

Нові відомості щодо поширення рідкісного міксоміцета *Tubifera dudkae* (Reticulariaceae) в контексті внеску громадської науки у моніторинг біорізноманіття

ЛЕОНТЬЄВ ДМИТРО ВІКТОРОВИЧ

LEONTYEV D.V. (2022). **New data on the distribution of the rare myxomycete *Tubifera dudkae* (Reticulariaceae) in the context of the contribution of citizen science to the biodiversity monitoring.** *Chornomors'k. bot. z.*, **18** (1): 71–78. doi: 10.32999/ksu1990-553X/2022-18-1-4

Tubifera dudkae is a rare species, described in 2011. Literature data on its distribution are limited to Ukraine (typical locality), France and Russia. At the same time, the species has a recognizable morphology and bright color of fruiting bodies, images of which can often be found on web resources related to citizen (amateur) science. The aim of this study was to accumulate all available data on findings of *T. dudkae*, collected by amateur activists and to combine them with information collected by professional mycologists. The study was based on specimens stored in the CWP Scientific Herbarium, as well as illustrative materials, that can be identified to the level of the species, distributed in various online sources (GBIF, iNaturalist, UrkBIN) or sent to the author by professional amateurs. A search for information about findings of *T. dudkae* in publicly available sources showed the presence of references to the species, but mostly with incorrect identifications. At the same time, we have found high-quality images of *T. dudkae* on resources like MycoWeb, www.dziedava.lv and in the Slime Mold Identification & Appreciation group on Facebook. A total of 23 observations from 20 localities of *T. dudkae* were identified, 16 of which are new. Citizen scientists provided first data about distribution of *T. dudkae* in Netherlands, Latvia and Sweden. According to the data obtained, *T. dudkae* is distributed in Europe and North-West Asia in a fairly wide range of climatic conditions, from the Mediterranean (Crimea, Cote d'Azur) to the zone of mixed forests (southern Scandinavia, Moscow region). Substrate preferences of the species are also relatively broad: it occurs on dead wood of oak, pine, spruce, bare or covered with mosses and lichens, and even on fallen conifer needles. Thus, *T. dudkae* gives the impression of a species with a wide range of ecological tolerance. The analyzed data indicate that it is distributed in a Euro-Siberian area.

Key words: Eumycetozoa, citizen science, cosmopolitanism, species distribution, social networks, terrestrial protists

ЛЕОНТЬЄВ Д.В. (2022). **Нові відомості щодо поширення рідкісного міксоміцета *Tubifera dudkae* (Reticulariaceae) в контексті внеску громадської науки у моніторинг біорізноманіття.** *Чорноморськ. бот. ж.*, **18** (1): 71–78. doi: 10.32999/ksu1990-553X/2022-18-1-4

Tubifera dudkae – рідкісний вид, описаний у 2011 році. Літературні дані щодо його поширення обмежуються Україною (типовий локалітет), Францією та Росією. Водночас, вид відрізняється впізнаваною морфологією та яскравим забарвленням



© Leontyev D.V.
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Valentynivska St, 2, Kharkiv, Kharkiv Oblast, Ukraine, 61168

e-mail: alwisiamorula@gmail.com

Submitted 21 December 2021

Recommended by V. Darmostuk

Published 15 May 2022

плодових тіл, зображення яких часто можна зустріти на веб-ресурсах, пов'язаних з громадянською (аматорською) наукою. Завданням цього дослідження було акумулювати наявні дані щодо знахідок *T. dudkae*, зібраних активістами громадянської науки, та об'єднати їх з інформацією, зібраною професійними мікологами. Матеріалом дослідження слугували зразки, що зберігаються у Науковому гербарії СWP, а також ілюстративні матеріали, що піддаються ідентифікації до рівня виду, поширені у різних мережесих джерелах (GBIF, iNaturalist, UrkBIN) та надіслані автору аматорами. Пошук інформації про знахідки *T. dudkae* у загальнодоступних джерелах показав присутність посилань на вид, але переважно з невірними ідентифікаціями. Водночас, якісні зображення *T. dudkae* вдалося виявити на ресурсах MycoWeb, www.dziedava.lv та у групі Slime Mold Identification & Appreciation у мережі Facebook. Загалом виявлено 23 спостереження *T. dudkae* у 20 локалітетах, 16 з яких є новими. Активісти громадянської науки вперше повідомили про поширення виду у Нідерландах, Латвії та Швеції. З одержаних даних випливає, що *T. dudkae* поширена Європою і Північно-Західною Азією у достатньо широкому діапазоні природно-кліматичних умов, від Середземномор'я (Крим, Лазурний Берег) до зони змішаних лісів (південна Скандинавія, Підмосков'я). Субстратні уподобання виду також відносно широкі: він трапляється на мертвій деревині дубу, сосни, ялини, оголеній або вкритій мохоподібними і лишайниками, а також на опаді хвої. Таким чином, *T. dudkae* справляє враження виду з широким діапазоном екологічної толерантності. Проаналізовані дані вказують на те, що *T. dudkae* має європейсько-сибірський ареал.

Ключові слова: Eumycetozoa, ареал, громадянська наука, космополітизм, наземні протисти, соціальні мережі

Проблема оцінки рідкості міксоміцетів залишається невирішеною через відсутність даних щодо кордонів більшості біологічних видів цієї групи. Ідентифікація, що спирається на морфологічні ознаки, призводить до інтерпретації великих комплексів споріднених видів як одного виду з очікувано широким ареалом. Однак ретельний аналіз таких комплексів неодноразово показував, що вони представлені кількома, або навіть кількома десятками криптичних видів, кожен з яких має значно вужчий ареал, аніж комплекс в цілому [LEONTYEV et al., 2019]. Більше того, космополітизм спороутворюючих організмів взагалі сильно перебільшений [LEONTYEV et al., 2020]. Спори представників географічно віддалених популяцій приносять з собою алелі, адаптовані до умов відповідної місцевості. Ці «зовнішні» алелі суттєво зменшують пристосованість локальної популяції до умов, в яких вона існує протягом тисяч років; вказане явище має назву аутбредної депресії [FRANKHAM et al., 2002]. Уникаючи цього небажаного ефекту, популяції протистів формують репродуктивні бар'єри, що призводить до видоутворення. Таким чином, є підстави вважати, що міксоміцети, як наземні спороутворюючі організми, матимуть види з локальними, навіть ендемічними ареалами. Це, однак, суперечить наявним даним: понад 50 % видів міксоміцетів наразі вважаються космополітами [ROJAS, STEPHENSON, 2021]. Вказане протиріччя, вочевидь, пояснюється переважанням у таксономії цієї групи морфологічної концепції виду.

Перехід від морфологічної до біологічної концепції виду у міксоміцетів ускладнюються неможливістю, за нечисленними винятками, культивування та прямого схрещування цих протистів у чистій культурі [CLARK, HASKINS, 2010]. Відтак, з'ясування меж біологічних видів можливе тут лише за умови залучення непрямих молекулярних методів, зокрема виявлення пробілів у генетичних дистанціях (ABGD, automatic barcode gap discovery) та обмеження рекомбінації маркерних генів (limitation of marker genes recombination) [ROJAS, STEPHENSON, 2021]. Ці методи вже довели обмеженість морфологічної концепції виду для декількох родів таких організмів. Один з цих родів – *Tubifera* J.F. Gmel.

Міксоміцети роду *Tubifera* утворюють плодові тіла типу псевдоеталіїв, тобто щільних зростків спорокарпів, які, однак, зберігають індивідуальні покриви [POULAIN et al., 2011]. Через макроскопічні розміри (зазвичай, 1–5 см) та яскраве забарвлення недозрілих псевдоеталіїв види роду *Tubifera* привернули увагу дослідників вже у XVIII столітті. Найпоширеніший вид роду, *T. ferruginosa* (Batsch) J.F. Gmel., також був описаний у ті часи, і не піддавався серйозній ревізії аж до початку XXI століття. Однак морфологічні, а згодом і молекулярно-генетичні дослідження з залученням методу ABGD показали, що *T. ferruginosa* являє собою комплекс з принаймні 10 криптичних видів, більшість яких мають некосмополітний ареал, причому чотири з них (*T. corymbosa* Leontyev, Schnittler, S.L. Stephenson & L.M. Walker, *T. glareata* S.J. Lloyd, Leontyev & Dagamac, *T. tomentosa* S.J. Lloyd, Leontyev & Dagamac, *T. vanderheuliae* S.J. Lloyd, Leontyev & Dagamac) імовірно є ендемами [LEONTYEV, FEFELOV, 2009; 2012; LEONTYEV, MORENO, 2011; LEONTYEV et al., 2015; LLOYD et al., 2019].

Серед видів, відділених від *T. ferruginosa*-комплексу, в двох, *T. applanata* Leontyev & Fefelov та *T. dudkae* (Leontyev & G. Moreno) Leontyev, G. Moreno & Schnittler, типові локалітети розташовані в Україні [LEONTYEV et al., 2015]. При цьому, *T. applanata* є масовим видом, поширеним у світлохвойних лісах по усій Євразії.

А



В



Рис. 1. Зразки *Tubifera dudkae*, зібрані у 2021 році у Харківській області. А, В – загальний вигляд псевдоеталіїв (А – CWP4501, В – CWP4509), С – верхівки споротек (CWP4501). Шкала: 1 мм.

Fig. 1. Specimens of *Tubifera dudkae*, collected in 2021 in the Kharkiv region. A, B – general view of pseudoaethalia (A – CWP4501, B – CWP4509), C – tips of sporothecae (CWP4501). Scale bars: 1 mm.

Щодо *T. dudkae*, названої на честь відомого українського міколога Ірини Олександрівни Дудки (1934–2017), то цей вид є вкрай рідкісним. На момент опису у 2011 році його знахідки (4 зразки) були відомі лише в Україні [LEONTYEV, MORENO, 2011]. Під час критичної ревізії комплексу у 2015 р. до наявних даних було додано знахідки з Франції (Канни) та Росії (Новосибірськ) [LEONTYEV et al., 2015]. Ще одну знахідку в Україні, з тієї ж Харківської області, де розташований типовий локалітет, було наведено у 2017 році [YATSIUK et al., 2017]. Загалом до проведення цього дослідження було відомо сім зразків *T. dudkae*: п'ять з України, і по одному за Франції та Росії. Про знахідки *T. dudkae* також повідомлялося у нещодавно опублікованому визначнику міксоміцетів Московської області РФ [GMOSHINSKIY et al., 2021], автори якого навели якісні світлини, контурні малюнки та розгорнутий опис виду. Однак інформації про точні координати знахідок у визначнику немає; сподіваємось, що ці знахідки зрештою будуть опубліковані. Нарешті, вид також присутній у чеклисту міксоміцетів Росії, опублікованому у 2020 році [BORTNIKOV et al., 2020], але у переліку наведено лише вищезгадану знахідку у Новосибірську [LEONTYEV et al., 2015].

Більшість видів, що входять до складу *T. ferruginosa*-комплексу, відрізняються впізнаваною макроморфологією, особливо на стадії молодих спорокарпів, які привертають увагу любителів природи своїм яскраво-рожевим забарвленням. Тому ми неодноразово зустрічали аматорські світлини з зображеннями плодових тіл *T. dudkae*, знайдених за межами відомого ареалу. Це і сприяло ідеї цього дослідження: акумулювати усі наявні дані щодо знахідок *T. dudkae*, зібраних активістами citizen science (громадянської науки), та об'єднати їх з інформацією, зібраною професійними мікологами.

Матеріали і методи

Матеріалом дослідження слугували власні збори автора та студентів Харківського Національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди, що зберігаються у Науковому гербарії університету (зразки CWP4501, 4509), а також ілюстративні матеріали, що піддаються ідентифікації до рівня виду, поширені у різних мережевих джерелах, а також надіслані автору аматорами.

Пошук зображень здійснювали на платформах GBIF (gbif.org), iNaturalist (inaturalist.org), UrkBIN (ukrbin.com), MycoWeb (mycoweb.ru), а також за допомогою сервісу пошуку зображень google.com. Окремо аналізували матеріали групи Slime Mold Identification & Appreciation у фейсбук, яка нараховує понад 31 000 учасників (<https://www.facebook.com/groups/SlimeMold/>); ця платформа дозволяє не лише помічати знахідки рідкісних видів, але і спілкуватися з колекторами. Координати знахідок наводили або за авторськими даними (з п'ятьма знаками після коми), або за описом з використанням сервісу Google Maps (з трьома знаками після коми).

Мікрофотографії виконані за допомогою стереоскопічного мікроскопу Keyence Digital Microscope VHX 6000.

Результати

Пошук інформації про знахідки *T. dudkae* у загальнодоступних джерелах дав неутішні результати. Пошуковик google.com за запитом “*Tubifera dudkae*” (в лапках) виводить 51 зображення, більшість з яких походить з публікацій авторів виду та ресурсу wikipedia.org, до якого ці зображення завантажував автор цих рядків. Понад половина зображень, які знаходить пошуковик, взагалі не стосується роду *Tubifera*. У GBIF вказано 5 знахідок *T. dudkae*, дві в Україні, дві в Росії та одна у США. Знахідки у Росії та США проілюстровані світлинами, з яких видно, що ідентифікація виду є невірною. На платформі iNaturalist наведено дев'ять спостережень *T. dudkae*. З них тільки три, за авторством Катерини Воїнової та Володимира Брюхова, ідентифіковані

вірно. Ще одне посилання на знахідку досліджуваного виду, на мексиканському сайті www.naturalista.mx, також містить зображення іншого виду. Окремо варто згадати знахідки на острові Тасманія, які належать морфологічному двійнику *T. dudkae*, *T. tomentosa* [LLOYD et al., 2019]. Цей описаний у 2019 році ендем Тасманії, через крайню морфологічну подібність до *T. dudkae*, первинно був віднесений до цього виду і відокремлений лише на основі молекулярних даних. Однак у мережі досі поширені його зображення, підписані як *T. dudkae*.

Якісні зображення, що без сумнів належать *T. dudkae*, вдалося виявити на (1) російському ресурсі МусоWeb (автори Тетяна Кудрявцева та Марина Суторміна, знахідки у РФ та Швеції), (2) латвійському ресурсі www.dziedava.lv (автор Julita Kluša, знахідка у Латвії), (3) у групі Slime Mold Identification & Appreciation у мережі Facebook (автор Bart Horvers, знахідки у Нідерландах). Переписка з Тетяною Кудрявцевою та Bart Horvers дозволила з'ясувати деталі знахідок та одержати якісні зображення, що розширюють дані щодо морфології виду; ми, однак, утримуємося від публікації цих даних через те, що авторські права на них належать авторам спостережень.

Таблиця 1

Підтверджені знахідки *Tubifera dudkae* за даними ідентифікації гербарних зразків та матеріалів активістів громадянської науки. Раніше неопубліковані знахідки позначено зірочкою (*)

Table 1

Confirmed findings of *Tubifera dudkae* according to the identification of herbarium specimens and materials of citizen science. Previously unpublished finds are marked with an asterisk (*)

№	Країна	Місцезнаходження	Координати (пн. ш., сх. д.)	Субстрат	Дата	Автор
1	2	3	4	5	6	7
1	Україна	Харківська область, НПП «Гомільшанські ліси» (голотип)	49.62694, 36.32722	деревина <i>Quercus robur</i> (?)	01.07.2003	Леонт'єв Д.
2	Україна	Харківська область, НПП «Гомільшанські ліси»	49.61263, 36.32658	деревина <i>Fraxinus excelsior</i>	17.07.2004	Леонт'єв Д.
3	Україна	Харківська область, НПП «Гомільшанські ліси»	49.61965, 36.32651	деревина <i>Quercus robur</i>	02.07.2006	Леонт'єв Д.
4	Україна	Харківська область, НПП «Гомільшанські ліси»	49.58581, 36.35054	деревина <i>Tilia cordata</i>	24.07.2006	Леонт'єв Д.
5	Україна	Харківська область, НПП Слобожанський»	50.08833, 35.28083	деревина <i>Pinus sylvestris</i>	07.07.2006	Акулов О.
6*	Україна	Харків, Лісопарк	50.07874, 36.26506	деревина широколистяної рослини	00.06.2021	Османова О.
7*	Україна	Харківська область, Південне лісництво, пам'ятка природи «Південне»	50.08186, 36.29074	деревина широколистяної рослини	14.06.2021	Леонт'єв Д.
8*	Україна	АРК, Ялтинський гірсько-лісовий заповідник	44.57216, 34.24089	деревина <i>Fagus orientalis</i>	01.07.2004	Леонт'єв Д.
9*	Україна	Івано-Франківська область ПЗ «Горгани»	48.46342, 24.26286	деревина <i>Picea abies</i>	13.08.2011	Леонт'єв Д.
10	Франція	Alpes-Côte d'Azur, Cannes	43.55000, 7.01667	деревина <i>Pinus</i> sp.	22.09.2012	Meyer M.
11*	Латвія	Vidzeme, Rīgas rajons, Sigulda, Gaujas Nacionālais Park	57.177, 24.846	деревина	19.06.2021	Kluša J.
12*	Нідерланди	North Brabant, Oisterwijkse Bosson en Vennen	51.564, 5.198	деревина	20.07.2021	Horvers B.
13*	Росія	Івановська обл., Івановський район	57.08275, 40.99742	деревина	10.06.2021	Воїнова Є.

1	2	3	4	5	6	7
14 *	Росія	Московська область, Солнечногорський район, платформа Радіщево	56.04471, 37.11461; 56.04495, 37.11403	деревина <i>Picea abies</i>	07.07.2021 09.07.2021	Кудрявцева Т.
15 *	Росія	Московська область, Дмитрівський район, платформа Бухарево	56.08535, 37.30414; 56.08955, 37.29071; 56.08746, 37.30158	деревина <i>Picea abies</i>	23.06.2019 18.07.2019 17.07.2020 21.07.2020	Кудрявцева Т.
16 *	Росія	Московська область, Москва	55.757, 37.621	деревина <i>Picea abies</i> (?)	2020–2021	Іщенко Ю.
17 *	Росія	Московська область, околиці міста Митіщі	55.93646, 37.56957	деревина <i>Picea abies</i> (?)	15.06.2020	Іщенко Ю.
18 *	Росія	Московська обл., околиці міста Волоколамськ	56.05143, 36.19332 56.05212, 36.18668	деревина <i>Picea abies</i> (?)	21.07.2019 19.07.2020	Іщенко Ю.
19 *	Росія	Московська область, околиці міста Гжель	55.62309, 38.55956	деревина <i>Picea abies</i> (?)	13.07.2020	Іщенко Ю.
20 *	Росія	Кіровська область, Кірово- Чепецький район	58.56295 50.11489	деревина <i>Pinus sylvestris</i> (?)	27.06.2010	Брюхов В.
21 *	Росія	Кіровська область, Слободський район	58.56867 50.12022	деревина, вкрита мохом	30.06.2011	Брюхов В.
22	Росія	Новосибірська область, Центрально-сибірський ботанічний сад	53.26528, 83.67444	опала хвоя <i>Pinus sylvestris</i>	07.05.2009	Власенко А.
23 *	Швеція	Stockholm, Skulpturparken vid Görvalns Slott	59.438, 17.801	деревина	00.07.2020	Суторміна М.

Окрім результатів моніторингу мережі Інтернет, перелік знахідок *T. dudkae* поповнився двома зразками, виявленими в околицях Харкова у липні 2021 року і доступних автору для дослідження (Рис. 1).

В результаті об'єднання усіх наявних даних було складено перелік знахідок *T. dudkae* у світі (Таблиця 1). Перелік нараховує 23 спостереження, зроблені у 20 локалітетах (чотири знахідки походять з однієї місцини, Національний природний парк «Гомільшанські ліси»). Про 16 з 20 виявлених локалітетів у науковій літературі раніше не повідомлялося. Зокрема, вперше публікуються дані щодо виявлення *T. dudkae* у трьох країнах: Нідерландах, Швеції та Латвії. Географічне розташування знахідок *T. dudkae* показане на Рис. 2.

Обговорення

З одержаних даних випливає, що *Tubifera dudkae* поширена Європою і Північно-Західною Азією у достатньо широкому діапазоні природно-кліматичних умов, від Середземномор'я (Крим, Лазурний Берег) до зони змішаних лісів (південна Скандинавія, Підмосков'я). На заході ареал виду простягається до Франції, а на сході – принаймні до західносибірських лісостепів. Субстратні уподобання виду також відносно широкі: він трапляється на мертвій деревині дубу, ясеня, липи, сосни, ялини, оголеній або вкритій мохоподібними і навіть лишайниками, а також на опалій хвої. Таким чином, *T. dudkae* справляє враження виду з широким діапазоном екологічної толерантності. За свідченням Ю. Іщенко (особисте повідомлення), на Смоленсько-Московській височині *T. dudkae* є поширеним видом, другим у межах роду за рясністю після *T. ferruginosa*. Водночас, відсутність відомостей щодо знахідок цього виду за межами Європи та північної Азії вже не можна пояснити відсутністю знань про цей таксон або прихованістю знахідок від широкого загалу: виявлені нами невірні дані щодо поширення *T. dudkae* означають, що вид знають і шукають принаймні у США та Мексиці. Великі центри дослідження міксоміцетів також працюють у Китаї, Японії,

Коста-Риці; малоімовірно, щоб відповідні фахівці ігнорували знахідки цього великого і яскраво забарвленого міксоміцета. У опублікованій нещодавно монографії «Біота міксоміцетів Японії» Ю. Ямамото наводить для цієї країни види роду *Tubifera*, описані нашою дослідницькою групою, але не *T. dudkae* [YAMAMOTO, 2021]. Таким чином, проаналізовані дані вказують на те, що *T. dudkae* має європейсько-сибірський ареал і не поширена в інших регіонах світу.



Рис. 2. Поширення *Tubifera dudkae* за даними ідентифікації гербарних зразків та матеріалів активістів громадянської науки.

Fig. 2. Distribution of *Tubifera dudkae* according to the identification of herbarium specimens and materials of citizen science.

Громадянська наука відіграє все більшу роль у накопиченні знань про біологічне різноманіття. Аматори, озброєні сучасною фотографічною, а деінде і мікроскопічною технікою, натхненням та завзяттям, здатні суттєво допомогти фахівцям у пошуку рідкісних або навіть нових для науки видів. Найчастіше це стосується вищих багатоклітинних організмів, як-от комах, птахів, покритонасінних рослин, макроміцетів. Проведений нами аналіз дозволяє поширити висновки про користь залучення широкого загалу до моніторингу біорізноманіття і на світ протистів.

Подяки

Автор висловлює щирі подяки Барту Хорверсу (Bart Horvers), Тетяні Кудрявцевій та Юрію Іщенко за люб'язне надання інформації про свої знахідки.

References

- BORTNIKOV F.M., MATVEEV A.V., GMOSHINSKIY V.I., NOVOZHILOV YU.K., ZEMLYANSKAYA I.V., VLASENKO A.V., SCHNITTLER M., SHCHEPIN O.N., FEDOROVA N.A. (2020). Myxomycetes of Russia: a history of research and a checklist of species. *Karstenia*, **58** (2): 316–373. doi:10.29203/ka.2020.502
- CLARK J., HASKINS E.F. (2010). Reproductive systems in the myxomycetes: a review. *Mycosphere*, **1** (4): 337–353.
- GMOSHINSKIY V.I., DUNAYEV Y.A., KIREEVA N.I. (2021). Handbook of the Myxomycetes of the Moscow region. Moscow: Arkhe, 388 p. (in Russian).
- FRANKHAM R., BALLOU J.D., BRISCOE D.A. (2002). Introduction to Conservation Genetics. Cambridge: Univ. Press, 382 p.
- LEONTYEV D., SCHNITTLER M., STEPHENSON S. (2015). A critical revision of the *Tubifera ferruginosa* complex. *Mycologia*, **107** (5): 959–985. doi: 10.3852/14-271
- LEONTYEV D.V., FEFELOV K.F. (2009) *Tubulifera applanata* – the new species from Eastern Europe and Northern Asia. *Bol. Soc. Mycol. Madrid.*, **33**: 115–127.
- LEONTYEV D.V., FEFELOV K.A. (2012). Nomenclatural status and morphological notes on *Tubifera applanata* sp. nov. *Mycotaxon*, **120**: 247–251. doi: 10.5248/120.247
- LEONTYEV D.V., MORENO G. (2011). *Reticularia dudkae*. A new myxomycete species from oak forests of eastern Ukraine. *Bol. Soc. Mycol. Madrid.*, **35** (1): 85–94.
- LEONTYEV D.V., SCHNITTLER M., STEPHENSON S.L., NOVOZHILOV Y.K. (2019). Systematic revision of the *Tubifera casparyi* – *T. dictyoderma* complex: resurrection of the genus *Siphoptychium* and introduction of the new genus *Thecotubifera*. *Mycologia*, **111** (6): 981–997. doi: 10.1080/00275514.2019.1660842
- LEONTYEV D.V., YATSIUK I.I., KOCHERGINA A.V. (2020). Inclusion of myxomycetes in the Red Data Book of Ukraine: feasibility, selection criteria and recommended species. *Ukr. Bot. J.*, **77** (3): 189–203. 10.15407/ukrbotj77.03.189 (in Ukrainian).
- LLOYD S.J., LEONTYEV D.V., DAGAMAC N.H. (2019). Three new species of *Tubifera* from Tasmania and New South Wales. *Phytotaxa*, **414** (5): 240–252. doi: 10.11646/phytotaxa.414.5.2
- POULAIN M., MEYER M., BOZONNET J. (2011). *Les Myxomycètes*. Sevrier: Federation mycologique et botanique Dauphiné-Savoie, 556 p.
- ROJAS C., STEPHENSON S.L., eds. (2021). *The Myxomycetes: Biology, Systematics, Biogeography, and Ecology*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 584 p.
- YAMAMOTO Y. (2021). *The Myxomycete Biota of Japan*. Tsukubamirai: Orchid magazine, 1136 p. (In Japanese)
- YATSUK I.I., LEONTYEV D.V., SHLAKHTER M. (2017). Myxomycetes of National Nature Park Slobzhanskiy (Ukraine): biodiversity and noteworthy species. *Nordic Journal of Botany*, **1**: P.e01605. doi: 10.1111/njb.01605