



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.06.397>

RESEARCH ARTICLE

Види родів *Chrysomyxa* та *Rossmatomyces* (*Pucciniales*) в Україні

Юрій Я. ТИХОНЕНКО 

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України вул. Терещенківська 2, Київ 01601, Україна

Abstract. Three species of the genus *Chrysomyxa*, *C. abietis*, *C. empetri*, and *C. ledi*, and one species of the genus *Rossmatomyces*, *R. pyrolae*, have been reported in Ukraine. During the 20th century, they were sporadically recorded in the western part of Ukraine; however, there is no data on their findings in this part of the country in the 21st century. Mycological studies carried out since 2019 in various regions of Ukrainian Polissya have not revealed any of these rust fungi. Obviously, species of both genera are either very rare or completely extinct in Ukraine today. The article is illustrated by micrographs obtained by scanning electron microscopy.

Keywords: biodiversity, distribution, morphology, rust fungi, scanning electron microscopy

Article history. Submitted 14 October 2022. Revised 02 December 2022. Published 05 January 2023

Citation. Tykhonenko Yu. Ya. 2022. Species of the genera *Chrysomyxa* and *Rossmatomyces* (*Pucciniales*) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 79(6): 397–403 [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.06.397>

Affiliation. M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, 2 Tereshchenkivska Str., Kyiv 01601, Ukraine

Author e-mail: yu.ya.tykhonenko@gmail.com

Вступ

Іржасті гриби роду *Chrysomyxa* Unger поширені в Європі, Азії та Північній Америці (Crane, 2001; Feau et al., 2011; Farr, Rossmann, 2021). Більшість із них є різногосподарними з еціальною стадією на хвойних (переважно на видах роду *Picea* A. Dietr.) і теліальною на представниках родини *Ericaceae*. Деякі види розвивають лише телії на ялинах. Характерною особливістю видів роду є те, що телії утворюються не наприкінці вегетаційного періоду, а рано навесні і теліоспори проростають без періоду спокою. За небагатьма виключеннями еціо- та урединіоспори того чи іншого виду мають подібну орнаментацию у вигляді кільчастих бородавочок різної форми. Станом на 2017 р. у світі було відомо 25 видів цього роду (Cao et al., 2017). У наступні роки п'ять видів родів *Caecoma* Link, *Uredo* Pers. та *Diaphanopellis* P.E. Crane було перенесено до роду *Chrysomyxa* (You et al., 2019; Zhao et al., 2021), а також описано новий

вид *Chrysomyxa jinghongensis* P. Zhao & L. Cai (Zhao et al., 2021). Разом з тим, за результатами нещодавніх молекулярно-філогенетичних досліджень іржасті гриби з еціальною стадією на шишках ялин, які розвивають урединії та телії на системно уражених представниках родів *Moneses* Salisb. ex Gray, *Orthilia* Raf. та *Pyrola* L., були вилучені з роду *Chrysomyxa* й виділені у новий рід *Rossmatomyces* Aime & McTaggart (Aime, McTaggart, 2020).

Іржасті гриби, пов'язані з ялиною і рослинами родини *Ericaceae*, в Україні є дуже рідкісними і зареєстровані лише у Карпатах, Прикарпатті, Західному Лісостепу та на Західному Поліссі. Крім того, їхні поліські знахідки ще не були опубліковані. Мета наших досліджень – узагальнити дані про поширення в Україні видів родів *Chrysomyxa* та *Rossmatomyces* і дослідити за допомогою сканувального електронного мікроскопа морфологію їхніх спор та спорonoсних структур.

This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

Матеріали і методи

Матеріалами цього дослідження були літературні дані про поширення в Україні грибів родів *Chrysomyxa* та *Rossmannomyces*, а також зразки з мікологічного гербарію Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (KW-M). Поширення видів подається відповідно до районування, запропонованого для "Флори грибів України" (Heluta, 1989).

Для сканувальної електронної мікроскопії зразки покривались ультратонким шаром золота за допомогою напилювача JFC-1100. Фотографії отримані на сканувальному електронному мікроскопі JEOL JSM-6060 LA.

Результати та обговорення

Ключ для визначення зареєстрованих в Україні видів родів *Chrysomyxa* та *Rossmannomyces*

1. Спермогонії та/або еції 5
– Урединії та/або телії 2
2. Урединії завжди присутні, телії, як правило, розвиваються зрідка 3
– Урединії відсутні 1. *C. abietis*
3. Урединії на дифузному мицелії, часто покривають весь листок 4. *R. pyrolae*
– Урединії в групах, або поодинокі 4
4. Урединіоспори 30–43 × 20–28 мкм. На видах роду *Empetrum* 2. *C. empetri*
– Урединіоспори дрібніші, 17–30 × 15–28 мкм
..... 3. *C. ledi*
5. На лусках шишок ялини 4. *R. pyrolae*
– На пагонах і хвої ялини 6
6. Еціоспори 30–47 × 21–34 мкм 2. *C. empetri*
– Еціоспори дрібніші, 23–33 × 15–23 мкм
..... 3. *C. ledi*

1. *Chrysomyxa abietis* (Wallr.) Unger, Beitr. vergleich. Pathologie: 24 (1840). – *Blennoria abietis* Wallr., Allg. Forst- u. Jagdztg. 17: 65. 1834. (Рис. 1А, В).

Телії на нижньому боці хвоїнок на жовтих плямах, видовжено бобоподібні, завдовжки до 1,5 мм, іноді зливаються в довші смуги, частково прикриті з боків залишками розірваного епідермісу, жовтогарячі до буро-червоних, опуклі; теліоспори неправильно-короткоциліндричні, 25–40 × 10–15 мкм, в ланцюжках до 200 мкм завдовжки; оболонка тонка, безбарвна, гладенька.

Загальне поширення. III – на видах роду *Picea* A. Dietr. в Європі, на Кавказі, в Середній Азії та на Далекому Сході.

Поширення в Україні. На *Picea abies* (L.) Karst.: Західний Лісостеп. Тернопільська обл., Чортківський р-н, с. Улашківці, 29.04.1950, О. Ісаєва. Середнє Придністров'я (Isayeva, 1952). – Західноукраїнські ліси. Окол. м. Львів, 08.09.1916 (Wróblewski, 1922a). – Карпатські ліси. Закарпатська обл., Рахівський р-н, полонина Козьмеска (Namysłowski, 1911).

2. *Chrysomyxa empetri* (Pers.) J. Schröt., in Cohn, Krypt.-Fl. Schlesien (Breslau) 3.1(17–24): 372. 1887 [1889]. – *Uredo empetri* Pers., in de Candolle & Lamarck, Fl. franç., Edn 3 (Paris) 5/6: 87. 1815. (II). – *Thekopsora empetri* P. Karst. Bidr. Kanned. Finl. Nat. folk 31: 143. 1879. (II). – *Chrysomyxa empetri* (Pers.) Rostr., Meddr Grønland, Biosc. 3: 536. 1888. – *Chrysomyxa empetri* J. Schröt. ex Cummins, Mycologia 48(4): 602. 1956. (Рис. 1С–F).

Спермогонії на обох боках минулорічних хвоїнок, розташовані в один ряд, діаметром 140–160 мкм, жовтуваті до червоно-коричневих. Еції на обох боках минулорічних хвоїнок, в один ряд; перидій білий, відкривається на верхівці, діаметром 0,5–1,5 мм, заввишки 0,5–2 мм; клітини перидія багатокутні, 32–76 × 19–34 мкм; зовнішні оболонки гладенькі, завтовшки близько 1 мкм; внутрішні грубобородавчасті, завтовшки 4–5 мкм; еціоспори жовті, еліпсоїдні або яйцеподібні, 30–47 × 21–34 мкм; оболонка завтовшки 0,3–1,5 мкм, густобородавчата. Урединії розсіяні або в невеликих групах на верхньому боці листків, овальні або неправильно-видовжені, завдовжки до 1,5 мм, оточені залишками епідермісу, жовтогарячі, порошок, іноді по всій довжині листка зливаються у дві смуги; урединіоспори яйцеподібні, еліпсоїдні або неправильно-видовжені, 30–43 × 20–28 мкм; оболонка безбарвна, тонка, по всій поверхні густо вкрита циліндричними бородавочками. Телії на верхньому боці минулорічних листків, спочатку прикриті епідермісом, пізніше виступають над ним, жовті, подушкоподібно опуклі, від майже округлих до видовжених, часто майже на всю довжину листка; теліоспори в ланцюжках по 3–6, 19–24 × 19–21 мкм, оболонка гладенька, тонка, вміст жовтий.

Загальне поширення. 0, I – на видах роду *Picea*; II, III – на видах роду *Empetrum* L. в Європі, Азії, Північній та Південній Америці.

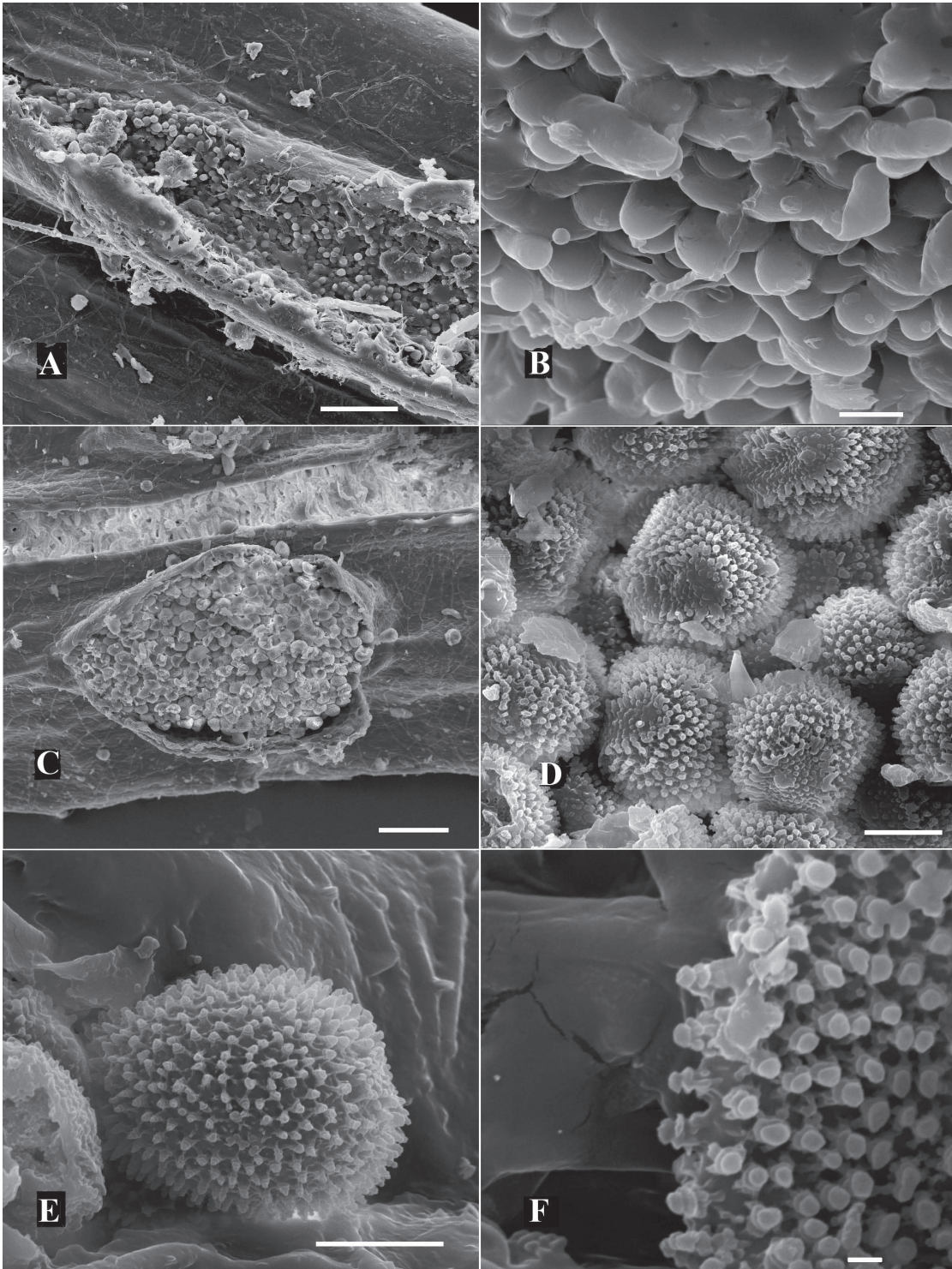


Рис. 1. *Chrysomyxa abietis* на *Picea abies*. А: фрагмент телія; В: теліоспори. *Chrysomyxa empetri* на *Empetrum nigrum*. С: урединій; D, E: урединіоспори; F: орнаментція урединіоспори. Масштабні відрізки: А, С – 100 мкм; В, D, E – 10 мкм; F – 1 мкм

Fig. 1. *Chrysomyxa abietis* on *Picea abies*. A: fragment of telium; B: teliospores. *Chrysomyxa empetri* on *Empetrum nigrum*. C: uredinium; D, E: urediniospores; F: urediniospore ornamentation. Scale bars: A, C – 100 μm ; B, D, E – 10 μm ; F – 1 μm

Поширення в Україні. На *Empetrum nigrum* L.: Карпатські ліси. Івано-Франківська обл., Надвірнянський р-н, масив Черногора, полонина Пожижевська, 08.1913 (Wróblewski, 1913); смт Ворохта (Chmielewski, 1910); 20.06.19?? (Raciborski, 1910).

3. *Chrysomyxa ledi* (Alb. & Schwein.) de Bary, Bot. Ztg. 37: 809 (1879). – *Uredo ledi* Alb. & Schwein., Consp. fung. (Leipzig): 125 (1805) (II). – *Melampsoropsis ledi* (Alb. & Schwein.) Arthur, Résult. Sci. Congr. Bot. Wien 1905: 338 (1906). (Рис. 2A–C).

Спермогонії поодинокі або розміщені в ряд з обох боків хвоїнок, діаметром до 130 мкм, дрібні, опуклі, жовтогарячі. Еції на верхньому, рідше на нижньому боці хвоїнок, поодинокі або в неправильних рядах; перидій білий, округлий в перетині, завдовжки до 1 мм, завширшки 0,5 мм і заввишки 1 мм, відкривається на верхівці; зовнішня оболонка клітин перидія тонка, гладенька; внутрішня завтовшки 0,4 мкм, грубобородавчата; бічна грубо і регулярно поперечно смугаста; еціоспори кулясті, широкоеліпсоїдні або широкояйцеподібні, з плоскою ділянкою на стику з проміжною клітиною, 23–33 × 15–23 мкм; оболонка безбарвна, густо вкрита бородавочками і разом з ними завтовшки 2–3 мкм. Урединії на нижньому боці листків, діаметром близько 0,3 мм, злегка опуклі, жовтогарячі; урединіоспори кулясті, широкоеліпсоїдні або широкояйцеподібні, 17–30 × 15–28 мкм; оболонка безбарвна, густо вкрита циліндричними бородавочками і разом з ними завтовшки 1,5 – 2,5 мкм. Телії на нижньому боці листків, злегка опуклі, діаметром до 0,3 мм, червоні, сухі – жовтогарячі, зазвичай в групах; шнури теліоспор завдовжки 50–75 мкм і діаметром 8–15 мкм; оболонка тонка, безбарвна, вміст теліоспор жовтогарячо-червоний.

Загальне поширення. 0,I – на видах роду *Picea* A. Dietr.; II,III – на видах родів *Chamaedaphne* Moench, *Rhododendron* L., *Vaccinium* L. в північній та середній Європі, Азії, Північній Америці.

Поширення в Україні. На *Picea abies*. Карпатські ліси. Закарпатська обл., Рахівський р-н, полонина Козьмеска; г. Петрос, 08.1909 (Chmielewski, 1910). На *Rhododendron myrtifolium* Schott & Kotschy: Карпатські ліси. Закарпатська обл., Рахівський р-н, г. Петрос (Namysłowski, 1909, 1914). Івано-Франківська обл., Надвірнянський р-н, масив Черногора (Raciborski, 1888); 06.1910 (Chmielewski, 1910); г. Пожижевська, г. Брескул, (Namysłowski,

1909, 1914). На *Rhododendron tomentosum* Harmaja (syn. *Ledum palustre* L.): Західне Полісся. Волинська обл., Камінь-Каширський р-н, с. Нові Червища, 15.07.1998; Ковельський р-н, с. Згорани, 08.09.1988 (Гелюта). – Розтоцькі ліси. Львівська обл., Яворівський р-н, смт Немирів, 05.06.1917 (Wróblewski, 1922a).

4. *Rossmatomyces pyrolae* (Rostr.) Aime & McTaggart, Fungal Systematics and Evolution 7: 34. 2020. – *Aecidium pyrolae* DC. [as '*pyrolae*'], in de Candolle & Lamarck, Fl. franç., Edn 3 (Paris) 6: 99. 1815. – *Chrysomyxa pyrolae* Rostr., Botan. Zbl. 5: 127. 1881. – *Chrysomyxa pirolata* G. Winter, Rabenh. Krypt. – Fl., Edn 2 (Leipzig) 1.1: 250. 1881 [1884]. (Рис. 2D–F)

Спермогонії на зовнішньому боці лусок шишок під епідермісом, плоскі, слабо помітні, діаметром до 1 мм. Еції на обох боках лусок шишок, пухирчасті, діаметром до 5 мм, червоно-бурі, після розриву перидія вивільняється жовтувата маса спор; клітини перидія нещільно з'єднані, округлі, вкриті дуже великими неправильними бородавочками, більші ніж еціоспори; еціоспори кулясті, овальні, еліпсоїдні, 25–38 × 23–33 мкм; оболонка безбарвна або жовтувата, густо вкрита сплюсненими бородавочками. Урединії на нижньому боці листків, округлі, діаметром до 0,5 мм, голі, жовтогарячі. Системно уражені листки відрізняються від здорових блідішим забарвленням; урединіоспори кулясті, широкояйцеподібні, рідше еліпсоїдні або неправильнокутасті, 20–28 × 15–21 мкм; оболонка безбарвна, тонка, густо вкрита напівкулястими бородавочками заввишки до 1 мкм. Телії на нижньому боці листків, іноді перемішані з урединіями, округлі, діаметром до 0,5 мм, подушкоподібно випуклі, голі, буро-жовтогарячі, тверді, зазвичай покривають більшу частину листової пластинки; шнури теліоспор завдовжки 100–120 мкм, діаметром 7–10 мкм, розміщені щільним шаром; оболонка безбарвна, гладенька, завтовшки біля 1 мкм.

Загальне поширення. 0,I – на видах роду *Picea* A. Dietr.; II,III – на видах родів *Moneses* Salisb. ex Gray, *Orthilia* Raf. та *Pyrola* L. майже у всій Європі (крім південної), в Азії, Північній і Центральній Америці.

Поширення в Україні. На *Moneses uniflora* (L.) A. Gray: Західноукраїнські ліси. м. Львів (Namysłowski, 1911). – Розтоцькі ліси. Львівська обл., Яворівський р-н, смт Івано-Франкове (Namysłowski, 1911); 05.1910 (Rouppert,

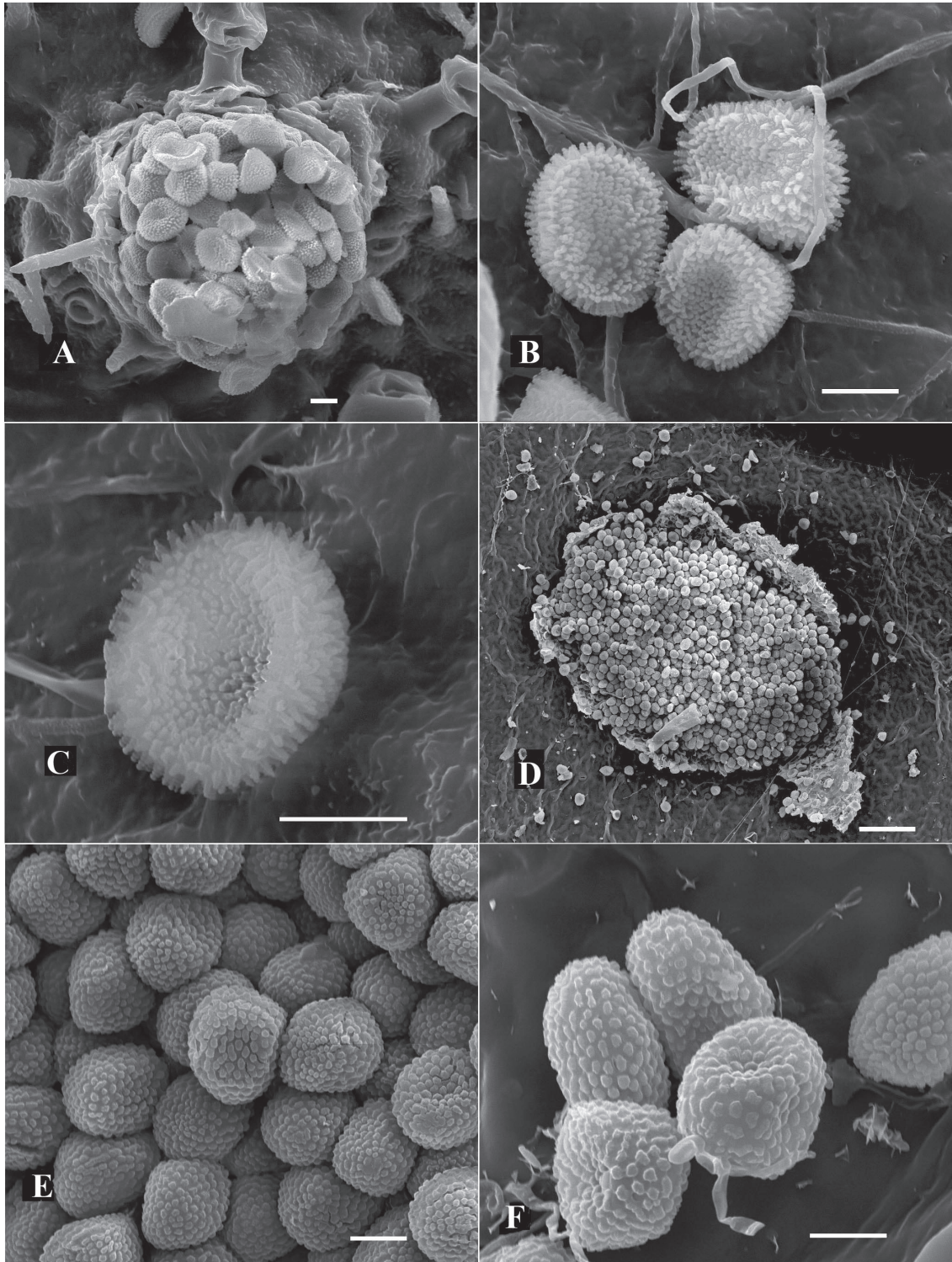


Рис. 2. *Chrysomyxa ledi* на *Rhododendron tomentosum*. А: урединій; В, С: урединіоспори. *Rossmannomyces pyrolae* на *Orthilia secunda*. D: урединій; Е, F: урединіоспори. Масштабні відрізки: А–С, Е, F – 10 мкм; D – 100 мкм

Fig. 2. *Chrysomyxa ledi* on *Rhododendron tomentosum*. A: uredinium; B, C: urediniospores. *Rossmannomyces pyrolae* on *Orthilia secunda*. D: uredinium; E, F: urediniospores. of Scale bars: A–C, E, F – 10 μ m; D – 100 μ m

1911). На *Orthilia secunda* (L.) House: Карпатські ліси. Івано-Франківська обл., Коломийський р-н, заказник "Княздів", 06.1912 (Wróblewski, 1913), 07.1914 (Wróblewski, 1916); Надвірнянський р-н, масив Черногора, 07.1914 (Wróblewski, 1922). – Прикарпатські ліси. Івано-Франківська обл., Коломийський р-н, с. Лісова Слобідка, 06.1913 (Wróblewski, 1913). На *Pyrola rotundifolia* L.: Карпатські ліси. Івано-Франківська обл., Надвірнянський р-н, с. Микуличин, 07.1914 (Wróblewski, 1916).

В Україні відмічені три види роду *Chrysomyxa* та один вид роду *Rossmatomyces*. Останній відрізняється від трьох перших не тільки системним ураженням живильних рослин урединіальною стадією, а й орнаментациєю урединіоспор – вони вкриті не кільчастими, а напівсферичними бородавочками (рис. 2D, E). Гриби родів *Chrysomyxa* та *Rossmatomyces* поширені у бореальних та гірських регіонах Голарктики, що значною мірою визначає їх рідкісність в Україні. Крім того, зростання середніх річних температур у кліматичній системі Землі зумовлює не тільки просування окремих видів на північ, а й відступання у тому ж напрямку меж ареалів видів, пристосованих до прохолодніших умов. Зважаючи на це, нами було проаналізовано літературні та гербарні дані про поширення в Україні видів родів *Chrysomyxa* та *Rossmatomyces*. Виявлено, що протягом ХХ століття вони спорадично відмічались у західній частині України, але у ХХІ столітті дані про їхню реєстрацію тут повністю відсутні. Остання знахідка цих грибів датована 1998 р. Мікологічні дослідження, проведені з 2019 р. у різних регіонах Українського Полісся також не виявили розвитку цих грибів. Очевидно, види цих родів на сьогодні в Україні є або дуже рідкісними, або взагалі зниклими.

Подяка

Автор щиро вдячний В.І. Сапсаю з допомогу у проведенні сканувальної електронної мікроскопії досліджених зразків грибів.

ORCID

Ю.Я. Тихоненко:  <https://orcid.org/0000000190007406>

Список посилань

- Aime M.C., McTaggart A.R. 2020. A higher-rank classification for rust fungi, with notes on genera. *Fungal Systematics and Evolution*, 7: 21–47. <https://doi.org/10.3114/fuse.2021.07.02>
- Cao J., Tian C.M., Liang Y.M., You C.J. 2017. Two new *Chrysomyxa* rust species on the endemic plant, *Picea asperata* in western China, and expanded description of *C. succinea*. *Phytotaxa*, 292(3): 218–230. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.292.3.2>
- Chmielewski Z. 1910. Zapiski grzyboznawcze z Czarnej Hory. *Kosmos*, 35(7/9): 804–813.
- Crane P.E. 2001. Morphology, taxonomy and nomenclature of the *Chrysomyxa ledi* complex and related rust fungi on spruce and *Ericaceae* in North America and Europe. *Canadian Journal of Botany*, 79: 957–982.
- Farr D.F., Rossman A.Y. 2021–onward. Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. Available at: <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/> (Accessed 20 October 2022).
- Feau N., Vialle A., Allaire M., Maier W., Hamelin R.C. 2011. DNA barcoding in the rust genus *Chrysomyxa* and its implications for the phylogeny of the genus. *Mycologia*, 103(6): 1250–1266. <https://doi.org/10.3852/10-426>
- Heluta V.P. 1989. *Flora gribov Ukrainy. Muchnistorosyanye griby*. Kyiv: Naukova Dumka, 256 pp. [Гелюта В.П. 1989. *Флора грибов Украины. Мучнисторосяные грибы*. Киев: Наукова думка, 256 с.].
- Isayeva O.V. 1952. *Botanichnyi Zhurnal AN URSS*, 9(2): 36–43. [Ісаєва О.В. 1952. Грибні хвороби деревних та чагарникових лісових порід середньої Наддністрянщини. *Ботанічний журнал АН УРСР*, 9(2): 36–43].
- Namysłowski B. 1909. Zapiski grzyboznawcze z Krakowa, Gorlic i Czarnej Hory. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej Polskiej Akademii Umiejętności*, 43(2): 3–30.
- Namysłowski B. 1911. Prodrumus Uredinearum Galiciae et Bukowinae. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej Polskiej Akademii Umiejętności*, 45(3): 65–146.
- Namysłowski B. 1914. Śluzowce i grzyby Galicji i Bukowiny. *Pamiętnik Fizyograficzny*, 22(4): 1–151.
- Raciborski M. 1910. Mycotheca polonica (Część 2, 3, nr. 51–150). *Kosmos*, 35(7/9): 768–781.
- Rouppert K. 1911. Przyczynek do znajomości grzybów Galicji i Bukowiny. *Kosmos*, 36: 936–944.
- Wróblewski A. 1913. Przyczynek do znajomości grzybów Pokucia. I. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej Polskiej Akademii Umiejętności*, 47(2): 147–178.
- Wróblewski A. 1916. Drugi przyczynek do znajomości grzybów Pokucia i Karpat Pokuckich. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej Polskiej Akademii Umiejętności*, 50: 82–154.

Wróblewski A. 1922. Wykaz grzybów zebranych w latach 1913–1918 z Tatr, Pienin, Beskidów Wschodnich, Podkarpacia, Podola, Roztocza i innych miejscowości. I. *Phycomycetes, Ustilaginaceae, Uredinales* i *Basidiomycetes*. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej Polskiej Akademii Umiejętności*, 55/56: 1–50.

You C.J., Yang L.J., Tian C.M. 2019. Resolving the phylogenetic position of *Caecoma* spp. that infect

Rhododendron and *Chrysomyxa* from China. *Mycological Progress*, 18(10): 1285–1299. <https://doi.org/10.1007/s11557-019-01524-z>

Zhao P., Zhang Z.F., Hu D.M., Tsui K.M., Qi X.H., Phurbu D., Gafforov Y., Cai L. 2021. Contribution to rust flora in China I, tremendous diversity from natural reserves and parks. *Fungal Diversity*, 110: 1–58. <https://doi.org/10.1007/s13225-021-00482-w>

Тихоненко Ю.Я. 2022. Види родів *Chrysomyxa* та *Rossmatomyces* (*Pucciniales*) в Україні. *Український ботанічний журнал*, 79(6): 397–403.

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська 2, Київ 01601, Україна

Реферат. В Україні зареєстровано три види роду *Chrysomyxa* та один вид роду *Rossmatomyces*: *C. abietis*, *C. empetri*, *C. ledi* та *R. pyrolae*. Протягом ХХ століття вони спорадично відмічались у західній частині України, але дані про їх знахідки тут у ХХІ столітті повністю відсутні. Мікологічні дослідження, проведені з 2019 р. у різних регіонах Українського Полісся, також не виявили розвитку цих іржастих грибів. Очевидно, види цих родів на сьогодні в Україні є або дуже рідкісними, або взагалі зниклими. Робота ілюстрована мікрофотографіями, отриманими за допомогою сканувального електронного мікроскопа.

Ключові слова: біорізноманітність, іржасті гриби, морфологія, поширення, сканувальна електронна мікроскопія