
- Guiry G.M., Guiry M.D. 2022. *AlgaeBase*. World-wide electron. publ. Nat. Univ. Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>

- Hirose H., Yamagishi T., Akiyama M. 1977. *Illustrations of the Japanese fresh-water algae*. Tokyo: Uchida Rokakuho Publ. 933 p.
- Kann E., Sauer F. 1982. Die "Rotbunte Tiefenbiocönose" Neue Beobachtungen in österreichischen Seen und eine zusammenfassende Darstellung. *Arch Hydrobiol.* 95(1): 181–195.
- Korsch H., Döge A., Raabe U., van de Weyer K. 2012. Rote Liste der Armeleuchteralgen (*Charophyceae*) Deutschlands 3. Fassung, Stand: Dezember 2012. *Hausknechtia*. 17: 1–34.
- Kützing F.T. 1843. *Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange. Mit 80 farbig gedruckten Tafeln, gezeichnet und gravirt vom Verfasser*. Leipzig: F.A. Brockhaus. Pt 1: 1–142; Pt 2: 143–458.
- Kützing F.T. 1849. *Species Algarum Lipsiae*. Leipzig: F.A. Brockhaus. 922 p.
- Ludwig G., Schnittler M. 1996. Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. *Schrift. Veget.* 28: 1–744.
- Mathiesen H., Mathiesen L. 1992. Floristic aspects of the coastal inlet Inre Verkvikén, northern Åland. *Acta Phytogeogr. Suec.* 78: 101–111.
- Medvedeva L.A., Nikulina T.V. 2014. *Catalogue of freshwater algae of the southern part of the Russian Far East*. Vladivostok: Dalnauka. 271 p.
- Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., García R.G., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniěls F.J., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J.H., Lysenko T., Didukh Ya.P., Pignatti S., Rodwell J.S., Capelo J., Weber H.E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S.M., Tichý L. 2016. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Appl. Veg. Sci.* 19: 3–264. <https://doi.org/10.1111/avsc.12257>
- Nakai R., Wakana I., Niki H. 2021. Internal microbial zonation during the massive growth of marimo, a lake ball of *Aegagropila linnaei* in Lake Akan. *iScience*. 24(7): 102720. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.102720>
- Nakazawa S. 1973. Artificial induction of lake balls. *Naturwis.* 60(10): 481.
- Niiyama Y. 1989. Morphology and classification of *Cladophora naturesegagropila* in Japanese lakes. *Phycologia*. 28(1): 70–76.
- Orlov O.O., Yakushenko D.M., Borysova O.V. 2009. Syntaxonomy of the vegetation of Lake Bile (Rivnensky Nature Reserve). In: *Preservation and reproduction of biodiversity of nature reserve territories*: Mat. Int. Sci.-Pract. Conf. (Sarny, 11–13 June, 2009). Rivne. Pp. 258–266. [Орлов О.О., Якушенко Д.О., Борисова О.В. 2009. Синтаксономія рослинності озера Біле (Рівненський природний заповідник). У кн.: *Збереження та відтворення біорізноманіття природо-заповідних територій*: Мат. міжнар. наук.-практ. конф. (Сарни, 11–13 черв. 2009 р.). Рівне. С. 258–266].
- Poulin M., Hamilton P.B., Proulx M. 1995. Catalogue des algues d'eau douce du Québec, Canada. *Can. Field-Nat.* 109: 27–110.

- Red Data Book of Belarus Republic. Rare and endangered species of wild plants.* 2005. Minsk: BelEn. 456 p. [*Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений.* 2005. Минск: БелЭн. 456 с.].
- Sadogurska S.S. 2019. *Cystoseira barbata* and *Codium vermilara* communities in the Coastal area of Dzharylgach National Nature Park (the Black Sea, Ukraine). *Int. J. Algae.* 21(2): <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v21.i2.10>
- Sadogurskiy S.Ye., Belich T.V., Sadogurskaya S.A. 2019. Macrophytes of the Marine Areas in the Nature Reserves of the Crimean Peninsula (the Black Sea and the Sea of Azov). *Int. J. Algae.* 21(3): 253–270. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v21.i3.50>
- Sanjuan J., Vicente A., Eaton J.G. 2020. New charophyte flora from the Pine Hollow and Claron formations (southwestern Utah). Taxonomic, biostratigraphic, and paleobiogeographic implications. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 282(1). Article 104289. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2020.104289>
- Siemińska J., Bąk M., Dziejczak J., Gąbka M., Gregorowicz P., Mrozińska T., Pelechaty M., Owsiany P.M., Pliński M., Witkowski A. 2006. Red list of algae in Poland. In: *Red List of Plants and Fungi in Poland.* Kraków: W. Szafer Inst. Bot., Polish Acad. Sci. Pp. 35–52.
- Sinkevičienė Z., Urbaitė-Maževič N. 2012. *Lychnothamnus barbatus* (Meyen) Leonh. rediscovered in shallow Lake Šventininkai (Lithuania) after 50 years. *Biodivers. Conserv.* 25: 91–96.
- Tkachenko F.P., Chernyakevich C.C., Sardarian K.B. 2014. A new locality of a rare species of red algae *Batrachospermum gelatinosum* (Batrachospermaceae). *Ukr. Bot. J.* 71(6):716–719. [Ткаченко Ф.П., Чернякевич С.С., Сардарян К.Б. 2014. Нове місцезнаходження рідкісного виду червоних водоростей *Batrachospermum gelatinosum*. *Укр. бот. журн.* 71(6): 716–719].
- Togashi T., Sasaki H., Yoshimura J. 2014. A geometrical approach explains Lake Ball (Marimo) formations in the green alga, *Aegagropila linnaei*. *Sci Rep.* 4: 3761: 1–5. <https://doi.org/10.1038/srep03761>
- Tolstoy A., Österlund K. 2003. *Alger vid Sveriges östersjökust – en fotoflora.* Uppsala: ArtDatabanken, SLU and WWF. 282 p.
- Tsarenko P.M., Konischuk V.V. 2006. Species diversity of algae. Chronicle nature. *Cheremsky Nat. Reserve* (Manevychi). 4: 92–105. [Царенко П.М., Коніщук В.В. 2006. Видове різноманіття водоростей. *Черемський природний заповідник* (Маневичі). 4: 92–105.
- Van den Hoek C. 1963. *Revision of the European species of Cladophora.* Leiden: E.J. Brill. 248 p.
- Vicente A., Sanjuan J., Eaton J.G., Villanueva-Amadoz U. 2020. The oldest record of North American *Lychnothamnus* (northeastern Sonora, Mexico): implications for the evolution, ecology, and paleogeographic distribution of the genus. *Aquat. Bot.* 167 (Complete).
- Vinogradova K.L., Hollerbakh M.M., Zauer L.M., Sdobnikova N.V. 1980. *Identification manual of the freshwater algae of the USSR.* Vol. 13. Green, red and brown algae. Leningrad:

- Nauka. 248 p. [*Определитель пресноводных водорослей СССР*. Т. 13. Зеленые, красные и бурые водоросли. Л.: Наука. 248 с.].
- Vis M.L., Kapustin D.A. 2009. *Batrachospermum keratophytum* Bory emend. R.G.Sheath, M.L. Vis et K.M. Cole, a new freshwater red algal species for Ukraine. *Альгология*. 19(2): 226–229. <http://algologia.co.ua/archive/19/2>
- Vis M.L., Necchi Jr.O. 2021. Subphylum Eurhodophytina, Class *Florideophyceae*, Subclass *Nemaliophycidae*, Orders *Acrochaetiales*, *Balbianiales*, and *Thoreaales*. In: *Freshwater Red Algae*. Cham: Springer. Pp. 95–128. https://doi.org/10.1007/978-3-030-83970-3_4
- Vis M.L., Lee J., Eloranta P., Chapuis I.S., Lam D.W., Necchi Jr.O. 2020. *Paludicola* gen. nov. and Revision of the Species Formerly in *Batrachospermum* Section *Turfosa* (*Batrachospermales*, *Rhodophyta*). *J. Phycol.* 56: 844–861.
- Waern M. 1952. Rocky-shore algae in the Öregrund Archipelago. *Acta Phytogeogr. Suec.* 30: 1–298.
- Yoshida K. 1962. Experimental culture of algal balls (*Cladophora sauteri*). Retention of original shape. Translation from: *Bull. Jap. Soc. Phycol.* 10(1): 23–27.

Підписала до друку О.М. Виноградова

Berezovska V.Yu. 2022. *Aegagropila linnaei* Kütz. (*Chlorophyta*), *Paludicola keratophyta* (Bory) M.L.Vis et Necchi (*Rhodophyta*) та *Lychnothamnus barbatus* (Meyen) Leonhardi (*Charophyta*) – candidates for inclusion in the Red Data Book of Ukraine. *Algologia*. 32(3): 207–223.

M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine,
2, Tereschenkivska St., Kyiv 01601, Ukraine

The results of the analysis of the diversity of rare algae of Ukraine are presented. The discussion is the basis for inclusion in the fourth edition of the Red Data Book of Ukraine the species *Aegagropila linnaei* Kütz. (*Cladophorales*, *Chlorophyta*), *Paludicola keratophyta* (Bory) M.L.Vis et Necchi (*Batrachospermales*, *Rhodophyta*) and *Lychnothamnus barbatus* (Meyen) Leonhardi (*Charales*, *Charophyta*). Their descriptions, nomenclature history, ecological features and typological timing are given. Summarized information on the distribution of known species proposed for protection at the state level in Ukraine and the world. The publication is illustrated with original photos and drawings. The information is supplemented by maps with the indicated localities of growth.

Key words: algae, Red Data Book of Ukraine, rare species, protection, diversity, *Rhodophyta*, *Charophyta*, *Chlorophyta*