

УКРАЇНСЬКИЙ БОТАНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

ISSN 2415-8860 (online)

ISSN 0372-4123 (print)

2023 Vol. 80
No.1 (474)



U KRAINIAN BOTANICAL JOURNAL

A JOURNAL
FOR BOTANY & MYCOLOGY



UKRAINIAN BOTANICAL JOURNAL is a scientific journal publishing articles and contributions on all aspects of botany and mycology, including general issues, taxonomy, floristics, vegetation science, ecology, evolutionary biology, geography, history of flora and vegetation as well as morphology, anatomy, physiology, biochemistry, cell and molecular biology of plants and fungi.

Publication languages: English and Ukrainian

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

Sergei L. MOSYAKIN

Associate Editors

Ganna V. BOIKO

Vera P. HAYOVA

Dirk C. ALBACH (Oldenburg, Germany)
Illya I. CHORNEY (Chernivtsi, Ukraine)
Peter J. de LANGE (Auckland, New Zealand)
Yakiv P. DIDUKH (Kyiv, Ukraine)
Dmytro V. DUBYNA (Kyiv, Ukraine)
Mykola M. FEDORONCHUK (Kyiv, Ukraine)
Zigmantas GUDŽINSKAS (Vilnius, Lithuania)
Vasyl P. HELUTA (Kyiv, Ukraine)
Bogdan JACKOWIAK (Poznan, Poland)
Jürgen KELLERMANN (Adelaide, Australia)
Olexander E. KHODOSOVTSSEV (Kherson, Ukraine)
Sergey Y. KONDRATYUK (Kyiv, Ukraine)
Elizabeth L. KORDYUM (Kyiv, Ukraine)
Iryna V. KOSAKIVSKA (Kyiv, Ukraine)
Karol MARHOLD (Bratislava, Slovakia)
Eviatar NEVO (Haifa, Israel)
Peter RAVEN (St. Louis, USA)
Myroslav V. SHEVERA (Kyiv, Ukraine)
Natalia M. SHYIAN (Kyiv, Ukraine)
Maryna M. SUKHOMLYN (Kyiv, Ukraine)
Susumu TAKAMATSU (Tsu, Japan)
Petro M. TSARENKO (Kyiv, Ukraine)
Filip VERLOOVE (Meise, Belgium)
Solomon P. WASSER (Haifa, Israel)
Olena K. ZOLOTAREVA (Kyiv, Ukraine)

Editorial Assistant

Mariya D. ALEINIKOVA

Front page: *Sargassum aquifolium* (Turner) C. Agardh, Al-Khiran, Kuwait
(see article by Hasan et al. on pages 3–20 in this issue).

Photo by © Amal H. Hajiya Hasan

УКРАЇНСЬКИЙ БОТАНІЧНИЙ ЖУРНАЛ публікує статті з усіх напрямів ботаніки та мікології, в тому числі із загальних питань, систематики, флористики, геоботаніки, екології, еволюційної біології, географії, історії флори та рослинності, а також морфології, анатомії, фізіології, біохімії, клітинної та молекулярної біології рослин і грибів.

Статті друкуються англійською та українською мовами

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

Сергій Л. МОСЯКІН

Заступники головного редактора

Ганна В. БОЙКО

Віра П. ГАЙОВА

Дірк К. АЛЬБАХ (Ольденбург, Німеччина)
Ілля І. ЧОРНЕЙ (Чернівці, Україна)
Пітер Дж. де ЛАНГЕ (Окленд, Нова Зеландія)
Яків П. ДІДУХ (Київ, Україна)
Дмитро В. ДУБИНА (Київ, Україна)
Микола М. ФЕДОРОНЧУК (Київ, Україна)
Зігмонтас ГУДЖИНСКАС (Вільнюс, Литва)
Василь П. ГЕЛЮТА (Київ, Україна)
Богдан ЯЦКОВЯК (Познань, Польща)
Юрген КЕЛЛЕРМАНН (Аделаїда, Австралія)
Олександр Є. ХОДОСОВЦЕВ (Херсон, Україна)
Сергій Я. КОНДРАТЮК (Київ, Україна)
Єлізавета Л. КОРДЮМ (Київ, Україна)
Ірина В. КОСАКІВСЬКА (Київ, Україна)
Кароль МАРГОЛЬД (Братислава, Словаччина)
Евіатар НЕВО (Хайфа, Ізраїль)
Пітер РЕЙВЕН (Сент-Луїс, США)
Мирослав В. ШЕВЕРА (Київ, Україна)
Наталія М. ШИЯН (Київ, Україна)
Марина М. СУХОМЛИН (Київ, Україна)
Сусуму ТАКАМАЦУ (Цу, Японія)
Петро М. ЦАРЕНКО (Київ, Україна)
Філіп ВЕРЛООВ (Мейсе, Бельгія)
Соломон П. ВАССЕР (Хайфа, Ізраїль)
Олена К. ЗОЛОТАРЬОВА (Київ, Україна)

Відповідальний секретар

Марія Д. АЛЕЙНІКОВА

На обкладинці: *Sargassum aquifolium* (Turner) C. Agardh, Аль-Хіран, Кувейт
(див. статтю Гасан та ін. на стор. 3–20 у цьому номері).

Фото © Амаль Г. Гаджия Гасан



CONTENTS

Plant Taxonomy, Geography and Floristics

Hasan A.H.H., Al-Bader D.A., Peters A.F., Küpper F.C.
Revision of the family *Sargassaceae* (*Fucales*,
Phaeophyceae) from Kuwait (Arabian / Persian Gulf,
NW Indian Ocean) based on analysis of morphology
and ITS2 sequences 3

Fungi and Fungi-like Organisms

Heluta V.P. A critical revision of the powdery mildew
fungi (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) of Ukraine: *Erysiphe*
sect. *Erysiphe* 21

Vegetation Science, Ecology, Conservation

Didukh Ya.P., Vasheniak Yu.A., Kuzemko A.A.,
Rosenblit Yu.V., Chusova O.O. Methodological
aspects of synphytoindication analysis of topological
differentiation of biotopes 64

Hetman P.A. Ecological and coenotic characteristics
of the Dokuchaev windbreaks and shelterbelts of
Kirovohrad Region 84

ЗМІСТ

Систематика, флористика, географія рослин

Гасан А.Г.Г., Аль-Бадер Д.А., Петерс А.Ф., Кюппер Ф.К.
Перегляд родини *Sargassaceae* (*Fucales*, *Phaeophy-*
ceae) Кувейту (Аравійська / Перська затока,
північний захід Індійського океану) на основі
аналізу морфології та послідовностей ITS2 3

Гриби і грибоподібні організми

Гелюта В.П. Критичний перегляд видового
складу борошнисторосяних грибів (*Erysiphaceae*,
Ascomycota) України: *Erysiphe* sect. *Erysiphe* 21

Геоботаніка, екологія, охорона рослинного світу

Дідух Я.П., Вашеняк Ю.А., Куземко А.А.,
Розенбліт Ю.В., Чусова О.О. Методичні аспекти
синфітоіндикаційного аналізу топологічної
диференціації біотопів 64

Гетьман П.А. Еколого-ценотична характери-
стика "докучаєвських" лісосмуг Кіровоградської
області 84

Mycological Records

de Lange P.J., Blanchon D.J., Marshall A.J., Schmid L.M.H. *Leptra erythrella* (Pertusariaceae) – a new addition to the lichenized mycobiota of the Aotearoa / New Zealand archipelago. 94

Khodosovtsev A.Ye., Kuzemko A.A. First records of *Anema nodulosum*, *A. tumidulum*, and *Pyrenocarpon thelostomum* (Lichinales, Lichinaceae) in Ukraine and a contribution to *Collematetea cristati* communities . . 98

Anniversary Dates

Melnyk V.I., Rak O.O. On the centenary of birth of Volodymyr K. Miakushko 108

In Memoriam

Kondratyuk S., Vynogradova O., Wołowski K., Wasser S., Burova O., Mikhailiuk T., Mosyakin S. In Memory of Petro M. Tsarenko (12.07.1956 – 21.01.2023). 110

Мікологічні знахідки

де Ланге П.Дж., Бланчон Д.Дж., Маршалл А.Дж., Шмід Л.М.Г. *Leptra erythrella* (Pertusariaceae) – новий вид ліхенізованої мікобіоти архіпелагу Аотеароа / Нова Зеландія 94

Ходосовцев О.Є., Куземко А.А. Перші знахідки лишайників *Anema nodulosum*, *A. tumidulum* і *Pyrenocarpon thelostomum* (Lichinales, Lichinaceae) в Україні та доповнення до класу *Collematetea cristati* 98

Ювілейні дати

Мельник В.І., Рак О.О. До 100-річчя від дня народження Володимира Костянтиновича М'якушка . . . 108

Втрати науки

Кондратюк С., Виноградова О., Воловський К., Вассер С., Бурова О., Михайлюк Т., Мосякін С. Пам'яті Петра Михайловича Царенка (12.07.1956 – 21.01.2023). 110

Approved by the Academic Council of the M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine (Resolution No. 2 of 14 February 2023)

Editorial office address: M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine
2 Tereshchenkivska Str., Kyiv 01601, Ukraine

Tel.: +380 44 235 4182

E-mail: secretary_ubzh@ukr.net

Web: <https://ukrbotj.co.ua>

The State Registration Certificate: KB No. 1279-1063ПП від 11.01.2007

Technical editor O.Ye. Bondarenko

Layout D.S. Reshetnikov

Submitted for printing on 12.04.2023. Format 84 × 108/16. Typeface. Minion Pro
Conventional printed sheets 11,97. Physical printed sheets 14,39. Circulation 107 copies. Order no. 6898

Publisher PH "Akademperiodyka" of the NAS of Ukraine
4 Tereshchenkivska Str., Kyiv 01024, Ukraine

Certificate of entry to the State Register of Publishing Agents
series ДК No. 544 of 27.07.2001



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.01.003>

RESEARCH ARTICLE

Revision of the family *Sargassaceae* (*Fucales*, *Phaeophyceae*) from Kuwait (Arabian / Persian Gulf, NW Indian Ocean) based on analysis of morphology and ITS2 sequences

Amal H. Hajia HASAN^{1*} , Dhia A. AL-BADER^{2,3} , Akira F. PETERS^{1,4} , Frithjof C. KÜPPER^{1,5,6*} 

¹ School of Biological Sciences, University of Aberdeen,

Cruickshank Building, St Machar Drive, Aberdeen AB24 3UU, Scotland, UK

² Department of Biological Sciences, Faculty of Science, Kuwait University, Kuwait

³ Department of Marine Sciences, Faculty of Science, Kuwait University, Kuwait

⁴ Bezhin Rosko, 40 rue des Pêcheurs, F-29250 Santec, Brittany, France

⁵ Marine Biodiscovery Centre, Department of Chemistry, University of Aberdeen, Aberdeen AB24 3UE, Scotland, UK

⁶ Department of Chemistry and Biochemistry, San Diego State University, CA, 92182-1030, USA

* Corresponding authors emails: hajiya22@outlook.com, fkuepper@abdn.ac.uk

Abstract. This article investigates the species of the family *Sargassaceae* present in Kuwait, analyzing nuclear ribosomal internal transcribed spacer 2 (ITS2) sequences of 67 individuals collected in 2018–2020. Morphological characterization and DNA barcoding confirmed the presence of eight taxa that belong to *Sargassaceae*. Five species belong to the genus *Sargassum*, while three other taxa, namely *Sirophysis trinodis*, *Hormophysa cuneiformis*, and *Polycladia myrica*, belong to other genera. For the latter species, there was no ITS2 sequence available so far. As for *Sargassum* species, previous records based on phenotypic identifications were only confirmed for a minority of species. Based on 100% sequence identity with records from other regions, we recognize *S. aquifolium*, *S. ilicifolium* var. *acaraeocarpum*, *S. yinggehaiense*, and one still unclear species (*Sargassum* sp.). According to the sequences, the fifth and most common *Sargassum* species in Kuwait, previously identified as *S. asperifolium*, is *S. carpophyllum*. However, the ITS2 sequence of this entity did not show a perfect match with any *S. carpophyllum* specimen so far sequenced. The comparatively limited diversity of *Sargassum* in Kuwait may be due to the prevailing extreme environmental conditions, in particular large temperature amplitude between +14 °C in winter and +37 °C in summer.

Keywords: genetic analysis, Kuwait, nuclear ribosomal internal transcribed spacer 2 (ITS2), *Phaeophyceae*, phenotypic, phylogeny, *Sargassum*, taxonomy

Article history: Submitted 07 July 2022. Revised 31 December 2022. Published 12 April 2023

Citation: Hasan A.H.H., Al-Bader D.A., Peters A.F., Küpper F.C. 2023. Revision of the family *Sargassaceae* (*Fucales*, *Phaeophyceae*) from Kuwait (Arabian / Persian Gulf, NW Indian Ocean) based on analysis of morphology and ITS2 sequences. *Ukrainian Botanical Journal*, 80(1): 3–20. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.01.003>

This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Introduction

Around 570 species are currently recognized in the order *Fucales* (*Ochrophyta*, brown algae), many of which are structuring elements of benthic habitats by providing shelter and nursery for a variety of invertebrates, micro- and macro-epiphytes, and other marine organisms (Guiry, Guiry, 2023). Only the family *Sargassaceae* Kützing (526 taxa) is of worldwide distribution and one of the most species-rich families in the class *Phaeophyceae* (Phillips, 1995; Blunt et al., 2008; Yip et al., 2020; Guiry, Guiry, 2023). They occur especially in tropical and sub-tropical regions, where they are the most diverse groups of canopy-forming species (Draisma et al., 2010; Mattio, Payri, 2011). This family is absent in waters of Antarctica and southern South America (Draisma et al., 2010). Their diversity is highest in the Indo-West Pacific (Noiraksar, Ajisaka, 2008; Amaral-Zettler et al., 2017), which is close to

the putative region of origin of the order *Fucales* (Cho et al., 2006), with two species of *Sirophysalis* Kützing (tropical Indo-West-Pacific), one species of *Hormophysa* Kützing, three species of *Polycladia* Montagne (eastern Indian Ocean), and 360 described species of *Sargassum* C.Agardh (1820). However, currently, less than 40% of the *Sargassum* species are well characterized and recognized (Mattio, Payri, 2009; Mattio et al., 2010; Low, Chou, 2013). Even though morphological features of blades, receptacles, pneumatocysts, axes and the holdfast are potentially available to support species identification, *Sargassum* species are notoriously difficult to identify morphologically (Stiger et al., 2000, 2003; Cheang et al., 2008).

Recent approaches to investigate the *Sargassaceae* of the Indo-West Pacific region have therefore employed molecular markers in combination with morphology (Bruno de Sousa et al., 2019). Such studies included a revision of the family by

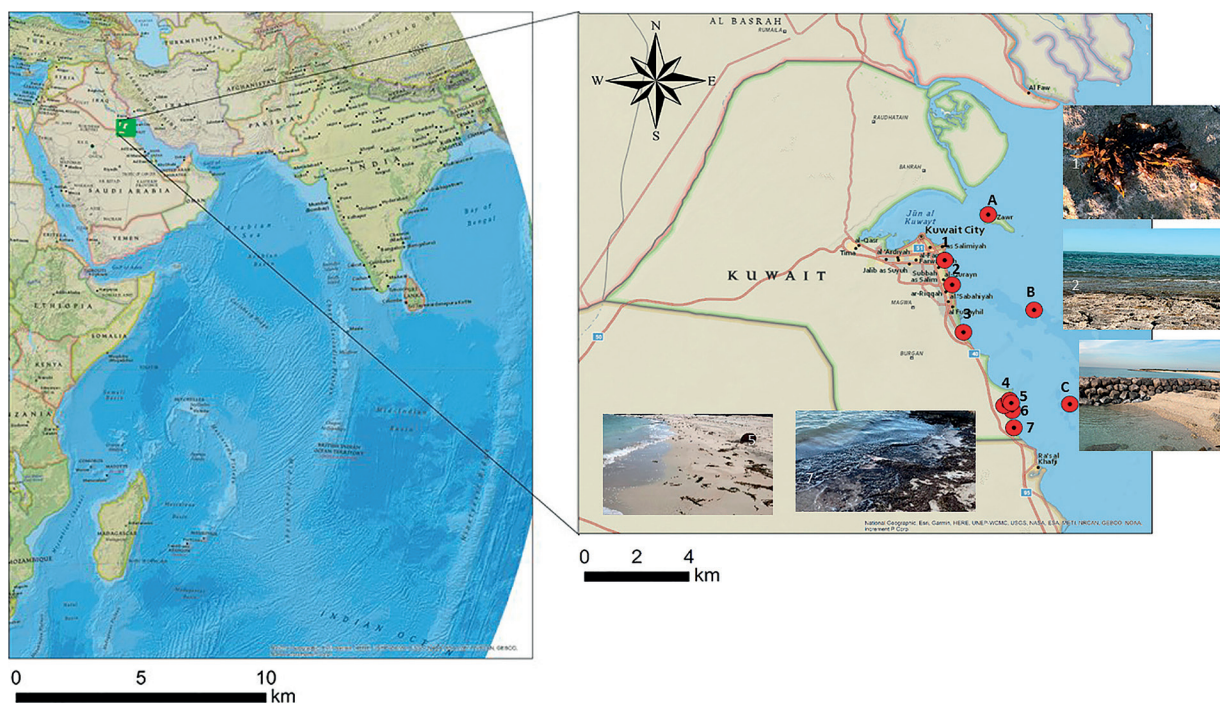


Fig. 1. Sites in Kuwait where specimens of taxa belonging to the family *Sargassaceae* were collected for this study. SubFigure represents: seven shoreline locations (Anjafa, Fintas, Mina Abdulla, Al-Zour (1), Al-Zour (2), Al-Khiran, and Al-Nuwiseeb, shown as 1–7, respectively) and three offshore sampling points in each of Failaka, Kubbar, and Umm Al-Maradim islands (as A, B, C, respectively). GIS maps produced using ArcGIS software; National Geographic, Esri, Garmin, USA

investigating evolutionary relationships (Draisma et al., 2010), in Madagascar (Mattio, Payri, 2011), Australia and New Zealand (Dixon et al., 2012), China (Huang et al., 2017), and Singapore (Yip et al., 2018), leading to the recognition of sub-clades, including segregate genera recognized as different from *Sargassum*, such as *Carpophyllum* Greville, *Phyllotricha* Areschoug, *Sargassopsis* Trevisan, and *Sirophysalis* Kützing. Recently, among the markers studied to elucidate the phylogenetic relationships and species boundaries within this family, particularly the nuclear ribosomal transcribed spacer 2 (ITS2) is suitable for resolving differences among species, subgenera and genera within the *Sargassaceae* due to its mutation rate (Stiger et al., 2000, 2003; Mattio et al., 2008, 2009, 2010; Cho et al., 2012; Dixon et al., 2012, 2014; Kantachumpoo et al., 2015). This marker has therefore been widely used in the *Sargassaceae* and numerous sequences are available from public databases, providing good reference sequences for this kind of study. Names attached to sequences in GenBank may, however, not be correct and have to be treated with caution. To date, full infrageneric resolution of the genus and its position among related genera within the *Sargassaceae* has not been established (Bruno de Sousa et al., 2019).

The present paper adds to the revision of the *Sargassaceae* in the Indian Ocean by studying this family in the Arabian Gulf (also referred to as the Persian Gulf), which is a sub-sea of the NW Indian Ocean (Fig. 1). A total of twelve papers dealing with taxonomic aspects of the marine algal flora of the Gulf have been published, which listed the genera *Hormophysa*, *Polycladia*, *Turbinaria* J.V. Lamour., and *Sirophysalis* along with 25 *Sargassum* species (e.g., Basson, 1992; De Clerck, Coppejans, 1996; Sohrabipour, Rabii, 1999; Gharanjik, 2005; Abdel-Kareem, 2009; Noormohammadi et al., 2011; Shams et al., 2013, 2015; Kokabi, Yousefzadi, 2015). However, in Kuwait only eight publications mention members of the *Sargassaceae*: along members of the genera *Hormophysa*, *Polycladia*, and *Sirophysalis*, ten species of *Sargassum* have been reported (Jones, 1986; Al-Hasan, Jones, 1989; John, Al-Thani, 2014; Al-Yamani et al., 2014; Alghunaim et al., 2019a,

b, 2020). Most recently, two papers have explored concentrations of iodine and fluorine (Al-Adilah et al., 2020) and other trace elements (Al-Adilah et al., 2021) in *Sargassum* species from Kuwait. These papers were the first to report any nucleotide sequence data for *Sargassum* species from the Gulf. Therefore, a study to understand the *Sargassaceae* diversity in Kuwait can be a good start for a general revision of this group in the tropical regions of the Indian Ocean, specifically in the Arabian Gulf. In the present study, evidence from ITS2 sequences is employed to aid this endeavor combined with characteristic morphological features on new collections of the *Fucales* made in Kuwait.

Materials and methods

Algal collections and preservation

Algal samples were collected during the period from October 2018 to January 2020. A total of 67 thalli of *Sargassaceae* taxa were collected from 6 locations, covering the northern (Anjafa, Fintas) and southern areas (Mina Abdulla, Al-Khiran, Al-Zour, Al-Nuwiseeb) of Kuwait's coastline and also from three offshore islands, Failaka, Kubbar, Umm Al-Muradin, respectively (Fig. 1; see Table S1 in Supplementary Information). During low tide, samples were collected by hand from intertidal to upper subtidal zones, while around the islands the specimens floating offshore were collected from a speed boat in open waters with a dip net. All samples were maintained in net bags and tagged with all necessary information. Clean young portions of the freshly collected thalli were preserved for subsequent DNA analysis by immersion in cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) solution (Gachon et al., 2009). The remaining thalli were then pressed onto herbarium sheets for morphological observation and documentation (voucher specimens). Herbarium specimens were deposited in the Kuwait University Herbarium (KTUH) and in the University of Aberdeen Herbarium (ABDUK).

Morphological analysis

The morphological examination used for taxonomic analysis covers thallus length, holdfast and stem shape, presence of primary and secondary branches, general shape of blades, blade margins especially at the apex and base, vesicle shape, as well as receptacle shape and length, as diagnostic features. Specimens were studied using a stereomicroscope (Leica S6E with 10x/23 eyepieces; Morrisville, US). Identification of phenotypical criteria was carried out based on established taxonomic characteristics for this group (Womersley, 1987; Yoshida, 1989; De Clerck, Coppejans, 1996; Abbott, McDermid, 2002; Mattio et al., 2008; Cheang et al., 2008; Mattio, Payri, 2010; Draisma et al., 2010; Al-Yamani et al., 2014; summarized in Table 1). In addition, in this study, the species were compared with available thalli of *Sargassaceae* specimens at Kuwait University Herbarium (KTUH; Al-Bader, personal communications). Finally, species nomenclature was checked with AlgaeBase (Guiry, Guiry, 2023).

Molecular analysis

Most *Sargassaceae* specimens collected within the framework of this study were strongly covered by epiphytic small animals or other seaweeds. Therefore, young tissues, which tend to have less epiphytic organisms, were chosen and carefully cleaned before DNA extraction. Epiphytic organisms may cause DNA impurities and yield false PCR products or double band profiles (Ling Ho et al., 1995). Approximately 20 mg of algal tissue of each sample were ground for 10 minutes at 30 Hz using a mechanical bead grinder (Qiagen Tissue Lyser II, Germany). Subsequently, DNA was extracted using the GENEJET Plant Genomic DNA Purification Kit (Thermo Scientific, Vilnius, Lithuania) according to the manufacturer's protocol (Gachon et al., 2009). Polymerase chain reaction (PCR) was carried out on the samples to amplify the DNA of the internal transcribed spacer region II (ITS2) locus and amplified using primers KP5F and KG4R (Table S2; Lane et al., 2006; Hodge et al., 2010; Dixon et al., 2012).

PCR was performed in 25.1 μ L volume containing 20 μ L of 1.1x VWR® Taq DNA Polymerase Master Mix containing 2 mM MgCl₂, 1.7 μ L of 10 μ M of both forward and reverse primers, and 1.7 μ L of extracted DNA. For ITS2, PCR conditions were as follows: an initial denaturation step of 94 °C for 3 minutes, followed by 35 cycles of 94 °C denaturation for 1 minute, 50 °C annealing temperature for 30 seconds, 72 °C extension step for 1 minute; after finishing the 35 cycles a final extension step of 72 °C allowed completion of unfinished fragments for 5 minutes. Purification was carried out using the GENEJET PCR Purification kit (Thermo Fisher Scientific, Vilnius, Lithuania). PCR products were sequenced commercially (Source BioScience, Oxford, UK) using Sanger sequencing and the same primers as for PCR. Chromatograms of ITS2 were manually reviewed and the raw sequences corrected, and the complementary sequences were aligned using the software BioEdit™ (<http://www.mbio.ncsu.edu/BioEdit/bioedit.html>; Hall et al., 2010).

The consensus sequences generated from amplicons were compared with entries in the GenBank database of the National Center for Biotechnology Information (NCBI) via the Basic Local Alignment Search Online Tools algorithm (BLAST) function (<http://www.ncbi.nih.gov>; Altschul et al., 1997), in order to identify the specimens investigated here to the closest possible match due to the highest degree of homology. The sequences were deposited in GenBank/NCBI (see Table S3 in Supplementary Information).

Sequence alignments were done by using the Multiple Sequence Comparison by Log-Expectation (MUSCLE) statistical method with the software MEGA X 11.0.11 (available from <https://www.megasoftware.net>; Edgar, 2004; Kumar et al., 2018). Moreover, haplotype identification was carried out using the ITS2 marker and this software. In order to construct phylogenetic trees within the framework of this study, 31 additional sequences of different species of *Sargassaceae* were obtained from GenBank and included in the alignment and subsequent analysis, especially taxa with the highest degree of homology to Kuwaiti samples as indicated by BLAST (see Table S4 in Supplementary

Information). The sequences of the Fucacean species *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. (AF102971), *Fucus vesiculosus* L. (AF102932), and *F. serratus* L. (AF102945) served as monophyletic outgroup, following Draisma et al. (2010).

Genetic distance analysis was used to investigate inter- and intraspecific evolutionary divergence between *Sargassaceae* sequences. Phylogenetic trees were constructed following a Maximum Likelihood (ML) approach with bootstrap analysis to support the robustness of the tree (1000 bootstrap replicates) (Tamura et al., 2021). The heuristic search was obtained automatically by applying Neighbor-Joining and BioNJ algorithms to a matrix of pairwise distances estimated using the Maximum Composite Likelihood (MCL) approach and Kimura 2-parameter model (Tamura, 1992), and then selecting the topology with superior log likelihood value. The highest log likelihood (-1671.82) and a discrete Gamma distribution was used to model evolutionary rate differences among sites (5 categories (+G, parameter = 2.1835)). The rate variation model allowed for some sites to be evolutionarily invariable ([+I], 17.39% sites). The tree is drawn to scale, with branch lengths measured in the number of substitutions per site. Also, all positions with less than 95% site coverage were eliminated, i.e., fewer than 5% alignment gaps, missing data, and ambiguous bases were allowed at any position (partial deletion option) (Kumar et al., 2018).

Results

Morphological characters of *Sargassaceae* taxa identified in this study (Table 1, Fig. 2) from Kuwait concurred with the results of molecular identification. Genetically, our data set included sequences of the ITS2 region belonging to 8 different species obtained from a total of 67 samples collected. Alignment of the ITS2 sequences revealed \approx 500–650 base pairs, including gaps. BLAST searches of sequences of all entities from Kuwait had a higher than 99.5% identity when comparing them with the closest matches in the NCBI database, except for *S. trinodis* (Table S3 in Supplementary Information).

Phylogenetic analysis (Fig. 3) was conducted using an alignment of the concatenated sequences from Kuwait, 31 published sequences of *Sargassaceae*, and three members of the *Fucaceae*. The alignment contained 294 nucleotide positions. Among the 12 sequences stemming from Kuwaiti specimens, five sequences belonged to the species *Sirophysalis trinodis*, *Hormophysa cuneiformis*, *Polycladia myrica* and seven sequences are related to five species of the subgenus *Sargassum*: *S. aquifolium*, *S. carpophyllum*, *S. ilicifolium* var. *acaraeocarpum*, *S. yinggehaiense*, and *Sargassum* sp., respectively.

Discussion

Morphological analysis

A revision based on morphology and DNA barcoding of *Sargassum* and the related genera *Sirophysalis*, *Turbinaria*, *Landsburgia*, *Carpophyllum*, and *Sargassopsis* for subtropical and temperate regions at the limits of the Indian Ocean was published recently (Dixon et al., 2012), but for much of the remaining tropics, the taxonomy of the family *Sargassaceae* is still ambiguous.

Cystoseira trinodis (Forsskål) C. Agardh (Fig. 2A) is currently regarded a synonym of *Sirophysalis trinodis* (Forsskål) Kützinger (Guiry, Guiry, 2023). Its distribution ranges from the tropical western Indian Ocean into the west Pacific. The type locality for this taxon name is the Sinai Peninsula, Egypt, from where *Fucus trinodis* Forsskål has been described (Forsskål, 1775: 192). The distinct feature of specimens collected in this work includes spine-like outgrowths, with ultimate branchlets having spindle-shaped air bladders (Table 1). Often the primary branches of such species survive over the summer when frequently carrying heavy epiphytic growth of other filamentous brown algae (see Fig. 2I). *Hormophysa cuneiformis* (J.F. Gmelin) P.C. Silva, albeit in cases reported under its synonym *H. triquetra* (C. Agardh) Kützinger (Lipkin, Silva, 2002), is widespread in warm waters in the Indo-West Pacific region and temperate waters (Guiry, Guiry, 2023). The etymology of the species name is from

Table 1. Morphological description of eight *Sargassaceae* morphotaxa identified in the present study

Feature	Morphotaxa			
	<i>Sirophysalis trinodis</i> (Forsskål) Kützing (syn. <i>Cystoseira trinodis</i> (Forsskål) C. Agardh (Boisset, Ferrer-Gallego, 2015), collected from Failaka island; Fig. 2A	<i>Hormophysa cuneiformis</i> (J.F. Gmelin) P.C. Silva (syn. <i>Hormophysa triquetra</i> (C. Agardh) Kützing), collected from Khiran; Fig. 2B	<i>Polycladia myrica</i> (S.G. Gmelin) Draisma, Ballesteros, F. Rousseau & T. Thibaut (syn. <i>Cystoseira myrica</i> (S.G. Gmelin) C. Agardh, collected from Mina Abdulla; Fig. 2C	<i>Sargassum aquifolium</i> (Turner) C. Agardh (syn. <i>S. crassifolium</i> J. Agardh), collected from Nuwaiseeb; Fig. 2D
Height	About 35 cm in length	Thalli approximately 6 cm high	Up to 15 cm high	Thalli up from 20 to 30 cm high
Color	Brown to yellowish brown	Dark brown to blackish	Dark brown to blackish-brown	Light brown to yellowish-brown
Holdfast	Discoid	Discoid	Discoid	Discoid
Stipe (Axis)	Terete, smooth, supple, 2 mm wide	Terete, smooth, 3 mm in diameter	Terete, many small spiny branchlets (5 mm in diameter) like bear shape	Terete, smooth, 3–4 mm in diameter
Primary branch	Bear spine-like growth alternately, clavate, densely with radical branched, 14 cm long	Three winged, rigid, segmented, irregular branching	Flattened, rigid – alternate to irregularly branched rise each side of axis 3 mm wide, 4 cm, branches fairly rigid and stiff	Cylindrical, coriaceous, 2 mm wide, giving rise of many branchlets up to 5 cm long
Blades	Linear phylloid structures, smooth margined with leaf like appendages, 1mm wide, 2cm long	Margins distinct dental, up to 3 cm long and up to 1 mm wide, narrow	Small pinnate, alternately pinnate and the pinnae becoming gradually shorter towards apices, thus each branch has a triangular outline	Lanceolate to oblanceolate, up to 5 cm long and up to 3-6mm width, usually with acute apex, margins dentate, midribs vanishing midway to distinct near apices, asymmetric base
Vesicles	Spindle-ellipsoidal shaped (2 spheres in each brachlets), 1 mm wide, 3 mm long with thin mucro (spine)	Irregularly pinnate or whorled	Small spiny ellipsoidal or oval shaped various size from 1–2 mm wide, 2 mm long, resulting in intercalary aerocyst	Spherical or ovate, smooth, some with thin mucro (spine). Pedicle long, mostly cylindrical, few flattened, variable in size from 1 to 7 mm wide
Receptacles	Stalked lanceolate lateral on side branches up to 5 mm long and 1 mm wide	Not obvious	Stalked ellipsoidal, 4 mm long	Receptacles lanceolate and terete in lower part, up to 5–15 mm long and 1 mm wide, arranged in racemes or in cymes

Feature	Morphotaxa			
	<i>Sargassum carpophyllum</i> J. Agardh (syn. <i>S. pseudolanceolatum</i> Tseng & Lu), collected from Umm al-Maradim; Fig. 2E	<i>Sargassum ilicifolium</i> var. <i>acaraeocarpum</i> Grunow, collected from Al-Zour; Fig. 2F	<i>Sargassum yinggehaiense</i> Tseng & Lu, collected from Al-Zour; Fig. 2G	<i>Sargassum</i> sp., collected from Anjafa; Fig. 2H
Height	Thallus approximately 30 cm high	30–40 cm high	Up to 40 cm high and bushy	Thalli up to 25 cm high
Color	Yellowish-brown	Yellowish-brown	Dark brown	Dark greenish in color
Holdfast	Discoid, 1cm wide	Discoid and conical, 4 mm wide	Discoid	Not observed
Stipe (Axis)	Terete, smooth	Terete to compressed, smooth	Terete, smooth	Terete, compressed to flattened smooth, 2mm in diameter
Primary branch	Terete, smooth with 1 mm wide	Asymmetrical margin up to 3 mm wide	Thick elongated ellipsoidal, mostly rounded, 2 mm width	Compressed, smooth, 2 mm, giving rise of many branchlets up to 5 cm long
Blades	Linear-dentate margins and acute apex up to 4 cm long and up to 1 mm wide	Lanceolate to elliptical, with acute or obtuse apex relatively thick in texture. Margins are smooth, up to 2–3cm long and up to 5mm width	lanceolate, acute tips and irregularly serrulate margins, up to 3–4 cm long and up to 5 mm wide	Elongated lanceolate, up to 3 cm long and up to 2 mm wide, narrow pedicel long base
Vesicles	Spherical or ovate, smooth, some with thin mucro (spine). Pedicle long, mostly cylindrical, few flattened, various in size 2–4 mm wide	Spherical to ovate, smooth. Pedicles cylindrical or foliar, various in size from 2 to 3 mm width	Ovoid, with thin or foliar mucro. Pedicle cylindrical or foliar, 2 mm wide	Elliptical globular or ovate, smooth, various size from 1–2 mm width, 2 mm long
Receptacles	Lanceolate, up 3 mm long and 1 mm wide, arranged in cymes	Linear, margins can be smooth or with spine-like protuberances, up to 10 mm long and 2 mm wide. Arranged in cymes or racemes	Linear, obtuse or acute apex, petiolate or in cymes, up 2 mm long and 1 mm wide	Slightly terete, small spines at the apices and margins

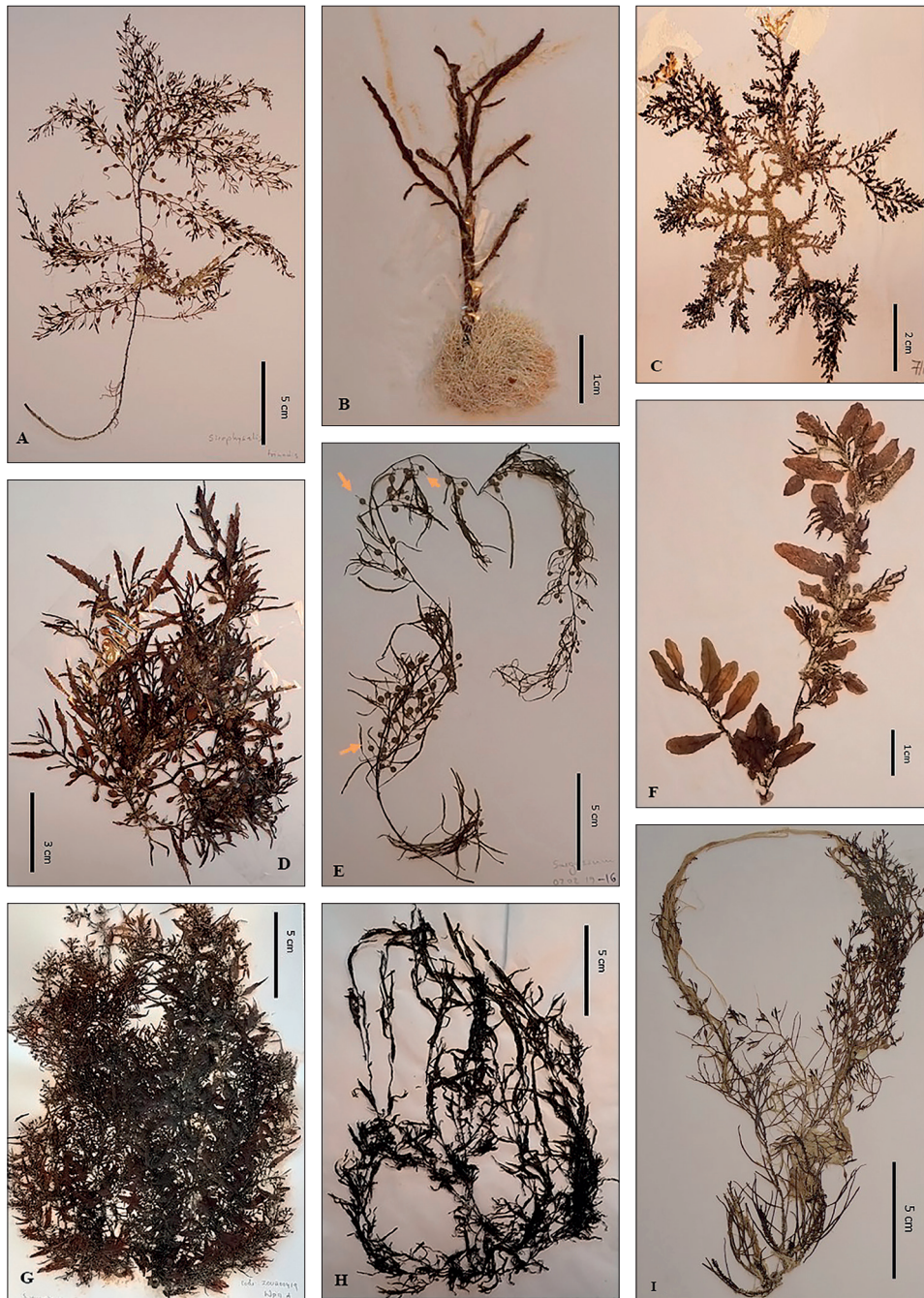


Fig. 2. A: *Sirophysalis trinodis* (FAI180219-21, Failaka Island, collected by A.F. Peters, F.C. Küpper, A.H. Hasan); B: *Hormophysa cuneiformis* (KHI120219-19, Khiran, collected by A.F. Peters, F.C. Küpper, A.H. Hasan); C: *Polycladia myrica* (MINABD71018-3, Mina Abdulla, collected by A.H. Hasan); D: *Sargassum aquifolium* (NUW60219-16, Nuwaiseeb collected by A.F. Peters, F.C. Küpper, A.H. Hasan); E: *S. carpophyllum* (arrows show thin mucro (spine) (UMM70219-16, Umm Al-Maradim Island, collected by A.F. Peters, F.C. Küpper, A.H. Hasan, D. Al-Bader); F: *S. ilicifolium* var. *acaraeocarpum* (ZOU290120-15, Al-Zour, collected by A.H. Hasan); G: *S. yinggehaiense* (KD14-ZOU200419wP-11-A, Al-Zour, collected by D. Al-Bader); H: *Sargassum* sp. (ANJ270120-9, Anjafa, collected by A.H. Hasan); I: *Sirophysalis trinodis* with filamentous brown epiphytes (KUB210219-12, Kubbar Island, collected by A.F. Peters, F.C. Küpper, D. Al-Bader)

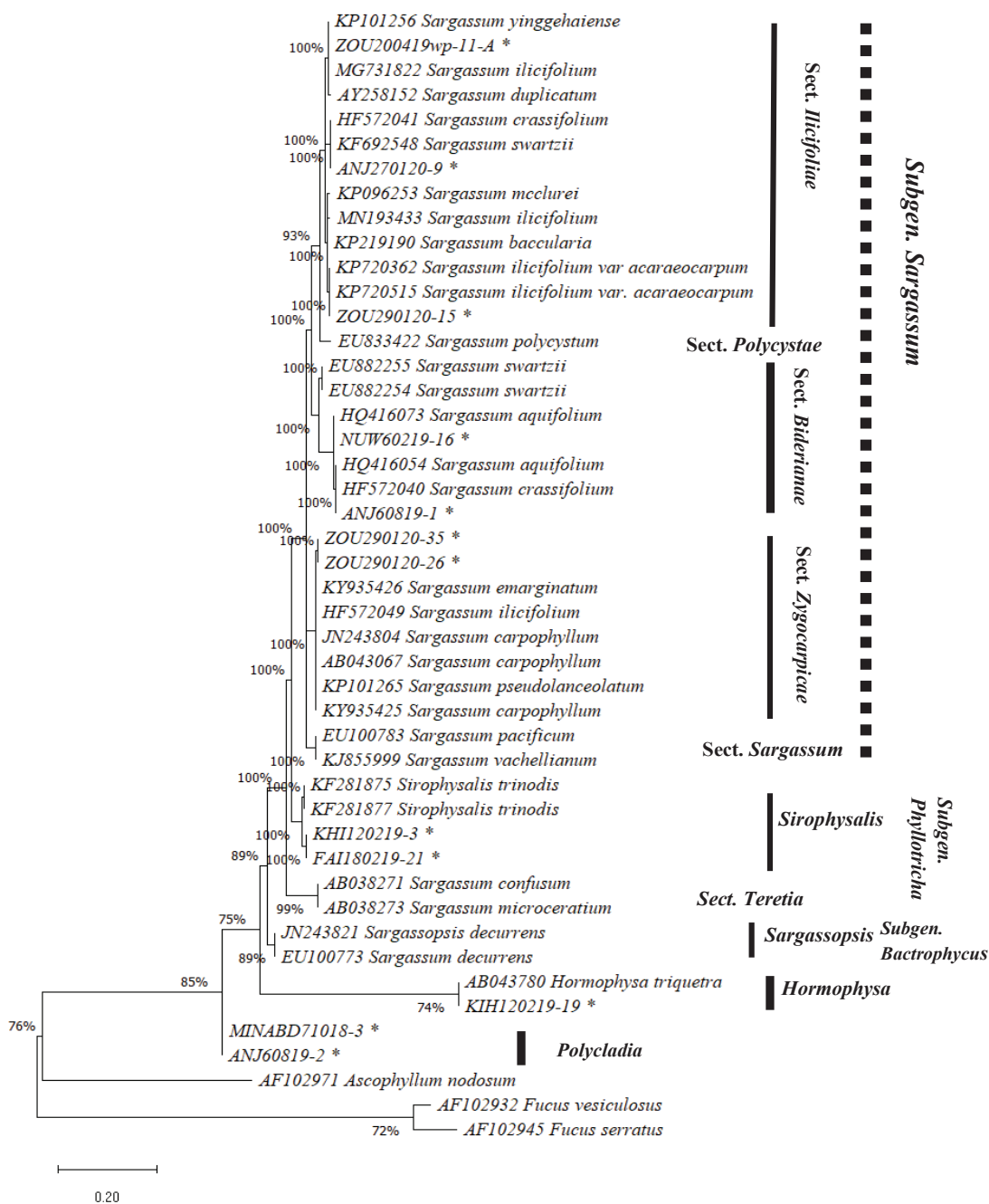


Fig. 3. Phylogenetic tree showing positions of 12 sequenced taxa of Sargassaceae from Kuwait based on a dataset of 34 ITS2 nucleotide sequences retrieved from GenBank using Maximum Likelihood and Tamura2-parameter model (Tamura, 1992). Numbers near nodes represent bootstrap support (1000 replicates). Branches with no values have less than 50 % bootstrap support. Sample codes typed with star signs indicate *Sargassum* sp. collected for this framework. Some species were not included in the tree of Fig. 3 because the ITS2 sequence was identical to that of an already included species. *Note:* this tree covers: two specimens of *Sirophysalis trinodis*, one of *Hormophysa cuneiformis*, two of *Polycladia myrica*, two of *Sargassum aquifolium*, two of *S. carpophyllum*, one of *S. ilicifolium* var. *acaraeocarpum*, one of *S. yinggehaiense*, one of unclear *Sargassum* sp.

Latin, meaning 'wedge-shaped' or narrow below and wide above (Silva et al., 1987). This finding concurs with the morphology of our samples – including that branches are three-winged, fairly rigid, more or less segmented, and margins distinctly dentate (Table 1). In addition, some individuals survive over the summer, but several branches are lost in autumn leaving only the basal branches that frequently carry abundant epiphytes (see Fig. 2B). *Polycladia myrica* (S.G. Gmelin) Draisma, Ballesteros, F. Rousseau & T. Thibaut (Fig. 2C) is regarded as a currently accepted name, with a synonym *Cystoseira myrica* (S.G. Gmelin) C. Agardh, including *C. myrica* var. *tenella* Endlicher & Diesing, which is distributed in the Mediterranean Sea, western India to the Arabian Peninsula, and farther extends to the South African east coast (Draisma et al., 2010; Guiry, Guiry, 2023). Other characters to distinguish our samples are erect, rigid branches, covered by numerous, short, rigid spines; branches are alternately pinnate with the pinnae becoming gradually shorter towards the apices; each branch has a triangular outline and spiny oval air bladders are often present (Table 1). The perennial basal portion and main branches bear many small spiny branchlets and air bladders which are cast ashore when lost during autumn. All the aforementioned genera were well documented by several authors in the Gulf and Kuwait as locally abundant in the Gulf region (Jones, 1986; Al-Hasan, Jones, 1989; Basson, 1992; Silva et al., 1996; De Clerck, Coppejans, 1996; John, 2012; John, Al-Thani, 2014; Al-Yamani et al., 2014; Kokabi, Yousefzadi, 2015).

Sargassum species are characterized by leaf-like branchlets (hereafter leaves), that distinctly differentiate from a cylindrical or compressed, never foliar, axis (Mattio et al., 2009; Table 1). The first species, *S. aquifolium* (Turner) C. Agardh (Fig. 2D), is well documented by several authors in the Gulf and Kuwait (Jones, 1986; Al-Hasan, Jones, 1989; Basson, 1992; De Clerck, Coppejans, 1996; Silva et al., 1996; Abdel-Kareem, 2009; John, 2012; John, Al-Thani, 2014; Al-Yamani et al., 2014; Shams et al., 2015; Kokabi, Yousefzadi, 2015; Alghunaim et al., 2019a, b, 2020), albeit in cases under its synonym *S. crassifolium* (Turner) J. Agardh (Silva

et al., 1996). Commonly, its main habitat in the Gulf are exposed reef flats and subtidal zones (Shams et al., 2015). The second species identified here, *S. carpophyllum* J. Agardh (Fig. 2E), grows in the lower parts of the intertidal zone on rocky substratum or in the upper subtidal zone in the Gulf (John, 2012). Synonyms are *S. emarginatum* C.K. Tseng & Lu Baroen and *S. pseudolanceolatum* Tseng & Lu (Tseng, Lu, 2002a), respectively, which are both reported from southern China (Abbott, McDermid, 2002). *Sargassum carpophyllum* was the species most frequently encountered in our study with 49 (73%) samples out of 76 in total thalli, found washed ashore or drifting in the lower intertidal zone in the Southern Provinces of Kuwait. Out of several papers mentioning *S. carpophyllum*, none of them are related to the Gulf. Thus, observations of this species in the present study constitute a new record for the Gulf and Kuwait. The third species, *S. ilicifolium* var. *acaraeocarpum* Grunow (originally described "*acaraeocarpa*"; Fig. 2F), is mentioned by only two publications (Silva et al., 1996; Mattio et al., 2015b), in addition to a recent paper from our group related to Kuwait (Al-Adilah et al., 2020). The fourth *Sargassum* species detected in Kuwait is *S. yinggehaiense* Tseng & Lu (Fig. 2G) which was initially described by Tseng and Lu Baoren (2002b) from Yinggehai Beach, Hainan Island (China) as the type locality where it grows on rocks in the lower intertidal and upper subtidal zones (Tseng, Lu, 2002b; Guiry, Guiry, 2023). In Kuwait, this species was collected on a single occasion, cast onto the shore at Al-Zour (Al-Bader et al., unpublished paper). Elsewhere in the world, this taxon has only been mentioned from Yinggehai Beach, Hainan Island, China, by Tseng and Lu (2002b). Thus, *S. yinggehaiense* represents a new record for the Gulf and Kuwait. The fifth species was collected on a single occasion in Anjafa (central coast of Kuwait). Morphologically, it is characterized by a dark green color, and can be separated from other taxa by flattened stems, versus cylindrical to compressed stems. However, identification of this species is still problematic and is therefore only designated *Sargassum* sp. here. It needs further study (see below).

For five species, we obtained identifications differing from prior records (e.g. Al-Yamani et al., 2014) except for *S. aquifolium*. Two species, *S. natans* (L.) Gaillon (Basson, 1992; Silva et al., 1996; John, Al-Thani, 2014) and *S. fluitans* Børgesen (Silva et al., 1996; John, Al-Thani, 2014; Al-Yamani et al., 2014), are Atlantic species which were originally described from the tropical Atlantic Ocean floating in the Sargasso Sea (Louime et al., 2017). Either were not collected in this study, they may have been an ephemeral introduction or were improperly identified. None of our sequences match the reference sequence of *S. fluitans* (KM461674, or KM461675) from USA; North Carolina, Gulf of Mexico, respectively. However, *S. ilicifolium* var. *acaraeocarpum* (our specimens ZOU290120-15 and ZOU200419wP-12-c) agrees morphologically with a thallus of *S. fluitans* in Al-Yamani et al. (2014). There is no ITS2 sequence for *S. angustifolium* C. Agardh nor *S. asperifolium* Hering & G. Martens ex J. Agardh in GenBank. Furthermore, *S. carpophyllum* thalli which were collected in this study have the same morphology as *S. asperifolium* in Al-Yamani et al. (2014). Alternatively, it could be that several species which were covered in previous inventories of Kuwait are synonyms or misidentifications due to the failure to account for the full range of morphological plasticity within each taxon (see Mattio et al., 2013; Low, Chou, 2013; Yip et al., 2018). Since it is clear that none of the targeted collections within the framework of this study belong to any Atlantic species, all the specimens collected here fall within the section *Sargassum*, which is the main group containing the representative of the genus in the Indo-West Pacific region. In this respect, *Sargassum* is one of the most complicated genera with regard to implementing alpha taxonomy, due to the high degree of morphological divergence and high level of adaptation to particular environments (Kantachumpoo et al., 2015).

Our study clearly confirmed the presence of fewer *Sargassaceae* species in Kuwait in comparison with previous reports (Al-Yamani et al., 2014). This could be related to the short coastline of Kuwait, \approx 300 km (Al-Yamani et al., 2004), compared with the total Gulf coastline of about 5930 km (John, Al-Thani, 2014) in combination with extremely harsh

physical conditions (i.e. a large seasonal temperature amplitude 23 °C; Al-Rashidi et al., 2009) resulting in lower diversity of *Sargassaceae* than in other parts of the tropical Indo-West Pacific with more benign conditions and a vastly larger area (Price et al., 2006; Sheppard, 2010; John, Al-Thani, 2014). The most elaborate multi-gene phylogenetic analysis of the *Sargassaceae* is that by Draisma et al. (2010). Mattio et al. (2015b) reported 11 species of *Sargassum* sp., including seven new records for Madagascar, based on multi-gene phylogeny and morphological features. Similarly, Kantachumpoo et al. (2015) investigated the phylogenetic relationships and species boundaries of eight *Sargassum* species from Thailand using morphological characteristics and ITS2 gene sequences. In Singapore, a total of six species were delineated based on morphological characteristics and molecular clades based on phylogenetic analyses of three loci (Yip et al., 2018). Even though the diversity of *Sargassaceae* species in Kuwait varied from one sampling site to another, *Sargassum* species were the key canopy-forming seaweeds in the Southern Province. *Sargassum* species are sensitive to anthropogenic activities (Phillips, Blackshaw, 2011; Yip et al., 2018) which may explain the scarcity of records from Kuwait Bay and the Northern Province within the framework of the present study. Also, it seems that the nature of the Northern Province, i.e. with a coastline scarce of hard rocky substrates and most of the intertidal and sublittoral covered with mud flats, may limit the establishment of *Sargassaceae* members because early stages of these algae need hard substratum for attachment (John, 1986; Al-Hasan, Jones, 1989; Alghunaim et al., 2019a). In contrast, the Southern Province has beaches scattered with rocks that are suitable for holdfast attachment (Al-Yamani et al., 2004). Members of the *Sargassaceae* are prone to remarkable changes in morphology when defoliation occurs following fruiting. John (2012) pointed out that in the Arabian Gulf, only the basal parts of *H. cuneiform* thalli often survive over the summer and new branches rapidly grow from these early in the autumn. For Kuwait, also in autumn, large masses of *S. aquifolium* are dominant and drifting ashore in the entire territory, before it becomes 'defoliated' in late winter (Al-Hasan, Jones,

1989). In line with these observations, the present study was conducted from late autumn (October 2018) until January 2020. It has to be emphasized that the scope of the present study did not address the ecology or seasonality of *Sargassum*.

Molecular phylogenetic analyses

Overall, the present study demonstrated that the family *Sargassaceae* in Kuwait is represented by four genera: *Sirophysalis*, *Hormophysa*, *Polycladia*, and *Sargassum*, which are considered the "basal taxa" in the family *Sargassaceae* (Draisma et al., 2010). The results presented here are based upon the sequencing results obtained within the framework of this study, which were aligned and used for the molecular phylogenetic analyses described here. *Sargassum* species are clearly polyphyletic (with sister taxa of well-supported clades) – in other words, polyphyletic genera are included under the same clade name (Mattio, Payri, 2011; Kantachumpoo et al., 2015). Based upon sequencing results, an entire ITS2 sequence obtained from our present study (KHI200219-3, FAI180219-21) matches with a published sequence of *S. trinodis* from Australia (KF281875) with 99.28% homology (i.e., five substitutions). This difference can be interpreted as intraspecific variation. With 612 bp, this species had the longest ITS2 among samples from Kuwait. The sequences of the genus *S. trinodis* (KHI200219-3, FAI180219-21) clustered monophyletically in the genus *Sirophysalis*, supporting the notion that *Sirophysalis* is a sister genus to the clade of the subgenus *Sargassum* and that the nearest related neighbors form a monophyletic group sister to the genera *Sargassopsis*, *Polycladia*, *Hormophysa*, respectively. The ITS2 sequence (KHI120219-19) is identical to a published sequence (AB043780), under the name *H. triquetra* from France, except for a 155 bp long insertion of short repetitive motifs. Sequences of additional samples will be required to show if this insertion is common in *H. cuneiformis* from the Gulf (which, interestingly, does not occur in *Polycladia myrica*). Therefore, taking ITS2 sequences in GenBank into account, sequences ANJ60819-2 and MINABD71018-3 correspond to *P. myrica* – a taxon which is solely described

morphologically in several publications from the Gulf as mentioned earlier (which so far does not have an ITS sequence in GenBank), constituting genetically a new record for Kuwait and the Gulf as well. It does not appear to cluster with any branch including those referred to as the "basal taxa" in the family *Sargassaceae*.

In addition, we highlighted the occurrence of 5 distinct *Sargassum* taxa well supported in clades in this tree (Fig. 3). Generally, *Sargassum* is currently subdivided into eight lineages or clades of taxa: *Sargassum* sect. *Sargassum*, *Zygo carpicae*, *Polycystae*, *Ilicifolia*, *Binderiana*, *Johnstonii*, *Lapazaenum*, and *Sinicola* (Mattio, Payri, 2011). The results of the present phylogenetic analysis showed that in Kuwait, *Sargassum* species belong to three of the aforementioned clades, namely *Ilicifolia*, *Binderiana*, and *Zygo carpicae*. Our results suggest that *Sargassum* subgen. *Sargassum* lineages or clades of taxa, which formed and nested sister groups to *Sargassum* subgen. *Arthrophyucus* and *Sargassum* subgen. *Bactrophyucus*, is sister to those above. Sequences of NUW60219-16 and ANJ60819-1 are identical (100%) to the published sequences for *S. aquifolium* (HQ416054 and HQ416073) from Tanzania, France, respectively, and clustered with *S. aquifolium* in the subgenus *Sargassum* clade of sect. *Binderiana*. The ITS2 of ZOU290120-26 and ZOU290120-35) show 99.61% homology to sequences present under four different species identifications in GenBank: JN243804 from Australia (*S. carpophyllum*), KY935426 from China (*S. emarginatum*), KP101265 from China (*S. pseudolanceolatum*), suggesting that the latter two are synonyms of the former, as well as HF572049 from Iran (*S. ilicifolium*), which was likely a misidentification. Together our data show that this species, which is common in Kuwait, belongs to *S. carpophyllum* or a closely related species. Previously, it may have been treated in Kuwait as *S. angustifolium* or *S. asperifolium* (Al-Yamani et al., 2014). There are no ITS2 sequences for any of these two taxa in GenBank. We adopt a conservative approach and classify this entity in *S. carpophyllum*. Sequences ZOU290120-26 and ZOU290120-35 sequences cluster in the same clade as *S. pseudolanceolatum* and *S. emarginatum*. All our ITS2 sequences cluster in the same clade

as *S. pseudolanceolatum* and *S. emarginatum*. Furthermore, the ITS2 sequences of *S. carpophyllum* and *S. pseudolanceolatum* are identical, but they differed in two positions from the published sequences of *S. carpophyllum*, *S. pseudolanceolatum*, and *S. emarginatum*. Thus, this species belongs to the section *Zygocarpicae*. Overall, three *Sargassum* species investigated here clustered genetically within sect. *Ilicifolia*. The sequence from ZOU290120-15 obtained here is identical (100%) to that of *S. ilicifolium* var. *acaraeocarpum* from Madagascar (KP720362), which suggests that they belong to the same species. The significant genetic distance from *S. ilicifolium* from Indonesia (98.68%) with accession MN193433 suggests that treating this entity as mere variation of *S. ilicifolium* may be incorrect, and that its affiliation to *S. ilicifolium* var. *acaraeocarpum* would be justified. The ITS2 sequence obtained from KD14-ZOU200419wP-11-A shows 100% identity with *S. yinggehaiense* (GenBank entry KP101256 from China), which suggests that the material of this study belongs to this species. The identification of specimen ANJ270120-9 as *S. swartzii* C. Agardh is based on high sequence homology (99.83%) and is nested with sequence KF692548 of *S. swartzii* from India. Although *S. swartzii* was previously identified from the Gulf based on morphology (Basson, 1992; Silva et al., 1996; John, Al-Thani, 2014; Shams et al., 2015), this sequence is important because the type locality of *S. swartzii* is India (Mattio et al., 2010; Guiry, Guiry, 2023). This sequence (KF692548) is of doubtful identity, because none of the 15 other ITS2 sequences of *S. swartzii* available in GenBank from other parts of the world came out as a close match with ANJ270120-9. Additionally, *S. swartzii* is classified under sect. *Binderiana* of the genus *Sargassum* (Mattio et al., 2010, 2013), as do *S. swartzii* sequences EU882254 (Mattio et al., 2008, 2013) and EU882255 (Mattio et al., 2010) from New Caledonia (see Table S4 in Supplementary Information). However, sequence ANJ270120-9 clusters with *S. swartzii* (KF692548) and is under sect. *Ilicifolia*. It seems that the reference sequence of *S. swartzii* (a sample from India) is misidentified and not in a suitable clade (and does not match, e.g. with a sample from New Caledonia). Therefore, ANJ270120-9 may correspond to another species

of *Sargassum* sp., probably most closely related to *Sargassum* sp. from Iran with sequence homology (99.81%; GenBank accession HF572033) rather than *S. swartzii* and will need more study.

However, significantly, the lack of genetic variation observed in Arabian / Persian Gulf members of the family *Sargassaceae*, as well as their overlapping morphologies, suggests that fewer species are actually present than currently recognized. Due to the relatively small sample size and the lack of genetic diversity across one marker (our study) or all three markers tested in others studies, for example, a range of other markers such as the mitochondrial 5'-*Cox1*, *COI*, mt23S and adjacent spacer (Draisma et al., 2010; Mattio et al., 2010) and the chloroplast *rbcl* and *psaA* (Cho et al., 2012) have been tested on closely-related species of *Sargassaceae* but likewise did not provide better resolution than the ITS2 locus. We therefore believe that the present study provides sufficient insights for a first molecular assessment of the diversity of *Sargassaceae* in Kuwait.

In conclusion, the present work confirms that the nuclear ribosomal internal transcriber spacer 2 (ITS2) elucidates phylogenetic relationships of the *Sargassaceae* family including *Sargassum* species boundaries from Kuwait using morphological characteristics, which could provide fundamental data for further studies related to species-level resolution in a poorly studied region like the Arabian Gulf and Kuwait.

Acknowledgements

The present work is part of the PhD thesis of Amal Hasan entitled "Macroalgal biodiversity of Kuwait, with special emphasis on the vicinity of desalination plants". We acknowledge the help received from Dr. Hedda Weitz (technical assistant) for providing help in the laboratory and Dr. Puja Kumari for reviewing the manuscript and critical comments. We acknowledge the funding received to support this work from the Marine Alliance for Science and Technology (grant reference HR09011) to FCK and Kuwait Foundation for the Advancement of Science (KFAS; grant number PR1712SL18) to DAB.

Ethics Declaration

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

A.H.H. Hasan: [ID https://orcid.org/0000-0001-8582-2772](https://orcid.org/0000-0001-8582-2772)

D.A. Al-Bader: [ID https://orcid.org/0000-0001-8799-1617](https://orcid.org/0000-0001-8799-1617)

A.F. Peters: [ID https://orcid.org/0000-0001-5332-199X](https://orcid.org/0000-0001-5332-199X)

F.C. Küpper: [ID https://orcid.org/0000-0003-1273-7109](https://orcid.org/0000-0003-1273-7109)

Supplementary Information

Table S1. Collection sites and habitat of specimens of the *Sargassaceae* in Kuwait

Table S2. Primer sequences used for amplification of the *Sargassaceae* specimens in this study

Table S3. Specimens of the *Sargassaceae* collected from Kuwait, grouped according to the closest ITS2 sequence match in GenBank. Note that there is no previously published ITS2 sequence of *Polycladia myrica*

Table S4. ITS2 sequences of the *Sargassaceae* retrieved from GenBank for use in phylogenetic analysis

References

- Abbott I., McDermid K. 2002. *Taxonomy of Economic Seaweeds with reference to some Pacific species*. Vol. 8. Eds I. Abbott, K. McDermid. La Jolla, California: California Sea Grant College Program, xviii + 332 pp.
- Abdel-Kareem M. 2009. New algal records from the Arabian Gulf coast of Saudi Arabia. *Botany Research International*, 2(4): 268–276.
- Al-Hasan R., Jones W. 1989. Marine algal flora and sea grasses of the coast of Kuwait. *Journal of University of Kuwait (Science)*, 16: 289–341.
- Al-Adilah H., Peters A., Al-Bader D., Raab A., Akhdhar A., Feldmann J., Küpper F.C. 2020. Iodine and fluorine concentrations in seaweeds of the Arabian Gulf identified by morphology and DNA barcodes. *Botanica Marina*, 63(6): 509–519. <https://doi.org/10.1515/bot-2020-0049>
- Al-Adilah H., Al-Bader DA., Elktob M., Kosma I., Kumari P., Küpper F.C. 2021. Trace element concentrations in seaweeds of the Arabian Gulf identified by morphology and DNA barcodes. *Botanica Marina*, 64(4): 327–338. <https://doi.org/10.1515/bot-2021-0027>
- Al-Rashidi T.B., El-Gamily H.I., Amos C.L., Rakha K.A. 2009. Sea surface temperature trends in Kuwait Bay, Arabian Gulf. *Natural Hazards*, 50: 73–82.
- Al-Said T., Al-Ghunaim A., Subba Rao D., Al-Yamani F., Al-Rifaie F., Al-Baz A. 2017. Salinity-driven decadal changes in phytoplankton community in the NW Arabian Gulf of Kuwait. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(6): 268. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-5969-4>
- Al-Yamani F., Bishop J., Ramadhan E., Al-Husain M., Al-Ghadban A. 2004. *Oceanographic Atlas of Kuwait's Waters*. Kuwait: Kuwait Institute for Scientific Research, 203 pp.
- Al-Yamani F., Polikarpov I., Al-Ghunaim A., Mikhaylova T. 2014. *Field Guide of Marine macroalgae (Chlorophyta, Rhodophyta, Phaeophyceae) of Kuwait*. Kuwait: Kuwait Institute for Scientific Research, 190 pp.
- Alghunaim A., Taqi A., Al-Kandari M., Al-Said T. 2019a. Distribution and nature of *Sargassum* species in the Kuwait waters. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 7(5): 53–59. <https://doi.org/10.4236/gep.2019.75006>
- Alghunaim A., Al-Adila H., Ali M., Subrahmanyam M. 2019b. Factors Affecting the distribution, biomass and life stages of *Sargassum* spp. in the Northwest Arabian Gulf. *Atmosphere-Ocean*, 59(1): 1–14. <https://doi.org/10.1080/07055900.2019.1594672>

- Alghunaim A., Yamamoto T., Madhusoodhanan R., Polikarpov I., Chen W., Al-Said T., Al-Zekri W., Alenezi Y., Al-Yamani F. 2020. Evaluating the potential area and environmental key factors for *Sargassum* bed restoration in highly turbid waters of the northwestern Arabian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 153: 110949. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110949>
- Altschul S., Madden T., Schäffer A., Zheng Zhang J., Miller W., Lipman D. 1997. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. *Nucleic Acids Research*, 25(17): 389–402. <https://doi.org/10.1093/nar/25.17.3389>
- Amaral-Zettler L., Dragone N., Schell J., Slikas B., Murphy M., Morrall C., Zettler E. 2017. Comparative mitochondrial and chloroplast genomics of a genetically distinct form of *Sargassum* contributing to recent "Golden Tides" in the Western Atlantic. *Ecology and Evolution*, 7(2): 516–525. <https://doi.org/10.1002/ece3.2630>
- Basson P. 1992. Checklist of marine algae of the Arabian Gulf. *Journal of University of Kuwait (Science)*, 19: 217–229.
- Boisset F., Ferrer-Gallego P. 2015. Typification of the Indo-Pacific *Sirophysalis trinodis* (*Fucales*: *Sargassaceae*). *Taxon*, 64: 1275–1279. <https://doi.org/10.12705/646.9>
- Blunt J., Copp B., Hu W., Munro M., Northcote P., Prinsep M. 2008. Marine natural products. *Natural Product Reports*, 25: 35–94. <https://doi.org/10.1039/c6np00124f>
- Bruno de Sousa C., Cox C.J., Brito L., Pavão M.M., Pereira H., Ferreira A., Ginja C., Campino L., Bermejo R., Parente M., Varela J. 2019. Improved phylogeny of brown algae *Cystoseira* (*Fucales*) from the Atlantic-Mediterranean region based on mitochondrial sequences. *PLoS ONE*, 14(1): e0210143. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210143>
- Cheang C., Chu K., Ang P. 2008. Morphological and genetic variation in the populations of *Sargassum hemiphyllum* (*Phaeophyceae*) in the northwestern Pacific. *Journal of Phycology*, 44(4): 855–865. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2008.00532.x>
- Cho G., Rousseau F., De Reviere B., Boo S. 2006. Phylogenetic relationships within the *Fucales* (*Phaeophyceae*) assessed by the photosystem I coding *psaA* sequences. *Phycologia*, 45(5): 512–519. <https://doi.org/10.2216/05-48.1>
- Cho S., Lee S., Deok Ko.Y., Mattio L, Boo S. 2012. Molecular systematic reassessment of *Sargassum* (*Fucales*, *Phaeophyceae*) in Korea using four gene regions. *Botanica Marina*, 55(5): 473–484. <https://doi.org/10.1515/bot-2012-0109>
- Draisma S., Ballesteros E., Rousseau F., Thibaut T. 2010. DNA sequence data demonstrate the polyphyly of the genus *Cystoseira* and other *Sargassaceae* genera (*Phaeophyceae*). *Journal of Phycology*, 46: 1329–1345. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2010.00891.x>
- De Clerck O., Coppejans E. 1996. Marine algae of the Jubail marine wildlife sanctuary, Saudi Arabia. In: *A Marine Wildlife Sanctuary for the Arabian Gulf. Environmental Research and Conservation Following the 1991 Gulf War Oil Spill*. Eds F. Krupp, A.H. Abuzinada, I.A. Nader. Göttingen: Hubert & Co., pp. 199–289.
- Dixon R., Huisman J., Gurgel F., Spencer P. 2012. A morphological and molecular study of austral *Sargassum* (*Fucales*, *Phaeophyceae*) supports the recognition of *Phyllotricha* at genus level, with further additions to the genus *Sargassopsis*. *Journal of Phycology*, 48(5): 1119–1129. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2012.01187.x>
- Dixon R., Mattio L., Huisman J., Payri C., Bolton J., Gurgel F. 2014. North meets south – taxonomic and biogeographic implications of a phylogenetic assessment of *Sargassum* subgenera *Arthrophyucus* and *Bactrophycus* (*Fucales*, *Phaeophyceae*). *Phycologia*, 53(1): 15–22. <https://doi.org/10.2216/13-173.1>
- Edgar R.C. 2004. MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Research*, 32(5): 1792–1797.
- Forsskål P. 1775. *Flora Aegyptiaca-Arabica sive descriptiones plantarum, quas per Aegyptum inferiorem et Arabiam delictam detexit illustravit Petrus Forsskål*. Hauniæ [Copenhagen]: ex officina Mölleri, 32, + xxxvi + 219 pp.
- Gachon C., Strittmatter M., Dieter G., Müller D., Kleinteic J., Küpper F.C. 2009. Detection of differential host susceptibility to the marine oomycete pathogen *Eurychasma dicksonii* by real-time PCR: not all algae are equal. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(2): 322–328. <https://doi.org/10.1128/aem.01885-08>
- Gharanjik B.M. 2005. *Determination of biomass and expansion of algae and preparation of Persian Gulf and Oman Sea Algae Atlas*. Project No: 84/538, Offshore Fisheries Research Center. Tehran: Research Institute of Fisheries of Iran, 135 pp.
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2023–onward. *AlgaeBase. World-wide Electronic Publication*. Galway: National University of Ireland. Available at: <https://www.algaebase.org> (Accessed 3 March 2023).
- Hall J., Fučíková K., Lewis L., Kenneth K. 2010. An assessment of proposed DNA barcodes in freshwater green algae. *Cryptogamie, Algologie*, 31(4): 529–555.

- Huang C., Sun Z., Gao D., Yao J., Hu Z., Li Y., Wang Y., Xu K., Chen W. 2017. Molecular analysis of *Sargassum* from the northern China seas. *Phytotaxa*, 319(1): 071–083. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.319.1.3>
- Hodge F., Buchanan J., Zuccarello G. 2010. Hybridization between the endemic brown algae *Carpophyllum maschalocarpum* and *Carpophyllum angustifolium* (Fucales): Genetic and morphological evidence. *Phycological Research*, 58(4): 239–247.
- John D. 2012. Coral Reefs of the Gulf. *Coral Reefs of the World*, 3: 170–186. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-3008-3>
- John D., Al-Thani R. 2014. Benthic marine algae of the Arabian Gulf: A critical review and analysis of distribution and diversity patterns. *Nova Hedwigia*, 98(3–4): 341–392. <https://doi.org/10.1127/0029-5035/2014/0156>
- Jones D. 1986. *A Field Guide to the Seashores of Kuwait and the Arabian Gulf*. [Kuwait]; Poole; Dorset: Blanford Press, 192 pp.
- Kantachumpoo A., Uwai S., Noiraksar T., Komatsu T. 2015. Systematics of marine brown alga *Sargassum* from Thailand: A preliminary study based on morphological data and nuclear ribosomal internal transcribed spacer 2 (ITS2) sequences. *Ocean Science Journal*, 50(2): 251–262. <https://doi.org/10.1007/s12601-015-0022-4>
- Kobabi M., Yousefzadi M. 2015. Checklist of the marine macroalgae of Iran. *Botanica Marina*, 56(3): 207–227. <https://doi.org/10.1515/bot-2013-0010>
- Kumar S., Stecher G., Li M., Knyaz C., Tamura K. 2018. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35: 1547–1549.
- Lane C., Mayes C., Druehl L., Saunders G. 2006. A multi-gene molecular investigation of the kelp (*Laminariales*, *Phaeophyceae*) supports substantial taxonomic re-organization. *Journal of Phycology*, 42: 493–512.
- Ling Ho C., Moi Phang S., Pang T. 1995. Molecular characterisation of *Sargassum polycystum* and *S. siliquosum* (*Phaeophyta*) by polymerase chain reaction (PCR) using random amplified polymorphic DNA (RAPD) primers. *Journal of Applied Phycology*, 7: 33–41.
- Lipkin Y., Silva P. 2002. Marine algae and seagrasses of the Dahlak Archipelago, southern Red Sea. *Nova Hedwigia*, 1(2): 75. <https://doi.org/10.1127/0029-5035/2002/0075-0001>
- Louime C., Fortune J., Gervais G. 2017. *Sargassum* invasion of coastal environments: a growing concern. *American Journal of Environmental Sciences*, 13(1): 58–64. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2017.58.64>
- Low J., Chou L.M. 2013. *Sargassum* in Singapore: What, Where and When? In: *Taxonomy of Southeast Asian Seaweeds*. Vol. 2. Eds S.-M. Phang, P.-E. Lim. Kuala Lumpur: Institute of Ocean and Earth Science (IOES), University of Malaya, pp. 219–236.
- Mattio L., Payri C. 2011. 190 years of *Sargassum* taxonomy, facing the advent of DNA phylogenies. *Botanical Review*, 77(1): 31–70. <https://doi.org/10.1007/s12229-010-9060-x>
- Mattio L., Anderson R., Bolton J. 2015a. A revision of the genus *Sargassum* (*Fucales*, *Phaeophyceae*) in South Africa. *South African Journal of Botany*, 98: 95–107. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2015.02.008>
- Mattio L., Bolton J., Anderson R. 2015b. Contribution to the revision of the genus *Sargassum* (*Fucales*, *Phaeophyceae*) in Madagascar using morphological and molecular data. *Cryptogamie, Algologie*, 36(2): 143–169. <http://dx.doi.org/10.7872/crya.v36.iss2.2015.143>
- Mattio L., Payri C., Stiger-Pouvreau V. 2008. Taxonomic revision of *Sargassum* (*Fucales*, *Phaeophyceae*) from French Polynesia based on morphological and molecular analyses. *Journal of Phycology*, 44: 1541–1555. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2008.00597.x>
- Mattio L., Payri C., Verlaque M. 2009. Taxonomic revision and geographic distribution of the subgenus *Sargassum* (*Fucales*, *Phaeophyceae*) in the western and central Pacific Islands based on morphological and molecular analyses. *Journal of Phycology*, 45(5): 1213–1227. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2009.00737.x>
- Mattio L., Payri C., Verlaque M., de Reviers B. 2010. Taxonomic revision of *Sargassum* sect. *Acanthocarpicae* (*Fucales*, *Phaeophyceae*). *Taxon*, 59(3): 896–904. <https://doi.org/10.1002/tax.593017>
- Mattio L., Zubia M., Loveday B., Crochelet E., Duong N., Payri C., Bhagooli R., Bolton J. 2013. *Sargassum* (*Fucales*, *Phaeophyceae*) in Mauritius and Réunion, Western Indian ocean: Taxonomic revision and biogeography using hydrodynamic dispersal models. *Phycologia*, 52(6): 578–594. <https://doi.org/10.2216/13-150.1>
- Noiraksar T., Ajsaka T. 2008. Taxonomy and distribution of *Sargassum* (*Phaeophyceae*) in the Gulf of Thailand. *Journal of Applied Phycology*, 20: 963–977.

- Noormohammadi Z., Barki S., Masoud Sheidai M., Farnaz F., Gharanjik B. 2011. Morphological diversity of *Sargassum* species of Iran. *Gene Conserve*, 10(39): 1–22.
- Phillips N. 1995. Biogeography of *Sargassum* (Phaeophyta) in the Pacific basin. In: *Taxonomy of Economic Seaweeds with Reference to Some Pacific Species*. Vol. 5. Eds I.A. Abbott. La Jolla, California: California Sea Grant College System, pp. 107–144.
- Phillips J., Blackshaw J. 2011. Extirpation of macroalgae (*Sargassum* spp.) on the subtropical east Australian coast. *Conservation Biology*, 25 (5): 913–921.
- Price A., Vincent L., Venkatachalam A., Bolton J., Basson P. 2006. Concordance between different measures of biodiversity in Indian Ocean macroalgae. *Marine Ecology Progress Series*, 319: 85–91.
- Shams M., Afsharzadeh S., Balali G., De Clerck O. 2013. Revision of *Sargassum* species (*Fucales*, *Phaeophyceae*) from Persian Gulf and Oman Sea (Iran) based on morphological and phylogenetical analyses. In: *Proceedings of the 18th National Symposium of Applied Biological Sciences, February 2013*. Ghent: Ghent University, 253 pp.
- Shams M., Afsharzadeh S., Balali G. 2015. Taxonomic study of six *Sargassum* species (*Sargassaceae*, *Fucales*) with compressed primary branches in the Persian Gulf and Oman sea including *S. binderi* Sonder, a new record species for algal flora, Iran. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*, 26(1): 7–16.
- Sheppard C., Al-Husiani M., Al-Jamali F., Al-Yamani F., Baldwin R., Bishop J., Benzoni F., Dutrieux E., Dulvy N., Durvasula S., Jones D., Loughland R., Medio D., Nithyanandan M., Pilling G., Polikarpov I., Price A., Purkis S., Riegl B., Saburova M., Zainal Kh. 2010. The Gulf: A young sea in decline. *Marine Pollution Bulletin*, 60(1): 13–38. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.10.017>
- Silva P.C., Meñez E.G., Moe R.L. 1987. Catalog of the benthic marine algae of the Philippines. In *Smithsonian Contributions to Marine Sciences*. Number 27. Washington: Smithsonian Institution Press, iv + 179 pp. <https://doi.org/10.5479/si.1943667X.27.1>
- Silva P.C., Basson P.W., Moe R.L. 1996. *Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean*. In: University of California Publications in Botany. Vol. 79. Berkeley: University of California Press, 1259 pp.
- Sohrabipour J., Rabii R.A. 1999. List of marine algae of seashores of Persian Gulf and Oman Sea in the Hormozgan Province. *Iranian Journal of Botany*, 8: 131–162.
- Stiger V., Horiguchi T., Yoshida T., Coleman A., Masuda M. 2000. Phylogenetic relationships of *Sargassum* (*Sargassaceae*, *Phaeophyceae*) with reference to a taxonomic revision of the section *Phyllocystae* based on ITS-2 nrDNA sequences. *Phycological Research*, 48(4): 251–260. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1835.2000.00210.x>
- Stiger V., Horiguchi T., Yoshida T., Coleman A., Masuda M. 2003. Phylogenetic relationships within the genus *Sargassum* (*Fucales*, *Phaeophyceae*), inferred from ITS-2 nrDNA, with an emphasis on the taxonomic subdivision of the genus. *Phycological Research*, 51(1): 1–10. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1835.2003.00287.x>
- Tamura K. 1992. Estimation of the number of nucleotide substitutions when there are strong transition-transversion and G+C-content biases. *Molecular Biology and Evolution*, 9: 678–687. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a040752>
- Tamura K., Stecher G., Kumar S. 2021. MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11. *Molecular Biology and Evolution*, 38(7): 3022–3027. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>
- Tseng C., Lu B. 2002a. Studies on the bisserulic *Sargassum* of China: IV. The series *Ilicifoliae* (J. Agardh) Tseng et Lu. In: *Taxonomy of Economic Seaweeds with Reference to Some Pacific Species*. Vol. 8. Eds I. Abbott, K. McDermid. La Jolla, California: California Sea Grant College Program, pp. 35–67.
- Tseng C., Lu B. 2002b. Studies on the bisserulic *Sargassum* of China: IV. The series *Plagiophyllae* Tseng et Lu. In: *Taxonomy of Economic Seaweeds with Reference to Some Pacific Species*. Vol. 8. Eds I. Abbott, K. McDermid. La Jolla, California: California Sea Grant College Program, pp. 11–33.
- Womersley H.B.S. 1987. *The Marine Benthic Flora of Southern Australia*. Part II. Adelaide: South Australian Government Printing Division, 481 pp.
- Yip Z., Quek R., Huang D. 2020. Historical biogeography of the widespread macroalga *Sargassum* (*Fucales*, *Phaeophyceae*). *Journal of Phycology*, 56: 300–309. <https://doi.org/10.1111%2Fjpy.12945>
- Yip Z., Quek R., Low J., Wilson B., Bauman A., Chou L., Todd P., Huang D. 2018. Diversity and phylogeny of *Sargassum* (*Fucales*, *Phaeophyceae*) in Singapore. *Phytotaxa*, 369(3): 200–210. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.369.3.3>
- Yoshida T. 1989. Taxonomy of *Sargassum*. *The Korean Journal of Phycology*, 4(2): 107–110.

А.Г.Г. ГАСАН¹, Д.А. АЛЬ-БАДЕР^{2,3}, А.Ф. ПЕТЕРС^{1,4}, Ф.К. КЮППЕР^{1,5,6}

^{1,5} Абердинський університет, Абердин, Шотландія, Сполучене Королівство

² Відділ біологічних наук, Університет Кувейту, Кувейт

³ Відділ морських досліджень, Університет Кувейту, Кувейт

⁴ Бежін Роско, Сантек, Бретань, Франція

⁶ Університет штату Каліфорнія в Сан-Дієго, США

Перегляд родини *Sargassaceae* (*Fucales*, *Phaeophyceae*) Кувейту (Аравійська / Перська затока, північний захід Індійського океану) на основі аналізу морфології та послідовностей ITS2

Реферат. У статті наведено результати досліджень водоростей родини *Sargassaceae* Кувейту на основі аналізу послідовностей ядерного спейсера ITS2, виділених із 67 зразків, зібраних у 2018–2020 роках. Морфологічна характеристика та штрихкодування ДНК підтвердили наявність восьми таксонів, які належать до родини *Sargassaceae* – п'яти видів роду *Sargassum* і трьох видів інших родів, а саме *Sirophysalis trinodis*, *Hormophysa cuneiformis* і *Polycladia myrica*. Для останнього виду доступних послідовностей ITS2 ще не було відомо. Що стосується роду *Sargassum*, нами підтверджена меншість із раніше зареєстрованих його видів. На основі 100%-ої ідентичності послідовностей наших зразків і знахідок з інших регіонів ми визнаємо *S. aquifolium*, *S. ilicifolium* var. *acaraeocarpum*, *S. yinggehaiense* та один поки що невизначений вид (*Sargassum* sp.). Відповідно до аналізу послідовностей, п'ятим і найпоширенішим видом роду *Sargassum* у Кувейті є *S. carpophyllum*, раніше ідентифікований як *S. asperifolium*. Проте повного співпадання цієї послідовності ITS2 з жодним із відомих секвенованих зразків *S. carpophyllum* виявлено не було. Порівняно невисоке різноманіття видів роду *Sargassum* у Кувейті може бути наслідком доволі екстремальних умов навколишнього середовища, зокрема значної амплітуди температур від +14 °C взимку до +37 °C влітку.

Ключові слова: *Sargassum*, *Phaeophyceae*, генетичний аналіз, Кувейт, таксономія, фенотип, філогенія, ядерний спейсер ITS2



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.01.021>

RESEARCH ARTICLE

Критичний перегляд видового складу борошністороссяних грибів (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) України: *Erysiphe* sect. *Erysiphe*

Василь П. ГЕЛЮТА 

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

Адреса для листування: vheluta@botany.kiev.ua

Реферат. Ця стаття є другою в серії запланованих праць, присвячених критичному перегляду видового складу борошністороссяних грибів (*Erysiphaceae*, *Helotiales*, *Ascomycota*) України та їхнього поширення на теренах держави. У першій статті цієї серії йшлося про види невеликих родів *Arthrocladiella* та *Blumeria*, тут же розглядаються види секції *Erysiphe* роду *Erysiphe*. Представники двох інших секцій даного роду, *Microsphaera* та *Uncinula*, будуть критично переглянуті в подальших статтях цієї серії. У статті наведено 24 види секції *Erysiphe*, зареєстровані в Україні, дається їхнє поширення і розподіл за регіонами України, а також ключ для визначення. Найпоширенішими видами, які часто трапляються в багатьох регіонах України, є *E. aquilegiae*, *E. convolvuli*, *E. cruciferarum*, *E. heraclei*, *E. pisi* та *E. polygoni*. Рідше, але все ж таки доволі часто реєструвалися *E. buhrii*, *E. howeana*, *E. knautiae*, *E. limonii*, *E. lycopsidis* та *E. urticae*. До відносно рідкісних, що траплялися нечасто і в небагатьох регіонах, належать *E. betae*, *E. circaeae*, *E. lythri*, *E. macleayae*, *E. mayori*, *E. thesii* та *E. ulmariae*. Лише з одного чи кількох місцезростань відомі *E. caricae*, *E. catalpae*, *E. caulicola*, *E. celosiae* та *E. malvae*. Низка видів є заносними, більшість з них зареєстровані в Україні відносно недавно – протягом останнього століття. Це *E. betae*, *E. caricae*, *E. catalpae*, *E. celosiae*, *E. howeana* та *E. macleayae*.

Ключові слова: біорізноманітність, мікобіота, поширення, *Helotiales*, *Leotiomycetes*

Ця стаття є другою в серії запланованих праць, присвячених критичному перегляду видового складу борошністороссяних грибів (*Erysiphaceae*, *Helotiales*, *Ascomycota*) України та їхнього поширення на теренах держави. У попередній статті (Heluta, 2022) йшлося про представників невеликих родів *Arthrocladiella* Vasilkov та *Blumeria* Golovin ex Speer, тут же ми розпочинаємо розглядати види роду *Erysiphe* R. Hedw. ex DC. – найбільшого в родині *Erysiphaceae*.

Ще в другій половині минулого століття до роду *Erysiphe* відносили види борошністороссяних грибів, які мали кулясті або

напівкулясті плодові тіла хазмотеції з міцеліє-подібними придатками та декількома чи багатьма сумками. Конідіальними стадіями цих видів були представники анаморфних родів *Euoidium* та *Pseudoidium*. У першому випадку на конідіеносцях формувалися ланцюжки конідій, тоді як у другому конідії утворювалися по одній на конідіеносці. У 1988 р., базуючись насамперед на типі конідіальної стадії, ми виділили з роду *Erysiphe* рід *Golovinomyces* (U. Braun) V.P. Heluta, до якого віднесли всі види з конідіальною стадією *Euoidium* (Heluta, 1988). Пізніше доцільність такого поділу була підтверджена результатами молекулярно-

Article history: Submitted 26 October 2022. Revised 02 February 2023. Published 12 April 2023

Citation: Heluta V.P. 2023. A critical revision of the powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) of Ukraine: *Erysiphe* sect. *Erysiphe*. *Ukrainian Botanical Journal*, 80(1): 21–63 [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.01.021>

This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

філогенетичного аналізу (Takamatsu et al., 1998; Saenz, Taylor, 1999). Однак при цьому аналізі виявилось, що разом з *Erysiphe* в одну кладу потрапляють і види кількох інших родів, які також мають анаморфу *Pseudoidium*. Отже, вони були включені в *Erysiphe* переважно як секції цього роду (Braun, Takamatsu, 2000). З них в Україні зареєстровані лише представники секцій *Microsphaera* (Lév.) U. Braun & Shishkoff (плодові тіла з диференційованими від міцелію придатками, що мають дихотомічно розгалужені верхівкові частини) та *Uncinula* (Lév.) de Bary (придатки також диференційовані від міцелію, однак їхні апікальні частини прості, гачкоподібно загнуті або ж закручені).

У цій статті, через обмеження обсягу, ми розглядаємо лише види секції *Erysiphe*, а представники двох інших секцій та решти родів борошністоросяних грибів будуть критично переглянуті в подальших наших працях.

З опрацьованої нами секції *Erysiphe* роду *Erysiphe* в Україні зареєстровано щонайменше 24 види. Найпоширенішими, тобто такими, що часто траплялися в багатьох регіонах України і на великій кількості рослин-живителів, є *E. aquilegiae*, *E. convolvuli*, *E. cruciferarum*, *E. heraclei*, *E. pisi* та *E. polygoni*. Рідше, але все ж таки доволі часто реєструвалися *E. buhrii*, *E. howeana*, *E. knautiae*, *E. limonii*, *E. lycopsidis* та *E. urticae*. До відносно рідкісних, що траплялися нечасто і в небагатьох регіонах, належать *E. betae*, *E. circaeae*, *E. lythri*, *E. macleayae*, *E. mayori*, *E. thesii* та *E. ulmariae*. Лише з одного чи кількох місцезростань відомі *E. caricae*, *E. catalpae*, *E. caulicola*, *E. celosiae* та *E. malvae*. З них *E. malvae* в Україні не виходить за межі Криму. Низка видів є заносними, більшість з них зареєстровані в Україні відносно недавно – протягом останнього століття. Це *E. betae* (Nevodovskyi, 1925; Jaczewski, 1927; Muravyev, 1927), *E. caricae* (Heluta, 1999b; Takamatsu et al., 2015; Braun et al., 2017), *E. catalpae* (Jaczewski,

1910, 1927), *E. celosiae* (Ale-Agha et al., 2008), *E. howeana* (Marchenko, 1963) та *E. macleayae* (Korytnianska et al., 2010, 2012; Heluta, Kravchuk, 2015).

Поширення видів подається відповідно до районування, запропонованого для "Флори грибів України" (Heluta, 1989). Межі районів та скорочені їхні назви наведено в попередній нашій праці (Heluta, 2022), присвяченій родам *Arthrocladiella* та *Blumeria*. Однак для зручності читача ми повторюємо карту районування України (рис. 1).

***Erysiphe* R. Hedw. ex DC., in Lamarck & de Candolle, Fl. franç., Edn 3 (Paris) 2: 272. 1805. – еризифе**

Microsphaera Lév., Anns Sci. Nat., Bot., sér. 3 15: 381. 1851. – *Trichocladia* (de Bary) Neger, Flora, Regensburg 88: 350. 1901. – *Uncinula* Lév., Anns Sci. Nat., Bot., sér. 3 15: 151. 1851. – *Uncinuliella* R.Y. Zheng & G.Q. Chen, Acta microbiol. sin. 19(3): 283. 1979¹.

Типовий вид: *Erysiphe polygoni* DC.

Міцелій ектофітний, білий або сіруватий, як правило, добре розвинений, на всіх зелених органах рослин-живителів, складається з безбарвних септованих і розгалужених гіф 4–10 мкм завтовшки, переважно тонкостінних і гладких. Апресорії добре розвинені, розташовані по одній чи супротивно парні, суцільні, соскоподібні, з городчастим краєм або дещо лопатеві, до багатолопатевих. Гаусторії в клітинах епідермісу, майже кулясті, грушоподібні. Анаморфи належать до роду *Pseudoidium* Y.S. Paul. Конідієносці прямостоячі, базальні клітини прямі, зігнуті, до спірально закручених. Конідії утворюються по одній на конідієносці, при відсутності руху повітря можуть не роз'єднуватися, формуючи несправжні ланцюжки, різної форми та розмірів – від майже

¹ Тут і далі з метою спрощення тексту та зменшення його обсягу подаються лише синоніми, під якими в Україні найчастіше наводився той чи інший таксон. Вся синоніміка доступна в монографії У. Брауна і Р. Кука (Braun, Cook, 2012) та на електронному ресурсі *Index Fungorum* (<http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp>)



Рис. 1. Райони Флори грибів України (Heluta, 1989): ВЛс – Волинський Лісостеп, ГК – Гірський Крим, ДЗЛС – Донецький злаково-лучний Степ, ЗК – Закарпаття, ЗЛс – Західний Лісостеп, ЗП – Західне Полісся, ЗУЛ – Західноукраїнські ліси, КЛ – Карпатські ліси, КрЛс – Кримський Лісостеп, КрС – Кримський Степ, ЛЗЛС – Лівобережний злаково-лучний Степ, ЛЗС – Лівобережний злаковий Степ, ЛЛс – Лівобережний Лісостеп, ЛП – Лівобережне Полісся, МП – Мале Полісся, ПБК – Південний берег Криму, ПЗЛС – Правобережний злаково-лучний Степ, ПЗС – Правобережний злаковий Степ, ПКЛ – Прикарпатські ліси, ПЛс – Правобережний Лісостеп, ПС – Полиновий Степ, РЛ – Розтоцькі ліси, СЗЛС – Старобільський злаково-лучний Степ, СРЛ – Середньоруські ліси, ХЛс – Харківський Лісостеп, ЦП – Центральне (Правобережне) Полісся

Fig. 1. Regions of the *Flora of fungi of Ukraine* (Heluta, 1989): ВЛс – Volyn (Volhynian) Forest-Steppe, ГК – Mountain Crimea, ДЗЛС – Donetsk Grass-Meadow Steppe, ЗК – Transcarpathia, ЗЛс – Western Forest-Steppe, ЗП – Western Polissya, ЗУЛ – Western Ukrainian Forests, КЛ – Carpathian Forests, КрЛс – Crimean Forest-Steppe, КрС – Crimean Steppe, ЛЗЛС – Left Bank Grass-Meadow Steppe, ЛЗС – Left Bank Grass Steppe, ЛЛс – Left Bank Forest-Steppe, ЛП – Left Bank Polissya, МП – Lesser Polissya, ПБК – South Coast of Crimea, ПЗЛС – Right Bank Grass-Meadow Steppe, ПЗС – Right Bank Grass Steppe, ПКЛ – Cis-Carpathian Forests, ПЛс – Right Bank Forest-Steppe, ПС – Polynovyi (Artemisia) Steppe, РЛ – Roztochchya Forests, СЗЛС – Starobilsk Grass-Meadow Steppe, СРЛ – East European (Central Russian) Upland Forests, ХЛс – Kharkiv Forest-Steppe, ЦП – Central (Right Bank) Polissya

циліндричних до еліпсоїднояйцеподібних чи бочкоподібних, без фіброзинових тілець, 20–40(–65) × 9–20(–26) мкм, поверхня зморшкувата, утворена валиками, що переплітаються і формують неправильну, дещо витягнуту вздовж сіточку (СЕМ). Проростання конідій належить до типу Pseudoidium, проросткові трубки прості, можуть формувати дещо лопатеві апресорії. Хазмотеції в сухому стані більш-менш вдавнені знизу, до напівкулястих, темно-коричневі, до чорних, середнього розміру, 65–150(–180) мкм у діаметрі, переважно не занурені в міцелій. Перидій зазвичай багаточаровий, складається з більш-менш багатокутних або неправильно багатокутних клітин, пігментований, темний, майже непрозорий. Придатки переважно базальні, міцелієподібні, прості або ж неправильно галузяться по всій довжині (секція *Erysiphe*) чи головним чином екваторіальні, стержнеподібні, прості, інколи роздвоєні, до 6 разів більш-менш правильно дихотомічно розгалужені на кінцях (секція *Microsphaera*) або ж такі самі, з гачкоподібно загнутими чи навіть закрученими апікальними частинами (секція *Uncinula*), прозорі, в базальній частині можуть бути коричнюватими, до коричневих. Сумки по 2–15, у деяких видів до 30, напівкулясті, еліпсоїднооберненояйцеподібні, булавоподібні, правильні або нерівнобокі, сидячі або ж на коротких ніжках, 40–90 × 20–45(–60) мкм, 2–8-спорові. Спори еліпсоїдні, яйцеподібні, майже кулясті, безбарвні, зрідка жовтуваті або зеленкуваті, 15–30(–38) × 7–16(–20) мкм.

Паразити на всіх зелених органах дводольних рослин-живителів, однак найчастіше розвиваються на листках. В Україні зареєстровано близько 100 видів, з них щонайменше 24 належать до секції *Erysiphe*.

Ключ для визначення секцій

1. Придатки міцелієподібні, не диференційовані чи слабо диференційовані від міцелію, часто переплітаються з ним, базальні, до майже екваторіальних, прості або неправильно

розгалужені секція *Erysiphe*
– Придатки диференційовані від міцелію, переважно екваторіальні, у зрілих плодкових тілах на кінцях більш-менш правильно дихотомічно розгалужені або ж гачкуваті чи закручені, стержень придатка простий, зрідка може один раз галузитися 2

2. Придатки на кінцях переважно більш-менш правильно дихотомічно розгалужені, в деяких видів, особливо коли незрілі, можуть бути простими чи вилчастими, однак при цьому чітко диференційовані від міцелію секція *Microsphaera*
– Придатки на кінцях гачкуваті або ж закручені секція *Uncinula*

Ключ для визначення видів секції *Erysiphe*

1. Сумки переважно 2–6-спорові, дуже рідко спор до 8 2
– Сумки переважно 6–8-спорові, рідше спор менше 24

2. Хазмотеції утворюються на стеблах у вигляді щільного чохла, інколи на листках. Придатки безбарвні. На видах родів *Astragalus* і *Chamaecytisus* (*Fabaceae*) 6. *E. caulicola*
– Хазмотеції утворюються на інших органах рослин; якщо на стеблах, тоді не утворюють щільний чохол; придатки, принаймні біля основи, забарвлені, коричнюваті 3

3. Придатки переважно 3–8 разів неправильно розгалужені, зрідка прості..... 4
– Придатки переважно прості, інколи 1–3 рази неправильно галузяться 11

4. Придатки довгі, до 5 діаметрів хазмотецію. На видах родини *Convolvulaceae* 9. *E. convolvuli*
– Придатки коротші 5

5. Придатки за довжиною приблизно дорівнюють діаметру хазмотецію, зрідка до 2 діаметрів, порівняно жорсткі, до 8 разів неправильно галузяться, з численними короткими гілочками. На видах родів *Lathyrus* й *Ononis* (*Fabaceae*) 20a. *E. pisi* var. *cruchetiana*
– Придатки довші (до 2–3 діаметрів), менш галузяться, без численних коротких гілочок ... 6

6. Придатки помітно розгалужені, переважно коралоподібно 7
 – Придатки галузяться не коралоподібно, приблизно 3 рази 9
7. Число спор у сумці дуже мінливе (від 2 до 7). На видах родини *Caryophyllaceae*...**3. E. buhrii**
 – Число спор постійніше і дещо менше, до 6. На видах інших родин 8
8. Сумкоспори по 3–4, зрідка 2 або 5. На видах роду *Beta* (*Chenopodiaceae*) **2. E. betae**
 – Сумкоспори по 3–5, зрідка 2 або 6. На видах родини *Ariaceae* **11. E. heraclei**
 9(6). Конідієносці до 120 мкм завдовжки, базальні клітини до 40 мкм, відношення довжини конідії до її товщини 1,3–2,6, сумкоспори переважно по 3–5, до 6. На видах родини *Amaranthaceae* **7. E. celosiae**
 – Конідієносці довші, до 190 мкм, базальні клітини до 90 мкм, конідії витягнутіші (відношення довжини до товщини 1,8–2,8), сумкоспори переважно по 2–4, до 5. На видах інших родин 10
10. Сумки по 4–6. На видах родини *Malvaceae***18. E. malvae**
 – Сумки по 3–12. На видах родини *Polygonaceae* **21. E. polygoni**
 11(3). Придатки довгі, від 3 до 10 діаметрів хазмотецію. На видах родин *Ranunculaceae* і *Papaveraceae* 12
 – Придатки короткі, за довжиною як правило дорівнюють 0,5–3 діаметрам хазмотецію. На видах інших родин 13
12. Базальні клітини конідієносців до 40 мкм завдовжки. Конідії помірно витягнуті (відношення довжини до товщини 1,5–2,5). Сумки по 1–12. На видах родини *Ranunculaceae*, зрідка на *Vinca minor* (*Aporcynaceae*; лише конідіальна стадія) **1. E. aquilegiae**
 – Базальні клітини конідієносців довші, до 60 мкм. Конідії значно витягнутіші (відношення довжини до товщини 2,2–4,8). Сумки переважно по 2–5, до 9. На видах родини *Papaveraceae* **17. E. macleayae**
 13(11). Придатки тонкі, до 4–6 мкм завтовшки, безбарвні чи слабко забарвлені біля основи. На видах роду *Urtica* (*Urticaceae*) **24. E. urticae**
 – Придатки товстіші, більш-менш інтенсивно забарвлені. На видах інших родин 14
14. Хазмотеції відносно малі, у діаметрі до 130 мкм 15
 – Хазмотеції більші, у діаметрі до 165 мкм 21
15. Сумки переважно 3–4-спорові. На видах родини *Boraginaceae* **15. E. lycopsidis**
 – Спор більше, переважно до 6, зрідка до 8 16
16. Сумки нечисленні, від 2 до 5 в хазмотеції. На видах роду *Circaea* (*Onagraceae*) **8. E. circaeae**
 – Сумки численніші, від 2 до 12 в хазмотеції 17
17. Число спор в сумці варіабельне – від 2 до 8, частіше їх 2–5. Сумок до 12. На видах родин *Brassicaceae*, *Capparaceae* і *Papaveraceae* **10. E. cruciferarum**
 – Число сумкоспор постійніше (до 6). Сумок у хазмотеції до 10 18
18. Сумкоспори переважно по 4–6, зрідка по 3. Хазмотеції 72–115 мкм у діаметрі. На видах роду *Lythrum* (*Lythraceae*) **16. E. lythri**
 – Спор може бути менше, часто вони по 2 чи 3 в сумці. Хазмотеції більші, 90–130 мкм у діаметрі 19
19. Сумкоспор не більше 5 в сумці. На видах роду *Thesium* (*Santalaceae*) **22. E. thesii**
 – Сумкоспор до 6 20
20. Сумкоспор не менше 3 в сумці. Конідії еліпсоїдні. На видах роду *Oenothera* (*Onagraceae*) **12. E. howeana**
 – Сумкоспор від 2 до 6 в сумці. Конідії циліндричні чи еліпсоїдноциліндричні. На видах родин *Dipsacaceae* і *Cucurbitaceae* **13. E. knautiae**
 21(14). Придатки нечисленні, товсті, більш-менш прямі, слабко септовані. Спор у сумці до 5. На видах роду *Catalpa* (*Bignoniaceae*) **5. E. catalpae**
 – Придатки звивисті, септовані. Сумкоспор до 6 22
22. Хазмотеції до 165 мкм у діаметрі. Придатки слабко забарвлені. На видах роду *Limonium* (*Limoniaceae*) **14. E. limonii**

– Хазмотеції до 145 мкм у діаметрі. Придатки, як правило, інтенсивно забарвлені. На видах інших родин 23

23. Конідієносці до 200 мкм за довжиною. Сумок до 5 в хазмотеції. На *Carica papaya* (*Caricaceae*)..... 4. ***E. caricae***

– Конідієносці до 120 мкм. Сумок до 13 в хазмотеції. На видах родини *Fabaceae* 206. ***E. pisi* var. *pisi***

24(2). Хазмотеції переважно на стеблах. Придатки короткі, за довжиною до одного діаметра хазмотецію. Сумок багато, від 6 до 30. На видах родини *Asteraceae*, головним чином на *Cirsium* 19. ***E. mayorii***

– Хазмотеції переважно на листках. Придатки довші, до 2–4(–6) діаметрів хазмотецію. Сумок менше, 4–10, до 16. На видах роду *Filipendula* (*Rosaceae*) 23. ***E. ulmariae***

1. ***Erysiphe aquilegiae* DC. – еризифе орликова**

Erysiphe aquilegiae DC., Fl. franç., Edn 3 (Paris) 5/6: 105. 1815. – *Erysiphe ranunculi* Grev., Fl. Edin. – 461. 1824. – *Erysiphe aquilegiae* var. *ranunculi* (Grev.) R.Y. Zheng & G.Q. Chen, Sydowia 34: 302. 1981. – *Pseudoidium vincae* (Bolay) Bolay in U. Braun & R.T.A. Cook, Taxonomic Manual of the Erysiphales (Powdery Mildews): 621. 2012. – *Erysiphe communis* auct. p. p.

Міцелій на листках, стеблах, чашечках і плодах рослин-живителів, білий чи сіруватий, плямами, що зливаються, борошністий, пізніше плівчастий, гіфи до 7 мкм завтовшки. Апресорії лопатеві, розташовані по одній або супротивно в парах, до 7 мкм у поперечнику. Конідієносці на верхівці материнської клітини, базальні клітини циліндричні, переважно прямі, до 40 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній, еліпсоїдні, видовженоеліпсоїдні, до майже циліндричних, 24–48 × 14–22 мкм, співвідношення довжини до товщини в межах

1,5–2,5, проростки більш-менш термінальні, до помірно довгих, їхні апресорії різні на різних живителів – від майже цілісних до розсічених на 8–9 лопатей. Хазмотеції численні, розкидані чи зібрані в групи, темно-коричневі, до майже чорних, напівкулясті, (65–)70–125(–135) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильні, багатокутні, до 25 мкм у поперечнику. Придатки переважно базальні, до екваторіальних, не дуже численні або їх багато (5–30, до 50), міцелієподібні, часто помітно прямі або дещо зігнуті, до колінчатих, довгі, дорівнюють 1–10 діаметрам хазмотецію, до 10 мкм завтовшки, прості, інколи неправильно галузяться, світло-коричневі, до інтенсивно коричневих, особливо біля плодового тіла. Сумки по 1–12, частіше по 2–6, яйцеподібні, нерівнобокі, на короткій ніжці, 50–80 × 28–45(–55) мкм, 3–6-спорові, зрідка спор 2 чи 7. Спори еліпсоїдні, до дещо яйцеподібних, (16–)18–25(–28) × 10–16 мкм, безбарвні або трохи жовтуваті.

На різних видах родини *Ranunculaceae*, в Україні також на *Vinca minor* (*Apocynaceae*)². Тип на *Aquilegia vulgaris* L.

Поширення в Україні. На *Aconitum anthora* L. – ЗЛс (Wróblewski, 1914). На *A. lasiostomum* Rchb. – ПЛс (Krupa, 1888; Namysłowski, 1914; Heluta, 1989). На *A. napellus* L. – ЗП (Heluta, Anishchenko, 2021). На *Aconitum* spp. – КЛ, ЛЛс, ЛП, РЛ (Lavitska, Morochkovska, 1974; Heluta, 1989, 1998b; Heluta et al., 2011; Tykhonenko, Heluta, 2011; Kozłowska et al., 2015; Dudka et al., 2019). На *Anemonoides ranunculoides* (L.) Holub – ЛЛс (Bukhalo, 1961a)³. На *Aquilegia* × *coerulea* James – ПЗС (Korytnianska et al., 2010). На *A. formosa* Fisch. – ПЛс (Lavitska, Morochkovska, 1974). На *A. glandulosa* Fisch. ex Link – ПЛс (Heluta, 1989). На *A. hybrida* hort. – ПЗС (Korytnianska et al., 2012). На *A. oxysepala* Trautv. & Mey. – ПЛс (Lavitska, Morochkovska, 1974). На *A. vulgaris* L. – ЗК, ЗЛс, КрЛс, ЛЛс, ЛП, ПБК, ПЛс, ХЛс,

² Хоча й *Vinca minor* не належить до родини *Ranunculaceae*, однак послідовність ITS ділянки гена рДНК цього гриба цілком відповідає послідовностям *Erysiphe aquilegiae* (наші неопубліковані дані). Аналогічний результат отримано для гриба, що розвивався на *Catharanthus roseus* (L.) G. Don (*Vinca rosea* L.) в Австралії (Liberato, Cunningham, 2006).

³ Не виключене неправильне визначення рослини-живителя, оскільки в Україні на видах роду *Anemonoides* Mill. (*Anemone* L.) *E. aquilegiae* більше не реєстрували; гербарний зразок не зберігся.

- ЦП (Potebnia, 1916; Lavitska, 1950; Marchenko, 1963; Lavitska, Morochkovska, 1974; Heluta, 1989, 1995, 2006; Heluta, Isikov, 1991; Havrylo, 1999a; Dudka et al., 2004; Dzhagan et al., 2008; Heluta et al., 2016a; Isikov, 2016; Prosyannikova, Movlyan, 2010). На *Aquilegia* spp. – ДЗЛС, ПЛс, ХЛс (Trebu, 1913; Potebnia, 1916; Zerova, 1948; Bondarenko-Borisova, 2009). На *Caltha cornuta* Schott, Nyman & Kotschy – ЗП, КЛ (Dudka et al., 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *C. laeta* Schott, Nyman & Kotschy – КЛ (Dudka et al., 1997, 2019; Heluta, 1998a; Heluta et al., 2011, 2018; Tykhonenko, Heluta, 2011). На *C. palustris* L. – ЗК, ЗЛс, ЗП, ЗУЛ, КЛ, ЛЗС, ЛП, ПЗЛС, ПЛс, ЦП (Krupa, 1888; Bobyak, 1907; Chmielewski, 1910; Wróblewski, 1913; Hrodzinska, 1928; Marchenko, 1963; Heluta, 1989, 1995; Heluta et al., 2001, 2011; Tykhonenko, Heluta, 2011; Dudka et al., 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Clematis fusca* Turcz. – ПБК (Heluta, Isikov, 1991; Dudka et al., 2004). На *C. hexapetala* Pall. – ПБК (Semina, Beskaravaynaya, 1978; Dudka et al., 2004). На *C. integrifolia* L. – ПБК (Semina, Beskaravaynaya, 1978; Dudka et al., 2004). На *C. jackmannii* Moore – ПБК, ПЗС (Mitrofanova, Beskaravaynaya, 1973; Heluta, Isikov, 1991; Dudka et al., 2004; Korytnianska et al., 2010). На *C. jubata* Bisch. – ПБК (Vasiljeva, 1960; Dudka et al., 2004). На *C. lathyriifolia* Besser ex Rchb. – ЛЗЛС, СЗЛС (Potebnia, 1916; Morochkovskiy, 1956, як *C. integrifolia*; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Dudka et al., 2009a). На *C. recta* L. – ЗЛс, ЛЛс, ЛП, МП, ПБК, ПЛс, ЦП (Krupa, 1888; Namysłowski, 1914; Ganeshin, Bondartseva-Monteverde, 1922; Tselle, 1925; Hrodzinska, 1928; Lavitska, 1939; Vasiljeva, 1960; Lavitska, Morochkovska, 1974; Heluta, 1989, 1995; Dudka et al., 2004). На *C. texensis* Buckl. – ПБК (Mitrofanova, Beskaravaynaya, 1973; Dudka et al., 2004). На *C. viorna* L. – ПБК (Semina, Beskaravaynaya, 1978; Dudka et al., 2004). На *C. vitalba* L. – ПБК (Heluta, Isikov, 1991; Dudka et al., 2004). На *C. viticella* L. – ПБК, ПЗС (Dudka et al., 2004; Korytnianska et al., 2010). На *Clematis* spp. – ЗЛс, ПЛс, ПБК (Vasiljeva, 1960; Heluta, 1989; Dudka et al., 2004; Heluta et al., 2016a). На *Consolida ajacis* (L.) Schur – ДЗЛС, ЗП, ЛЗЛС, ПЗЛС, ПЛс (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Dudka et al., 2009a; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Delphinium × cultorum* Voss (*D. hybridum* hort.) – ЗК, ЗУЛ, КЛ, ПБК, ПЗС, ПЛс (Wróblewski, 1913; Zerova, 1948; Marchenko, 1963; Lavitska, Morochkovska, 1974; Stasevych, 1981; Heluta, 1989; Heluta, Isikov, 1991; Dudka et al., 2004; Korytnianska et al., 2010). На *D. nacladense* Zapal. – КЛ. На *D. orientale* J. Gay – КрЛс (Prosyannikova, Movlyan, 2010). На *D. pallasii* Nevsky – ГК, ПБК, ПЛс (Tranzschel, 1902; Lavitska, Morochkovska, 1974; Heluta, 1984, 2000; Kuzub, 2003; Dudka et al., 2004). На *Delphinium* sp. – ЗП, ПЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Nigella damascena* L. – ВЛс, ЗП, ЗУЛ, ПЛс (Lavitska, 1950, 1966; Marchenko, 1979; Heluta, 1989; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Ranunculus acris* L. – ЗК, ЗП, КЛ, ЛЛс, ПЛс, ЦП (Wróblewski, 1913; Lavitska, 1949; Morochkovskiy, 1958b; Marchenko, 1963; Heluta, 1989, 1995, 1998a, 2006; Solomakhina, Prudenko, 1998; Tkachenko et al., 1998; Dzhagan et al., 2008; Dudka et al., 2009a, 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *R. auricomus* L. – ХЛс, ЦП (Trebu, 1913; Potebnia, 1916; Heluta, 1989, 1995; Luchnikova, 2021). На *R. constantinopolitanus* (DC.) D’Urv. – ГК (Isikov, 2016; Kravchuk et al., 2018). На *R. flammula* L. – КЛ (Marchenko, 1963; Heluta et al., 2011; Tykhonenko, Heluta, 2011; Dudka et al., 2019). На *R. lanuginosus* L. – КЛ (Marchenko, 1963; Dudka et al., 2019). На *R. meyerianus* Rupr. – ГК (Heluta, 1984, 1989; Kuzub, 2000; Dudka et al., 2004). На *R. polyanthemus* L. – ДЗЛС, ЗК, ЗЛс, КрЛс, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ЛП, ПЗЛС, ПЛс, СЗЛС, ХЛс (Kharkevych, 1949; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 2006; Tkachenko et al., 1998; Heluta et al., 2007; Dzhagan et al., 2008; Dudka et al., 2009a; Dzyunenko, Prosyannikova, 2013; Korytnianska et al., 2014a; Kravchuk et al., 2019; Prosyannikova et al., 2019b). На *R. repens* L. – ДЗЛС, ЗК, ЗЛс, КЛ, ЛЗЛС, ЛЗС, ПБК, ПЗЛС, ПЗС, ПЛс, СЗЛС, ХЛс, ЦП (Léveillé, 1842; Sredinskiy, 1873; Chmielewski, 1910; Trebu, 1913; Potebnia, 1916; Marchenko, 1963; Heluta, 1989, 1995, 1998a; Tkachenko et al., 1998; Koroliova, 2000; Dudka et al., 2004, 2009a, 2019; Heluta et al., 2007, 2011; Dzhagan et al., 2008; Korytnianska et al., 2010; Tykhonenko, Heluta, 2011; Heluta et al., 2016a; Heluta, Tykhonenko,

2017). На *R. sardous* Crantz (*R. pseudobulbosus* Schur.) – ЗК, ЗП, ЛП, ПЗС, ПЛс, СРЛ (Marchenko, 1963; Heluta, 1989; Holubtsova, 2008; Heluta, Anishchenko, 2021). На *R. sceleratus* L. – ЗЛс, ЛЗЛС (Morochkovskiy, 1957; Heluta et al., 1987; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009a; Heluta et al., 2016a; Heluta, Tykhonenko, 2017). На *Ranunculus* spp. – ГК, ДЗЛС, ЗК, ЗЛс, ЗП, КЛ, КрС, ЛЗЛС, ЛЛс, ЛП, ПЗС, ПЛс, СЗЛС, ХЛс, ЦП (Chmielewski, 1910; Potebnia, 1916; Tselle, 1925; Lavitska, 1949; Morochkovskiy, 1956, 1957, як *E. communis* на *Geranium collinum* Steph.; Lavitska, Morochkovska, 1974; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995, 2000, 2005, 2006; Tykhonenko et al., 1994; Solomakhina, Prudenko, 1998; Tkachenko et al., 1998; Kuzub, 2000; Dudka et al., 2004, 2009a, 2019; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Heluta et al., 2016a, 2019; Heluta, Tykhonenko, 2017; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Thalictrum aquilegifolium* L. – КЛ, ЛП, ПЗС, ПЛс, ЦП (Wróblewski, 1913; Lavitska, 1939; Heluta, 1989, 1995; Korytnianska et al., 2010; Heluta et al., 2018; Dudka et al., 2019). На *T. flavum* L. – ЗП, ЛЗЛС, ПЛс, СЗЛС (Kharkevych, 1959; Lavitska, Morochkovska, 1974; Heluta et al., 1987; Prydiuk, 2000; Dudka et al., 2009a; Heluta, Anishchenko, 2021). На *T. foetidum* L. – ПЛс (Lavitska, Morochkovska, 1974). На *T. glaucum* Desf. – ПЛс (Lavitska, Morochkovska, 1974). На *T. lucidum* L. – ЛП, ХЛс (Heluta, 1989; Havrylo, 1999a). На *T. minus* L. – ГК, ДЗЛС, ЗЛс, КрЛс, КрС, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ПБК, ПЗС, ПЛс, ПС, СЗЛС, ХЛс (Sredinskiy, 1873; Illichevskiy, 1938; Lavitska, Morochkovska, 1974; Heluta, 1979, 1984, 1985, 1989, 1999a, 2003, 2005; Heluta et al., 1987; Kondratyuk et al., 1988; Burdyukova et al., 1992; Tykhonenko et al., 1994; Tkachenko et al., 1998; Havrylo, 1999a, 2001; Kuzub, 2000; Heluta, Isikov, 2004; Heluta et al., 2007, 2014, 2016a; Dudka et al., 2009a; Korytnianska et al., 2014b; Heluta, Tykhonenko, 2017; Prosyannikova et al., 2019b). На *T. simplex* L. – ЛП (Jaczewski, 1927). На *Thalictrum* sp. – ПЛс (Heluta, 1989). На *Trollius europaeus* L. – ПЛс. На *Vinca minor* L. – ПБК, ПЛс (Heluta, 1989, 1999b, 2006; Heluta, Isikov, 1991; Solomakhina, Prudenko, 1998; Dudka et al., 2004; Dzhagan et al., 2008).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Бельгія, Білорусь, Велика Британія, Греція, Данія, Естонія, Іспанія, Італія, Литва, Мальта, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Польща, Португалія, Російська Федерація, Румунія, Сербія, Словаччина, Угорщина, Україна, Фінляндія, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція; Азія: Азербайджан, Вірменія, Ізраїль, Індія, Іран, Казахстан, Киргизстан, Китай, Корея, Російська Федерація (Далекий Схід, Сибір, Урал), Таджикистан, Туреччина, Узбекистан, Японія; Африка: Зімбабве, Канарські острови (Іспанія), Кенія, Малаві, Марокко, ПАР, Судан, Танзанія; Північна Америка: Канада, Мексика, США (Аляска); Південна Америка: Аргентина, Бразилія, Чилі; Австралія та Океанія: Австралія, Нова Зеландія, Тасманія (Австралія).

2. *Erysiphe betae* (Vaňha) Weltzien – еризифе бурякова

Erysiphe betae (Vaňha) Weltzien, Phytopath. Z. 47: 127. 1963. – *Erysiphe communis* f. *betae* Jacz., Karm. Opred. Grib., Вып. 2. Muchn.-ros. griby (Leningrad): 235. 1927.

Мицелій на листках, стеблах і плодах, білий, борошнистий, добре розвинений, переважно суцільною плівкою вкриває уражені органи рослини-живителя. Аперосорії лопатеві, розташовані по одній або супротивно в парах, до 7 мкм у поперечнику. Конідієносці на верхівці материнської клітини, базальні клітини циліндричні, переважно прямі, до 50 мкм за довжиною. Конідії утворюються по одній, видовженоеліпсоїдні, до майже циліндричних, 32–40(–55) × 14–18(–23) мкм, співвідношення довжини до товщини в межах 1,7–2,8, проростки більш-менш термінальні, переважно короткі, товсті, їхні аперосорії в основному розсічені, мають до 9 лопатей. Хазмотеції численні, розкидані чи зібрані в групи, темно-коричневі, до майже чорних, напівкулясті, (75–)85–125(–135) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильні, багатокутні, до 25 мкм у поперечнику. Придатки переважно базальні, численні, мицелієподібні, звивисті,

неправильно коралоподібно галузяться, зрідка прості, часто короткі, дорівнюють 1,0–1,5 діаметрам хазмотецію, інколи дещо довші, до 9 мкм завтовшки, забарвлені, від світло-коричневих до коричневих, особливо біля плодового тіла. Сумки по (3–)6–8, оберненояйцеподібні, переважно на короткій ніжці, 50–70 × 30–47(–50) мкм, 3–4-спорові, зрідка спор 2 чи 5. Спори еліпсоїдні, до дещо яйцеподібних, (17–)19–24(–32) × (7–)13–15(–18) мкм, безбарвні.

На видах роду *Beta* L. (*Chenopodiaceae*). Небезпечний паразит цукрового буряку. Тип на *B. vulgaris* L.

Поширення в Україні. На *Beta trigyna* Waldst. & Kit. – ПБК (Jaczewski, 1927; Muravyev, 1927; Heluta, Andrianova, 1984; Heluta, 1985, 1986, 1989, 1999b, 2004; Heluta, Isikov, 2004). На *B. vulgaris* L. – ЗК, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ПЗЛС, ПЗС, ПЛс, ХЛс (Nevodovskyi, 1925; Muravyev, 1927; Morochkovskyi, 1957; Marchenko, 1963; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2004, 2009a; Heluta, Tykhonenko, 2017); Дніпр., Льв., Сум., Харк., Черк., Черніг. обл. (Bohovyk, 1962; Pozhar, 1964).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Бельгія, Білорусь, Болгарія, Велика Британія, Греція, Данія, Естонія, Іспанія, Німеччина, Польща, Португалія, Російська Федерація, Румунія, Сербія, Словаччина, Угорщина, Україна, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція; Азія: Азербайджан, Афганістан, Вірменія, Вірменія, Ізраїль, Індія, Ірак, Іран, Йорданія, Казахстан, Киргизстан, Китай, Ліван, Саудівська Аравія, Таджикистан, Туреччина, Туркменістан, Узбекистан, Японія; Африка: Єгипет, Лівія, Марокко; Північна Америка: Канада, США; Центр. Америка: Гватемала, Сальвадор.

3. *Erysiphe buhrrii* U. Braun – еризифе Бура (еризифе гвоздична)

Erysiphe buhrrii U. Braun, Česká Mykol. 32(2): 80. 1978. – *Oidium dianthi* Jacz., Karm. Opred. Grib., Vyp. 2. Muchn.-ros. griby (Leningrad): 461. 1927. – *Erysiphe communis* auct. p. p.

Міцелій на листках і стеблах, білий, борошнистий, добре розвинений, у вигляді плям або суцільною плівкою на уражених органах рослини-живителя, гіфи до 8 мкм завтовшки. Апресорії лопатеві, розташовані по одній або супротивно в парах, до 6 мкм у поперечнику. Конідієносці на верхівці материнської клітини, базальні клітини циліндричні, переважно прямі, інколи трохи зігнуті, тонкі, доволі довгі, до 100 мкм. Конідії утворюються по одній, майже циліндричні, інколи видовженоеліпсоїдні, тонкі, (25–)32–42(–50) × (–12)15–18(–21) мкм, співвідношення довжини до товщини в межах 1,7–2,7, проростки більш-менш термінальні, довгі, до 60 мкм, їхні апресорії в основному розсічені, мають до 9 лопатей. Хазмотеції численні, розкидані чи зібрані в групи, темно-коричневі, до майже чорних, напівкулясті, 95–135(–150) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильні, багатокутні, округлі, до 25 мкм у поперечнику. Придатки базальні, численні, міцелієподібні, неправильно коралоподібно галузяться, інколи прості, короткі, дорівнюють 0,5–1,5(–2,5) діаметрам хазмотецію, до 11 мкм завтовшки, септовані, від незабарвлених до світло-коричневих чи коричневих, особливо біля плодового тіла, переплітаються з міцелієм. Сумки по (2–)4–8(–13), оберненояйцеподібні, еліпсоїдні, переважно на короткій ніжці або сидячі, (40–)48–72(–80) × (25–)30–45(–50) мкм, (2–)3–5(–7)-спорові. Спори еліпсоїдні, до дещо яйцеподібних, 17–27 × (8–)11–17 мкм, безбарвні.

Паразит гвоздичних (*Caryophyllaceae*), потенційно небезпечний патоген декоративних видів і сортів гвоздики. Тип на *Melandrium album* (Mill.) Garcke (*Silene alba* (Mill.) E.H.L. Krause).

Поширення в Україні. На *Dianthus bessarabicus* Klokov – ПЗС (Korytnianska, Popova, 2013a, 2014). На *D. caryophyllus* L. – ПЛс (Heluta, 1989). На *D. chinensis* L. – ПЛс (Lavitska, 1955). На *D. marschallii* Schischk. – ПБК (Heluta, 1985, 1986, 1989, 2004; Dudka et al., 2004; Heluta, Isikov, 2004). На *D. platyodon* Klokov – ЛЗС (Heluta et al., 2007; Dudka et al., 2009a). На *Dianthus* spp. – ПБК, ПЗС, ПЛс (Jaczewski, 1927; Lavitska, 1950; Heluta, 1985, 1989; Dudka et al., 2004). На *Gypsophila altissima*

L. – СЗЛС (Potebnia, 1916). На *G. fastigiata* L. – ЗП (Heluta, 1989; Heluta, Anishchenko, 2021). На *G. paniculata* L. – ЗП, ЛЗЛС, ПЛс, СЗЛС (Potebnia, 1916; Lavitska, 1950; Heluta et al., 1987; Kondratyuk et al., 1988; Heluta, 1989, 1999a; Dudka et al., 2009a; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Melandrium album* (Mill.) Garcke – ГК, ЗК, ЗП, КЛ, КрЛс, ЛЗЛС, ЛЗС, ПБК, ПЗС, ПЛс (Tranzschel, 1902; Ganeshin, Bondartseva-Monteverde, 1922; Marchenko, 1963, 1979; Lavitska, Morochkovska, 1974; Heluta, 1984, 1985, 1986, 1989, 1999a; Heluta, Isikov, 1991; Kuzub, 2000; Prydiuk, 2000; Heluta, Isikov, 2004; Dudka et al., 2004, 2009a, 2019; Dzhagan et al., 2008; Prosyannikova et al., 2009; Heluta et al., 2010; Korytnianska, Popova, 2015; Heluta, Anishchenko, 2021). На *M. latifolium* (Poir.) Maire – ПБК (Heluta, 1989; Kuzub, 2000; Dudka et al., 2004). На *Oberna behen* (L.) Ikonn. – ПЛс (Heluta, 1989). На *Otites densiflorus* (D'Urv.) Grossh. – ЛЗЛС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009a). На *Silene* spp. – ЗЛс, ЗП, ЛЛс, ПБК (Heluta, 1989; Kuzub, 2000; Heluta et al., 2016a; Heluta, Anishchenko, 2021).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Білорусь, Велика Британія, Греція, Естонія, Іспанія, Італія, Литва, Німеччина, Польща, Португалія, Румунія, Сербія, Словаччина, Угорщина, Україна, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція; Азія: Азербайджан, Вірменія, Грузія, Ізраїль, Іран, Казахстан, Ліван, Монголія, Російська Федерація (Сибір), Сирія, Таджикистан, Туреччина, Туркменістан, Узбекистан; Північна Америка: США.

4. *Erysiphe caricae* U. Braun & Volay – еризифе папайєва

Erysiphe caricae U. Braun & Volay, in Volay, Cryptogamica Helvetica 20: 46. 2005.

Мицелій на листках, двосторонній, також на черешках, білий, тонкий до щільного та повстистого, розпливчастий або плямами, гіфи безбарвні, до 8 мкм завтовшки. Аapresорії соскоподібні до помірно лопатевих, розташовані по одній або супротивно в парах, до 7 мкм у поперечнику. Анаморфа *Pseudoidium caricae*

(F. Noack) U. Braun & R.T.A. Cook. Конідієносії на верхівці материнської клітини, прямостоячі, довжиною до 200 мкм, базальні клітини майже циліндричні, переважно прямі, інколи трохи зігнуті або дещо скручені, до 55 мкм за довжиною. Конідії по одній на конідієносцях, можуть утворювати несправжні ланцюжки, еліпсоїдні, видовженоеліпсоїдні до майже циліндричних, (25–)30–55(–60) × 12–23(–25) мкм, співвідношення довжини до товщини в межах 1,5–2,5, проростки більш-менш термінальні, до помірно довгих, на кінцях з лопатевими apresоріями. Хазмотеції розкидані чи зібрані в групи, темно-коричневі, до майже чорних, напівкулясті, (65–)70–125 мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильні, багатокутні, до 30 мкм у поперечнику. Придатки базальні, численні, мицелієподібні, прості або ж неправильно галузяться, короткі, довжиною до 2 діаметрів хазмотецію, до 10 мкм завтовшки, септовані, від безбарвних у верхній частині до коричневих біля плодового тіла. Сумки по 3–5, оберненояйцеподібні, на короткій ніжці, 50–60 × 30–40 мкм, 3–5-спорові, найчастіше 4-спорові. Спори еліпсоїдні, до дещо яйцеподібних, 15–24 × 9–14 мкм, безбарвні.

На різних видах родини *Caricaceae*. Тип на *Vasconcellea × heilbornii* (V.M. Badillo) V.M. Badillo (*Carica pentagona* Heilborn), Швейцарія.

Поширення в Україні. На *Carica papaya* L. – ПБК, ПЛс (Heluta, 1999b; Dudka et al., 2004; Takamatsu et al., 2015; Braun et al., 2017).

Загальне поширення. Європа: Білорусь, Португалія, Румунія, Україна, Швейцарія; Азія: Індія, Тайвань; Африка: Кенія, Мадагаскар; Північна Америка: Куба, Мексика, США; Центральна й Південна Америка: Бразилія, Венесуела, Гватемала, Гондурас, Ель-Сальвадор, Колумбія, Коста Ріка, Панама, Перу; Австралія й Океанія: Австралія, Гавайські о-ви (США).

5. *Erysiphe catalpae* Simonyan – еризифе катальпова

Erysiphe catalpae Simonyan, Mikol. Fitopatol. 18(6): 463. 1984. – *Oidium bignoniae* Jacz., Ezhegodnik svedenii o bolezniakh rastenii 5: 247. 1909.

Міцелій переважно на верхньому боці листової пластинки, білий, борошністий, у вигляді округлих плям, які пізніше зливаються. Апрусорії по одній або парами, прості до помірно лопатевих, до 8 мкм у поперечнику. Конідієносці на верхівці материнської клітини, базальні клітини циліндричні, переважно прямі, інколи трохи зігнуті, довжиною до 45 мкм. Конідії утворюються по одній на конідієносці, еліпсоїдні, до бочкоподібних, 22–30(–40) × (10–)13–17(–20) мкм, відношення довжини до товщини 1,3–2,6, проростки довжиною переважно до 4 товщин конідії, інколи трохи довші, з простими або малолопатевими апрусоріями, інколи лопатей більше, до 8. Хазмотеції лише на верхньому боці листової пластинки, численні, розкидані або ж зібрані в групи, темно-коричневі, до чорних, у відбитому світлі з помітно блискучим перидієм, напівкулясті (вдавнені знизу), (76–)96–142(–160) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні, 10–15(–30) мкм у поперечнику. Придатки базальні, нечисленні (по 6–10), міцелієподібні, прості, зрідка неправильно розгалужені, довгі, дорівнюють 1–4 діаметрам хазмотецію, товсті, до 10 мкм, з 1–2 септами, коричневі в базальній частині, переплітаються з міцелієм. Сумки по (3–)5–6(–8), яйцеподібні, на короткій ніжці, 43–56(–65) × (20–)29–40 мкм, 4–5-спорові, зрідка спор 3 або 6. Спори еліпсоїдні, інколи короткояйцеподібні, 16,5–23 × 10–13 мкм.

На видах роду *Catalpa* Scop. (*Bignoniaceae*). Тип на *C. bignonioides* Walter, Вірменія.

Поширення в Україні. На *Catalpa bignonioides* Walter – КрЛс, ПБК, ПЛс (Jaczewski, 1910, 1927; Lavitska, 1955; Dudka et al., 2004; Heluta et al., 2009). На *C. hybrida* hort. – ПЗС (Korytnianska et al., 2010).

Загальне поширення. Європа: Білорусь, Велика Британія, Естонія, Італія, Литва, Нідерланди, Німеччина, Польща, Португалія, Російська Федерація, Румунія, Україна, Франція, кол. Югославія; Азія: Вірменія, Грузія, Ірак, Корея, Російська Федерація (Далекий Схід).

6. *Erysiphe caulicola* (Petr.) U. Braun – еризифе стеблова

Erysiphe caulicola (Petr.) U. Braun, Mycotaxon 15: 135. 1982.

Міцелій переважно на стеблах, частково на листках, слабо розвинений, борошністий, жовтуватий від конідіального нальоту. Конідії утворюються по одній, майже циліндричні, на кінцях часто округлені, 24–40(–45) × (10–)14–19 мкм, відношення довжини до товщини в межах 1,4–2,4. Хазмотеції численні, зібрані в групи на стеблах рослини-живителя, зрідка розкидані на листках, чорні, напівкулясті, 100–115 мкм у діаметрі. Клітини перидію багатокутні до округлих, до 25 мкм у поперечнику. Придатки базальні, до екваторіальних, численні, міцелієподібні, часто зігнуті, до колінчастих, прості або ж інколи 1–2 рази галузяться, до 300 мкм довжиною та до 7 мкм завтовшки, несептовані або ж з кількома малопомітними септами, безбарвні. Сумки по 5–15(–18), еліпсоїдні, видовженоеліпсоїдні, товстостінні (оболонка до 3,5 мкм завтовшки), на короткій ніжці, 60–70(–80) × 25–40(–45) мкм, (2–)4–6(–7)-спорові. Спори еліпсоїдні, яйцеподібні, 15,5–23(–25) × 9,5–12,5(–14) мкм, безбарвні.

На видах родів *Astragalus* L. і *Chamaecytisus* Link (*Fabaceae*). Тип на *Astragalus* sp., Іран.

Поширення в Україні. На *Astragalus albidus* Waldst. & Kit. – ПЗЛС (Korytnianska et al., 2014a). На *A. austriacus* Jacq. – ПЗЛС (Korytnianska et al., 2014a). На *A. pallescens* M. Bieb. – ПЗЛС (Korytnianska et al., 2014b). На *A. pseudoglaucus* Klokov – ПЗЛС (Heluta, 1987, 1989; Heluta et al., 1987). На *A. varius* S.G. Gmel. – ЛЗС, ПЛс (Garbowski, 1922; Heluta, 1989; Heluta et al., 2007;

Dudka et al., 2009a). На *Astragalus* spp. – ПЛс, ХЛс (Heluta, 1987, 1989).

Загальне поширення. Європа: Білорусь, Угорщина, Україна; Азія: Іран, Казахстан.

Не виключено, що цей вид має значно ширший ареал, ніж вказано вище. Можливо, до нього належать численні зразки, зібрані на видах роду *Astragalus* і які наводяться як *Erysiphe communis*, *E. pisi* та *E. trifolii* з низки країн щонайменше Європи та Азії. Отже, поширення *E. caulicola* потребує додаткового вивчення.

7. *Erysiphe celosiae* Tanda – еризифе целозієва

Erysiphe celosiae Tanda, Mycoscience 41(2): 155. 2000.

Мицелій по обидва боки листової пластинки, на стеблах, білий, у вигляді округлих плям, які пізніше зливаються, з безбарвних гіф товщиною до 8 мкм. Апресорії по одній, зрідка протилежно парами, майже прості, до лопатевих, до 8 мкм у поперечнику. Анаморфа типу *Pseudoidium* (описана як *Oidium amaranthi* R.L. Mathur, B.L. Mathur & Bhargava). Конідієносці на верхівці материнської клітини, прямі, довжиною до 120 мкм, базальні клітини циліндричні, прямі, довжиною до 40 мкм. Конідії утворюються по одній на конідієносці, циліндричні, до еліпсоїдноциліндричних, довгі, (25–)30–45(–50)×(10–)12–18(–20)мкм, відношення довжини до товщини 1,3–2,6, проростки переважно термінальні, короткі до середньої довжини, з простими або інколи трохи лопатевими апресоріями. Хазмотеції по обидва боки листової пластинки, численні, розкидані або ж зібрані в групи, темно-коричневі, до чорних, напівкулясті (вдавнені знизу), (76–)80–140(–160) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні, до 25 мкм у поперечнику. Придатки базальні, численні (до 50), мицелієподібні, прості, зрідка 1–2 рази неправильно розгалужені, короткі, за довжиною до 2 діаметрів хазмотецію, до 10 мкм завтовшки, септовані, безбарвні до коричнюватих у базальній частині. Сумки по (3–)5–6(–8), оберненояйцеподібні, до

дещо булавоподібних, на короткій ніжці, 50–70(–80) × (25–)30–45(–50) мкм, 3–5-спорові, зрідка спор 2 або 6. Спори еліпсоїдні, яйцеподібні, 15–25 × 10–18 мкм, безбарвні, до дещо жовтуватих.

На представниках родів *Amaranthus* L. та *Celosia* L. (*Amaranthaceae*). Тип на *C. argentea* L., Японія.

Поширення в Україні. На *Celosia argentea* var. *crinata* (L.) Kuntze (*C. crinata* L.) – ЦП.

Відоме лише одне місцезнаходження: м. Київ, Шевченківський р-н, вул. Данила Щербаківського (кол. Щербакова), 04.10.1983, П.Д. Марченко (Ale-Agha et al., 2008).

Загальне поширення. Європа: Італія, Німеччина, Україна; Азія: Індія, Китай, Японія.

8. *Erysiphe circaeae* L. Junell – еризифе цирцеєва

Erysiphe circaeae L. Junell, Svensk bot. Tidskr. 61(1): 224. 1967. – *Erysiphe communis* auct. p. p.

Мицелій двосторонній на листках, а також на стеблах і плодах, переважно слабо розвинений, ніжний, білий чи з сіруватим відтінком, слабо борошнистий. Апресорії лопатеві. Конідієносці прямі, базальні клітини прямі, дещо зігнуті, до трохи звивистих, майже циліндричні, до 35 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній на конідієносцях, від еліпсоїдних до еліпсоїдноциліндричних, (26–)30–42(–46) × (12–)14–20 мкм, відношення довжини до товщини 1,6–2,6, проростки термінальні, короткі, до 40 мкм, з до 8 разів розсіченими апресоріями. Хазмотеції численні, розкидані, до зібраних у групи, чорні, напівкулясті, (70–)75–105(–120) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні, до 20 мкм у поперечнику. Придатки базальні, порівняно нечисленні, мицелієподібні, прості, інколи неправильно галузяться, дуже мінливі за довжиною, до 4 діаметрів хазмотецію, до 9 мкм завтовшки, септовані, від безбарвних до коричнюватих. Сумки по 2–5(–6), еліпсоїдні чи яйцеподібні, переважно нерівнобокі, сидячі або на коротких ніжках, 46–65 × 32–45 мкм,

3–5-спорові, зрідка спор до 6. Спори еліпсоїдні, до яйцеподібних, 18–23(–25) × 10–12(–14) мкм, безбарвні.

Паразити видів роду *Circaea* L. (*Onagraceae*). Тип на *C. lutetiana* L., Німеччина.

На *Circaea lutetiana* L. – ГК, ЗЛс, ЗП, КЛ, ПЛс, ПП, РЛ (Tselle, 1925; Lavitska, 1939; Marchenko, 1963, 1979; Heluta, 1989, 1998a, 2000, 2006; Dudka et al., 1997, 2004, 2019; Solomakhina, Prudenko, 1998; Kuzub, 2001; Dzhagan et al., 2008; Heluta et al., 2014; Kozłowska et al., 2015; Kuzub, 2000; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Circaea* sp. – ЗЛс (Heluta et al., 2016a).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Бельгія, Болгарія, Велика Британія, Данія, Італія, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Португалія, Польща, Румунія, Угорщина, Україна, Сербія, Словаччина, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція; Азія: Вірменія, Грузія, Іран, Російська Федерація (Далекий Схід); Австралія.

9. *Erysiphe convolvuli* DC. – еризифе березкова

Erysiphe convolvuli DC., in Lamarck & de Candolle, Fl. franç., Edn 3 (Paris) 2: 274. 1805. – *Erysiphe communitis* auct. p. p.

Мицелій по обидва боки листкової пластинки, білий, плямами, які зливаються в суцільний покрив, щільний. Апресорії лопатеві, переважно по одній, інколи протилежно в парах, до 8 мкм у поперечнику. Конідієносці на верхівці материнської клітини, базальні клітини циліндричні, прямі, до 45 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній, від видовженоеліпсоїдних до циліндричних, (25–)30–50(–65) × (10–)12–17(–22) мкм, відношення довжини до товщини в межах 2,1–3,0, проростки термінальні, відносно короткі, до 2 товщин конідії, з до 11 разів розсіченими лопатевими апресоріями, інколи простими. Хазмотеції численні, розкидані або зібрані в групи, коричнево-чорні, напівкулясті, 80–130(–150) мкм у діаметрі. Клітини перидію багатокутні до округлих, відносно малі, до 20 мкм у поперечнику. Придатки базальні, численні, мицелієподібні, неправильно

розгалужені, інколи на кінцях 1–4 рази майже дихотомічно галузяться, від порівняно коротких до доволі довгих, до 5 діаметрів хазмотецію завдовжки, до 10 мкм завтовшки, септовані, безбарвні чи коричнюваті біля основи. Сумки по 4–10, еліпсоїдні, оберненояйцеподібні, сидячі або на короткій ніжці, (45–)55–80 × (30–)35–45(–50) мкм, 3–5-спорові, зрідка спор 2 або 6. Спори еліпсоїдні, яйцеподібні, 18–26 × 11–14(–18) мкм, безбарвні.

На видах родини *Convolvulaceae*. Тип на *Convolvulus arvensis* L., Франція.

Поширення в Україні. На *Calystegia sepium* (L.) R. Br. – ЗК, ЗП, КЛ, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ЛП, ПБК, ПЗЛС, ПЗС, ПЛс, ХЛс (Trebu, 1913; Potebnia, 1916; Ganeshin, Bondartseva-Monteverde, 1922; Tselle, 1925; Hrodzinska, 1928; Moskovets, 1933; Lavitska, 1949; Marchenko, 1963; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1999a, 2006; Heluta, Isikov, 1991; Burdyukova et al., 1992; Solomakhina, Prudenko, 1998; Heluta, Minter, 1998; Aleksandrov et al., 1999; Heluta et al., 2007; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Dudka et al., 2009a, b, 2019; Korytnianska, Popova, 2014; Korytnianska et al., 2014a; Khandyuk, 2020; Heluta, Anishchenko, 2021). На *C. silvatica* (Kit.) Griseb. – ПБК (Dudka et al., 2004). На *Convolvulus arvensis* L. – ВЛс, ГК, ДЗЛС, ЗК, ЗЛс, ЗП, КЛ, КрЛс, КрС, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ЛП, МП, ПБК, ПЗЛС, ПЗС, ПЛс, ПС, СЗЛС, ХЛс, ЦП (Sredinskiy, 1873; Krupa, 1888; Varliikh, 1896; Potebnia, 1907, 1916; Roupert, Wróblewski, 1910; Trebu, 1913; Dobrovolskyi, 1914; Golubkov, 1916; Zweigbaumówna, 1918; Ganeshin, Bondartseva-Monteverde, 1922; Tselle, 1925; Hrodzinska, 1928; Girzhytska, 1929; Illichevskyi, 1938; Lavitska, 1939, 1947; Rayevska, Komaretska, 1949; Kharkevych, 1949, 1959; Morochkovskyi, 1958b; Marchenko, 1963; Lavitska, Morochkovska, 1974; Grebenchuk, Sherstniuk, 1975; Heluta, 1984, 1985, 1989, 1999a, 2003, 2005, 2006; Heluta, Andrianova, 1984; Heluta et al., 1987; Heluta, Isikov, 1991; Burdyukova et al., 1992; Kondratyuk et al., 1988; Solomakhina, Prudenko, 1998; Tkachenko et al., 1998; Heluta, Minter, 1998; Aleksandrov et al., 1999; Havrylo, 1999a, 2001; Koroliov, 2000; Kuzub, 2000; Dudka

et al., 2004, 2009a, 2019; Heluta, Isikov, 2004; Heluta et al., 2007, 2011, 2016a, 2019; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Prosyannikova et al., 2009, 2012, 2019a, b; Akulov et al., 2010; Korytnianska et al., 2010, 2012, 2014a, b; Prosyannikova, Movlyan, 2010; Koroliova, Dmytruk, 2013; Gorkovenko, Prosyannikova, 2014; Korytnianska, Popova, 2014, 2015; Heluta, Tykhonenko, 2017; Arslanova, 2019; Kravchuk et al., 2019; Lytvynenko, Vasylieva, 2019; Prosyannikova, Ivakhnenko, 2020; Khandyuk, 2020; Yakovlyeva, 2020; Heluta, Anishchenko, 2021; Luchnikova, 2021; Shkurko, 2021). На *C. lineatus* L. – ЛЗЛС, ЛЗС, ПС (Illichevskyi, 1938; Heluta et al., 1987, 2010; Heluta, Minter, 1998; Dudka et al., 2009a, b). На *C. scammonia* L. – ПБК (Heluta, 1984, 1989; Heluta, Minter, 1998; Kuzub, 2000; Dudka et al., 2004). На *Convolvulus* spp. – ЛЗС, ПЛс, ХЛс (Heluta et al., 1992; Prudenko, Solomakhina, 1997; Navrylo, 1999b). На *Ipomoea purpurea* (L.) Roth – ПЛс (Lavitska, 1950).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Білорусь, Болгарія, Велика Британія, Греція, Естонія, Іспанія, Італія, Латвія, Литва, Молдова, Німеччина, Польща, Португалія, Російська Федерація, Румунія, Сербія, Словаччина, Туреччина (європ. частина), Угорщина, Україна, Фінляндія, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція, кол. Югославія; Азія: Азербайджан, Афганістан, Вірменія, Грузія, Ізраїль, Індія, Ірак, Іран, Йорданія, Казахстан, Киргизстан, Китай, Кіпр, Корея, Ліван, Монголія, Пакистан, Російська Федерація (Північний Кавказ, Південний і Південно-Західний Сибір), Саудівська Аравія, Таджикистан, Туреччина, Туркменістан, Узбекистан; Африка: Єгипет, Канарські о-ви (Іспанія), Лівія, Марокко; Південна Америка: Аргентина, Бразилія.

З виду виділяють два різновиди – var. *calystegiae* U. Braun (відрізняється від var. *convolvuli* переважно 5–6-споровими сумками) та var. *dichotoma* R.Y. Zheng & G.Q. Chen (має довші придатки, які на кінцях 1–5 разів неправильно або майже дихотомічно галузяться).

10. *Erysiphe cruciferarum* Opiz ex L. Junell – еризифе хрестоцвітих

Erysiphe cruciferarum Opiz ex L. Junell, Svensk bot. Tidskr. 61(1): 217. 1967. – *Erysiphe communis* auct. p. p.

Мицелій на листках, стеблах, квітконіжках і плодах, білий чи сіруватий, плямами, що зливаються в суцільний наліт, добре розвинений, плівчастий, гіфи до 10 мкм завтовшки. Аapresорії від майже цілісних до помірно лопатевих, розташовані по одній або супротивно в парах, до 7 мкм у поперечнику. Анаморфа *Oidium* (*Pseudoidium*) *matthioli* Rayss. Конідієносці на верхівці материнської клітини, приблизно по її центру, прямостоячі, прямі, до 120 мкм завдовжки, базальні клітини циліндричні, прямі, до 50 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній, переважно циліндричні або дещо видовженоеліпсоїдні, 25–50(–60) × 10–20 мкм, відношення довжини до ширини в межах 2–3, проростки більш-менш термінальні, зрідка бічні, короткі, до помірної довжини, до 1,75 товщини конідії, їхні apresорії 2–7-лопатеві. Хазмотеції численні, розкидані або зібрані в групи, чорно-коричневі, напівкулясті, (75–)85–125(–150) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні, до округлих, до 25 мкм у поперечнику. Придатки базальні, численні, мицелієподібні, прості, інколи неправильно розгалужені, порівняно короткі, до 300 мкм завдовжки, до 10 мкм завтовшки, септовані, безбарвні, до коричнюватих. Сумки по 3–12, еліпсоїдні, видовженоеліпсоїдні, переважно на короткій ніжці, зрідка без неї, (42–)52–76(–86) × (25–)30–46(–51) мкм, 2–6-спорові, зрідка спор 7–8. Спори еліпсоїдні, яйцеподібні, 15–25(–30) × 10–15(–20) мкм, безбарвні.

На різних видах родин *Brassicaceae*, *Capparaceae*, *Cleomaceae*, *Fumariaceae*, *Papaveraceae* і *Resedaceae*. Тип на *Alyssum alyssoides* L., Чехія.

Поширення в Україні. На *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara & Grande – ГК, ДЗЛС, ЗЛс, КЛ, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ПБК, ПЗЛС, ПЛс, СЗЛС, ХЛс,

- ЦП (Treu, 1913; Potebnia, 1916; Tselle, 1925; Bukhalo, 1961a; Heluta, 1985, 1986, 1989, 1995, 1998a, 1999b, 2005, 2006; Heluta et al., 1987; Heluta, Isikov, 1991; Dudka et al., 1997, 2004, 2009a, 2019; Prydiuk, 2000; Heluta, Isikov, 2004; Dzhagan et al., 2008; Heluta et al., 2016a, 2019; Kravchuk et al., 2018). На *Alyssum hirsutum* M. Bieb. – ПБК, ПС (Fedtschenko, Fedtschenko, 1905; Dudka et al., 2004). На *A. parviflorum* M. Bieb. – ЛЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989). На *A. turkestanicum* s. l. – ДЗЛС, ЛЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Tykhonenko et al., 1994; Dudka et al., 2009a). На *Alyssum* sp. – КрС (Heluta, 2003; Dudka et al., 2004). На *Arabis caucasica* Schlecht. ex Willd. (анаморфа) – ПБК (Heluta, 1985, 1986, 1989; Dudka et al., 2004). На *A. pendula* L. – ГК (Heluta, 2000; Dudka et al., 2004). На *Armoracia rusticana* P. Gaertn., B. Mey. & Scherb. – ЛЗЛС, ЛЗС, ПЗЛС, ПЗС (Jaczewski, 1927; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Burdyukova et al., 1992; Dudka et al., 2009a). На *Berteroa incana* (L.) DC. – ДЗЛС, ЗЛс, ЛЗС, ЛЛс, ЛП, ПЗЛС, ПЗС, ПЛс, СЗЛС, ХЛс, ЦП (Lavitska, Morochkovska, 1974; Grebenchuk, Sherstniuk, 1975; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995, 2005, 2006; Burdyukova et al., 1992; Havrylo, 1999a; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Dudka et al., 2009a, b; Korytnianska et al., 2010; Heluta et al., 2016a, 2019). На *Brassica campestris* L. – ХЛс (Heluta, 1989). На *B. juncea* (L.) Czern. – ХЛс (Heluta, 1989; Havrylo, 1999a). На *B. napus* L. var. *napus* – Львівська обл. (Bohovyk, 1962). На *B. napus* var. *oleifera* DC. – КЛ, ПЗЛС (Marchenko, 1963; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989). На *B. nigra* (L.) W.D.J. Koch – ДЗЛС, ЗК, ПЛс, СЗЛС (Hrodzinska, 1928; Marchenko, 1963; Heluta et al., 1987; Kondratyuk et al., 1988; Heluta, 1989; Dudka et al., 2009a). На *B. oleracea* L. – ЗК, КЛ, ПЛс (Marchenko, 1963; Heluta, 1989). На *B. rapa* L. – ХЛс (Potebnia, 1916). На *Brassica* sp. – ЗЛс, ПЛс (Tselle, 1925; Heluta, 1989; Heluta et al., 2016a). На *Camelina microcarpa* Andr. – ГК, ЛЗС, ПЗЛС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 2000; Burdyukova et al., 1992; Dudka et al., 2004, 2009a; Korytnianska et al., 2014b). На *C. rumelica* Velen. – ПЗЛС (Korytnianska et al., 2014a). На *Camelina* sp. – ВЛс (Marchenko, 1974a). На *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. – ВЛс, ДЗЛС, ЗЛс, КЛ, ЛЗС, ЛЛс, ПЗС, ПЛс, ЦП (Dobrovolskyi, 1914; Marchenko, 1974b, 1979; Heluta, 1979, 1995, 2005, 2006; Heluta et al., 1987; Kondratyuk et al., 1988; Dzhagan et al., 2008; Dudka et al., 2009a, 2019; Korytnianska et al., 2010, 2012). На *Cleome spinosa* Jack. – ДЗЛС, КрЛс, ПЗС, ХЛс (Heluta, 1989; Havrylo, 1999a, b, 2000; Korytnianska et al., 2010; Prosyannikova, Movlyan, 2010). На *Cleome* sp. – ДЗЛС (Heluta et al., 1987). На *Crambe aspera* M. Bieb. – ЛЗЛС (Morochkovskyi, 1956; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009a); Крим (Jaczewski, 1927; Dudka et al., 2004). На *C. pontica* Steven ex Rupr. – КрС, ЛЗЛС, ПС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 2003; Dudka et al., 2004, 2009a). На *C. tataria* Sebeok – ЛЗЛС, ПЛс, СЗЛС (Morochkovskyi, 1956, 1958a; Heluta et al., 1987; Kondratyuk et al., 1988; Heluta, 1989; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009a). На *Crambe* sp. – КрС, ЛЗЛС (Heluta et al., 1987; Dudka et al., 2004). На *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl – ЗЛс, ЗП, КрС, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ЛП, ПБК, ПЗС, ПЛс, ПС, СЗЛС, ЦП (Jaczewski, 1927; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995, 2006; Burdyukova et al., 1992; Tkachenko et al., 1998; Heluta, Isikov, 2004; Dudka et al., 2004, 2009a; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Heluta et al., 2016a; Heluta, Tykhonenko, 2017; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Diplotaxis muralis* (L.) DC. – МП (Marchenko, 1974a). На *D. tenuifolia* (L.) DC. – ЛЗЛС, ПБК, ПЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Kuzub, 2000; Korytnianska et al., 2010). На *Erucastrum cretaceum* Kotov – ДЗЛС, СЗЛС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989). На *Erysimum cheiranthoides* L. – ПЛс (Heluta, 1989). На *E. cuspidatum* (M. Bieb.) DC. (анаморфа) – ПБК (Heluta, 1985, 1986, 1989; Dudka et al., 2004; Heluta, Isikov, 2004). На *E. diffusum* Ehrh. – ЛЗЛС, ПЛс (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989). На *E. repandum* L. – КрС, ПЗЛС, ПС (Heluta, 2003; Dudka et al., 2004; Korytnianska et al., 2014a). На *E. strictum* P. Gaertn., B. Mey. & Scherb. – ЗЛс, ЛЛс, ПЛс (Hrodzinska, 1928; Heluta, 1989; Heluta et al., 2016a). На *Erysimum* sp. – ПЛс (Heluta, 1989). На *Fibigia clypeata* (L.) Medik. – ПБК (Heluta, 1985, 1989; Dudka et al., 2004; Heluta, Isikov, 2004). На *Glaucium corniculatum* (L.) J. Rudolph – ГК, КрС,

ЛЗЛС, ПБК (Heluta, Andrianova, 1984; Heluta, 1985, 1986, 1989, 2003, 2004; Dudka et al., 2004, 2009a; Heluta, Isikov, 2004; Heluta, Tykhonenko, 2017; Prosyannikova, Ivakhnenko, 2020). На *G. flavum* Crantz – ПЗС (Korytnianska et al., 2010). На *Hesperis matronalis* L. – ЗЛс, ЗУЛ, ПЛс (Dobrovolskyi, 1914; Wróblewski, 1913; Lavitska, Morochkovska, 1974). На *H. pycnotricha* Borbas & Degen. – ПЗС, ПЛс, ЦП (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995). На *H. steveniana* DC. – ПБК, ПЛс (Heluta, 1985, 1986, 1989; Dudka et al., 2004; Heluta, Isikov, 2004). На *Iberis umbellata* L. – ВЛс, ЗК, ЗЛс, ПЛс, ЦП (Lavitska, 1950, 1966; Marchenko, 1979; Heluta, 1989; Heluta et al., 2016a). На *Lepidium campestre* (L.) R. Br. – ЗК (Marchenko, 1963, 1979). На *L. graminifolium* L. – ПБК (Heluta, 1989; Dudka et al., 2004). На *L. latifolium* L. – ЛЗЛС, ЛЗС, ПЛс, ПС, ХЛс (Zweigbaumówna, 1918; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Dudka et al., 2009a). На *L. sativum* L. – ВЛс (Marchenko, 1979). На *Lepidium* sp. – КрС (Heluta, 2003; Dudka et al., 2004). На *Lunaria rediviva* L. – КЛ (Heluta, 1989, 1998a; Dudka et al., 1997, 2019; Dudka et al., 1997). На *Myagrum perfoliatum* L. – ГК (Dudka et al., 2004). На *Raphanus sativus* L. – ЗК, МП (Marchenko, 1963, 1974a). На *Rapistrum perenne* (L.) All. – ПЗЛС (Korytnianska et al., 2014b). На *R. rugosum* (L.) Bergeret – КрС, ПБК (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Heluta, Isikov, 1991, 2004; Dudka et al., 2004). На *Rapistrum* sp. – КрС (Heluta, 2003; Dudka et al., 2004). На *Sinapis alba* L. – ДЗЛС, ЛЗЛС, ПЗЛС, ПЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989). На *S. arvensis* L. – ГК, ДЗЛС, ЗК, КЛ, ПБК, ПЗЛС, ПЗС, ПЛс, СЗЛС, ХЛс (Kharkevych, 1959; Marchenko, 1963; Heluta, 1985, 1989; Heluta et al., 1987; Dudka et al., 2004, 2009a, 2019; Heluta, Isikov, 2004; Korytnianska et al., 2014b). На *Sinapis* sp. – ПЛс (Heluta, 1989). На *Sisymbrium altissimum* L. – ЛЗС (Heluta, 1989). На *S. irio* L. – ПЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989). На *S. loeselii* L. – ДЗЛС, КрС, ЛЗЛС, ЛЗС, ПЗЛС, ПЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 2003; Prydiuk, 2000; Dudka et al., 2004, 2009a; Korytnianska et al., 2012). На *S. officinale* (L.) Scop. – ГК, ДЗЛС, ЗК, КЛ, ЛП, ПБК, ПЛс, СЗЛС, ХЛс (Marchenko, 1963; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 2006; Heluta, Isikov, 1991;

Havrylo, 1999a; Dudka et al., 2004, 2009a, 2019; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Luchnikova, 2021); Крим (Isikov et al., 2007). На *S. orientale* L. – ДЗЛС, СЗЛС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Dudka et al., 2009a). На *S. polymorphum* (Murray) Roth – ЛЗЛС, ЛЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1999a). На *S. strictissimum* L. – ЛЛс (Heluta, 1989). На *S. wolgense* M. Bieb. & Fourn. – ДЗЛС (Tykhonenko et al., 1994; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009a). На *Sisymbrium* spp. – ДЗЛС, КрС, ЛЗЛС, ЛЗС (Heluta, 1989, 2003; Dudka et al., 2004, 2009a). На *Syrenia dolichostylos* Klokov – ЛЗС (Heluta et al., 2007; Dudka et al., 2009a). На *Turritis glabra* L. – ВЛс, МП (Marchenko, 1974a).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Бельгія, Білорусь, Болгарія, Велика Британія, Гренландія (Данія), Греція, Данія, Ісландія, Іспанія, Італія, Латвія, Литва, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Польща, Португалія, Російська Федерація, Румунія, Сербія, Словаччина, Угорщина, Україна, Фінляндія, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція; Азія: Азербайджан, Афганістан, Вірменія, Грузія, Ізраїль, Індія, Ірак, Іран, Йемен, Йорданія, Казахстан, Киргизстан, Китай, Ліван, М'янма, Непал, Пакистан, Російська Федерація (Далекий Схід, Сибір), Саудівська Аравія, Сирія, Таджикистан, Туреччина, Туркменістан, Узбекистан, Шрі-Ланка, Японія; Африка: Ефіопія, Канарські о-ви (Іспанія), Лівія, Малаві, Марокко, Мозамбік, ПАР, Судан, Танзанія, Уганда; Північна Америка: Канада, США; Центр. Америка: Домініканська Республіка, Коста-Ріка, Панама, Ямайка; Південна Америка: Аргентина, Венесуела, Колумбія, Перу, Тринідад, Уругвай, Чилі; Австралія й Океанія: Австралія, Гавайські о-ви (США), Нова Зеландія, Нова Каледонія, Тасманія (Австралія).

11. *Erysiphe heraclei* DC. – еризифе борщівникова

Erysiphe heraclei DC., Fl. franç., Edn 3 (Paris) 5/6: 107. 1815. – *Erysiphe communis* auct. p. p.

Мицелій на всіх зелених органах і плодах, білий, плямами, що зливаються в суцільний

наліт, добре розвинений, плівчастий, гіфи до 10 мкм завтовшки. Апресорії лопатеві, розташовані по одній або ж супротивно парами, до 8 мкм у поперечнику. Конідієносці на верхівці материнської клітини, прямостоячі, прямі, до 160 мкм завдовжки, базальні клітини циліндричні, прямі, до 90 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній, переважно циліндричні або дещо видовженоеліпсоїдні, $(25-30-45(-50) \times 12-18(-20)$ мкм, відношення довжини до ширини в межах 2–3, проростки термінальні, короткі до довгих (до 4 товщин конідії), їхні апресорії дуже мінливі, цілісні чи 2–7-лопатеві. Хазмотеції численні, розкидані або зібрані в групи, коричнево-чорні, напівкулясті, 80–130(–160) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні, до 25 мкм у поперечнику. Придатки базальні, численні, міцелієподібні, прості або ж неправильно багато разів розгалужені, до коралоподібних, порівняно короткі, до 2 діаметрів хазмотецію, до 10 мкм завтовшки, септовані, коричнюваті чи коричневі, переплітаються між собою та з міцелієм. Сумки по 3–8, до 10, еліпсоїдні, оберненояйцеподібні, на переважно короткій ніжці, зрідка без неї, $(50-55-70(-86) \times 30-45(-55)$ мкм, 3–5-спорові, зрідка спор 2 або 6. Спори еліпсоїдні, яйцеподібні, $(16-20-25(-33) \times 10-15(-20)$ мкм, безбарвні.

На видах родин *Ariaceae* і *Pittosporaceae*. Тип на *Heracleum sphondylium* L.

Поширення в Україні. На *Aegopodium podagraria* L. – ЗК, ПЛс, ЦП (Lavitska, 1939; Morochkovskiy et al., 1969; Marchenko, 1979). На *Anethum graveolens* L. – ВЛс, ДЗЛС, СЗЛС (Marchenko, 1974a; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Dudka et al., 2009a). На *Angelica sylvestris* L. – ЗК, ЗЛс, ЗП, КЛ, ЛЛс, ПЗЛС, ПКЛ, ЦП (Ganeshin, Bondartseva-Monteverde, 1922; Petrak, 1925; Marchenko, 1963; Heluta, 1989, 1995; Heluta et al., 2011, 2016a; Tykhonenko, Heluta, 2011; Dudka et al., 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm. – ЛЗС, ПЗС (Dudka et al., 2009a; Korytnianska et al., 2010). На *A. nemorosa* (M. Bieb.) Spreng. – ГК, ЛЗС (Heluta, 1989; Kuzub, 2000; Dudka et al., 2004, 2009a; Heluta

et al., 2007, 2010). На *A. nitida* (Wahlenb.) Hazsl. – КЛ (Heluta, 1989; Dudka et al., 2019). На *A. sylvestris* (L.) Hoffm. – ГК, ЗЛс, КЛ, ЛЗС, ПЗЛС, ПЛс, СЗЛС, ХЛс (Potebnia, 1916; Marchenko, 1963; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1998a; Burdyukova et al., 1992; Dudka et al., 1997, 2009a, 2019; Havrylo, 1999a, 2001; Heluta et al., 2011; Tykhonenko, Heluta, 2011; Kravchuk et al., 2018). На *Anthriscus* sp. – ДЗЛС, ПБК (Heluta, Isikov, 1991; Heluta, 1999b, 2005; Dudka et al., 2004, 2009a; Prudenko, Dzhagan, 2006). На *Archangelica officinalis* Hoffm. – ЗП, ЛЛс (Verhovskiy et al., 1932; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Caucalis platycarpus* L. – ГК (Dudka et al., 2004). На *Chaerophyllum aromaticum* L. – ГК, ЗК, ЗП, КЛ, ПЛс, РЛ, ЦП (Hrodzinska, 1928; Marchenko, 1963; Heluta, 1989, 1995; Dudka et al., 2004, 2019; Heluta et al., 2011, 2018; Tykhonenko, Heluta, 2011; Kozłowska et al., 2015; Heluta, Anishchenko, 2021). На *C. aureum* L. – ГК (Heluta, 2000; Dudka et al., 2004). На *C. bulbosum* L. – ГК, ЗЛс, ЛП, ПЛс (Tselle, 1925; Jaczewski, 1927; Heluta, 1989, 2000; Dudka et al., 2004; Kravchuk et al., 2018). На *C. hirsutum* L. – КЛ (Namysłowski, 1910; Smitska, 1960; Marchenko, 1963; Heluta et al., 2011; Tykhonenko, Heluta, 2011; Dudka et al., 2019). На *C. prescottii* DC. – ГК, ДЗЛС, ПЛс (Heluta, 1989; Tykhonenko et al., 1994; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2004, 2009a). На *C. temulum* L. – ЛЛс, ПЛс (Bukhalo, 1961b; Heluta, 1989, 2006; Prudenko, Solomakhina, 1997; Solomakhina, Prudenko, 1998; Dzhagan et al., 2008). На *Chaerophyllum* spp. – КЛ, РЛ (Dudka et al., 1997; Heluta, 1998a, b; Kozłowska et al., 2015). На *Cicuta virosa* L. – ЗП, ПЛс (Hrodzinska, 1928; Marchenko, 1979; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Cnidium dubium* (Schkuhr) Thell. – ЛП, ПЛс (Jaczewski, 1927; Heluta, 1989). На *Conium maculatum* L. – ГК, ЗК, ЗЛс, ЛЗС, ЛЛс, ПБК, ПЗЛС, ПЗС, ПЛс (Ganeshin, Bondartseva-Monteverde, 1922; Marchenko, 1963; Heluta, 1985, 1986, 1989; Heluta et al., 1987; Dudka et al., 2004, 2009a; Heluta, Isikov, 2004; Korytnianska et al., 2010, 2012, 2014b; Korytnianska, Popova, 2014). На *Daucus carota* L. – ГК, КрС, ЛЗС, ПБК, ХЛс (Heluta, 1984, 1989; Heluta, Andrianova, 1984; Heluta et al., 1987; Heluta, Isikov, 1991; Kuzub,

- 2000; Dudka et al., 2004, 2009a; Heluta, Isikov, 2004; Khandyuk, 2020). На *Eryngium campestre* L. – ДЗЛС, КрС, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ПБК, ПС (Morochkovskiy et al., 1969; Heluta, 1985, 1986, 1989, 1999a; Heluta et al., 1987; Dudka et al., 2004, 2009a; Heluta, Isikov, 2004). На *E. planum* L. – ДЗЛС, ЛЗЛС, СЗЛС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1999a; Dudka et al., 2009a). На *Falcaria vulgaris* Bernh. – ГК, ДЗЛС, ЗЛс, ЗП, КрЛс, КрС, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ПБК, ПЗЛС, ПЗС, ПЛс, ПС, СЗЛС, ХЛс (Isachenko, 1896; Potebnia, 1916; Lavitska, 1949; Kharkevych, 1959; Heluta, 1984, 1985, 1986, 1989, 1999a, 2003, 2005, 2006; Heluta, Andrianova, 1984; Heluta et al., 1987; Heluta, Isikov, 1991; Tkachenko et al., 1998; Kuzub, 2000; Havrylo, 2001; Dudka et al., 2004, 2009a; Heluta, Isikov, 2004; Dzhagan et al., 2008; Prosyannikova et al., 2009, 2012, 2016; Korytnianska et al., 2012, 2014a, b; Korytnianska, Popova, 2015; Heluta et al., 2016a; Heluta, Tykhonenko, 2017; Prosyannikova, Ivakhnenko, 2020). На *Heracleum antasiaticum* Manden. – ПЛс (Heluta, 1989). На *H. asperum* (Hoffm.) M. Bieb. – ПЛс (Heluta, 1989). На *H. cyclocarpum* K. Koch – ПЛс (Heluta, 1989). На *H. flavescens* Besser – ПЛс (Heluta, 1989). На *H. freynianum* Sommier & Levier – ПЛс (Heluta, 1989). На *H. lehmannianum* Bunge – ПЛс (Heluta, 1989). На *H. mantegazzianum* Sommier & Levier – ПЛс (Lavitska, Morochkovska, 1974; Heluta, 1989). На *H. panaces* L. – ПЛс (Heluta, 1989). На *H. persicum* Desf. ex Fisch. – ПЛс (Heluta, 1989). На *H. sibiricum* L. – ГК, ДЗЛС, ЗК, ЗЛс, ЗП, КЛ, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ПЗЛС, ПКЛ, ПЛс, СЗЛС, ХЛс, ЦП (Trebu, 1913; Potebnia, 1916; Kharkevych, 1949; Morochkovskiy, 1956, 1957, 1958a; Bukhalo, 1961b; Grebenchuk, Sherstniuk, 1975; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995, 2005; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2004, 2009a, 2019; Heluta et al., 2007; Prudenko, Dzhagan, 2008; Heluta, Tykhonenko, 2017; Prosyannikova, Ivakhnenko, 2020; Heluta, Anishchenko, 2021). На *H. sosnowskyi* Manden. – КЛ, ПЛс, РЛ (Heluta, 1989, 1998b; Kozłowska et al., 2015; Dudka et al., 2019). На *H. sphondylium* L. – ЗК, ЗП, ЗУЛ, КЛ, ПЛс (Namysłowski, 1910; Marchenko, 1963; Heluta, 1989; Heluta et al., 2011, 2018; Tykhonenko, Heluta, 2011; Dudka et al., 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *H. sphondylium* subsp. *granatense* (Boiss.) Briq. – ПЛс (Heluta, 1989). На *H. stevenii* Manden. – ПБК (Heluta, 1984, 1989, 2000; Kuzub, 2000; Dudka et al., 2004). На *H. wilhelmsii* Fisch. & Ave-Lall. – ПЛс (Heluta, 1989). На *Heracleum* spp. – ЗЛс, КЛ, ЛЛс, ПЛс, ХЛс (Bukhalo, 1965; Heluta, 1989; Havrylo, 1999a; Dudka et al., 2004, 2019; Heluta et al., 2016a). На *Laser trilobum* (L.) Borkh. – ГК, МП (Koval, 1962; Marchenko, 1979). На *Levisticum officinale* W.D.J. Koch – ЛЛс (Verhovskiy et al., 1932). На *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. – ЛЗЛС (Heluta, 1999a). На *Pastinaca clausii* (Ledeb.) M. Pimen. [*Malabaila graveolens* (Spreng.) Hoffm.] – ПЗЛС (Korytnianska et al., 2014a). На *P. sativa* L. – ЗК, КрЛс, МП, ПЛс (Krupa, 1888; Garbowski, 1924; Tselle, 1925; Lavitska, 1947; Kharkevych, 1949; Marchenko, 1963; Heluta, 1989, 2006; Dudka et al., 2004; Dzhagan et al., 2008). На *P. sylvestris* Mill. – ЗЛс, ЛЛс, ПЛс, ХЛс (Heluta, 1989; Tkachenko et al., 1998; Havrylo, 1999a, 2001; Dudka et al., 2009a; Heluta et al., 2016a). На *P. umbrosa* Steven ex DC. – ГК, ПБК (Heluta, 1984, 1989, 2000; Heluta, Isikov, 1991; Kuzub, 2000; Dudka et al., 2004). На *Pastinaca* sp. – ЗЛс, ПЛс (Hrodzinska, 1928; Heluta et al., 2016a). На *Petroselinum crispum* (Mill.) A.W. Hill – ВЛс, ПЗС, ПЛс, ХЛс, ЦП (Tselle, 1925; Marchenko, 1979; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995; Havrylo, 1999a). На *Peucedanum alsaticum* L. – ЛЗЛС, ЛЛс, ПЛс, СЗЛС (Hrodzinska, 1928; Morochkovskiy, 1957; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009a; Heluta, Tykhonenko, 2017). На *P. oreoselinum* (L.) Moench – ЗК, ЗП, КЛ, ЛЛс, ЛП, ПЗЛС, ПЛс, ХЛс, ЦП (Zweigbaumówna, 1918; Tselle, 1925; Hrodzinska, 1929; Illichevskiy, 1938; Lavitska, 1939; Marchenko, 1963; Heluta, 1989, 1995, 2006; Solomakhina, Prudenko, 1998; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Dudka et al., 2009b, 2019; Korytnianska et al., 2014b; Heluta, Anishchenko, 2021). На *P. ruthenicum* M. Bieb. – СЗЛС (Kondratyuk et al., 1988; Dudka et al., 2009a). На *Pimpinella peregrina* L. – ПБК (Kuzub, 2000, 2003). На *P. saxifraga* L. – ЗК, ЗЛс, ЗП, КЛ, ЛЗЛС, ЛП, МП, ПЛс, ХЛс, ЦП (Lavitska, 1939; Kharkevych, 1949; Morochkovskiy, 1956;

Marchenko, 1963, 1979; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995, 1999a; Tkachenko et al., 1998; Holubtsova, 2008; Dudka et al., 2009a, 2019; Heluta et al., 2016a; Heluta, Tykhonenko, 2017; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Selinum carvifolia* (L.) L. – КЛ (Dudka et al., 2019). На *Seseli libanotis* (L.) W.D.J. Koch – ДЗЛС, ПЛс, СЗЛС (Potebnia, 1916; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Tykhonenko et al., 1994; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009a). На *S. tortuosum* L. – ЛЗЛС (Prydiuk, 2000). На *Siella erecta* (Huds.) M. Pimen. – ЛЗЛС (Heluta, 1999a). На *Silaum silaus* (L.) Schinz & Thell. – ЛЗС (Korytnianska et al., 2014b). На *Sium latifolium* L. – ЗП, ХЛс (Marchenko, 1974a; Havrylo, 1999a; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Smyrniium perfoliatum* L. – ГК (Kravchuk et al., 2018). На *Taeniopetalum arenarium* (Waldst. & Kit.) V.N. Tichomirov (анаморфа) – ЛЛс, ПЛс (Heluta, 1989, 2006; Dzhagan et al., 2008). На *Tordylium maximum* L. – ГК, ПБК (Heluta, 1985, 1986, 1989; Dudka et al., 2004; Heluta, Isikov, 2004; Kravchuk et al., 2018). На *Torilis arvensis* (Huds.) Link – КрС, ПБК, ПЗЛС, ПЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Dudka et al., 2004; Heluta, Isikov, 2004; Korytnianska et al., 2010, 2012, 2014b). На *T. japonica* (Houtt.) DC. – Злс, ЗП, МП, ПБК, ПЛс (Marchenko, 1974a; Heluta, 1984, 1989, 2000; Kuzub, 2000; Dudka et al., 2004; Dzhagan et al., 2008; Heluta et al., 2016a; Heluta, Anishchenko, 2021). На *T. leptophylla* (L.) Rchb. – ПЗЛС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Бельгія, Білорусь, Болгарія, Велика Британія, Греція, Данія, Естонія, Ірландія, Іспанія, Італія, Латвія, Литва, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Польща, Португалія, Російська Федерація, Румунія, Сербія, Угорщина, Україна, Фінляндія, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція; Азія: Азербайджан, Афганістан, Вірменія, Грузія, Ізраїль, Індія, Ірак, Іран, Йорданія, Казахстан, Киргизстан, Китай, Корея, Ліван, Монголія, М'янма, Непал, Пакистан, Російська Федерація (Далекий Схід, Сибір), Саудівська Аравія, Таджикистан, Туреччина, Туркменістан, Узбе-

кистан, Шрі-Ланка, Японія; Африка: Азорські о-ви (Порт.), Ефіопія, Єгипет, Зах. Сахара, Лівія, Марокко, Судан, Танзанія; Північна Америка: Канада, США; Центр. Америка: Пуерто-Ріко (США); Південна Америка: Аргентина, Чилі; Австралія й Океанія: Австралія, Нова Зеландія, Тасманія (Австралія).

12. *Erysiphe howeana* U. Braun – еризифе енотерова

Erysiphe howeana U. Braun, Mycotaxon 14(1): 373. 1982⁴.

Мицелій по обидва боки листкової пластинки, на незрілих плодах, білий чи сіруватий, борошністий, плямами, що зливаються в суцільний наліт, добре розвинений, гіфи до 7 мкм завтовшки. Апрусорії лопатеві, розташовані по одній або ж супротивно парами, до 8 мкм у поперечнику. Конідієносці на верхівці материнської клітини, прямостоячі, прямі, до 70 мкм завдовжки, базальні клітини циліндричні, прямі, до 50 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній, від еліпсоїдних до майже циліндричних, 25–40 × 13–18(–22) мкм, відношення довжини до ширини в межах 1,6–2,6, проростки більш-менш термінальні, майже до 2 діаметрів конідії завдовжки, їхні апрусорії переважно 2–7-лопатеві. Хазмотеції розкидані або зібрані в групи, (75–)90–140(–160) мкм у діаметрі. Клітини перидію нечіткі, неправильно багатокутні, до 25 мкм у поперечнику. Придатки базальні, численні, мицелієподібні, прості, 0,3–2,5 діаметра хазмотецію завдовжки, до 9 мкм завтовшки, септовані, безбарвні, до жовтуватих чи коричнюватих при основі, переплітаються між собою та з мицелієм. Сумки по 3–15, еліпсоїдні, оберненояйцеподібні, булавоподібні, сидячі чи на короткій ніжці, 40–80 × 25–50 мкм, (3–)5–6-спорові. Спори еліпсоїдні, яйцеподібні, (16–)18–23(–25) × 9–14,5 мкм, безбарвні.

⁴ В Україні поширена лише анаморфа гриба, тому опис телеоморфи запозичено з монографії У. Брауна та Р. Кука (Braun, Cook, 2012).

На представниках родини *Onagraceae*, в Україні – лише на видах роду *Oenothera* L. і тільки анаморфа. Тип на *Oenothera* sp., Канада.

Поширення в Україні. На *Oenothera ammobila* Focke – ПЗС (Korytnianska et al., 2010). На *O. biennis* L. – КрС, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛП, ПЛс, ХЛс, ЦП (Burdyukova et al., 1992; Heluta, 1995, 1999a, 2006; Havrylo, 1999a; Prydiuk, 2000; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Isikov, 2016). На *O. glazioviana* Micheli – ЛЗС (Dudka et al., 2009a). На *O. hoelscheri* Renner ex Rostanski – ПЗС (Korytnianska et al., 2010). На *O. missouriensis* Sims. – КрЛс (Prosyannikova, Movlyan, 2010). На *O. salicifolia* Desf. ex G. Don. – ПЗС (Korytnianska et al., 2010). На *Oenothera* spp. – ВЛс, ЗК, ЗП, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ЛП, ПЛс, СЗЛС, ХЛс, ЦП (Marchenko, 1963; Heluta, 1989, 1995, 2005; Dudka et al., 2009a; Heluta et al., 2019; Heluta, Anishchenko, 2021).

Загальне поширення. Європа: Білорусь, Велика Британія, Італія, Литва, Німеччина, Польща, Португалія, Румунія, Угорщина, Україна, Франція, Швейцарія; Азія: Грузія, Китай, Туреччина; Південна Африка; Північна Америка: Канада, США; Південна Америка: Аргентина; Австралія й Океанія: Нова Зеландія.

13. *Erysiphe knautiae* Duby – еризифе свербіжницєва

Erysiphe knautiae Duby, Bot. Gall., Edn 2 (Paris) 2: 870. 1830. – *Erysiphe communis* auct. p. p. – *Erysiphe communis* f. *cucumidis* Marcz., Ukr. Bot. J. 33(3): 273. 1976.

Мицелій переважно на листках, двосторонній, зрідка на стеблах, білий, плямами, що зливаються в суцільний наліт, добре розвинений, борошнистий чи плівчастий, гіфи до 7 мкм завтовшки. Аapresорії лопатеві. Конідиєносці на верхівці материнської клітини, прямостоячі, прямі, базальні клітини циліндричні, прямі, до 60 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній, переважно циліндричні або дещо видовженоеліпсоїдні, (25–)30–40(–45) × 12–18(–25) мкм, відношення довжини до ширини в межах 1,7–2,7, проростки більш-менш термінальні, короткі, їхні apresорії

цілісні або дещо лопатеві. Хазмотеції нечисленні, розкидані або зібрані в групи, коричнево-чорні, напівкулясті, (70–)90–120 мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні, до 25 мкм у поперечнику. Придатки базальні, нечисленні, до 15, міцелієподібні, прості, порівняно короткі, до 2 діаметрів хазмотецію завдовжки, інколи довші, до 10 мкм завтовшки, септовані, коричневаті чи коричневі біля основи, переплітаються з міцелієм. Сумки по 2–8, частіше по 3–6, еліпсоїдні чи оберненояйцеподібні, переважно на короткій ніжці або сидячі, (45–)55–70(–80) × 30–45(–50) мкм, 3–5-спорові, зрідка спор 2 або 6. Спори еліпсоїдні, яйцеподібні, (17–)20–25(–30) × (10–)13–16(–19) мкм, безбарвні.

На видах родин *Dipsacaceae* і, очевидно, *Cucurbitaceae*. Тип на *Knautia arvensis* (L.) Coult., Франція.

Поширення в Україні. На *Cephalaria coriacea* (Willd.) Steud. – КрЛс (Dzyunenko, Prosyannikova, 2013; Prosyannikova et al., 2019b). На *C. transsylvanica* (L.) Roem. & Schult. (анаморфа) – КрС, ПБК (Heluta, Andrianova, 1984; Heluta, 1985, 1989; Heluta et al., 1987; Dudka et al., 2004; Heluta, Isikov, 2004). На *Cucumis sativus* L. – ВЛс (Marchenko, 1976; Heluta, 1989). На *Knautia arvensis* (L.) Coult. – ВЛс, ДЗЛС, ЗК, ЗЛс, ЗП, КЛ, ЛЗЛС, ЛЛс, ПЗЛС, СЗЛС, ХЛс (Marchenko, 1963, 1979; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 2005; Tykhonenko et al., 1994; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009a, 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *K. dipsacifolia* Kreutzer – КЛ (Chmielewski, 1910; Dudka et al., 1997; Heluta, 1998a). На *K. maxima* (Opiz) Ortman – КЛ (Heluta et al., 2018; Dudka et al., 2019). На *Scabiosa argentea* L. (анаморфа) – КрС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Dudka et al., 2004). На *S. ochroleuca* L. – ДЗЛС, ЗК, КЛ, ЛЗЛС, ЛЗС, СЗЛС, ХЛс (Marchenko, 1963; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 2005; Tykhonenko et al., 1994; Tkachenko et al., 1998; Havrylo, 1999a; Heluta et al., 2007; Dudka et al., 2009a; Heluta, Tykhonenko, 2017). На *S. praemontana* Privalova – КрЛс (Prosyannikova et al., 2012). На *S. ucrainica* L. – ЛЗС, ПЗС (Heluta et al., 2007; Dudka et al., 2009a; Korytnianska,

Popova, 2014). На *Scabiosa* spp. – ГК, ЗЛс (Heluta, 2000; Dudka et al., 2004; Heluta et al., 2016a). На *Succisa pratensis* Moench – ЗК, ЗП, КЛ, ПЛс (Marchenko, 1963, 1979; Heluta, 1989; Heluta et al., 2001; Dudka et al., 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Succisella inflexa* (Kluk) Beck – ЗК, ЗП, ЦП (Heluta, 1989, 1995; Heluta, Anishchenko, 2021).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Білорусь, Болгарія, Велика Британія, Греція, Данія, Іспанія, Італія, Німеччина, Норвегія, Польща, Російська Федерація, Румунія, Словаччина, Фінляндія, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція, кол. Югославія; Азія: Вірменія, Іран, Китай, Російська Федерація (Сибір, Далекий Схід), Туреччина, Японія; Північна Америка: США.

П.Д. Марченко (Marchenko, 1976) на *Cucumis sativus* (Cucurbitaceae) описав *Erysiphe communis* f. *cucumidis* Marcz. Ми дослідили цей зразок і дійшли висновку, що за морфологічними ознаками він цілком відповідає *E. knautiae*.

14. *Erysiphe limonii* L. Junell – еризифе кермекова

Erysiphe limonii L. Junell, Svensk bot. Tidskr. 61: 225. 1967. – *Erysiphe stactices* (Potebnia) V.P. Heluta, Paraz. griby stepn. zony Ukrainy: 165. 1987, nom. superfl. – *Erysiphe communis* auct. p. p.

Мицелій двосторонній на листках, стеблах, квітконіжках і зав'язях, білий, у вигляді суцільного нальоту, добре розвинений, спочатку борошністий, потім плівчастий, гіфи до 8 мкм завтовшки. Аapresорії лопатеві, розташовані по одній або ж супротивно парами, до 8 мкм у поперечнику. Конідіеносці на верхівці материнської клітини, інколи трохи збоку, прямостоячі, прямі, до 100 мкм завдовжки, базальні клітини циліндричні, прямі чи трохи зігнуті при основі, до 50 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній, видовженоеліпсоїдні, до циліндричних, (25–)30–40(–45) × (9–)12–17(–19) мкм, відношення довжини до ширини в межах 1,8–2,8. Хазмотеції численні, зібрані у великі групи на листках і черешках, коричнево-чорні, напівкулясті, (90–)105–165(–180) мкм у діаметрі.

Клітини перидію неправильно багатокутні, до 25 мкм у поперечнику. Придатки базальні, численні, міцелієподібні, переважно прості, порівняно короткі, за довжиною дорівнюють діаметру хазмотецію, інколи трохи довші, до 8 мкм завтовшки, септовані, від безбарвних до коричнюватих, коричневі при основі, переплітаються з міцелієм і між собою, утворюючи сплетіння, в яке занурені плодові тіла. Сумки по 3–6(–8), еліпсоїдні до оберненояйцеподібних, на переважно короткій ніжці, (45–)60–70(–85) × (25–)30–45(–50) мкм, 4–5-спорові, зрідка спор 3 або 6. Спори еліпсоїдні, яйцеподібні, 17–30 × 9–14(–20) мкм, безбарвні.

На видах родини *Plumbaginaceae*. Тип на *Limonium vulgare* Mill., Німеччина.

Поширення в Україні. На *Goniolimon tataricum* (L.) Boiss. (анаморфа) – ПС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989). На *Limonium alutaceum* (Steven) O. Kuntze – ЛЗЛС (Heluta, 1999a). На *L. bungei* (Claus) Gamajun. [incl. *L. membranaceum* (Czern.) Klokov] – ЛЗЛС, ЛЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1999a). На *L. caspium* (Willd.) Gams – ЛЗС, ПЗС (Dudka et al., 2009a; Heluta et al., 2010; Korytnianska, Popova, 2015). На *L. gmelinii* (Willd.) O. Kuntze – КрЛс, КрС, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ПЗС, ПС, СЗЛС (Sredinskiy, 1873; Isachenko, 1896; Potebnia, 1916; Verhovskiy et al., 1932; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Burdyukova et al., 1992; Dudka et al., 2004, 2009a). На *L. hypanicum* Klokov – ЛЗЛС, ПЗЛС, ПЗС (Prydiuk, 2000; Dudka et al., 2009a). На *L. meyeri* (Boiss.) O. Kuntze – ЛЗЛС, ЛЗС, ПЗЛС, ПЗС, ПС (Illichevskiy, 1938; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Dudka et al., 2009a; Heluta et al., 2010; Korytnianska, Popova, 2013b, 2015; Korytnianska et al., 2014b). На *L. oblongifolium* (Kotov) Loskot ex Tzvelev – ЛЗЛС (Heluta, 1999a). На *L. platyphyllum* Lincz. – ДЗЛС, ЛЗЛС, ПБК, СЗЛС, ХЛс (Trebu, 1913; Potebnia, 1916; Heluta, Andrianova, 1984; Heluta, 1985, 1986, 1989, 2005; Heluta et al., 1987; Kondratyuk et al., 1988; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2004, 2009a; Heluta, Isikov, 2004). На *L. tomentellum* (Boiss.) O. Kuntze – ЛЗЛС, ХЛс (Potebnia, 1916; Heluta et al., 1987). На *Limonium* spp. – ГК, КрС, ЛЗС, ПЗЛС, ПЗС, ПС (Moskovets, 1933; Heluta et al.,

1987; Heluta, 1989, 2003; Koroliova, 2000; Dudka et al., 2004; Korytnianska et al., 2014b).

Загальне поширення. Європа: Болгарія, Велика Британія, Данія, Іспанія, Італія, Німеччина, Російська Федерація, Румунія, Словаччина, Угорщина, Україна, Франція, Швейцарія, кол. Югославія; Азія: Афганістан, Вірменія, Грузія, Ізраїль, Іран, Казахстан, Китай, Киргизстан, Корея, Монголія, Російська Федерація (Сибір, Далекий Схід), Таджикистан, Туреччина, Туркменістан, Узбекистан; Африка: Канарські о-ви (Іспанія).

15. *Erysiphe lycopsidis* Zheng & Chen – еризифе кривоцвітова

Erysiphe lycopsidis R.Y. Zheng & G.Q. Chen, Sydowia 34: 234. 1981. – *Erysiphe communis* auct. р. р.

Мицелій на всіх зелених органах, білий, плямами, що зливаються в суцільний наліт, добрерозвинений, борошнистий, до плівчастого. Апрусорії лопатеві. Конідієносці на верхівці материнської клітини, прямостоячі, прямі, базальні клітини циліндричні, прямі, до 45 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній, від еліпсоїдних до циліндричних із заокругленими кінцями, 20–46 × 12–20(–25) мкм, відношення довжини до ширини в межах 1,6–2,6, проростки термінальні, короткі (до 2 товщин конідії), їхні апресорії від цілісних до лопатевих. Хазмотеції нечисленні, розкидані або зібрані в групи, коричнево-чорні, до майже чорних, напівкулясті, (75–)85–120(–130) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні, до 25 мкм у поперечнику. Придатки базальні, нечисленні, до 20, міцелієподібні, переважно прості, порівняно короткі, до 1,5 діаметра хазмотецію, до 9 мкм завтовшки, септовані, безбарвні, до коричнюватих при основі. Сумки по 3–8, до 10, еліпсоїдні, оберненояйцеподібні, на короткій ніжці чи майже без неї, (50–)55–70(–86) × (–25)30–45(–55) мкм, 3–5-спорові, зрідка спор 2 чи 6. Спори еліпсоїдні, яйцеподібні, 16–25(–33) × 10–15(–17) мкм, безбарвні.

Паразитує в Україні на видах родів *Anchusa* L., *Buglossoides* Moench, *Lithospermum* L., *Lycopsis* L. та *Onosma* L. (*Boraginaceae*). Тип на *Lycopsis orientalis* L., Китай.

Поширення в Україні. На *Anchusa azurea* Mill. – ЗЛс (Heluta et al., 2016a). На *A. gmelinii* Ledeb. – ЛЗС, ХЛс (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Burdyukova et al., 1992; Dudka et al., 2009a). На *A. leptophylla* Roem. & Schult. – КрЛс (Prosyannikova et al., 2012). На *A. officinalis* L. – ЗК, ЗП, ЦП (Marchenko, 1963, 1979; Heluta et al., 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *A. proceras* Besser – ЗК, ПЛс, ЦП (Heluta, 1989, 1995, 2006; Solomakhina, Prudenko, 1998; Dzhagan et al., 2008). На *A. thessala* Boiss. & Sprun. – КрС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Dudka et al., 2004). На *Anchusa* sp. – ЛЗЛС, ЛЗС, ХЛс (Trebu, 1913; Potebnia, 1916; Heluta et al., 1987; Dudka et al., 2009a). На *Buglossoides arvensis* (L.) Johnst. – ГК, КрЛс, ЛЗЛС, ЛЗС, МП (Wróblewski, 1915; Illichevskiy, 1938; Heluta, 1989, 2000; Prydiuk, 2000; Dzyunenko, Prosyannikova, 2013; Kravchuk et al., 2019). На *Lithospermum officinale* L. – ДЗЛС, ЛЗЛС, ЛЗС (Heluta, 1989; Tykhonenko et al., 1994; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009a; Heluta, Tykhonenko, 2017). На *Lycopsis arvensis* L. – КрС, ЛЗЛС, ПЗС, ПЛс (Garbowski, 1922; Morochkovskiy, 1956; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2004, 2009a; Korytnianska, Popova, 2015). На *L. orientalis* L. – ДЗЛС, КрС, ЛЗЛС, ПЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2004, 2009a; Korytnianska et al., 2010, 2012, 2014b). На *Lycopsis* sp. – ЗЛс (Heluta et al., 2016a). На *Onosma borysthena* Klokov – ЛЗС (Dudka et al., 2009a; Heluta et al., 2010). На *O. rigida* Ledeb. – КрЛс (Prosyannikova et al., 2019b). На *Onosma* sp. – КрС (Heluta, 2003; Dudka et al., 2004).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Білорусь, Болгарія, Велика Британія, Данія, Естонія, Німеччина, Іспанія, Італія, Литва, Норвегія, Польща, Російська Федерація, Румунія, Словаччина, Туреччина, Україна, Франція, Швейцарія; Азія: Азербайджан, Вірменія, Іран, Казахстан, Киргизстан, Китай, Таджикистан, Туреччина, Узбекистан, Японія.

16. *Erysiphe lythri* Junell – еризифе плакунова

Erysiphe lythri L. Junell, Svensk bot. Tidskr. 61: 223. 1967. – *Erysiphe communis* auct. p. p.

Мицелій двосторонній на листках та на стеблах, білий чи сіруватий, добре розвинений, пливчастий, щільним чохлам облягає уражені органи. Апресорії лопатеві, розташовані по одній або ж супротивно парами. Конідієносці на верхівці материнської клітини, прямостоячі, прямі, до 150 мкм завдовжки, базальні клітини циліндричні, прямі чи дещо зігнуті, до 45 мкм завдовжки. Конідії в мізерній кількості, утворюються по одній, еліпсоїдні, до майже циліндричних, (25–)30–40(–45) × 12–18(–22) мкм, відношення довжини до ширини в межах 1,5–2,5. Хазмотеції переважно на стеблах, зрідка на листках (уздовж жилок), зібрані в групи, коричнево-чорні, напівкулясті, занурені в плетиво мицелію та придатків, щільно прилягають до поверхні рослини-живителя, 75–120(–150) мкм у діаметрі. Клітини перидію нечіткі, неправильно багатокутні чи округлі, до 30 мкм у поперечнику. Придатки базальні, численні, мицелієподібні, прості, зрідка неправильно розгалужені, різні за довжиною, до 5 діаметрів хазмотецію, до 9 мкм завтовшки, септовані, безбарвні до коричнюватих, переплітаються між собою та з мицелієм. Сумки по 3–10, еліпсоїдні чи оберненояйцеподібні, на переважно короткій ніжці або сидячі, (40–)55–70(–90) × 30–45 мкм, 4–6-спорові, зрідка спор 3 або 7–8. Спори еліпсоїдні, яйцеподібні, 16–22(–28) × (8–)10–13 мкм, безбарвні.

На видах родини *Lythraceae*, в Україні лише на представниках роду *Lythrum* L. Тип на *L. salicaria* L., Фінляндія.

Поширення в Україні. На *Lythrum salicaria* L. – ДЗЛС, ЗК, ЗП, ЛЗЛС, ЛЛс, ЛП, ПЛс, ХЛс (Kharkevych, 1959; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Navrylo, 1999a, b; Holubtsova, 2008; Heluta et al., 2001; Heluta, Anishchenko, 2021). На *L. virgatum* L. – ДЗЛС, ЛЗЛС (Heluta et al., 1987).

Загальне поширення. Європа: Білорусь, Велика Британія, Данія, Естонія, Італія, Литва, Німеччина, Норвегія, Польща, Російська Феде-

рація, Румунія, Сербія, Словаччина, Угорщина, Україна, Фінляндія, Франція, Швейцарія, Швеція; Азія: Азербайджан, Російська Федерація (Зах. Сибір, Далекий Схід), Японія; Африка: Канарські о-ви (Іспанія), Марокко; Північна Америка: США.

17. *Erysiphe macleayae* R.Y. Zheng & G.Q. Chen – еризифе маклеєва

Erysiphe macleayae R.Y. Zheng & G.Q. Chen, Sydowia 34: 290. 1981

Мицелій переважно на верхньому боці листкової пластинки, на нижньому боці майже відсутній, також на стеблах і плодах, сіруватий, у вигляді круглих або неправильних нечітких плям, які пізніше зливаються, у випадку інтенсивного розвитку конідіальної стадії стає добре помітним, гіфи галузяться, септовані, безбарвні, до 7 мкм завтовшки. Апресорії добре розвинені, цілісні соскоподібні або ж двороздільні, розташовані по одній або супротивно парами, до 8 мкм у поперечнику. Конідієносці на верхівці материнської клітини, переважно зміщені від її середини, прямостоячі, прямі, до 145 мкм завдовжки, базальні клітини циліндричні, дещо зігнуті, 20–30, до 60 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній, видовженоеліпсоїдні, майже циліндричні чи навіть циліндричні з заокругленими кінцями, (25–)30–50(–55) × (8,5–)11–16(–20) мкм, відношення довжини до ширини в межах 2,2–4,8, проростки майже термінальні, від коротких до довгих (до 6 товщин конідії), їхні апресорії переважно цілісні, рідше лопатеві. Хазмотеції численні, зібрані в групи або суцільним шаром на верхньому боці листка, значно рідше розкидані на нижньому боці листкової пластинки, черешках й іноді на стеблах (на *Chelidonium majus*) або ж головним чином на нижньому боці листка в нечітких групах (на *Macleaya microcarpa*), чорні, з блискучим перидієм, напівкулясті, (70–)80–110(–160) мкм у діаметрі. Клітини перидію не дуже чіткі, неправильно багатокутні, до 30 мкм у поперечнику. Придатки базальні, численні, мицелієподібні, переважно

прості, довгі, до 700 мкм, до 10 мкм завтовшки, септовані, коричневі або світло-коричневі, до безбарвних біля верхівки. Сумки по 2–5(–9), еліпсоїдні, яйцеподібні, переважно на ніжці, (40–)45–55(–65) × (25–)30–50(–60) мкм, 3–5-спорові, зрідка спор 2 або до 7. Спори дуже різноманітні за формою та розміром, від коротко- до видовженоеліпсоїдних, часто яйцеподібні, довгастояйцеподібні, нерідко асиметричні, викривлені, дещо перетягнуті, аж до стопоподібних, із зернистим вмістом, іноді з великою краплею олії, (18–)20–30(–38) × 11–16(–18) мкм, від безбарвних до жовтуватих.

На видах родів *Chelidonium* L., *Macleaya* R. Br. та *Mecopopsis* Vig. (*Papaveraceae*). Тип на *Macleaya cordata* (Willd.) R. Br., Китай.

Поширення в Україні. На *Chelidonium majus* L. – ГК, ЗЛс, ЗП, КрЛс, КрС, ЛЗС, ЛЛс, ПБК, ПЗС, ПЛс, ЦП (Korytnianska et al., 2010, 2012; Heluta et al., 2014, 2016b; Heluta, Kravchuk, 2015; Isikov, 2016; Heluta et al., 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Macleaya cordata* (Willd.) R. Br. – ПЛс (Heluta et al., 2016b). На *M. microcarpa* Fedde – ПБК, ПЗС, ПЛс (Korytnianska et al., 2010; Heluta, Kravchuk, 2015; Isikov, 2016; Heluta et al., 2016b).

Загальне поширення. Європа: Білорусь, Литва, Німеччина, Польща, Словаччина, Угорщина, Україна, Чехія, Швейцарія; Азія: Китай, Японія.

Вид є чужорідним в Європі, занесений зі Східної Азії. В Україні відомий з 2007 р., однак довгий час був представлений тут лише анаморфою, телеоморфа трапляється з 2015 р.

18. *Erysiphe malvae* V.P. Heluta – еризифе мальвова

Erysiphe malvae V.P. Heluta, Ukr. Bot. J. 47(4): 75. 1990.

Мицелій по обидва боки листкової пластинки, ліпше розвинений на верхньому боці, на стеблах, сіруватий, розпливчастий, тонкий, гіфи до 10 мкм завтовшки. Апресорії від майже соскоподібних до лопатевих, до 6 мкм у поперечнику. Конідієносці на верхівці

материнської клітини, зміщені від її середньої частини, прямостоячі, прямі, до 190 мкм завдовжки, базальні клітини циліндричні, прямі, інколи трохи звивисті, до 70 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній, переважно циліндричні або еліпсоїдноциліндричні, (25–)30–40 × 12–18(–20) мкм, відношення довжини до ширини в межах 1,8–2,8. Хазмотеції численні, розкидані, голвним чином на нижньому боці листкової пластинки, чорні, напівкулясті, 100–140 мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильної форми, овальні, до 30 мкм у поперечнику. Придатки базальні, численні, міцелієподібні, прості або ж неправильно 1–3 рази розгалужені, часто дугасті, зигзагоподібно покручені, порівняно короткі, до 2 діаметрів хазмотецію, до 7 мкм завтовшки, септовані, зазвичай світло-коричневі до коричневих. Сумки по 4–6, майже кулясті, еліпсоїдні, оберненояйцеподібні, правильні чи дещо нерівнобокі, товстостінні, на переважно короткій ніжці, зрідка без неї, 45–65 × 30–50 мкм, (1–)2–4(–5)-спорові, найчастіше 3-спорові. Спори еліпсоїдні, до яйцеподібних, 15–28 × 10–15 мкм, безбарвні.

На видах родини *Malvaceae*, в Україні лише на представниках роду *Malva* L. Тип на *M. erecta* J. & C. Presl., Україна.

Поширення в Україні. На *Malva erecta* J. & C. Presl. – ПБК (Heluta, 1989, 1990; Heluta, Isikov, 1991; Dudka et al., 2004); Крим (Isikov et al., 2007).

Загальне поширення. Європа: Білорусь (?), Болгарія, Україна; Азія: Ізраїль, Іран.

19. *Erysiphe mayorii* S. Blumer – еризифе осотова

Erysiphe mayorii S. Blumer, Beitr. Kryptfl. Schweiz 7(1): 174. 1933. – *Golovinomyces mayorii* (S. Blumer) V.P. Heluta, Flora Gribov Ukrainy. Muchnistorosyanye Griby (Kiev): 135. 1989. – *Erysiphe communis* auct. p.p.

Мицелій двосторонній на листках, стеблах, білий, розпливчастий або плямами, добре розвинений, повстистий, гіфи до 5 мкм завтовшки. Анаморфа розвинена слабо. Конідії

утворюються по одній, еліпсоїдноциліндричні до циліндричних або ж бочкоподібних, (22–)35–40 × 11–18(–20) мкм, відношення довжини до ширини в межах 1,5–2,5. Хазмотеції численні, переважно зібрані в групи на стеблах, значно рідше розсіяно на листках (уздовж жилок), коричнево-чорні, напівкулясті, 85–140(–150) мкм у діаметрі. Клітини перидію нечіткі, неправильно багатокутні до округлих, до 20 мкм у поперечнику. Придатки базальні, численні, міцелієподібні, прості або ж неправильно розгалужені, порівняно короткі, довжиною до діаметра хазмотецію, до 7 мкм завтовшки, септовані, безбарвні, до коричневих при основі, переплітаються з міцелієм. Сумки по 6–30, частіше по 10–20, видовженояйцеподібні, на добре вираженій ніжці, зрідка сидячі, (45–)55–75(–85) × (20–)25–35(–40) мкм, (4–)6–8-спорові. Спори видовженоеліпсоїдні, (11–)14–20(–23) × 8–14 мкм, безбарвні.

На видах родини *Asteraceae*, в Україні лише на представниках роду *Cirsium* Mill. Тип на *C. arvense* (L.) Scop., Данія.

Поширення в Україні. На *Cirsium arvense* (L.) Scop. – ВЛс, ЗК, ЗП, ЛЗЛС, ЛП, ПЛс, ЦП (Marchenko, 1963, 1974a; Heluta, 1989, 1995, 2006; Prydiuk, 2000; Heluta et al., 2001; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Dudka et al., 2009a, b; Heluta, Anishchenko, 2021). На *C. incanum* (S.G. Gmel.) Fisch. – ГК, ЛЗС, ПБК (Heluta, 1999b, 2000; Kuzub, 2000; Dudka et al., 2004, 2009a; Heluta et al., 2007). На *C. setosum* (Willd.) Besser – КЛ, ЛЗЛС, ЛП, ПЗС, ПЛс, ЦП (Heluta, 1989, 1995, 1999a; Korytnianska et al., 2012, 2014b; Heluta et al., 2019; Dudka et al., 2019). На *Cirsium* spp. – ЗК, ЗЛс, ЛЗЛС (Heluta, 1989, 1999a; Kolomiets, 1998; Heluta et al., 2014; Heluta et al., 2016a).

Загальне поширення. Європа: Білорусь, Болгарія, Данія, Естонія, Іспанія, Італія, Литва, Німеччина, Польща, Португалія, Російська Федерація, Румунія, Сербія, Словаччина, Угорщина, Україна, Фінляндія, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція; Азія: Казахстан, Російська Федерація (Далекий Схід), Японія.

20. *Erysiphe pisi* DC. – еризифе горохова

Erysiphe pisi DC., in Lamarck et de Candolle, Fl. franç., Edn 3 (Paris) 2: 174. 1805 – *Erysiphe cruchetiana* S. Blumer, Nova Hedwigia 34(3 et 4) : 692. 1933 – *Erysiphe communis* auct. p. p.

Міцелій на листках, стеблах і плодах, білий, плямами, що зливаються в суцільний наліт, добре розвинений, борошністий, плівчастий, інколи малопомітний, гіфи до 8 мкм завтовшки. Апрусорії помірно лопатеві, розташовані по одній або ж супротивно парами. Конідієносці на верхівці материнської клітини, інколи дещо бічні, прямостоячі, прямі, до 120 мкм завдовжки, базальні клітини майже циліндричні, прямі, інколи трохи звивисті, до 70 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній, від видовженоеліпсоїдних до майже циліндричних, (23–)30–35(–45) × (10–)13–19(–22) мкм, відношення довжини до ширини в межах 1,5–2,5, проростки переважно термінальні, від коротких до довгих (до 3 товщин конідії), їхні апрусорії цілісні чи малолопатеві. Хазмотеції численні, розкидані або зібрані в групи, часто у вигляді не дуже щільного чохла на стеблах рослин-живителів, коричнево-чорні, напівкулясті, 90–150 мкм у діаметрі. Клітини перидію нечіткі, неправильно багатокутні, до 25 мкм у поперечнику. Придатки базальні, численні, міцелієподібні, прості або ж неправильно багато разів розгалужені, до коралоподібних, порівняно короткі, до 3 діаметрів хазмотецію, зрідка довші, до 10 мкм завтовшки, септовані, переважно коричнюваті чи коричневі, переплітаються між собою та з міцелієм. Сумки по 3–13, частіше по 4–8, еліпсоїдні, оберненояйцеподібні, переважно на короткій ніжці, зрідка без неї, (40–)55–80(–85) × 25–40(–55) мкм, 3–5-спорові, зрідка спор 2 або 6. Спори еліпсоїдні, яйцеподібні, (15–)18–25(–28) × 9–15(–19) мкм, безбарвні.

На видах різних родів родини *Fabaceae*. Тип на *Pisum sativum* L. Збудник борошністої роси низки важливих зернобобових і кормових культур.

Поширення в Україні. На *Dorycnium herbaceum* Vill. (анаморфа) – ГК, ПБК (Léveillé, 1842; Heluta, 1984, 1989, 2000; Kuzub, 2000; Dudka et al., 2004). На *Glycyrrhiza echinata* L. – ПЗС (анаморфа) (Korytnianska, Popova, 2014). На *G. glabra* L. – ПЛс (Heluta, 1989). На *G. uralensis* Fisch. – ПЛс (Heluta, 1989). На *Lathyrus pratensis* L. – КЛ (Heluta et al., 2018; Dudka et al., 2019). На *Medicago agrestis* Ten. – ПБК (Heluta, 1985, 1989; Dudka et al., 2004; Heluta, Isikov, 2004). На *M. falcata* L. – ГК, ЗУЛ, КЛ, КрЛс, ЛЗЛС, ЛЛс, ЛП, МП, ПЗС, ПКЛ, ПЛс, ХЛс (Krupa, 1888; Trebu, 1913; Potebnia, 1916; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1998a; Dudka et al., 1997, 2019; Havrylo, 2001; Holubtsova, 2008; Prosyannikova et al., 2019b; Prosyannikova, Ivakhnenko, 2020). На *M. glandulosa* (Mert. & Koch) David – ЛЛс, ПБК (Heluta, 1985, 1986, 1989; Dudka et al., 2004; Heluta, Isikov, 2004). На *M. lupulina* L. – ДЗЛС, ЗЛс, КрЛс, ЛП, МП, ПБК, ПЗС, ПЛс, СЗЛС, ХЛс (Namysłowski, 1914; Lavitska, 1955; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 2006; Kuzub, 2000; Havrylo, 2001; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Dudka et al., 2009a; Korytnianska et al., 2010; Prosyannikova et al., 2019b). На *M. orbicularis* (L.) Bartal. – ГК, КрЛс (Dudka et al., 2004; Kravchuk et al., 2019). На *M. romanica* Prod. – ДЗЛС, ЗЛс, ЛЗЛС, ПЗС, ПЛс, СЗЛС, ХЛс (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1999a; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009a). На *M. sativa* L. – ДЗЛС, КрЛс, ЛЗС, ПЗС, ПЛс, СЗЛС (Moskovets, 1933; Rayevska, Komaretska, 1949; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 2006; Solomakhina, Prudenko, 1998; Dzhagan et al., 2008; Dudka et al., 2009a; Prosyannikova et al., 2009; Korytnianska et al., 2010; Heluta, Tykhonenko, 2017). На *Medicago* sp. – ДЗЛС, КрЛс, КрС, ПЛс (Heluta, 1989, 2005; Dudka et al., 2009a; Arslanova, 2019; Prosyannikova et al., 2019a). На *Pisum sativum* L. – ЗЛс, КЛ, ЛЗЛС, ПБК, ПЗЛС, ПЛс, ХЛс (Chmielewski, 1910; Dobrovolskyi, 1914; Nevodovskyi, 1925; Tselle, 1925; Bohovyk, 1962; Khaleeva, Tikhonova, 1964; Kyryk, Kitsno, 1972, 1974, 1975; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Havrylo, 1999a; Dudka et al., 2004; Yakovlyeva, 2020). На *Vicia cassubica* L. – ГК (Kravchuk et al., 2018). На *V. cracca* L. – ЗК, КЛ (Marchenko, 1963; Dudka et al.,

2019). На *V. heracleotica* Juz. – ГК (Prosyannikova, Ivakhnenko, 2020). На *V. hirsuta* (L.) S.F. Gray – ЛЗС (Dudka et al., 2009a). На *V. sepium* L. – КЛ (Marchenko, 1963). На *V. tenuifolia* Roth – ЛЗЛС, ЛЗС (Heluta et al., 1987; Dudka et al., 2009a). На *V. tetragonum* (L.) Schreb. – ЗК (Marchenko, 1963). На *Vicia* sp. – ГК, ПЛс, СЗЛС (Garbowski, 1924; Kharkevych, 1949, як *V. sepium*; Kondratyuk et al., 1988; Heluta, 1989; Dudka et al., 2004, 2009a).

Загальне поширення. Скрізь в Європі, Азії, Африці, Північній, Центральній та Південній Америці, Австралії й Океанії в місцях вирощування гороху.

В Україні на представниках роду *Vicia* L. може розвиватися щонайменше три види роду *Erysiphe* – *E. baeumleri*, *E. pisi* та *E. viciae-unijugae*. Однак дуже часто вони не утворюють телеоморфну стадію або ж плоді тіла на зразках не зрілі. У таких випадках ідентифікація гриба за морфологічними ознаками практично неможлива. Тому немає гарантії, що наведені тут матеріали, зібрані на видах роду *Vicia*, належать саме до *E. pisi*. Точні відомості про поширення в Україні зазначених трьох видів борошнесторосяних грибів будуть публікуватися в майбутньому, коли в українські мікологи матимуть простий доступ до засобів для молекулярно-філогенетичних досліджень.

На деяких видах родів *Lathyrus* L. та *Ononis* L. наводиться окремий різновид *Erysiphe pisi* var. *cruchetiana*, який від типової var. *pisi* відрізняється наявністю неправильно дуже розгалужених придатків. Тип на *O. arvensis* L. (Німеччина).

***Erysiphe pisi* var. *cruchetiana* (S. Blumer) U. Braun, Nova Hedwigia 34(3 et 4): 692. 1981 – еризифе вовчугова**

Поширення в Україні. На *Lathyrus rotundifolius* Willd. – ГК (Heluta, 2000; Dudka et al., 2004). На *L. vernus* (L.) Bernh. – ЛЛс (Heluta, 1989). На *Ononis arvensis* L. – ЗК, ЗЛс, ЗП, КЛ, ЛЗЛС, ЛЛс, ЛП, СЗЛС, ХЛс (Potebnia, 1916; Marchenko, 1963; Morochkovskyi et al., 1969; Morochkovska, Perelay, 1983; Heluta et al., 1987; Kondratyuk et al.,

1988; Heluta, 1989, 1999a; Tkachenko et al., 1998; Holubtsova, 2008; Dudka et al., 2009a, 2019; Heluta et al., 2011; Tykhonenko, Heluta, 2011; Heluta, Anishchenko, 2021). На *O. pusilla* L. – КрЛс (Kravchuk et al., 2019). На *O. spinosa* L. – ХЛс (Heluta, 1989).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Бельгія, Білорусь, Болгарія, Велика Британія, Греція, Данія, Естонія, Іспанія, Італія, Латвія, Литва, Німеччина, Польща, Португалія, Російська Федерація, Румунія, Сербія, Словаччина, Туреччина, Угорщина, Україна, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція, кол. Югославія; Азія: Вірменія, Ізраїль, Іран, Казахстан, Киргизстан, Китай, Ліван, Туреччина, Туркменістан; Африка: Марокко.

21. *Erysiphe polygoni* DC. – еризифе споришева

Erysiphe polygoni DC. Fl. Fr. 2: 273. 1805. – *Erysiphe communis* auct. p. p.

Мицелій на листках і чашечках, білий, плямами, що зливаються, борошністий, пізніше плівчастий, добре розвинений, гіфи до 7 мкм завтовшки. Апресорії лопатеві, розташовані по одній або супротивно в парах, до 8 мкм у поперечнику. Конідієносці на верхівці материнської клітини, до 180 мкм завдовжки, базальні клітини циліндричні, переважно прямі, до 90 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній, видовженоеліпсоїдні чи циліндричні, 30–42(–55) × (10–)14–18(–22) мкм, співвідношення довжини до товщини в межах 1,8–2,8, проростки більш-менш термінальні, від коротких до помірно довгих (до 3 товщин конідії), їхні апресорії розсічені на 2–12 лопатей, рідше цілісні. Хазмотеції численні, розкидані чи зібрані в групи, темно-коричневі, до майже чорних, напівкулясті, (75–)85–125(–135) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильні, багатокутні, до 25 мкм у поперечнику. Придатки базальні, численні, мицелієподібні, дорівнюють 1–3 діаметрам хазмотецію, до 10 мкм завтовшки, прості, інколи неправильно галузяться, септовані, світло-коричневі до інтенсивно коричневих,

особливо біля плодового тіла, переплітаються з мицелієм. Сумки по 3–12, частіше по 5–8, еліпсоїдні чи оберненоїцеподібні, сидячі або на короткій ніжці, (50–)60–75(–85) × 30–40(–45) мкм, переважно 3–4-спорові, зрідка спор 2 або 5. Спори еліпсоїдні, яйцеподібні, (18–)22–28(–32) × 11–14(–16) мкм, безбарвні.

На видах різних родів родини *Polygonaceae*. Тип на *Polygonum aviculare* L., Франція.

Поширення в Україні. На *Fagopyrum esculentum* Moench – ЛЛс, ПЛс (Jaczewski, 1927; Rayevska, Komaretska, 1949; Solomakhina, Prudenko, 1998; Dzhagan et al., 2008). На *Fallopia convolvulus* (L.) A. Love – Херс. обл. (Jaczewski, 1927). На *F. dumetorum* (L.) Holub – ПЛс (Kharkevych, 1949). На *Muehlenbeckia platyclada* Meissn. – ПЛс (Heluta, 1989). *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre – ЛЗЛС (Morochkovskiy, 1957; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009a; Heluta, Tykhonenko, 2017). На *P. hydropiper* (L.) Delarbre – ДЗЛС, ПЛс, СЗЛС, ХЛс (Potebnia, 1916; Tselle, 1925; Kondratyuk et al., 1988; Dudka et al., 2009a). На *P. lapathifolia* (L.) Delarbre – ЗК, КЛ, КрЛс, ЛЗЛС, ЛЛс, ПБК, ПЗС, ПЛс (Sredinskiy, 1873; Kharkevych, 1949; Marchenko, 1963; Morochkovskiy, 1957, 1958b; Heluta, Andrianova, 1984; Heluta, 1985, 1989; Heluta et al., 1987; Tkachenko et al., 1998; Aleksandrov et al., 1999; Dudka et al., 2004, 2009a, 2019; Heluta, Isikov, 2004; Korytnianska, Popova, 2014; Heluta, Tykhonenko, 2017; Kravchuk et al., 2019). На *P. maculosa* S.F. Gray – ЛЗЛС, ЛЛс, ЛП, ПЗС, ПЛс (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Tkachenko et al., 1998; Prydiuk, 2000; Dudka et al., 2009a; Heluta, Tykhonenko, 2017). На *Polygonum arenarium* Waldst. & Kit. – ЛЗЛС (Prydiuk, 2000; Dudka et al., 2009a). На *P. aviculare* L. – ВЛс, ГК, ДЗЛС, ЗК, ЗЛс, ЗП, ЗУЛ, КЛ, КрЛс, КрС, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ЛП, ПБК, ПЗЛС, ПЗС, ПЛс, ПС, РЛ, СЗЛС, ХЛс, ЦП (Sredinskiy, 1873; Varlikh, 1896; Isachenko, 1896; Potebnia, 1907, 1916; Wróblewski, 1912; Namysłowski, 1914; Zweigbaumówna, 1918; Ganeshin, Bondartseva-Monteverde, 1922; Tselle, 1925; Girzhyska, 1926; Hrodzinska, 1928; Moskovets, 1933; Lavitska, 1939, 1947, 1949; Kharkevych, 1949; Morochkovskiy, 1957; Bukhalo, 1961a; Marchenko, 1963; Lavitska,

Morochkovska, 1974; Grebenchuk, Sherstniuk, 1975; Morochkovska, Perelay, 1983; Heluta, 1979, 1985, 1989, 1995, 1999a, 2005, 2006; Heluta, Andrianova, 1984; Heluta et al., 1987; Kondratyuk et al., 1988; Heluta, Isikov, 1991, 2004; Burdyukova et al., 1992; Heluta et al., 1992, 2007, 2016a, 2019; Solomakhina, Prudenko, 1998; Tkachenko et al., 1998; Havrylo, 1999a; Prydiuk, 2000; Dudka et al., 2004, 2009a, b, 2019; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Prosyannikova et al., 2009, 2019a; Korytnianska et al., 2010, 2012, 2014a, b; Korytnianska, Popova, 2012, 2014; Koroliova, Dmytruk, 2013; Kozłowska et al., 2015; Prosyannikova et al., 2016a; Heluta, Tykhonenko, 2017; Kravchuk et al., 2018, 2019; Arslanova, 2019; Prosyannikova, Ivakhnenko, 2020; Khandyuk, 2020; Yakovlyeva, 2020; Heluta, Anishchenko, 2021; Luchnikova, 2021; Shkurko, 2021). На *P. bellardii* All. – ДЗЛС (Heluta, 1989). На *P. hypanicum* Klokov – ПЗЛС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989). На *P. janatae* Klokov – ЛЗС (Heluta et al., 2007; Dudka et al., 2009a). На *P. kotovii* Klokov – ЛЗС (Heluta et al., 2007; Dudka et al., 2009a). На *P. monspeliense* Thieb. ex Pers. – ДЗЛС, ЛЗЛС, ЛЗС, ПЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Heluta et al., 1992; Korytnianska et al., 2010). На *P. novoascanicum* Klokov – ЛЛс, ПЛс, СЗЛС (Heluta, 1989, 2006; Dzhagan et al., 2008; Dudka et al., 2009a). На *P. patulum* M. Bieb. – ДЗЛС, ЛЗЛС, ЛЗС, ПБК, ПЗЛС, ПЗС, ПЛс, СЗЛС (Heluta, 1985, 1989, 1999a, 2005; Heluta et al., 1987; Burdyukova et al., 1992; Tykhonenko et al., 1994; Tkachenko et al., 1998; Aleksandrov et al., 1999; Dudka et al., 2004, 2009a; Heluta, Isikov, 2004; Korytnianska, Popova, 2014, 2015). На *P. propinquum* Ledeb. – КрС, ЛЗЛС, ПЗЛС, ПЗС, ХЛс (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Dudka et al., 2004). На *P. tomentosum* Schrank – ПЛс (Tselle, 1925). На *Polygonum* spp. – ДЗЛС, ЗЛс, ЛЗС, ЛЛс, ПЗЛС, ПЗС, ПЛс (Lavitska, 1939; Kharkevych, 1959; Heluta, 1979, 1989, 2006; Heluta et al., 1987; Heluta et al., 2007, 2016aa; Dzhagan et al., 2008; Dudka et al., 2009a; Korytnianska, Popova, 2014; Korytnianska et al., 2014b). На *Rheum rhaponticum* L. – СЗЛС (Potebnia, 1916). На *Rheum* sp. – ЛЗЛС, ЦП (Heluta et al., 1987; Heluta et al., 2019). На *Rumex acetosa* L. – ЗП, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ПЗЛС, ПЛс, ЦП (Zweigbaumówna, 1918; Tselle, 1925; Heluta, 1989, 1999a, 2006; Burdyukova et al., 1992; Heluta et al., 1987; Tkachenko et al., 1998; Prydiuk, 2000; Dzhagan et al., 2008; Dudka et al., 2009a; Heluta, Tykhonenko, 2017; Heluta et al., 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *R. acetosella* L. – ЗК, ЗП, КЛ, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ЛП, ПЛс, СЗЛС, ХЛс, ЦП (Hrodzinska, 1928; Lavitska, 1939; Rayevska, Komaretska, 1949; Marchenko, 1963; Grebenchuk, Sherstniuk, 1975; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995, 1999a, 2006; Solomakhina, Prudenko, 1998; Tkachenko et al., 1998; Havrylo, 1999a, 2001; Prydiuk, 2000; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Dudka et al., 2009a, 2019; Heluta et al., 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *R. confertus* Willd. – ЛЗЛС, ПЗЛС, ПЗС, ПЛс, СЗЛС, ХЛс (Kharkevych, 1949; Morochkovskiy, 1956; Grebenchuk, Sherstniuk, 1975; Kondratyuk et al., 1988; Heluta, 1989, 2006; Havrylo, 1999a; Prydiuk, 2000; Dzhagan et al., 2008; Dudka et al., 2009a, b; Korytnianska et al., 2010, 2012, 2014b; Korytnianska, Popova, 2012). На *R. crispus* L. – ГК, ПБК, ПЗЛС, ПЗС, СЗЛС, ХЛс (Trebu, 1913; Potebnia, 1916; Heluta, 1984, 1985, 1989; Heluta, Andrianova, 1984; Aleksandrov et al., 1999; Kuzub, 2000; Dudka et al., 2004; Heluta, Isikov, 2004; Korytnianska, Popova, 2014; Prosyannikova, Ivakhnenko, 2020). На *R. hydrolapathum* Huds. – ЛЗЛС, ПЛс (Heluta, 1999a; Prudenko, Dzhagan, 2008). На *R. maritimus* L. – СЗЛС (Potebnia, 1916). На *R. obtusifolius* L. – ЛЗС, ПБК (Dudka et al., 2004, 2009a; Heluta et al., 2007). На *R. patientia* L. – ГК, КрС, ЛЗС, ПБК, ПС, ХЛс (Potebnia, 1916; Heluta et al., 1987; Dudka et al., 2004, 2009a; Heluta, Isikov, 2004). На *R. patientia* subsp. *orientalis* Danser (*R. lonaczewskii* Klokov) – КрС, ПБК, ПС (Heluta, 1985, 1989; Dudka et al., 2004). На *R. stenophyllum* Ledeb. – ПБК, ПЗС (Heluta, Andrianova, 1984; Heluta, 1985, 1989; Heluta et al., 1987; Dudka et al., 2004; Heluta, Isikov, 2004). На *R. sylvestris* (Lam.) Wallr. – ЛЗЛС, ПБК, ПЛс (Heluta, 1989, 1999a; Heluta, Isikov, 1991; Dzhagan et al., 2008). На *Rumex* spp. – ДЗЛС, ЗЛс, ЗП, КрЛс, КрС, ЛЗЛС, ЛЗС, ПБК, ПЗЛС, ПЗС, ПЛс, СЗЛС, ХЛс, ЦП (Léveillé, 1842; Sredinskiy, 1873; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1999a, b, 2005; Heluta, Isikov, 1991;

Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2004, 2009a; Prosyannikova, Movlyan, 2010; Korytnianska et al., 2012, 2014a, b; Heluta et al., 2016a, 2019; Prosyannikova et al., 2016; Heluta, Anishchenko, 2021).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Бельгія, Білорусь, Болгарія, Велика Британія, Греція, Данія, Іспанія, Італія, Кіпр, Латвія, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Польща, Португалія, Румунія, Російська Федерація, Сербія, Словаччина, Угорщина, Україна, Фінляндія, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція; Азія: Азербайджан, Афганістан, Ємен, Ізраїль, Індія, Ірак, Іран, Йорданія, Казахстан, Киргизстан, Китай, Корея, Ліван, Монголія, Непал, Пакистан, Російська Федерація (Далекий Схід, Сибір), Саудівська Аравія, Туреччина, Туркменістан, Узбекистан, Шрі-Ланка, Японія; Африка: Азорські о-ви (Порт.), Канарські о-ви (Іспанія), Лівія, Малаві, Марокко, ПАР, Туніс; Північна Америка: Канада, Мексика, США; Південна Америка: Аргентина, Перу; Австралія й Океанія: Австралія.

22. *Erysiphe thesii* L. Junell – еризифе льонолисникова

Erysiphe thesii L. Junell, Svensk bot. Tidskr. 61: 216. 1967. – *Erysiphe communis* auct. p. p.

Міцелій на листках, стеблах і плодах, сіруватий, борошнистий, тонкий, слабо розвинений, часто покриває всю пластинку листка, гіфи до 7 мкм завтовшки. Апрусорії лопатеві, розташовані по одній або супротивно в парах. Конідиеносці на верхівці материнської клітини, базальні клітини циліндричні, прямі, до 40 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній, бочкоподібні, видовжено-еліпсоїдні, до майже циліндричних, (20–)30–40(–45) × (10–)13–16(–19) мкм, співвідношення довжини до товщини в межах 1,9–2,9, проростки більш-менш термінальні, короткі, їхні апрусорії лопатеві. Хазмотеції численні, розкидані чи зібрані в групи, темно-коричневі, до майже чорних, напівкулясті, (75–)85–120(–130) мкм у діаметрі. Клітини перидію нечіткі, округлі

або неправильно багатокутні, до 20 мкм у поперечнику. Придатки базальні, не дуже численні (до 15), доволі грубі, жорсткі, прямі, прості, не дуже довгі, дорівнюють 1–3(–4) діаметрам хазмотецію, до 10 мкм завтовшки, септовані, від безбарвних до коричневих при основі. Сумки по 3–10, частіше по 6–7, еліпсоїдні чи оберненояйцеподібні, переважно на короткій ніжці чи без неї, (45–)50–70(–80) × (30–)35–40(–45) мкм, 3–5-спорові, зрідка спор 2 чи 6. Спори еліпсоїдні, до яйцеподібних, (13–)18–23(–28) × 10–15 мкм, безбарвні.

На видах роду *Thesium* L. (*Santalaceae*). Тип на *T. humile* Vahl, Австрія.

Поширення в Україні. На *Thesium arvense* Horv. – ДЗЛС, КрС, ЛЗЛС, ПС, СЗЛС, ХЛС (Illichevskiy, 1938; Heluta, 1979, 1989, 2003; Heluta et al., 1987; Kondratyuk et al., 1988; Tkachenko et al., 1998; Navrylo, 1999a, b, 2001; Prydiuk, 2000; Dudka et al., 2004, 2009a). На *T. procumbens* C.A. Mey. – ДЗЛС, ПЗЛС (Tykhonenko et al., 1994; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009a; Korytnianska et al., 2014b). На *Thesium* sp. – ЛЗЛС (Dudka et al., 2009a; Heluta, Tykhonenko, 2017).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Білорусь, Болгарія, Естонія, Іспанія, Італія, Німеччина, Польща, Російська Федерація, Румунія, Сербія, Словаччина, Угорщина, Україна, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція; Азія: Вірменія, Казахстан, Китай, Російська Федерація (Сибір, Далекий Схід), Японія; Африка: Марокко.

23. *Erysiphe ulmariae* Desm. – еризифе гадючника

Erysiphe ulmariae Desm., Ann. Sci. Nat., Bot., Sér. 3, 6: 66. 1846. – *Golovinomyces ulmariae* (Desm.) V.P. Heluta, Ukr. Bot. J. 45(5): 63. 1988. – *Erysiphe communis* auct. p. p.

Міцелій переважно на верхньому боці листкової пластинки, зрідка на стеблах, сіруватий, розпливчастими плямами, слабо розвинений, тонкий, павутинистий, з утворенням хазмотеціїв виникає пухнастий

міцелій, гіфи до 4 мкм завтовшки. Апресорії лопатеві. Конідієносці на верхівці материнської клітини, прямостоячі, прямі, до 170 мкм завдовжки, базальні клітини циліндричні, прямі, до 75 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній, видовженоеліпсоїдні, до циліндричних, (22–)25–37(–40) × (10–)14–18(–22) мкм, відношення довжини до ширини в межах 1,4–2,4, проростки термінальні, короткі, їхні апресорії лопатеві. Хазмотеції переважно на верхньому боці листової пластинки, численні, більш-менш рівномірно розкидані, коричнево-чорні, напівкулясті, (80–)95–125(–140) мкм у діаметрі. Клітини перидію не дуже чіткі, неправильно багатокутні, до 25 мкм у поперечнику. Придатки в нижній частині плодового тіла, до екваторіальних, численні, міцелієподібні, прості, інколи неправильно галузяться, за довжиною дорівнюють 2–4(–6) діаметрам хазмотецію, тонкі, до 6,5 мкм завтовшки, септовані, безбарвні до коричнюватих, переплітаються з міцелієм. Сумки по 4–10, до 16, оберненояйцеподібні, короткоеліпсоїдні, на ніжці, (40–)50–70(–80) × (25–)30–45(–50) мкм, переважно 8-спорові, зрідка спор менше. Спори еліпсоїдні, до яйцеподібних, 15–22(–25) × (8–)11–15 мкм, безбарвні.

На видах роду *Filipendula* Mill. (*Rosaceae*). Тип на *F. ulmaria* (L.) Maxim.

Поширення в Україні. На *Filipendula denudata* (J. & C. Presl) Fritsch. – ЗП, КЛ, ЛП, ХЛс (Heluta, 1989, 1998a; Havrylo, 1999a, b; Holubtsova, 2008; Dudka et al., 2009a, 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *F. ulmaria* (L.) Maxim. – ЗП, КЛ, МП, ПЛс, ЦП (Marchenko, 1963, 1974a; Heluta, 1989, 1995; Dudka et al., 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *F. vulgaris* Moench – ГК, ЛЗЛС, ПЗС (Heluta, 2000; Dudka et al., 2004, 2009a; Korytnianska et al., 2014b); Крим (Isikov et al., 2007).

Загальне поширення. Європа: Бельгія, Білорусь, Болгарія, Велика Британія, Естонія, Іспанія, Італія, Литва, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Польща, Російська Федерація, Румунія, Сербія, Словаччина, Угорщина, Україна, Фарерські о-ви (Данія), Фінляндія, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція; Азія: Казахстан,

Російська Федерація (Сибір, Далекий Схід), Туркменістан, Японія.

24. *Erysiphe urticae* (Wallr.) S. Blumer – еризифе кропивна

Erysiphe urticae (Wallr.) S. Blumer, Beitr. Krypt.-fl. Schweiz 7 (1): 224. 1933. – *Erysiphe communis* auct. p. p.

Міцелій переважно на листках, зрідка на стеблах і плодах, білий чи сіруватий, плямами, що зливаються в суцільний наліт, добре розвинений, плівчастий, гіфи до 7 мкм завтовшки. Апресорії лопатеві, розташовані по одній або ж супротивно парами. Конідієносці на верхівці материнської клітини, прямостоячі, прямі, базальні клітини циліндричні, прямі, до 55 мкм завдовжки. Конідії утворюються по одній, еліпсоїдні до циліндричних, 24–38(–48) × (10–)13–20 мкм, відношення довжини до ширини в межах 1,4–2,4, проростки термінальні, короткі (до 2,5 товщини конідії), їхні апресорії дуже мінливі, цілісні чи 2–8-лопатеві. Хазмотеції переважно розкидані по поверхні листової пластинки або зібрані в нечіткі групи, занурені в міцелій, коричнево-чорні, напівкулясті, (70–)85–140(–160) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні до округлих, до 25 мкм у поперечнику. Придатки в нижній частині плодового тіла, численні, міцелієподібні, прості, переважно коротші за діаметр хазмотецію, зрідка до 2,5 діаметрів, тонкі, до 6 мкм завтовшки, зрідка дещо товщі, несептовані або ж з 1–4 септами, безбарвні чи коричнюваті лише в нижній частині, переплітаються між собою та з міцелієм й оплітають плодове тіла. Сумки по 3–12, частіше по 4–8, широкоеліпсоїдні, оберненояйцеподібні, на ніжці, 45–70(–85) × 30–40(–55) мкм, 3–6-спорові, частіше спор 4–5. Спори еліпсоїдні, яйцеподібні, (17–)20–25(–30) × 10–15(–17) мкм, безбарвні.

На видах родів *Pilea* Lindl. та *Urtica* L. (*Urticaceae*). Тип на *U. dioica* L., Німеччина.

Поширення в Україні. На *Urtica dioica* L. – ГК, ДЗЛС, ЗЛс, ЗП, ЗУЛ, КЛ, КрЛс, ЛЗЛС, ЛЗС,

Ллс, ЛП, МП, ПБК, ПЗЛС, ПЛс, СЗЛС, ХЛс, ЦП (Sredinskiy, 1873; Krupa, 1888; Trebu, 1913; Namysłowski, 1914; Potebnia, 1916; Ganeshin, Bondartseva-Monteverde, 1922; Tselle, 1925; Lavitska, 1939; Rayevska, Komaretska, 1949; Lavitska, 1953; Kharkevych, 1959; Marchenko, 1963; Grebenchuk, Sherstniuk, 1975; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995, 1998a, 1999a, 2000, 2006; Burdyukova et al., 1992; Prudenko, Solomakhina, 1997; Kolomiets, 1998; Solomakhina, Prudenko, 1998; Tkachenko et al., 1998; Havrylo, 1999a; Prydiuk, 2000; Dudka et al., 2004, 2009a, 2019; Prudenko, Dzhagan, 2006; Heluta et al., 2007, 2011, 2016a, 2019; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Tykhonenko, Heluta, 2011; Prosyannikova et al., 2012; Isikov, 2016; Heluta, Tykhonenko, 2017; Prylutskiy et al., 2017; Kravchuk et al., 2019; Yakovlyeva, 2020; Heluta, Anishchenko, 2021; Luchnikova, 2021). На *U. galeopsifolia* Wierzb. ex Opiz – ЛЗЛС, ПЛс, ХЛс (Havrylo, 1999a, b; Heluta, 1999a; Prudenko, Dzhagan, 2008). На *U. kioviensis* Rogow – ЛЗС, ХЛс (Havrylo, 1999a, b; Heluta et al., 2007; Dudka et al., 2009a).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Білорусь, Болгарія, Велика Британія, Данія, Естонія, Італія, Литва, Нідерланди, Німеччина,

Норвегія, Польща, Португалія, Російська Федерація, Румунія, Угорщина, Україна, Сербія, Словаччина, Туреччина, Фінляндія, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція; Азія: Азербайджан, Вірменія, Грузія, Ізраїль, Індія, Іран, Казахстан, Киргизстан, Китай, Корея, Ліван, Російська Федерація (Далекий Схід, Сибір), Саудівська Аравія, Таджикистан, Туреччина, Узбекистан, Шрі-Ланка, Японія.

Erysiphe sp.

На *Vincetoxicum* sp. (*Aposynaceae*) – ЗЛс (Heluta et al., 2014, 2016a).

Очевидно, новий для науки вид, однак незначна кількість зібраного матеріалу утримує нас від його описання.

Дотримання етичних норм

Автор повідомляє про відсутність будь-якого конфлікту інтересів.

ORCID

В.П. Гелюта:  <https://orcid.org/0000-0001-7849-2162>

Список посилань

- Akulov O.Yu., Holubtsova Yu.I., Mikos I.H., Dyakonova I.V. 2010. Mikromitsety Natsionalnoho pryrodnoho parku "Kremenetski hory" ta navkolyshnikh terytoryi. In: *Pryrodno-zapovidnyi fond Ukrainy – mynule, siohodennya, maybutnye*. Ternopil: Pidruchnyky i posibnyky, pp. 201–206. [Акулов О.Ю., Голубцова Ю.І., Мікос І.Г., Дьяконова І.В. Мікроміцети Національного природного парку "Кременецькі гори" та навколишніх територій. У кн.: *Природно-заповідний фонд України – минуле, сьогодення, майбутнє*. Тернопіль: Підручники і посібники, с. 201–206].
- Ale-Agha N., Boyle H., Braun U., Butin H., Jage H., Kummer V., Shin H.-D. 2008. Taxonomy, host range and distribution of some powdery mildew fungi (*Erysiphales*). *Schlechtendalia*, 17: 39–54.
- Aleksandrov B.H., Bohatova Yu.I., Voloshkevych O.M. et al. 1999. *Bioriznomanitnist Dunayskoho biosferneho zapovidnyka, zberezhenya ta upravlinnya*. Kyiv: Naukova Dumka, 704 pp. [Александров Б.Г., Богатова Ю.І., Волошкевич О.М. та ін. 1999. *Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника, збереження та управління*. Київ: Наукова думка, 704 с.].
- Arslanova E.F. 2019. Fitotrofnaia paraziticheskaya mikrobiota landshaftno-rekreatsionnogo regionalnogo znacheniya Respubliki Krym "Bitak". In: *Sovremennaya nauka: aktualnye voprosy, dostizheniya i innovatsii: sbornik statey X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Vol. 1. Penza: MTsNS Nauka i prosveshchenie, pp. 35–37.

- [Арсланова Э.Ф. 2019. Фитотрофная паразитическая микобиота ландшафтно-рекреационного регионального значения Республики Крым "Битак". В сб.: *Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей X Международной научно-практической конференции*. Часть 1. Пенза: МЦНС "Наука и просвещение", с. 35–37].
- Bobyak H. 1907. Prychynky do mykolohii skhidnoi Halychyny. Hryby okolytsi Berezhan. *Zbirnyk matematychno-pryrodopysnolikarskoi seksii Naukovoho tovarystva imeni Shevchenka*, 11: 1–41. [Бобяк Г. 1907. Причинки до микології східної Галичини. Гриби околиці Бережан. *Збірник математично-природописно-лікарської секції Наукового товариства імені Шевченка*, 11: 1–41].
- Bohovyk I.V. 1962. Vydovyi sklad ta praktychne znachennya popelyukhovykh khvorob kulturnykh roslyn u Lvivskiy oblasti. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya biolohichna*, 1: 49–59. [Боговик І.В. 1962. Видовий склад та практичне значення попелюхових хвороб культурних рослин у Львівській області. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, 1: 49–59].
- Bondarenko-Borisova I.V. 2009. Naibolee rasprostranennye bolezni dekorativnykh rasteniy v Donetskoy oblasti i metody ikh kontrolya. *Promyshlennaya botanika*, 9: 204–212. [Бондаренко-Борисова І.В. 2009. Наиболее распространенные болезни декоративных растений в Донецкой области и методы их контроля. *Промышленная ботаника*, 9: 204–212].
- Braun U., Cook R.T.A. 2012. *Taxonomic manual of the Erysiphales (powdery mildews)*. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 707 pp.
- Braun U., Meeboon J., Takamatsu S., Blomquist C., Fernandez Pavia S.P., Rooney-Latham S., Macedo D.M. 2017. Powdery mildew species on papaya – a story of confusion and hidden diversity. *Mycosphere*, 8(9): 1403–1426. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/8/9/7>
- Braun U., Takamatsu S. 2000. Phylogeny of *Erysiphe*, *Microsphaera*, *Uncinula* (*Erysipheae*), and *Cystotheca*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca* (*Cystothecaceae*) inferred from rDNA ITS sequences – some taxonomic consequences. *Schlechtendalia*, 4: 1–33.
- Bukhalo A.S. 1961a. Mikolohichni doslidzhennya v lisakh rayonu serednoi techii r. Vorskly. *Ukrainian Botanical Journal*, 18(1): 104–113. [Бухало А.С. 1961а. Мікологічні дослідження в лісах району середньої течії р. Ворскли. *Український ботанічний журнал*, 18(1): 104–113].
- Bukhalo A.S. 1961b. Mikolohichna kharakterystyka lisiv serednoi techii r. Vorskly. *Ukrainian Botanical Journal*, 18(41): 113–120. [Бухало А.С. 1961б. Мікологічна характеристика лісів середньої течії р. Ворскли. *Український ботанічний журнал*, 18(41): 113–120].
- Bukhalo A.S. 1965. Griby nekotorykh lesnykh fitotsenozov Levoberezhnoy Ukrainy. In: *IV Simpozium pribaltiyskikh mikologov i likhenologov*. Tartu, pp. 29–33. [Бухало А.С. 1965. Грибы некоторых лесных фитоценозов Левобережной Украины. В сб.: *IV Симпозиум прибалтийских микологов и лихенологов*. Тарту, с. 29–33].
- Burdjukova L.I., Heluta V.P., Dudka I.A., Tykhonenko Yu.Ya. 1992. Phytotrophic obligate parasitic fungi of the Black Sea State Biosphere Reserve. In: *Prirodnye kompleksi Chernomorskogo gosudarstvennogo biosfernogo zapovednika*. Kiev: Naukova Dumka, pp. 11–18. [Бурдюкова Л.И., Гелюта В.П., Дудка И.А., Тихоненко Ю.Я. 1992. Фитотрофные облигатные грибы-паразиты Черноморского государственного биосферного заповедника. В кн.: *Природные комплексы Черноморского государственного биосферного заповедника*. Киев: Наукова думка, с. 11–18].
- Chmielewski Z. 1910. Zapiski grzyboznawcze z Czarnej Hory. *Kosmos*, 35(7/9): 804–813.
- Dobrovolskiy M.E. 1914. Nablyudeniya nad paraziticheskimi gribkami Podolskoy gubernii. *Bolezni rasteniy*, 4–5: 139–146. [Добровольский М.Е. 1914. Наблюдения над паразитическими грибами Подольской губернии. *Болезни растений*, 4–5: 139–146].
- Dudka I.O., Heluta V.P., Andrianova T.V., Hayova V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Prydiuk M.P., Golubtsova Yu.I., Kryvomaz T.I., Dzhagan V.V., Leontiev D.V., Akulov O.Yu., Syvokon O.V. 2009a. *Fungi of Nature Reserves and National Nature Parks of Eastern Ukraine*. Vol. 2. Kyiv: Aristei, 428 pp. [Дудка І.О., Гелюта В.П., Андріанова Т.В., Гайова В.П., Тихоненко Ю.Я., Придюк М.П., Голубцова Ю.І., Кривомаз Т.І., Джаган В.В., Леонтьев Д.В., Акулов О.Ю., Сивоконь О.В. 2009а. *Гриби заповідників та національних природних парків Лівобережної України*. Т. 2. Київ: Арістей, 428 с.].
- Dudka I.O., Heluta V.P., Hayova V.P., Merezko T.O., Tykhonenko Yu.Ya., Andrianova T.V., Wasser S.P. 1997. Fungi. In: *Bioriznomanittya Karpatskoho biosfernogo zapovidnyka*. Kyiv: Interekotsentr, pp. 163–182, 527–544. [Дудка І.О., Гелюта В.П., Гайова В.П., Мережко Т.О., Тихоненко Ю.Я., Андріанова Т.В., Вассер С.П. 1997. Гриби. У кн.: *Біорізноманіття Карпатського біосферного заповідника*. Київ: Інтерекотцентр, с. 163–182, 527–544].
- Dudka I.O., Heluta V.P., Prydiuk M.P., Tykhonenko Yu.Ya., Akulov O.Yu., Hayova V.P., Zykova M.O., Andrianova T.V., Dzhagan V.V., Shcherbakova Yu.V. 2019. *Fungi of Reserves and National Parks of the Ukrainian Carpathians*. Kyiv: Naukova Dumka, 215 pp. [Дудка І.О., Гелюта В.П., Придюк М.П., Тихоненко Ю.Я., Акулов О.Ю., Гайова В.П., Зикова М.О., Джаган В.В., Шчербакова Ю.В. 2019. *Fungi of Reserves and National Parks of the Ukrainian Carpathians*. Київ: Наукова Думка, 215 pp.].

- Андріанова Т.В., Джаган В.В., Щербаківа Ю.В. 2019. *Гриби заповідників і національних природних парків Українських Карпат*. Київ: Наукова думка, 215 с.].
- Dudka I.O., Prydiuk M.P., Golubtsova Yu.I., Andrianova T.V., Karpenko K.K. 2009b. Hryby ta hrybopodibni orhanizmy Natsionalnoho pryrodnoho parku "Desnyansko-Starohutskiy". Sumy: Universytetska knyha, 223 pp. [Дудка І.О., Придюк М.П., Голубцова Ю.І., Андріанова Т.В., Карпенко К.К. 2009b. Гриби та грибоподібні організми Національного природного парку "Деснянсько-Старогутський". Суми: Університетська книга, 223 с.].
- Dzhagan V.V., Prudenko M.M., Heluta V.P. 2008. *Fungi of Kaniv Nature Reserve*. Kyiv: Kyivskiy universytet, 271 pp. [Джаган В.В., Пруденко М.М., Гелюта В.П. 2008. *Гриби Канівського природного заповідника*. Київ: Київський університет, 271 с.].
- Dzyunenko E.A., Prosyannikova I.B. 2013. Fitotrofnye obligatno-parazitnye mikromitsety zapovednogo urochishcha "Levadki". *Ekosistemy, ikh optimizatsiya i okhrana*, 8: 17–25. [Дзюненко Е.А., Просяннікова І.Б. 2013. Фітотрофні облигатно-паразитні мікромицети заповідного урочища "Левадки". *Екосистеми, їх оптимізація і охорона*, 8: 17–25].
- Fedtschenko O., Fedtschenko B. 1905. Matériaux pour la Flore de la Crimée. *Bulletin de l'Herbier Boissier. Ser. 2*, 5(7): 374–638.
- Garbowski L. 1922. Grzybki pasorzytnicze okolic Smily z. Kijowskiej. *Pamiętnik Fizjograficzny, Botanica*, 26(2): 1–11.
- Garbowski L. 1924. Les micromycètes de la Crimée et des districts limitrophes de la Russie méridionale en considération spéciale des parasites des arbres et des arbrisseaux fruitiers. *Bulletin trimestrial de la Societe Mycologique de France*, 39(4): 227–260.
- Ganeshin S.S., Bondartseva-Monteverde V.N. 1922. K mikologicheskoy flore Poltavskoy gub. Griby, sobrannye S.S. Ganeshinym v 1916–1917 gg. i obrabotannye V.N. Bondartsevoy-Monteverde. *Materialy po mikologicheskomu obsledovaniyu Rossii*, 5(4): 1–32. [Ганешин С.С., Бондарцева-Монтеверде В.Н. 1922. К микологической флоре Полтавской губ. Грибы, собранные С.С. Ганешиним в 1916–1917 гг. и обработанные В.Н. Бондарцевой-Монтеверде. *Материалы по микологическому обследованию России*, 5(4): 1–32].
- Girzhyska Z. 1926. Hryby shcho bulo zibrano protyahom oseny 1925 ta vesny u lita 1926 rokiv. *Visnyk Kyivskoho botanichnoho sadu*, 4: 22–33. [Гіжицька З. 1926. Гриби що було зібрано протягом осені 1925 та весни й літа 1926 років. *Вісник Київського ботанічного саду*, 4: 22–33].
- Girzhyska Z. 1929. Materiyaly do mikoflory Ukrainy (prodovzhennya). *Visnyk Kyivskoho botanichnoho sadu*, 10: 4–41. [Гіжицька З. 1929. Матеріали до мікофлори України (продовження). *Вісник Київського ботанічного саду*, 10: 4–41].
- Golubkov A. 1916. Materialy k mikologicheskoy flore Khersonskoy gubernii. *Materialy po mikologicheskomu obsledovaniyu Rossii*, 2(1): 16–18. [Голубков А. 1916. Материалы к микологической флоре Херсонской губернии. *Материалы по микологическому обследованию России*, 2(1): 16–18].
- Gorkovenko A.A., Prosyannikova I.B. 2014. Obligatno-paraziticheskaya mikobiota rasteniy urochishcha Tash-Dzhargan (Krym, Ukraina). In: *Biologichni doslidzhennya – 2014: Zbirnyk naukovykh prats V Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh uchennykh i studentiv (m. Zhytomyr, 4–5 bereznya 2014 r.)*. Zhytomyr: Vydavnytstvo ZhDU im. I. Franka, pp. 34–38. [Горковенко А.А., Просяннікова І.Б. 2014. Облигатно-паразитическая микобиота растений урочища Таш-Джарган (Крым, Украина). В сб.: *Біологічні дослідження – 2014: Збірник наукових праць V Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів (м. Житомир, 4–5 березня 2014 р.)*. Житомир: Видавництво ЖДУ ім. І. Франка, с. 34–38].
- Grebenchuk E.A., Sherstniuk L.K. 1975. Muchnisto-rosyanye griby Kharkovskoy oblasti. *Vestnik Kharkovskogo universiteta. Biologiya*, 7(126): 26–31. [Гребенчук Е.А., Шерстнюк Л.К. 1975. Мучнисто-росяные грибы Харьковской области. *Вестник Харьковского университета. Биология*, 7(126): 26–31].
- Havrylo O.I. 1999a. Boroshnystorosyani hryby (*Erysiphales*) pivnichnoi chastyny Kharkivskoho Lisostepu. *Ukrainian Botanical Journal*, 56(4): 434–440. [Гаврило О.І. 1999а. Борошнисторосяні гриби (*Erysiphales*) північної частини Харківського Лісостепу. *Український ботанічний журнал*, 56(4): 434–440].
- Havrylo O.I. 1999b. Hryby porjadku *Erysiphales* Krasnopilsko-Trostyanetskoho heobotanichnoho rayonu. In: *Aktualni pytannya botaniky ta ekolohii. Materialy konferentsii molodykh vchenykh-botanikiv Ukrainy. Nizhyn, 14–17 veresnya 1999 r.* Nizhyn: Nauka-servis, pp. 26–27. [Гаврило О.І. 1999b. Гриби порядку *Erysiphales* Краснопілсько-Тростянського геоботанічного району. В зб.: *Актуальні питання ботаніки та екології. Матеріали конференції молодих вчених-ботаніків України. Ніжин, 14–17 вересня 1999 р.* Ніжин: Наука-сервіс, с. 26–27].
- Havrylo O.I. 2000. Oblihatneparazytni fitotrofni mikromitsety na synantropnykh roslynakh Kharkivskoho Lisostepu. In: *Aktualni pytannya botaniky ta ekolohii. Materialy konferentsii molodykh vchenykh-botanikiv Ukrainy. 13–16 veresnya 2000 r.* Chernihiv, Sedniv. Kyiv, 2000, pp. 9–10. [Гаврило О.І. 2000. Облігатнопаразитні фітотрофні мікромицети на

- синантропних рослинах Харківського Лісостепу. В зб.: *Актуальні питання ботаніки та екології. Матеріали конференції молодих вчених-ботаніків України. 13–16 вересня 2000 р., Чернігів, Седнів*. Київ, 2000, с. 9–10].
- Navyro O.I. 2001. Oblihatnoparazytni fitotrofni mikromitsety (*Erysiphales*, *Uredinales*) luchnykh stepiv Sumskohe heobotanichnoho okruhu. *Ukrainian Botanical Journal*, 58(5): 550–557. [Гаврило О.І. 2001. Облігатнопаразитні фітотрофні мікроміцети (*Erysiphales*, *Uredinales*) лучних степів Сумського геоботанічного округу. *Український ботанічний журнал*, 58(5): 550–557].
- Heluta V.P. 1979. Powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*) in phytocenoses of Provalsky Steppe Reserve. *Ukrainian Botanical Journal*, 36(5): 476–478. [Гелюта В.П. 1979. Борошнисто-росяні гриби (*Erysiphaceae*) в фітоценозах заповідника "Провальський степ". *Український ботанічний журнал*, 36(5): 476–478].
- Heluta V.P. 1984. Powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*) of the Yalta Mountain and Forest State Reserve. *Ukrainian Botanical Journal*, 41(6): 47–51. [Гелюта В.П. 1984. Борошнисто-росяні гриби (*Erysiphaceae*) Ялтинського гірсько-лісового державного заповідника. *Український ботанічний журнал*, 41(6): 47–51].
- Heluta V.P. 1985. The species composition of powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*) of the Karadag State Reserve. *Ukrainian Botanical Journal*, 42(5): 36–39. [Гелюта В.П. 1985. Видовий склад борошнисто-росяних грибів (*Erysiphaceae*) Карадазького державного заповідника. *Український ботанічний журнал*, 42(5): 36–39].
- Heluta V.P. 1986. Distribution of powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*) by plant communities of the Karadag State Reserve. *Ukrainian Botanical Journal*, 43(6): 12–15. [Гелюта В.П. 1986. Розподіл борошнисто-росяних грибів (*Erysiphaceae*) за рослинними угрупованнями Карадазького державного заповідника. *Український ботанічний журнал*, 43(6): 12–15].
- Heluta V.P. 1987. New species of powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*) in mycoflora of the Ukrainian SSR from the steppe zone of the republic. *Ukrainian Botanical Journal*, 44(5): 55–58. [Гелюта В.П. 1987. Нові для мікофлори УРСР види борошнисторосяних грибів (*Erysiphaceae*) з степової зони республіки. *Український ботанічний журнал*, 44(5): 55–58].
- Heluta V.P. 1988. Phylogenetic relationships between the genera of powdery mildew fungi and some issues on the order *Erysiphales* taxonomy. *Biologicheskii Zhurnal Armenii*, 41(5): 351–358. [Гелюта В.П. 1988. Філогенетические взаимосвязи между родами эризифальных грибов и некоторые вопросы систематики порядка *Erysiphales*. *Биологический журнал Армении*, 41(5), 351–358].
- Heluta V.P. 1989. *Flora Fungorum RSS Ucrainicae. Ascomycetes, Erysiphales*. Kyiv: Naukova Dumka, 256 pp. [Гелюта В.П. 1989. *Флора грибів України. Мучнисто росяні гриби*. Київ: Наукова думка, 256 с.].
- Heluta V.P. 1990. *Erysiphe malvae* sp. nov., a new species of powdery mildew fungi from the Crimea. *Ukrainian Botanical Journal*, 47(4): 75–76. [Гелюта В.П. 1990. *Erysiphe malvae* sp. nov. – новий вид борошнисторосяного гриба з Криму. *Український ботанічний журнал*, 47(4): 75–76].
- Heluta V.P. 1995. The species composition of powdery mildew fungi in the Central Polissya of Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 52(4): 486–495. [Гелюта В.П. 1995. Видовий склад борошнисторосяних грибів Центрального Полісся України. *Український ботанічний журнал*, 52(4): 486–495].
- Heluta V.P. 1998a. Powdery mildew fungi (*Erysiphales*) of the Carpathian Biosphere Reserve. *Ukrainian Botanical Journal*, 55(1): 66–74. [Гелюта В.П. 1998a. Борошнисторосяні гриби (порядок *Erysiphales*) Карпатського біосферного заповідника. *Український ботанічний журнал*, 55(1): 66–74].
- Heluta V.P. 1998b. Powdery mildew fungi (*Erysiphales*) of Roztochia Nature Reserve. *Ukrainian Botanical Journal*, 55(4): 359–363. [Гелюта В.П. 1998b. Борошнисторосяні гриби (порядок *Erysiphales*) заповідника "Розточья". *Український ботанічний журнал*, 55(4): 359–363].
- Heluta V.P. 1999a. Powdery mildew fungi of the northwestern part of the Left Bank Grass-Meadow Steppe of Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 56(1): 50–57. [Гелюта В.П. 1999a. Борошнисторосяні гриби північно-західної частини Лівобережного злаково-лучного Степу України. *Український ботанічний журнал*, 56(1): 50–57].
- Heluta V.P. 1999b. Powdery mildew fungi (*Erysiphales*) of the Southern coast of Crimea. *Ukrainian Botanical Journal*, 56(5): 478–483. [Гелюта В.П. 1999b. Борошнисторосяні гриби (*Erysiphales*) Південного берега Криму. *Український ботанічний журнал*, 56(5): 478–483].
- Heluta V.P. 2000. Powdery mildew fungi (*Erysiphales*) of the Mountainous Crimea. *Ukrainian Botanical Journal*, 57(5): 552–560. [Гелюта В.П. 2000. Борошнисторосяні гриби (*Erysiphales*) Гірського Криму. *Український ботанічний журнал*, 57(5): 552–560].
- Heluta V.P. 2003. Powdery mildew fungi (*Erysiphales*) of the steppe part of the Crimea. *Ukrainian Botanical Journal*, 60(3): 298–305. [Гелюта В.П. 2003. Борошнисторосяні гриби (*Erysiphales*) степової частини Криму. *Український ботанічний журнал*, 60(3): 298–305].

- Heluta V.P. 2004. Analysis of the species composition of powdery mildew fungi of the Karadag Nature Reserve. In: *Karadag. Istoriya, geologiya, botanika, zoologiya. Sbornik nauchnykh trudov, posvyashchennyi 90-letiyu Karadagskoy nauchnoy stantsii i 25-letiyu Karadagskogo prirodnogo zapovednika NAN Ukrainy*. Book 1. Simferopol: Sonat, pp. 124–130. [Гелюта В.П. 2004. Аналіз видового складу мучнисторосяних грибів Карадагського природного заповідника. В сб.: *Карадаг. Історія, геологія, ботаніка, зоологія. Сборник наукових трудов, посвящений 90-літтю Карадагської наукової станції і 25-літтю Карадагського природного заповідника НАН України*. Книга 1. Сімферополь: Сонат, с. 124–130].
- Heluta V.P. 2005. Powdery mildew fungi (*Erysiphales*) of Luhansk Nature Reserve. *Zbirnyk naukovykh prats Luhanskoho natsionalno ahrarnoho universytetu. Seriya Biolohichni nauky. Spetsialnyi випуск "Bioriznomanitnist Luhanskoho pryrodnogo zapovidnyka NAN Ukrainy"*, 56(79): 93–109. [Гелюта В.П. 2005. Борошнесторосяні гриби (порядок *Erysiphales*) Луганського природного заповідника. *Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія Біологічні науки. Спеціальний випуск "Біорізноманітність Луганського природного заповідника НАН України"*, 56(79): 93–109].
- Heluta V.P. 2006. Powdery mildew fungi (*Erysiphales*) of Kaniv Nature Reserve. *Zapovidna sprava v Ukraini*, 12(2): 23–32. [Гелюта В.П. 2006. Борошнесторосяні гриби (порядок *Erysiphales*) Канівського природного заповідника. *Заповідна справа в Україні*, 12(2): 23–32].
- Heluta V.P. 2022. A critical revision of the powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) of Ukraine: *Arthrocladiella* and *Blumeria*. *Ukrainian Botanical Journal*, 79(4): 205–220. [Гелюта В.П. 2022. Критичний перегляд видового складу борошнесторосяних грибів (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) України: *Arthrocladiella* та *Blumeria*. *Український ботанічний журнал*, 79(4): 205–220]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.205>
- Heluta V.P., Andrianova T.V. 1984. Phytopathogenic phylophilous and herbivorous fungi of the Karadag State Reserve. *Ukrainian Botanical Journal*, 41(4): 33–37. [Гелюта В.П., Андріанова Т.В. 1984. Фітопатогенні філофільні та гербофільні гриби Карадагського державного заповідника. *Український ботанічний журнал*, 41(4): 33–37].
- Heluta V.P., Anishchenko I.M. 2021. Powdery mildew fungi (*Erysiphales*, *Ascomycota*) of Western Polissya of Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 78(6): 381–398. [Гелюта В.П., Аніщенко І.М. 2021. Борошнесторосяні гриби (*Erysiphales*, *Ascomycota*) Західного Полісся України. *Український ботанічний журнал*, 78(6): 381–398]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj78.06.381>
- Heluta V.P., Dzyunenko O.O., Cook R.T.A., Isikov V.P. 2009a. New records of *Erysiphe* species on *Catalpa bignoniodes* in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 66(3): 346–353.
- Heluta V.P., Hayova V.P., Tykhonenko Yu.Ya. 2014. Species diversity of fungi of Podilski Tovtry National Nature Park. In: *Rehionalni aspekty florystychnykh i faunistychnykh doslidzhen. Materialy Pershoi mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (10–12 kvitnya 2014., Khotyn)*. Chernivtsi: Drukart, 2014, pp. 23–27. [Гелюта В.П., Гайова В.П., Тихоненко Ю.Я. 2014. Видова різноманітність грибів Національного природного парку "Подільські Товтри". У зб.: *Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень. Матеріали Першої міжнародної науково-практичної конференції (10–12 квітня 2014 р., м. Хотин)*. Чернівці: Друкарт, 2014, с. 23–27].
- Heluta V.P., Hayova V.P., Tykhonenko Yu.Ya. 2016a. Powdery mildews, xylotrophic ascomycetes and rust fungi of Podilski Tovtry National Nature Park. In: *Botany and mycology: modern horizons. Collection of papers devoted to the 90th anniversary of A.V. Grodzinsky (1926–1988) Academician of Academy of Sciences of Ukraine*. Kyiv: Nash format, pp. 426–478. [Гелюта В.П., Гайова В.П., Тихоненко Ю.Я. 2016а. Борошнесторосяні, ксилотрофні сумчасті та іржасті гриби Національного природного парку "Подільські Товтри". В кн.: *Ботаніка і мікологія: сучасні горизонти. Збірка праць, присвячених 90-річчю з дня народження академіка АН України А.М. Гродзинського (1926–1988)*. Київ: Наш формат, с. 426–478].
- Heluta V.P., Hayova V.P., Tykhonenko Yu.Ya. 2018. Fungi of Cheremoskyi National Nature Park. *Pryroda Zakhidnoho Polissya ta prylyehlykh terytoriy*, 15: 117–129. [Гелюта В.П., Гайова В.П., Тихоненко Ю.Я. 2018. Гриби Національного природного парку "Черемоський". *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*, 15: 117–129].
- Heluta V., Hayova V., Tykhonenko Yu., Dzhagan V., Umanets O. 2010. Microfungi on plants from Tendra Island (Ukraine, Black Sea). *Polish Botanical Journal*, 55(2): 441–449.
- Heluta V.P., Hayova V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Malanyuk V.B., Slobodyan O.M. 2011. Fungi of Gorgany Nature Reserve. *Pryroda Zakhidnoho Polissya ta prylyehlykh terytoriy*, 8: 88–108. [Гелюта В.П., Гайова В.П., Тихоненко Ю.Я., Маланюк В.Б., Слободян О.М. 2011. Гриби Природного заповідника "Горгани". *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*, 8: 88–108].
- Heluta V.P., Isikov V.P. 1991. Powdery mildew fungi of the State Nikita Botanical Garden. *Ukrainian Botanical Journal*, 48(4): 68–71 [Гелюта В.П., Ісіков В.П. 1991. Борошнесторосяні гриби Державного Нікітського ботанічного саду. *Український ботанічний журнал*, 48(4): 68–71].

- Heluta V.P., Isikov V.P. 2004. Fungi. In: *Karadag. Istorija, geologiya, botanika, zoologiya. Sbornik nauchnykh trudov, posvyashchennyi 90-letiyu Karadagskoy nauchnoy stantsii i 25-letiyu Karadagskogo prirodnogo zapovednika NAN Ukrainy*. Book 1. Simferopol: Sonat, pp. 149–160. [Гелюта В.П., Исииков В.П. 2004. Грибы. В кн.: *Карадаг. История, геология, ботаника, зоология. Сборник научных трудов, посвященный 90-летию Карадагской научной станции и 25-летию Карадагского природного заповедника НАН Украины*. Книга 1. Симферополь: Сонат, с. 149–160].
- Heluta V.P., Kovalchuk V.P., Chumak P.Ya. 2016b. First records of teleomorph of an invasive fungus *Erysiphe macleayae* (*Erysiphales*) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 73(3): 268–272. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj73.03.268>
- Heluta V.P., Kravchuk O.O. 2015. First records of a new invasive fungus, *Erysiphe macleayae* (*Erysiphales*), in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 72(1): 39–45. [Гелюта В.П., Кравчук О.О. 2015. Перші знахідки в Україні нового інвазійного гриба *Erysiphe macleayae* (*Erysiphales*). *Український ботанічний журнал*, 72(1): 39–45]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj72.01.039>
- Heluta V.P., Merezko T.O., Smyk L.V. 1992. Micromycetes of Askania Arboretum. *Ukrainian Botanical Journal*, 49(6): 50–54. [Гелюта В.П., Мережко Т.О., Смик Л.В. 1992. Мікроміцети асканійського дендрологічного парку. *Український ботанічний журнал*, 49(6): 50–54].
- Heluta V.P., Minter D.W. 1998. *Erysiphe convolvuli*. *IMI Descriptions of Fungi and Bacteria*, 138(1372): 1–3.
- Heluta V.P., Prydiuk M.P., Zykova M.O., Tykhonenko Yu.Ya., Shevchenko M.V., Akulov O.Yu., Mnyukh O.V. 2019. Fungi of Male Polissia National Nature Park. *Chornomorski Botanical Journal*, 15(3): 275–296. [Гелюта В.П., Придюк М.П., Зикова М.О., Тихоненко Ю.Я., Шевченко М.В., Акулов О.Ю., Мнюх О.В. 2019. Гриби Національного природного парку "Мале Полісся". *Чорноморський ботанічний журнал*, 15(3): 275–296]. <https://doi.org/10.32999/ksu1990-553X/2019-15-3-6>
- Heluta V.P., Tykhonenko Yu.Ya. 2017. Checklist of fungi of Kamyani Mohyly Reserve. In: *Pryrodna ta istoriyo-kulturna spadshchyna rayonu zapovidnyka "Kam'iani Mohyly": naukovi pratsi vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Zaporizhzhya: Dyke pole, pp. 127–143. [Гелюта В.П., Тихоненко Ю.Я. 2017. Критичний список грибів заповідника "Кам'яні Могили". В зб.: *Природна та історико-культурна спадщина району заповідника "Кам'яні Могили" (до 90-річчя від створення заповідника "Кам'яні Могили")*. Наукові праці Всеукраїнської науково-практичної конференції (с. Назарівка, Донецька обл., 25–27 травня 2017 р.). Запоріжжя: Дике поле, с. 127–143].
- Heluta V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Burduykova L.I., Dudka I.A. 1987. *Parasitic fungi of the steppe zone of Ukraine*. Kyiv: Naukova Dumka, 279 pp. [Гелюта В.П., Тихоненко Ю.Я., Бурдюкова Л.И., Дудка И.А. 1987. *Паразитные грибы степной зоны Украины*. Киев: Наукова думка, 279 с.].
- Heluta V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Umanets O.Yu. 2007. Powdery mildew and rust fungi of the Volhyzhyn Forest (Black Sea Biosphere Reserve of the NAS of Ukraine). *Ukrainian Botanical Journal*, 64(5): 693–702. [Гелюта В.П., Тихоненко Ю.Я., Уманець О.Ю. 2007. Борошнисторосяні та іржасті гриби Волижиного лісу (Чорноморський біосферний заповідник НАН України). *Український ботанічний журнал*, 64(5): 693–702].
- Heluta V.P., Vakarenko L.P., Dubyna D.V., Bezusko L.H., Virchenko V.M., Vrona I.S., Hayova V.P., Demchenko E.M., Ilyin L.V., Kotenko A.H., Mykhaulyuk T.I., Petlovanyi O.A., Khymun M.V., Tsarenko P.M. 2001. *Liubche Reserve. Nature conditions, biodiversity, conservation and management*. Kyiv, 224 pp. [Гелюта В.П., Вакаренко Л.П., Дубина Д.В., Безусько Л.Г., Вірченко В.М., Врона І.С., Гайова В.П., Демченко Е.М., Ільїн Л.В., Котенко А.Г., Михайлюк Т.І., Петльованій О.А., Химин М.В., Царенко П.М. 2001. *Заказник "Любче". Природні умови, біорізноманітність, збереження та управління*. Київ, 224 с.].
- Holubtsova Yu.I. 2008. *Phytopathogenic micromycetes of the northeastern part of Ukraine*. Sumy: SumDPU im. A.S. Makarenka, 188 pp. [Голубцова Ю.І. 2008. *Фітопатогенні мікроміцети північно-східної частини України*. Суми: СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 188 с.].
- Hrodzinska V.P. 1928. Materialy do hrybnoi flory Bilotserkivshchyny. *Trudy Bilotserkivskoho krajeznavchoho tovarystva*, 4. [Гродзінська В.П. 1928. Матеріали до грибної флори Білоцерківщини. *Труди Білоцерківського краєзнавчого товариства*, 4].
- Hrodzinska V.P. 1929. Materialy do hrybnoi flory Bilotserkivshchyny. *Zapysky Bilotserkivskoho silskohospodarskoho politekhnichnoho instytutu*, 1(1): 193–200. [Гродзінська В.П. 1929. Матеріали до грибної флори Білоцерківщини. *Записки Білоцерківського сільськогосподарського політехнічного інституту*, 1(1): 193–200].
- Ilichevskiy S. 1938. Fitopatologichni zbory v URSS. In: *Zbirnyk prats, prysvyachenykh pam'yati akademika O.V. Fomina*. Kyiv: Vyd-vo AN URSS, pp. 149–157. [Іллічевський С. 1938. Фітопатологічні збори в УРСР. *Збірник праць, присвячених пам'яті академіка О.В. Фоміна*. Київ: Вид-во АН УРСР, с. 149–157].
- Isachenko B. 1896. O parazitnykh gribakh Khersonskoy gubernii. *Botanicheskie zapiski Sankt-Peterburgskogo universiteta*, 5(12, kn. 2): 219–244. [Исаченко Б. 1896. О паразитных грибах Херсонской губернии. *Ботанические записки Санкт-Петербургского университета*, 5(12, кн. 2): 219–244].

- Isikov V.P. 2016. Annotated list of fungi on aromatic and medical plants in the Crimea. *Sbornik nauchnykh trudov GNBS*, 142: 44–68. [Исиков В.П. 2016. Аннотированный список грибов на ароматических и лекарственных растениях Крыма. *Сборник научных трудов ГНБС*, 142: 44–68].
- Isikov V.P., Heluta V.P., Tykhoneko Yu.Ya. 2007. Mycobiota of medicinal and aromatic plants of the Crimea. In: *Dosyahnennyya ta problemy introduktsii roslyn v stepoviy zoni Ukrainy. Zbirnyk tez dopovidey do 50-richchya Derzhav-noho pidpryyemstva doslidnoho hospodarstva "Novokakhovske"* NBS–NNTs UAAN (Nova Kakhovka, 18–20 zhovtnya 2007 r.). Kherson: Aylant, pp. 48–49. [Исиков В.П., Гелюта В.П., Тихоненко Ю.Я. 2007. Микобиота лекарственных и ароматических растений Крыма. У кн.: *Досягнення та проблеми інтродукції рослин в степовій зоні України. Збірник тез доповідей до 50-річчя Державного підприємства дослідного господарства "Новокаховське" НБС–ННЦ УААН (Нова Каховка, 18–20 жовтня 2007 р.)*. Херсон: Айлант, с. 48–49].
- Jaczewski A.A. 1910. *Ezhegodnik svedeniy o boleznyakh i povrezhdeniyakh kulturnykh i dikorastushchikh rasteniy. 5-y god – 1909*. Sankt-Peterburg, 259 pp. [Ячевский А.А. 1910. *Ежегодник сведений о болезнях и повреждениях культурных и дикорастущих растений. 5-й год – 1909*. Санкт-Петербург, 259 с.].
- Jaczewski A.A. 1927. *Karmannyi opredelitel gribov. Vypusk vtoroy. Muchnisto-rosyanye griby*. Leningrad, 626 pp. [Ячевский А.А. 1927. *Карманный определитель грибов. Выпуск второй. Мучнисто-росяные грибы*. Ленинград, 626 с.].
- Khaleeva Z.N., Tikhonova N.A. 1964. Bolezni gorokha. *Trudy VNII zashchity rasteniy*, 22: 238–243. [Халеева З.Н., Тихонова Н.А. 1964. Болезни гороха. *Труды ВНИИ защиты растений*, 22: 238–243].
- Kharkevych H.S. 1949. Materialy do mikoflory botanichnoho sadu Akademii nauk URSR. *Studentski naukovi pratsi, Kyivskiy universytet*, 9: 91–104. [Харкевич Г.С. 1949. Матеріали до мікофлори ботанічного саду Академії наук УРСР. *Студентські наукові праці, Київський університет*, 9: 91–104].
- Kharkevych H.S. 1959. Materialy do mikoflory Stalinskoi oblasti. *Visnyk Kyivskoho universytetu, seriya Biologiya*, 1(2): 23–26. [Харкевич Г.С. 1959. Матеріали до мікофлори Сталінської області. *Вісник Київського університету, серія Біологія*, 1(2): 23–26].
- Kolomiets I.V. 1997. Mikobiota zapovednika "Medobory" (Ukraina). *Mikologiya i fitopatologiya*, 2: 30–34. [Коломиец И.В. 1997. Микобиота заповідника "Медобори" (Україна). *Микологія і фітопатологія*, 2: 30–34].
- Kondratyuk E.N., Burda R.I., Chuprina T.T., Khomyakov M.T. 1988. *Luganskiy gosudarstvennyi zapovednik*. Kiev: Naukova Dumka, 1988, 188 pp. [Кондратюк Е.Н., Бурда Р.И., Чуприна Т.Т., Хомяков М.Т. 1988. *Луганский государственный заповедник*. Киев: Наукова думка, 188 с.].
- Koroliova O.V. 2000. Ascomycetes in plant communities of the Lower Dnipro arenas. *Ukrainian Botanical Journal*, 57(5): 586–594. [Корольова О.В. 2000. Гриби відділу *Ascomycota* в рослинних угрупованнях нижньодніпровських арен. *Український ботанічний журнал*, 57(5): 586–594].
- Koroliova O.V., Dmytruk Yu.H. 2013. Boroshnystorosyani hryby antropohennykh ekotopiv m. Mykolayeva. In: *V vidkrytyi z'yizd fitobiologiv Prychornomor'ya (Kherson, 25 kvitnya 2013 roku)*. *Zbirka tez dopovidey*. Kherson: KhDU, p. 22. [Корольова О.В., Дмитрук Ю.Г. 2013. Борошнисторосяні гриби антропогенних екоотопів м. Миколаєва. У кн.: *В відкритий з'їзд фітобіологів Причорномор'я (Херсон, 25 квітня 2013 року)*. *Збірка тез доповідей*. Херсон: ХДУ, с. 22].
- Korytnianska V.G., Popova O.M. 2012. Pershi znakhidky boroshnystorosyanykh ta irzhastykh hrybiv na terytorii zapovidnoho urochyshtcha "Kisheve" (Odeska oblast). *Biologichnyi visnyk MDPU im. B. Khmelnytskoho*, 1(2): 81–86. [Коритнянська В.Г., Попова О.М. 2012. Перші знахідки борошнисторосяних та іржастих грибів на території заповідного урочища "Кішеве" (Одеська область). *Біологічний вісник МДПУ ім. Б. Хмельницького*, 1(2): 81–86].
- Korytnianska V.G., Popova O.M. 2013a. Novi znakhidky oblihatneparazytnykh fitotrofnykh hrybiv na terytorii Dunayskoho biosfernoho zapovidnyka. In: *V vidkrytyi z'yizd fitobiologiv Prychornomor'ya (Kherson, 25 kvitnya 2013 roku)*. *Zbirka tez dopovidey*. Kherson: KhDU, p. 21. [Коритнянська В.Г., Попова О.М. 2013а. Нові знахідки облигатнопаразитних фітотрофних грибів на території Дунайського біосферного заповідника. В кн.: *В відкритий з'їзд фітобіологів Причорномор'я (Херсон, 25 квітня 2013 року)*. *Збірка тез доповідей*. Херсон: ХДУ, с. 21].
- Korytnianska V.G., Popova E.N. 2013b. The first records of powdery mildew and rust fungi on the territory of the national nature park "Tuzlovskie lymany" (Odeska oblast). In: *Aktualni problemy botaniky ta ekologii. Materialy mizhnarodnoi konferentsii molodykh uchenykh (Shcholkine, 18–22 chervnya 2013 r.)*. Kyiv: Fitosotsiotsentr, pp. 43–44. [Коритнянська В.Г., Попова О.М. 2013б. Перші знахідки борошнисторосних та іржастих грибів на території національного природного парку "Тузовські лимани" (Одеська область). У кн.: *Актуальні проблеми ботаніки та екології. Матеріали міжнародної конференції молодих учених (Шчолкіне, 18–22 червня 2013 р.)*. Київ: Фітосоціоцентр, pp. 43–44].
- Korytnianska V.G., Popova O.M. 2014. Obligate parasitic phytotrophic fungi of the Danube Biosphere Reserve of the NAS of Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 71(4): 502–507. [Коритнянська В.Г., Попова О.М. 2014. Облігатнопаразитні

- фітотрофні гриби Дунайського біосферного заповідника НАН України. *Український ботанічний журнал*, 71(4): 502–507]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj71.04.502>
- Korytnianska V.G., Popova O.M. 2015. Obligate parasitic phytotrophic fungi of Tuzlovski Lymany National Nature Park (Odesa Region, Ukraine). *Chornomorski Botanical Journal*, 11(3): 330–337. [Коритнянська В.Г., Попова О.М. 2015. Облігатнопаразитні фітотрофні гриби Національного природного парку "Тузловські лимани" (Одеська область, Україна). *Чорноморський ботанічний журнал*, 11(3): 330–337] <https://doi.org/10.14255/2308-9628/15.113/6>
- Korytnianska V.G., Popova O.M., Drabyniuk H.V. 2014a. Powdery mildew and rust fungi of the Buzkyi Gard National Nature Park. *Chornomorski Botanical Journal*, 10(4): 488–498. [Коритнянська В.Г., Попова О.М., Драбинюк Г.В. 2014а. Борошнисторосяні та іржасті гриби Національного природного парку "Бузький Гард". *Чорноморський ботанічний журнал*, 10(4): 488–498]. <https://doi.org/10.14255/2308-9628/14.104/3>
- Korytnianska V.G., Popova O.M., Tovstukha N.I. 2014b. Obligate parasitic phytotrophic fungi of the Tyligul estuary coast. *Chornomorski Botanical Journal*, 10(1): 61–74. [Коритнянська В.Г., Попова О.М., Товстуха Н.І. 2014. Облігатнопаразитні фітотрофні гриби узбережжя Тилігульського лиману. *Чорноморський ботанічний журнал*, 10(1): 61–74]. <https://doi.org/10.14255/2308-9628/14.101/7>
- Korytnianska V.G., Tkachenko F.P., Tovstukha N.I., Rusanov V.A. 2010. Powdery mildew fungi (*Erysiphales*) of the I.I. Mechnikov Botanical Garden of the Odesa National University. *Chornomorski Botanical Journal*, 6(2): 259–264. [Коритнянська В.Г., Ткаченко Ф.П., Товстуха Н.І., Русанов В.А. 2010. Борошнисторосяні гриби (*Erysiphales*) ботанічного саду Одеського національного університету імені І.І. Мечникова. *Чорноморський ботанічний журнал*, 6(2): 259–264].
- Korytnianska V.G., Tovstukha N.I., Popova O.M. 2012. Obligate parasitic phytotrophic fungi of some parks and squares of the city of Odesa. *Chornomorski Botanical Journal*, 8(4): 446–458. [Коритнянська В.Г., Товстуха Н.І., Попова О.М. 2012. Облігатнопаразитні фітотрофні гриби деяких парків та скверів міста Одеси. *Чорноморський ботанічний журнал*, 8(4): 446–458].
- Kozłowska M., Mułenko W., Heluta V. 2015. *Fungi of the Roztocze region (Poland and Ukraine). Part II. A checklist of microfungi and larger Ascomycota*. Lublin: Towarzystwo Wydawnictw Naukowych Libropolis, 204 pp.
- Kravchuk E.A., Prosiannikova I.B., Repetskaya A.I., Kadochnikova V.I. 2018. Phytotrophic parasitic mycobiota of the Agarmysh Forest Natural Monument (Republic of Crimea). *Ekosistemy*, 15(45): 41–48. [Кравчук Е.А., Просянінкова І.Б., Репецкая А.И., Кадочникова В.И. 2018. Фитотрофная паразитическая микобиота памятника природы "Агармышский лес" (Республика Крым). *Экосистемы*, 15(45): 41–48].
- Kravchuk E.A., Prosiannikova I.B., Repetskaya A.I., Kadochnikova V.I. 2019. Obligate parasitic fungi of the Bakla Regional Nature Monument, Republic of Crimea, Ukraine. *Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya*, 5[71](1): 74–84. [Кравчук Е.А., Просянінкова І.Б., Репецкая А.И., Кадочникова В.И. 2019. Облігатно-паразитні гриби регіонального памятника природы "Бакла", Республика Крым, Россия. *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия*, 5[71](1): 74–84].
- Krupa J. 1888. Zapiski mykologiczne z okolic Lwowa i z Podtatrza. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej*, 22(2): 12–47.
- Kuzub V.V. 2000. Vydove riznomanittya fitotrofnykh askomitsetiv Yaltynskoho hirsko-lisovoho pryrodnoho zapovidnyka. *Zapovidna sprava v Ukraini*, 6(1–2): 22–27. [Кузуб В.В. 2000. Видове різноманіття фітотрофних аскоміцетів Ялтинського гірсько-лісового природного заповідника. *Заповідна справа в Україні*, 6(1–2): 22–27].
- Kuzub V.V. 2001. Oblihatno-parazytni hryby (poryadky *Erysiphales* ta *Uredinales*) Yaltynskoho hirsko-lisovoho pryrodnoho zapovidnyka. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V.I. Vernadskogo*, 14(1): 127–131. [Кузуб В.В. 2001. Облігатно-паразитні гриби (порядки *Erysiphales* та *Uredinales*) Ялтинського гірсько-лісового природного заповідника. *Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского*, 14(1): 127–131].
- Kuzub V.V. 2003. *Fitotrofni mikromitsety Yaltynskoho hirsko-lisovoho pryrodnoho zapovidnyka*. Avtoreferat dysertatsii na zdobuttya naukovoho stupenu kandidata biolohichnykh nauk. Kyiv, 25 pp. [Кузуб В.В. 2003. *Фітотрофні мікроміцети Ялтинського гірсько-лісового природного заповідника*. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук. Київ, 25 с.].
- Kyryk M.M., Kitsno V.O. 1972. Biolohiya zbudnyka boroshnystoi rosy horokhu (*Erysiphe communis* Grev. f. *pisi* Dietrich) v umovakh Lisostepu Ukrainy. *Ukrainian Botanical Journal*, 29(1): 76–83. [Кирик М.М., Кіцно В.О. 1972. Біологія збудника борошнистої роси гороху (*Erysiphe communis* Grev. f. *pisi* Dietrich) в умовах Лісостепу України. *Український ботанічний журнал*, 29(1): 76–83].
- Kyryk N.N., Kitsno V.E. 1974. Osobennosti razvitiya *Erysiphe communis* Grev. f. *pisi* Dietr. na sortakh gorokha s razlichnoy ustoychivostyu k muchnistoy rose. *Mikologiya i fitopatologiya*, 8(4): 353–355. [Кирик Н.Н., Кіцно В.Е. 1974. Особенности развития *Erysiphe communis* Grev. f. *pisi* Dietr. на сортах гороха с различной устойчивостью к мучнистой росе. *Микология и фитопатология*, 8(4): 353–355].

- розвиття *Erysiphe communis* Grev. f. *pisi* Dietr. на сортах гороха с різницею стійкістю к мучнистій росі. *Микологія і фітопатологія*, 8(4): 353–355].
- Kuryk N.N., Kitsno V.E. 1975. Muchnistaya rosa gorokha. *Zashchita rasteniy*, 11: 48–49. [Кирик Н.Н., Кично В.Е. 1975. Мучниста роса гороха. *Защита растений*, 11: 48–49].
- Lavitska Z.H. 1939. Materialy do flory *Erysiphaceae* okolyts Kyueva. *Kyivskiy derzhavnyi universytet im. T.H. Shevchenka. Studentski naukovi pratsi*, 4: 167–172. [Лавітська З.Г. 1939. Матеріали до флори *Erysiphaceae* околиць Києва. *Київський державний університет ім. Т.Г. Шевченка. Студентські наукові праці*, 4: 167–172].
- Lavitska Z.H. 1947. Materialy do poshyrennya vydiv rodu *Cicinnobolus* Ehrenb. na Kyivshchyni. *Zbirnyk prats Kanivskoho bioheohrafichnoho zarovidnyka*, 1(3): 3–12. [Лавітська З.Г. 1947. Матеріали до поширення видів роду *Cicinnobolus* Ehrenb. на Київщині. *Збірник праць Канівського біогеографічного заповідника*, 1(3): 3–12].
- Lavitska Z.H. 1949. Holovnishy parazytyni hryby rayonu Kanivskoho bioheohrafichnoho zarovidnyka. *Naukovi zapysky, Kyivskiy universytet*, 8(6): 27–45. [Лавітська З.Г. 1949. Головніші паразитні гриби району Канівського біогеографічного заповідника. *Наукові записки, Київський університет*, 8(6): 27–45].
- Lavitska Z.H. 1950. Parazytni hryby zillyastykh dekoratyvnykh roslyn Pravoberezhnoho Lisostepu. *Naukovi zapysky, Kyivskiy universytet*, 9(5): 93–115. [Лавітська З.Г. 1950. Паразитні гриби зіллястих декоративних рослин Правобережного Лісостепу. *Наукові записки, Київський університет*, 9(5): 93–115].
- Lavitska Z.H. 1953. Materialy k mikologicheskoy flore zapadnoy chasti Kievskoy Lesostepi. *Naukovi zapysky, Kyivskiy universytet*, 12(7): 97–114. [Лавітська З.Г. 1953. Матеріали к микологічеській флорі західної частини Київської Лесостепи. *Наукові записки, Київський університет*, 12(7): 97–114].
- Lavitska Z.H. 1955. Novi dlya Pravoberezhnoho Lisostepu znakhidky boroshnysto-rosyanykh hrybiv (*Erysiphaceae*). *Naukovi zapysky, Kyivskiy universytet*, 13(16): 67–77. [Лавітська З.Г. 1955. Нові для Правобережного Лісостепу знахідки борошністо-росяних грибів (*Erysiphaceae*). *Наукові записки, Київський університет*, 13(16): 67–77].
- Lavitska Z.H. 1966. Novynky flory boroshnysto-rosyanykh hrybiv v URSR. In: *Botanichni sady – nauksi i narodnomu hospodarstvu*. Kyiv: Vydavnytstvo Kyivskoho universytetu, pp. 302–306. [Лавітська З.Г. 1966. Новинки флори борошністо-росяних грибів в УРСР. У кн.: *Ботанічні сади – науці і народному господарству*. Київ: Видавництво Київського університету, с. 302–306].
- Lavitska Z.H., Morochkovska H.S. 1974. Boroshnysto-rosyani hryby na trav'yanistykh roslynakh botanichnoho sadu im. akad. O.V. Fomina. *Ukrainian Botanical Journal*, 31(3): 317–321. [Лавітська З.Г., Морочковська Г.С. 1974. Борошністо-росяні гриби на трав'янистих рослинах ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна. *Український ботанічний журнал*, 31(3): 317–321].
- Léveillé J.H. *Observations médicales et énumérations des plantes recueillies en Tauride. Tome 2. Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée, par la Hongrie, la Valachie et la Moldavie*. Paris: Ernest Bourgin et Co, 1842, pp. 33–242.
- Liberato J. R., Cunnington J. H. 2006. First record of *Erysiphe aquilegiae* on a host outside the Ranunculaceae. *Australasian Plant Pathology*, 35: 291–292.
- Luchnikova S.A. 2021. *Askomitsety m. Sumy ta yoho okolyts*. Kvalifikatsiyna robota na zdobuttya osvithnoho stupenya bakalavra. Sumy: Sumskiy derzhavnyi pedahohichnyi universytet im. A.S. Makarenka, 45 pp. [Лучнікова С.А. 2021. *Аскоміцети м. Суми та його околиць*. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра. Суми: Сумський державний педагогічний університет ім. А.С. Макаренка, 45 с.].
- Lutvynenko Yu.I., Vasylyeva I.V. 2019. Obligate parasitic micromycetes of the Sula valley in Romny District, Sumy Region. *Pryrodnychi nauky*, 16: 31–38. [Литвиненко Ю.І., Васильєва І.В. 2019. Облігатнопаразитні фітотрофні мікроміцети наземних екосистем долини р. Сула Роменського району Сумської області. *Природничі науки*, 16: 31–38].
- Marchenko P.D. 1963. Materialy do flory boroshnysto-rosyanykh hrybiv (*Erysiphaceae*) radyanskykh Karpat ta Zakarpattya. In: *Zbirnyk robit aspirantiv Lvivskoho derzhavnoho universytetu. Pryrodnychi nauky*. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoho universytetu, pp. 81–92. [Марченко П.Д. 1963. Матеріали до флори борошністо-росяних грибів (*Erysiphaceae*) радянських Карпат та Закарпаття. В кн.: *Збірник робіт аспірантів Львівського державного університету. Природничі науки*. Львів: Видавництво Львівського університету, с. 81–92].
- Marchenko P.D. 1974a. Novi dlya Ukrainy formy vydiv rodu *Erysiphe* Link, znaydeni v zakhidnykh oblastiakh. *Ukrainian Botanical Journal*, 31(5): 656–659. [Марченко П.Д. 1974а. Нові для України форми видів роду *Erysiphe* Link, знайдені в західних областях. *Український ботанічний журнал*, 31(5): 656–659].
- Marchenko P.D. 1974b. Novi dlya Ukrainy *Erysiphales*. *Ukrainian Botanical Journal*, 31(6): 764–766. [Марченко П.Д. 1974б. Нові для України *Erysiphales*. *Український ботанічний журнал*, 31(6): 764–766].
- Marchenko P.D. 1976. Novi formy *Erysiphaceae*, znaydeni v zakhidnykh oblastiakh URSR. *Ukrainian Botanical Journal*, 33(3): 271–276. [Марченко П.Д. 1976. Нові форми *Erysiphaceae*, знайдені в західних областях УРСР. *Український ботанічний журнал*, 33(3): 271–276].

- Marchenko P.D. 1979. Novi ta ridkisni dlya URSR boroshnystorosyani hryby (*Erysiphaceae*). *Ukrainian Botanical Journal*, 36(4): 360–366. [Марченко П.Д. 1979. Нові та рідкісні для УРСР борошністоросяні гриби (*Erysiphaceae*). *Український ботанічний журнал*, 36(4): 360–366].
- Mitrofanova O.V., Beskaravaynaya M.A. 1973. *Bolezni klematisa i borba s nimi (metodicheskie ukazaniya)*. Yalta: GNBS, 14 pp. [Митрофанова О.В., Бескаравайная М.А. 1973. *Болезни клематиса и борьба с ними (методические указания)*. Ялта: ГНБС, 14 с.].
- Morochkovska H.S., Perelay V.V. 1983. Fitopatogenne hryby nekotorykh lekarstvennykh rastenyi Ukrainскоy zonalnoy opytnoy stantsiyi VILR. *Problemy obshchey i mollekulyarnoy biologii*, 2: 85–88. [Морочковская Г.С., Перелай В.В. 1983. Фитопатогенные грибы некоторых лекарственных растений Украинской зональной опытной станции ВИЛР. *Проблемы общей и молекулярной биологии*, 2: 85–88].
- Morochkovskiy S.F. 1956. Materialy do mikoflory zapovidnyka Khomutovskiy step. *Ukrainian Botanical Journal*, 13(3): 74–86. [Морочковский С.Ф. 1956. Материали до мікофлори заповідника Хомутовський степ. *Український ботанічний журнал*, 13(3): 74–86].
- Morochkovskiy S.F. 1957. Materialy do mikoflory zapovidnyka Kam'yani Mohyly. *Ukrainian Botanical Journal*, 14(2): 60–68. [Морочковский С.Ф. 1957. Материали до мікофлори заповідника Кам'яні Могили. *Український ботанічний журнал*, 14(2): 60–68].
- Morochkovskiy S.F. 1958a. Materialy do mikoflory zapovidnyka Striletskyi step. *Ukrainian Botanical Journal*, 15(2): 88–95. [Морочковский С.Ф. 1958a. Материали до мікофлори заповідника Стрілецький степ. *Український ботанічний журнал*, 15(2): 88–95].
- Morochkovskiy S.F. 1958b. Materialy do mikoflory zapovidnyka Mykhaylivska tsilyna. *Ukrainian Botanical Journal*, 15(3): 74–82. [Морочковский С.Ф. 1958b. Материали до мікофлори заповідника Михайлівська цілина. *Український ботанічний журнал*, 15(3): 74–82].
- Morochkovskiy S.F., Zerova M.Ya., Lavitska Z.H., Smitska M.F. 1969. *Handbook of the fungi of Ukraine*. Vol. 2. *Ascomycetes*. Kyiv: Naukova Dumka, 517 pp. [Морочковский С.Ф., Зерова М.Я., Лавітська З.Г., Сміцька М.Ф. 1969. *Визначник грибів України*. Т. 2. *Аскоміцети*. Київ: Наукова думка, 517 с.].
- Moskovets S.M. 1933. Do mikoflory pıvdnya Ukrainy. *Visnyk Kyivskoho botanichnoho sadu*, 16: 71–87. [Московець С.М. 1933. До мікофлори півдня України. *Вісник Київського ботанічного саду*, 16: 71–87].
- Muravyev V.P. 1927. Muchnistaya rosa na sakharnoy svekle. *Bolezni rasteniy*, 16(3–4): 175–178. [Муравьев В.П. 1927. Мучнистая роса на сахарной свекле. *Болезни растений*, 16(3–4): 175–178].
- Namysłowski B. 1910. Przyczynek do mykologii Galicyi. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej*, 44(3): 43–48.
- Namysłowski B. 1914. Sluzowze i grzyby Galicyi i Bukowiny. *Pamiętnik Fizyograficzny*, 22(4): 1–151.
- Nevodovskiy H.S. 1925. *Sposterezheniya nad hrybkovymy khvorobamy poliovykh roslyn za chas vehetatsii 1925 r.* Kyiv: Kyivska filiya s.-h. komitetu Ukrainy, 16 pp. [Неводовський Г.С. 1925. *Спостереження над грибковими хворобами пол'ових рослин за час вегетації 1925 р.* Київ: Київська філія с.-г. комітету України, 16 с.].
- Petrak F. 1925. Beiträge zur Pilzflora Südost-Galiziens und der Zentralkarpaten. *Hedwigia*, 65(6): 179–330.
- Potebnia A.A. 1907. Mikologicheskie ocherki. Mikromitsety Kurskoy i Kharkovskoy guberniy. *Trudy Obshchestva ispytateley prirody pri Kharkovskom universitete*, 41: 45–96. [Потебня А.А. 1907. Микологические очерки. Микромицеты Курской и Харьковской губерний. *Труды Общества испытателей природы при Харьковском университете*, 41: 45–96].
- Potebnia A.A. 1916. *Gribnye parazity vysshikh rasteniy Kharkovskoy i smezhnykh guberniy*. Vyp. 2. *Sumchatye gryby*. Kharkov: Izdanie Kharkovskoy oblastnoy s.-kh.opytnoy stantsii, 251 pp. [Потебня А.А. 1916. *Грибные паразиты высших растений Харьковской и смежных губерний*. Вып. 2. *Сумчатые грибы*. Харьков: Издание Харьковской областной с.-х. опытной станции, 251 с.].
- Pozhar Z.A. 1964. Bolezni sakharnoy svekly. *Trudy VNII zashchity rasteniy*, 22: 272–283. [Пожар З.А. 1964. Болезни сахарной свеклы. *Труды ВНИИ защиты растений*, 22: 272–283].
- Prosyannikova I.B., Dzyunenko E.A., Bilyalova Z.N. 2009. Fitotrofnye obligatno-paraziticheskie gryby okrestnostey pgt. Gvardeyskoe Simferopolskogo rayona. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya Biologiya, khimiya*, 22[61](3): 101–110. [Просьянникова И.Б., Дзюненко Е.А., Билялова З.Н. 2009. Фитотрофные облигатно-паразитические грибы окрестностей пгт. Гвардейское Симферопольского района. *Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия Биология, химия*, 22[61](3): 101–110].
- Prosyannikova I.B., Dzyunenko E.A., Bykovets K.S. 2012. Fitotrofnye obligatno-parazitnye mikromitsety landshaftno-botanicheskogo pamyatnika prirody "Dubki". *Visti Biosferного zapovidnika "Askaniya-Nova"*, 14: 587–591. [Просьянникова И.Б., Дзюненко Е.А., Быковец К.С. 2012. Фитотрофные облигатно-паразитные микромицеты ландшафтно-ботанического памятника природы "Дубки". *Вісті Біосферного заповідника "Асканія-Нова"*, 14: 587–591].

- Prosyannikova I.B., Ivakhnenko A.S. 2020. Inventarizatsiya vidovogo sostava fitotrofnikh obligatno-parazitnykh mikromitsetov landshaftno-rekreatsionnogo parka regionalnogo znacheniya "Nauchnyi". *Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Seriya biologiya, khimiya*, 6[72](2): 182–194. [Просьянникова И.Б., Ивахненко А.С. 2020. Инвентаризация видового состава фитотрофных облигатно-паразитных микромицетов ландшафтно-рекреационного парка регионального значения "Научный". *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Серия биология, химия*, 6[72](2): 182–194].
- Prosyannikova I.B., Kovalchuk D.I., Kravchuk E.A. 2019a. Fitotrofnaya parazitnaya mikrobiota gosudarstvennogo prirodnogo zakaznika regionalnogo znacheniya Respubliki Krym "Stepnoy uchastok u sela Shkolnoe". *Ekosistemy*, 18: 24–34. [Просьянникова И.Б., Ковальчук Д.И., Кравчук Е.А. 2019а. Фитотрофная паразитная микобиота государственного природного заказника регионального значения Республики Крым "Степной участок у села Школьное". *Экосистемы*, 18: 24–34].
- Prosyannikova I.B., Kravchuk E.A., Repetskaya A.I., Kadochnikova V.I. 2019b. Inventarizatsiya vidovogo sostava fitotrofnikh obligatno-parazitnykh mikromitsetov zapovednogo urochishcha "Lesnaya dubovaya roshcha "Levadki". *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii*, 228: 234–249. [Просьянникова И.Б., Кравчук Е.А., Репецкая А.И., Кадочникова В.И. 2019b. Инвентаризация видового состава фитотрофных облигатно-паразитных микромицетов заповедного урочища "Лесная дубовая роща "Левадки". *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*, 228: 234–249].
- Prosyannikova I.B., Movlyan N.P. 2010. Paraziticheskaya mikrobiota bolshoy ekspozitsii tsvetochno-dekorativnykh kultur Botanicheskogo sada Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. *Ekosistemy, ikh optimizatsiya i okhrana*, 2: 9–20. [Просьянникова И.Б., Мовлян Н.П. 2010. Паразитическая микобиота большой экспозиции цветочно-декоративных культур Ботанического сада Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. *Экосистемы, их оптимизация и охрана*, 2: 9–20].
- Prosyannikova I.B., Novikova T.M., Kravchuk E.A. 2016. Fitotrofnaya paraziticheskaya mikrobiota gory Ayu-Kaya (Balaklava, Respublika Krym). *Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya*, 2[68](4): 53–65. [Просьянникова И.Б., Новикова Т.М., Кравчук Е.А. 2016. Фитотрофная паразитическая микобиота горы Аю-Кая (Балаклава, Республика Крым). *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия*, 2[68](4): 53–65].
- Prudenko M.M., Dzhahan V.V. 2006. Novi dani pro hryby urochishcha Kholodnyi yar. *Zapovidna sprava v Ukraini*, 12(2): 33–34. [Пруденко М.М., Джahan В.В. 2006. Нові дані про гриби урочища Холодний яр. *Заповідна справа в Україні*, 12(2): 33–34].
- Prudenko M.M., Dzhahan V.V. 2008. Bahatorichnyi monitorynh hrybiv u Kanivskomu zapovidnyku. *Zapovidna sprava v Ukraini*, 14(2): 11–14. [Пруденко М.М., Джahan В.В. 2008. Багаторічний моніторинг грибів у Канівському заповіднику. *Заповідна справа в Україні*, 14(2): 11–14].
- Prudenko M.M., Solomakhina V.M. 1997. Mikrobiota osnovnykh stadiy vtorynnoi suksesii ekosystem Kanivskoho zapovidnyka. *Zapovidna sprava v Ukraini*, 3(2): 30–41. [Пруденко М.М., Соломахіна В.М. 1997. Мікобіота основних стадій вторинної сукцесії екосистем Канівського заповідника. *Заповідна справа в Україні*, 3(2): 30–41].
- Prydiuk N.P. 2000. Askomitsety Dneprovsko-Orelskogo prirodnogo zapovednika. *Mikologiya i fitopatologiya*, 34(4): 1–9. [Придюк Н.П. 2000. Аскомицеты Днепроовско-Орельского природного заповедника. *Микология и фитопатология*, 34(4): 1–9].
- Prylutskiy O.V., Akulov O.Yu., Leontyev D.V., Ordynets A.V., Yatsiuk I.I., Usichenko A.S., Savchenko A.O. 2017. Fungi and fungus-like organisms of Homilsha Forests National Park, Ukraine. *Mycotaxon*, 132: 705. <https://doi.org/10.5248/132.705>
- Rayevska I.O., Komaretska K.M. 1949. Do vuvchennya mikoflory Kanivskoho bioeohrafichnoho zapovidnyka. *Naukovi zapysky, Kyivskiy universytet*, 8(6): 51–62. [Раевська І.О., Комарецька К.М. 1949. До вивчення мікофлори Канівського біогеографічного заповідника. *Наукові записки, Київський університет*, 8(6): 51–62].
- Rouppert K., Wróblewski A. 1910. Zapiski grzyboznawcze z Zaleszczyk. *Kosmos*, 35: 260–265.
- Saenz G.S., Taylor J.W. 1999. Phylogeny of the *Erysiphales* (powdery mildews) inferred from internal transcribed spacer ribosomal DNA sequences. *Canadian Journal of Botany*, 77(1): 150–168. <https://doi.org/10.1139/b98-235>
- Semina S.N., Beskaravaynaya M.A. 1978. Ustoychivost melkotsvetkovykh vidov roda *Clematis* L. k muchnistoy rose. *Mikologiya i fitopatologiya*, 12(4): 320–321. [Семина С.Н., Бескаравайная М.А. 1978. Устойчивость мелкоцветковых видов рода *Clematis* L. к мучнистой росе. *Микология и фитопатология*, 12(4): 320–321].
- Shkurko T.M. 2021. *Fitotrofni hryby lisoparkovykh zon m. Myrhorod ta yoho okolytsy*. Kvalifikatsiyna robota na zdobuttya osvithnoho stupenyu bakalavra. Sumy: Sumskiy derzhavnyi pedahohichniy universytet imeni A.S. Makarenka, 63 pp. [Шкурко Т.М. 2021. *Фитотрофні гриби лісопаркових зон м. Миргород та його околиць*. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеню бакалавра. Суми: Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка, 63 pp.
- [Шкурко Т.М. 2021. *Фитотрофні гриби лісопаркових зон м. Миргород та його околиць*. Кваліфікаційна робота

- на здобуття освітнього ступеню бакалавра. Суми: Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка, 63 с.].
- Smitska M.F. 1960. Ohlyad mikoflory bukovykh lisiv Zakarpatskoi oblasti. In: *Konferentsiya po vyvchenniu flory i fauny Karpat ta prylehlykh terytoriy*. Kyiv: Vydavnytstvo AN URSS, pp. 162–168. [Сміцька М.Ф. 1960. Огляд мікофлори букових лісів Закарпатської області. У кн.: *Конференція по вивченню флори і фауни Карпат та прилеглих територій*. Київ: Видавництво АН УРСР, с. 162–168].
- Solomakhina V.M., Prudenko M.N. 1998. Hryby (Mycobiota) Kanivskoho zapovidnyka. *Pratsi Kanivskoho zapovidnyka*, 11: 5–107. [Соломахіна В.М., Пруденко М.Н. 1998. Гриби (Мycobiota) Канівського заповідника. *Праці Канівського заповідника*, 11: 5–107].
- Sredinskiy N.K. 1873. Materialy dlya flory Novorossiyskogo kraia i Bessarabii. *Zapiski Novorossiyskogo obshchestva estestvoispytateley*, 2(1): 1–291. [Срединский Н.К. 1873. Материалы для флоры Новороссийского края и Бессарабии. *Записки Новороссийского общества естествоиспытателей*, 2(1): 1–291].
- Stasevych L.I. 1981. Hrybni khvoroby dekoratyvnykh rosllyn. *Ukrainian Botanical Journal*, 38(5): 38–40. [Стасевич Л.И. 1981. Грибні хвороби декоративних рослин. *Український ботанічний журнал*, 38(5): 38–40].
- Takamatsu S., Hirata T., Sato Y. 1998. Phylogenetic analysis and predicted secondary structures of the rDNA internal transcribed spacers of the powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*). *Mycoscience*, 39: 441–453.
- Takamatsu S., Ito (Arakawa) H., Shiroya Y., Kiss L., Heluta V. 2015. First comprehensive phylogenetic analysis of the genus *Erysiphe* (*Erysiphales*, *Erysiphaceae*) I. The *Microsphaera* lineage. *Mycologia*, 107(3): 475–489. <https://doi.org/10.3852/15-007>
- Tkachenko V.S., Didukh Ya.P., Henov A.P., Dudka I.O., Vasser S.P., Boyko M.F., Vyetrova Z.I., Navrotska I.L., Partyka L.Ya., Heluta V.P., Smyk L.V., Tykhonenko Yu.Ya., Merezhko T.O., Burdyukova L.I., Soldatova I.M. 1998. *Ukrainian Steppe Nature Reserve. The plant world*. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 280 pp. [Ткаченко В.С., Дідух Я.П., Генів А.П., Дудка І.О., Вассер С.П., Бойко М.Ф., Ветрова З.І., Навроцька І.Л., Партика Л.Я., Гелюта В.П., Смик Л.В., Тихоненко Ю.Я., Мережко Т.О., Бурдюкова Л.І., Солдатова І.М. 1998. *Український природний степовий заповідник. Рослинний світ*. Київ: Фітосоціоцентр, 280 с.].
- Tranzschel V. 1902. Materialy dlya mikologicheskoy flory Rossii. I. Spisok gribov, sobrannykh v Krymu v 1891 g. *Trudy botanicheskogo muzeya Imperatorskoy akademii nauk*, 1: 47–75. [Траншель В. 1902. Материалы для микологической флоры России. I. Список грибов, собранных в Крыму в 1891 г. *Труды ботанического музея Императорской академии наук*, 1: 47–75].
- Trebu O.Yu. 1913. Spisok paraziticheskikh gribov, sobrannykh v Kharkovskoy gub. *Trudy Obshchestva ispytateley pri Kharkovskom universitete*, 46: 1–16. [Требу О.Ю. 1913. Список паразитических грибов, собранных в Харьковской губ. *Труды Общества испытателей при Харьковском университете*, 46: 1–16].
- Tselle M.O. 1925. Hrybni khvoroby rosllyn na Kyivshchyni v 1923–24 r.r. Kyiv: Kyivska stantsiya zakhystu rosllyn vid shkidnykiv (STAZRO), 28 pp. [Целле М.О. 1925. Грибні хвороби рослин на Київщині в 1923–24 р.р. Київ: Київська станція захисту рослин від шкідників (СТАЗРО), 28 с.].
- Tykhonenko Yu.Ya., Heluta V.P. 2011. Powdery mildew and rust fungi of the Gorgany Nature Reserve. *Ukrainian Botanical Journal*, 68(6): 853–864. [Тихоненко Ю.Я., Гелюта В.П. 2011. Борошнистороссяні та іржасті гриби Природного заповідника "Горгани". *Український ботанічний журнал*, 68(6): 853–864].
- Tykhonenko Yu.Ya., Heluta V.P., Dudka I.O., Burdyukova L.I., Andrianova T.V. 1994. Parasitic fungi of the Kreydova (Chalk) Flora Reserve and its surroundings (Ukraine). *Ukrainian Botanical Journal*, 51(2/3): 202–207. [Тихоненко Ю.Я., Гелюта В.П., Дудка І.О., Бурдюкова Л.І., Андріанова Т.В. 1994. Паразитні гриби заповідника "Крейдова флора" та його околиць (Україна). *Український ботанічний журнал*, 51(2/3): 202–207].
- Varlikh V. 1896. Parazitnye gribki v Krymu letom 1895 goda. *Selskoe khozyaystvo i lesovodstvo*, 183(9): 475–490. [Варлих В. 1896. Паразитные грибки в Крыму летом 1895 года. *Сельское хозяйство и лесоводство*, 183(9): 475–490].
- Vasiljeva L.I. 1960. Materialy k flore gribov Yuzhnogo berega Kryma. *Trudy Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*, 33: 193–240. [Васильева Л.И. 1960. Материалы к флоре грибов Южного берега Крыма. *Труды Государственного Никитского ботанического сада*, 33: 193–240].
- Verhovskiy V.I., Milovtsova M.O., Lvova N.I. 1932. Hrybkovi zakhoruvannya likarskykh ta eterooliynykh rosllyn (makroskopichna ta mikroskopichna diahnozyka). *Lubny*, 48 pp. [Верговський В.І., Міловцова М.О., Львова Н.І. 1932. Грибкові захворювання лікарських та етероолійних рослин (макроскопічна та мікроскопічна діагностика). *Лубни*, 48 с.].
- Wróblewski A. 1912. Zapiski grzyboznawcze z okolic Zaleszczyk. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej*, 46(2): 21–27.
- Wróblewski A. 1913. Przyczynek do znajomości grzybów Pokucia. I. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej*, 47: 147–178.
- Wróblewski A. 1914. Grzyby Podola. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej*, 48(2): 3–15.

- Wróblewski A. 1915. Spis grzybów zebranych na Ziemiach Polskich przez Feliksa Berdauda i Aleksandra Zalewskiego oraz wybranych z zielników Komisji Fizyograficznej Akademii Umiejętności przez Prof. M. Raciborskiego. *Sprawozdanie Komisji Fizyograficznej*, 49: 92–126.
- Yakovlyeva A.P. 2020. Sumchasti hryby dolyny r. Dernova (Trostyanetskyi rayon, Sumska oblast). In: *Teoretychni ta prykladni aspekty doslidzhen z biolohii, heohrafii ta khimii: materialy III Vseukrainskoi naukovoï konferentsii studentiv ta molodykh uchenykh, m. Sumy, 30 kvitnya 2020 r.* Sumy: FOP Tsioma S.P., pp. 63–67. [Яковлева А.П. 2020. Сумчасті гриби долини р. Дернова (Тростянецький район, Сумська область). В кн.: *Теоретичні та прикладні аспекти досліджень з біології, географії та хімії: матеріали III Всеукраїнської наукової конференції студентів та молодих учених, м. Суми, 30 квітня 2020 р.* Суми: ФОП Цьома С.П., с. 63–67].
- Zerova M.Ya. 1948. Materialy do vvychnennya mikoflory ta hrybnykh khvorob Kyivskykh miskykh zelenykh nasadzhzen. *Botanichnyi zhurnal AN URSS URSS (Ukrainian Botanical Journal)*, 5(2): 100–114. [Зерова М.Я. 1948. Матеріали до вивчення мікофлори та грибних хвороб Київських міських зелених насаджень. *Ботанічний журнал АН УРСР*, 5(2): 100–114].
- Zweigbaumówna Z. 1918. Grzybki pasorzytnicze na roslinach kwiatkowych zebrane w latach 1904–1911 w Smila gub. Kijowskiej i okolicach przez J. Trzebinskiego. *Pamiętnik Fizyograficzny*, 25(3): 1–13.

V.P. HELUTA

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

A critical revision of the powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) of Ukraine: *Erysiphe* sect. *Erysiphe*

Abstract. This is the second article in a series of critical revisions of the species composition of powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*, *Helotiales*, *Ascomycota*) of Ukraine and their distribution within the country. The first article of the series dealt with the small genera *Arthrocladiella* and *Blumeria*, while here we consider species of the *Erysiphe* sect. *Erysiphe*. Representatives of the other two sections of this genus, *Microsphaera* and *Uncinula*, will be critically examined in further publications. In the present article, a list of 24 species of the section *Erysiphe* recorded in Ukraine, their distribution by regions of Ukraine, and a key for their identification are provided. The most common species frequently occurring in many regions of Ukraine are *E. aquilegiae*, *E. convolvuli*, *E. cruciferarum*, *E. heraclei*, *E. pisi*, and *E. polygoni*. Such species as *E. buhrii*, *E. howeana*, *E. knautiae*, *E. limonii*, *E. lycopsidis*, and *E. urticae* were recorded less often. *Erysiphe betae*, *E. circaeae*, *E. lythri*, *E. macleayae*, *E. mayori*, *E. thesii*, and *E. ulmariae* are relatively rare species that occurred infrequently in several regions. *Erysiphe caricae*, *E. catalpae*, *E. caulicola*, *E. celosiae*, and *E. malvae* are known each from one or a few localities only. A number of species are invasive fungi, most of them have been recorded in Ukraine relatively recently, within the last hundred years. These are *E. betae*, *E. caricae*, *E. catalpae*, *E. celosiae*, *E. howeana*, and *E. macleayae*.

Keywords: biodiversity, distribution, *Helotiales*, *Leotiomycetes*, mycobiota, species composition



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.06.064>

RESEARCH ARTICLE

Методичні аспекти синфітоіндикаційного аналізу топологічної диференціації біотопів

Яків П. ДІДУХ¹ , Юлія А. ВАШЕНЯК¹ , Анна А. КУЗЕМКО¹ , Юлія В. РОЗЕНБЛИТ^{1*} , Ольга О. ЧУСОВА¹ 

¹ Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська 2, Київ 01601, Україна

*Автор для листування: yuliya.rozenblit@gmail.com

Реферат. Проаналізовано деякі найпоширеніші методи кількісного аналізу, що були використані при обробці даних синфітоіндикації – переваги одних і недоліки інших. Використання цих методів дало можливість відобразити важливі екологічні характеристики рослинних угруповань, оцінити характер їхньої топологічної та регіональної диференціації, що характеризують α -, β -, γ -ценорізноманіття. Розглянуто сьогоденні дискусійні питання щодо використання шкал екологічних показників та способів їхнього коректного порівняння на основі приведення до єдиного "знаменника". Розглянуто візуальні аспекти градієнтного аналізу, який використовується при оцінці топологічної диференціації біотопів на основі закладки різних типів (векторні, комбінативні та збірні) еколого-ценотичних профілів. Акцентовано увагу на застосуванні оптимальних моделей ординаційних методів (аналіз відповідностей, метод головних компонент – DCA, неметричного багатовимірного шкалювання – NMDS). Проведено оцінку використання кластерного аналізу, що знаходить відображення у різних способах побудови дендрограм. Аналіз наведених методів дозволяє оцінити ефективність їхнього використання в різних аспектах методики синфітоіндикації, а відтак використати такі дані для прогнозування, моделювання зміни та розвитку біоценозів, оцінці та класифікації біотопів, ландшафтної структури (екомер), районування (екохор), розвитку, стійкості до впливу зовнішніх чинників, прогнозування та моделювання змін рослинного покриву. Можна очікувати, що у перспективі в геоботаніці знайдуть ширше використання методи та підходи математико-кібернетичних дисциплін, оскільки багато нагальних екологічних питань, пов'язаних із нелінійним розвитком, емерджентною зміною властивостей екосистем, пошуком критичних порогів не вдається розв'язати традиційними способами.

Ключові слова: біотопи, дендрограми, екологічні фактори, екологічні шкали, кластерний аналіз, ординаційні методи, рослинність, синфітоіндикація, топологічна диференціація

Вступ

Біотопи, як і будь-які екосистеми, характеризуються складною організацією, відкритістю, стійкістю по відношенню до зовнішнього впливу, тому їхня взаємодія із зовнішніми факторами та відповідь на такий вплив є неоднозначною, а результат

реакції спрогнозувати важко. Такі прогнози ускладнюються ще й тим, що критичні межі певного стану екосистеми можуть визначатися якимось одним чи кількома чинниками, коли незначний вплив визначає той поріг, за яким відбуваються стрибкоподібні зміни. Таке явище знайшло відображення у понятті емерджентності, що описується

Article history: Submitted 28 September 2022. Revised 18 December 2022. Published 12 April 2023

Citation: Didukh Ya.P., Vasheniak Yu.A., Kuzemko A.A., Rosenblit Yu.V., Chusova O.O. 2023. Methodological aspects of synphytoindication analysis of topological differentiation of biotopes. *Ukrainian Botanical Journal*, 80(1): 64–83 [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.01.064>

This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

в теоріях нелінійного розвитку, катастроф, фрактальності тощо. Біологи ще дуже далекі від розуміння суті законів цих теоретичних напрацювань, але першим позитивним кроком є те, що вже починають оперувати цими поняттями та шукати підходи до їхньої оцінки. В цьому аспекті ключове місце належить розробці й удосконаленню відповідних методів з метою глибшого аналізу структури та зміни рослинного покриву.

Сучасний етап розвитку науки про рослинність характеризується широким впровадженням статистичних даних в екологію та географію на основі сучасних інформаційних технологій. Це дає можливість вийти на розробку певних прогнозів, сценаріїв, моделювання змін та розвитку рослинного покриву. Надійність і достовірність екологічних прогнозів з різних причин у цілому вважаються низькими, проте слід не відмовлятися від цього, а шукати шляхи підвищення надійності результатів, щоб забезпечити релевантність предикату (Elith, Leathwick, 2009) і в окремих випадках цього цілком можна досягти. Є різні способи вдосконалення результатів і досягнення надійності, зокрема лінеаризація – переведення складних нелінійних відношень до лінійних форм певного типу (Kröner, 1973; Brockett, 1978; Mordesai, 2003), що набуває широкого застосування в різних сферах (Isidori, 1989; Nijmeijer van der Schaft, 1990; Westphal, 2001; Cheng et al., 2010), а також використання різних методів для перехресної перевірки даних.

Ці проблеми виявилися для нас актуальними у зв'язку з використанням методики синфітоіндикації. В останні десятиліття вона набуває широкого впровадження у різних аспектах геоботанічних досліджень, що дозволило застосовувати цілий арсенал математичних методів обробки даних, таких як кореляційний, кластерний, дисперсійний аналізи, будувати прогнозні моделі тощо. Водночас, застосування математичних методів, як і будь-яких інших, вимагає певної корекції отриманих результатів, критичного

аналізу, знання суті об'єкта досліджень, оскільки сліпа віра у цифри може призвести до помилкових висновків. Використовуючи розроблені нами методи, ми, ґрунтуючись як на власному досвіді, так і на аналізі публікацій, бачимо певні недоліки чи помилки і шукаємо шляхи їхнього подолання. У даній роботі ми проаналізували та акцентували увагу на деяких аспектах синфітоіндикаційного аналізу, які стосуються використання різних методів при порівняльному аналізі, що найкраще проявляється при оцінці топологічної структури біотопів.

Проблема використання шкал. Сучасні досягнення у фітоценології ґрунтуються на широкому використанні порівняльного аналізу даних, що вимагає розробки відповідних методів та перевірки даних з метою оцінки достовірності результатів. Відомо, що порівняння вимагає дотримання умов щодо рівновеликості об'єктів. Але така рівновеликість стосується не лише власне самих об'єктів, тобто систем аналізу, а й властивостей, які відображаються у відповідних оцінках їхнього виміру. У синфітоіндикації використовують бальні шкали чи коефіцієнти різної розмірності, що зручно, оскільки за кожним показником, балом стоять певні якісні ознаки. Тому намагання відразу замінити бальні показники екологічних факторів процентними відношеннями (Honcharenko, 2017) вже на початковому етапі не має сенсу, оскільки ми не зможемо знайти ні різниці між процентними показниками (наприклад, 32 і 37%, чи 71 і 74%), ні виявити межу фіксації змін (10, 20, 30% чи 14, 24, 34% і т. д.). Тобто, порівняння за зміною значень певного фактора забезпечується на основі шкал певної розмірності, що розглядаються як інтервальні, над якими вже можна проводити певні математичні операції. Зокрема, Я.П. Дідухом розроблено та використовуються шкали за 12 екофакторами: Hd – вологість, Fh – змінність зволоження, Rc – кислотність, Sl – сольовий режим, Ca – вміст карбонатів, Nt – вміст нітрит- і нітрат-йонів, Ae – аерація ґрунту, Tm – терморезим,

Om – омброрежим, Cr – кріорежим, Kp – континентальність клімату, Lc – освітлення у ценозі (Didukh, 2011). При цьому необхідно відмітити, що в одному випадку такий поділ є рівновеликим і такі шкали вдається ідентифікувати за відношенням до абсолютних показників (наприклад, шкалам Tm надати значення фотосинтетично активної радіації (ФАР), середньорічних температур, періоду вегетації, Cr – середньосічних температур, Kp – індексів Горчинського, Іванова, Хромова, Om – індексів Де-Мартонні, ГТК Селянінова, SPI і т. д.). В інших випадках це можна зробити стосовно частини шкали, де спостерігається лінійна залежність між бальними показниками і показниками певного фактора (наприклад, Hd, Ae – (Didukh et al., 1993). При показниках Hd вище 14 балів, чи Ae вище 8,5 балів ця лінійна закономірність втрачається, але вона описується квадратичними рівняннями. У випадку зі шкалами Nt, Ca, Rc таких кількісних значень ми не маємо, однак у природі на основі індикаторних видів чи розподілу рослинних угруповань це добре фіксується. У Західній Європі Г. Елленберг (Ellenberg et al., 1992; Ellenberg, Leuschner, 2010) при розробці шкал дотримувався даних експериментальних вимірів, однак у більшості випадків сьогодні результати аналізуються на рівні бальних показників. Є намагання взяти за основу 9–12-бальні шкали Елленберга та удосконалити їх за рахунок доповнення іншими європейськими фітоіндикаційними шкалами (Tichý, 2002; Dengler et al., 2016), що підтримується нами. При цьому від деяких шкал інших факторів можна відмовитися через те, що їхні показники корелюють із основними факторами (наприклад, шкала аерації, тісно корелює зі шкалою вологості ґрунту). Але разом із тим, на нашу думку, існує гостра необхідність удосконалення і доповнення деяких, зокрема кліматичних шкал, що пов'язано з потребою оцінки змін клімату.

Подальше оперування певними характеристиками, зокрема при порівнянні

даних, вимагає приведення їх до одного "знаменника" і таким у математиці є відсоткове відношення (Honcharenko, 2017). Як свідчать результати, навіть проста методика побудови циклограм на основі бальних показників і відсоткових відношень дає різні форми зображень. Подальший аналіз таких зображень викликає труднощі і може призвести до невірних висновків значимості того чи іншого фактора. Оскільки шкали факторів мають різну розмірність, то для їхнього співставлення необхідно використовувати спільний знаменник шляхом переведення бальних показників у відсотки, що було зроблено нами (Didukh et al., 2016; Didukh, Budzhak, 2020) при побудові циклограм (рис. 1).

Такий візуальний спосіб відображення дозволяє типізувати біотопи, що є завданням подальших досліджень.

Еколого-ценотичне профілювання та градієнтний аналіз. Цей аналіз, що відображає характер і ступінь змін певних показників, є високоефективним методом у геоботаніці (Handbook of vegetation..., 1973). Із цим методом тісно пов'язаний графічний спосіб зображення зміни показників екофакторів (функцій) у просторі, що ґрунтується на польових дослідженнях еколого-ценотичного профілювання та є основою оцінки топологічної диференціації біотопів. Залежно від кінцевої мети, використовують три типи профілювання: векторні, комбінативні та збірні (Didukh, 2020). Векторні профілі закладають на добре збережених територіях, визначають точки прив'язки та азимут, який у певних точках може змінюватися, і на ньому відмічається розмірність виділу.

Прикладом першого типу є закладений профіль на Карабі-яйлі (Didukh, Sokolenko, 2014), де зроблено описи кожного типу фітоценозу, який прив'язується до умов рельєфу (рис. 2). У випадку незначної протяжності тут використовуються дані конкретних описів, а при повторенні типів ценозів ці дані, як виняток, екстраполюються. На графіках видно реальний

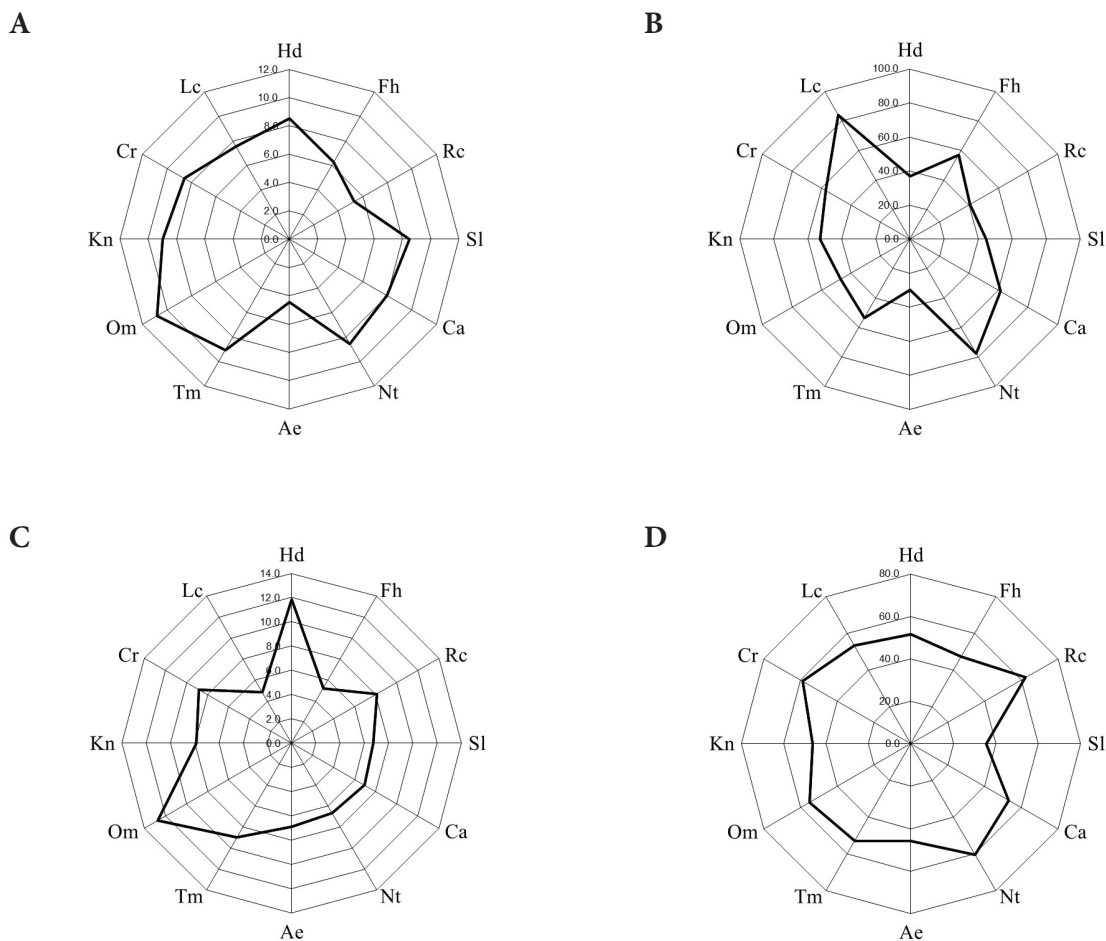


Рис. 1. Циклограми угруповань *Botriochloetum ischaemi* (A, B) та *Isopyro-Carpinetum* (C, D), побудовані на основі значень бальних показників (A, C) та відсоткових відношень (B, D).

Тут і на рис. 2–8 позначено екологічні фактори: Hd – вологість; Fh – змінність зволоження; Ae – аерація ґрунту; Nt – вміст нітрит- і нітрат-йонів; Rc – кислотність ґрунту; Sl – сольовий режим; Ca – вміст карбонатів; Tm – терморежим; Om – омброрежим; Kn – континентальність; Cr – кріоклімат; Lc – світловий режим

Fig. 1. Cyclograms of the *Botriochloetum ischaemi* (A, B) and *Isopyro-Carpinetum* (C, D) communities based of the indices (A, C) and percentages (B, D).

Here and in Figs. 2–8, the environmental factors are designated: Hd – soil humidity; Fh – damping variability; Ae – soil aeration; Nt – nitrate- and nitrite-ion content; Rc – soil acidity; Sl – salt regime; Ca – carbonate content in soil; Tm – thermal climate; Om – climate humidity (ombroregime); Kn – climate continentality; Cr – cryoclimate; Lc – light

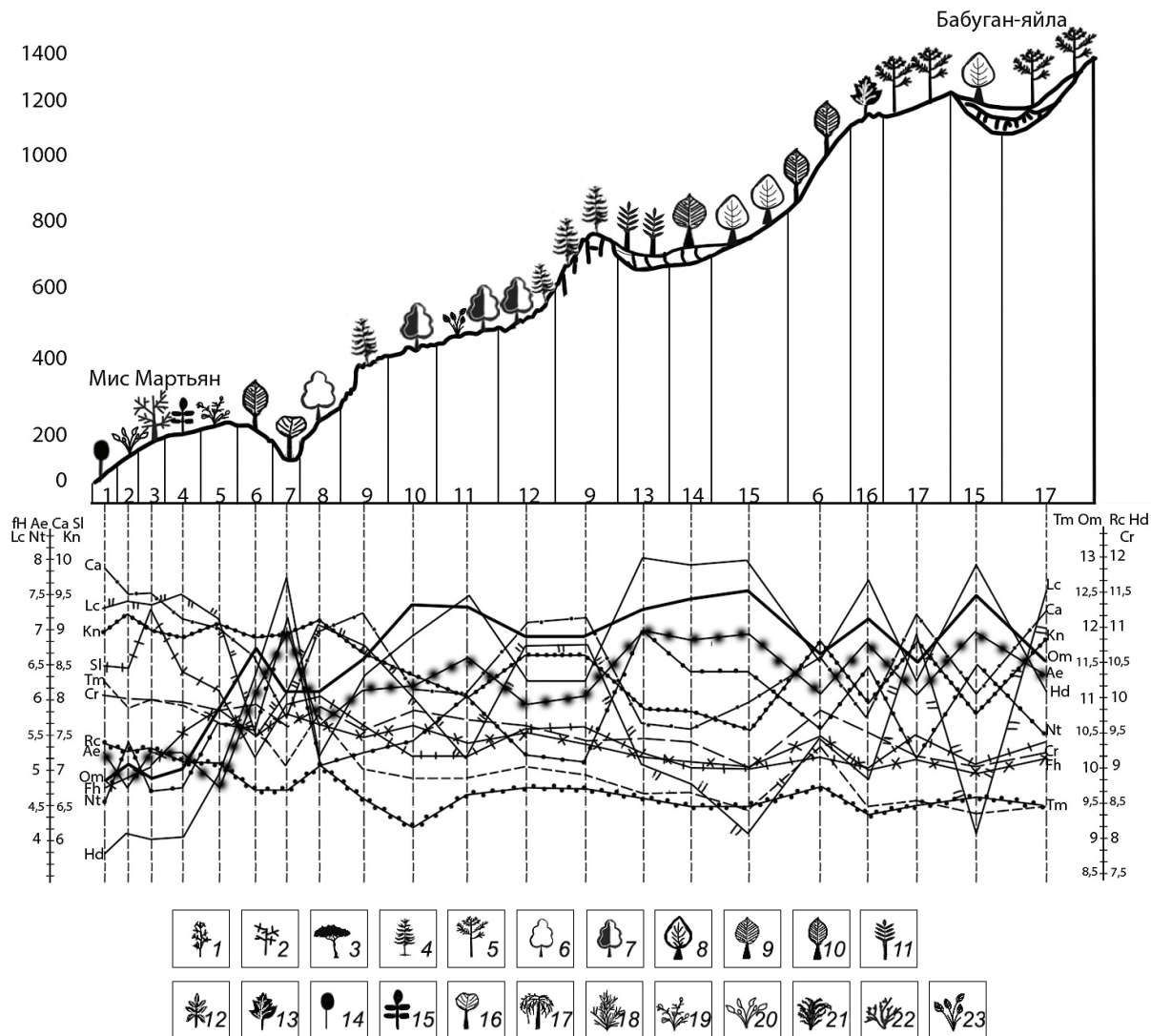


Рис. 3. Топологічна диференціація рослинних угруповань на комбінативному профілі макросхилу Гірського Криму (Didukh, Rosenblit, 2022)

Fig. 3. Topological differentiation of plant communities on the combinative profile of the macroslope of the Mountain Crimea (Didukh, Rosenblit, 2022)

Біотопи (habitats): 1 – G:4.111; 2 – F:4.111; 3 – G:2.3111; 4 – G:1.3211; 5 – F:3.511; 6 – G:1.3311; 7 – G:1.2263; 8 – G:1.3131; 9 – G:2.2212; 10 – G:1.2382; 11 – G:1.2381; 12 – G:3.332; 13 – G:1.2213; 14 – G:1.2253; 15 – G:1.214; 16 – G:1.2243; 17 – G:2.2211

Домінанти та характерні види деревного ярусу (Dominants and characteristic forest species): 1 – *Juniperus excelsa*; 2 – *Juniperus foetidissima*; 3 – *Pinus brutia* (= *P. pityusa*); 4 – *P. nigra* subsp. *pallasiana*; 5 – *Pinus kochiana*; 6 – *Quercus pubescens*; 7 – *Quercus petraea*; 8 – *Fagus sylvatica* subsp. *moesiaca*; 9 – *Carpinus betulus*; 10 – *C. orientalis*; 11 – *Fraxinus excelsior*; 12 – *Fraxinus angustifolia*; 13 – *Acer stevenii*; 14 – *Arbutus andrachne*; 15 – *Pistacia mutica*; 16 – *Alnus glutinosa*; 17 – *Salix alba*; 18 – *Juniperus sabina*, *J. hemisphaerica*; 19 – *Paliurus spina-christi*; 20 – *Cistus tauricus*; 21 – *Tamarix hohenackeri*; 22 – *Crataegus* sp.; 23 – *Cornus mas*

β -ценорізноманітність. У такому випадку обираються ключові (типові, характерні) синтаксони, для яких розраховуються середні показники екофакторів, отриманих із описів даного регіону. Найвні геоботанічні описи з різних частин ландшафту або навіть регіону (але в межах одного геоботанічного району чи округу) закономірно розташовують один за відношенням до іншого у певну цілісну систему і таким чином "монтується" профіль. Графічні зображення показників екофакторів відображають характер кореляції між ними, а також градієнт змін висотного розподілу. Подальший аналіз топологічної диференціації полягає у класифікації біотопів, виділенні ланок, мікро-, мезо-, макрокомбінацій, рядів тощо, що знайшло відображення у понятті про екомери (Didukh, 1995; Didukh et al., 2016; Didukh, Rosenblit, 2022).

Третій тип – профілі збірного характеру, коли геоботанічні описи чи їхню сукупність вибудовують у певну систему залежно від поставленої мети. Прикладом такого аналізу є оцінка закономірностей розподілу угруповань, що характеризують ландшафтні особливості природних зон з метою співставлення екологічних показників певних регіонів від північного заходу України (Шацький НПП), гірських масивів Карпат до субсередземноморських регіонів Гірського Криму. Для аналізу брали середні показники всіх біотопів, що формуються на автогенних та літогенних ґрунтах (за виключенням гідрогенних, оскільки вони фактично однакові для всіх регіонів і суттєво зміщують едафічні та кліматичні показники від зонального типу, тобто, створюють певний "шум"). Розраховані показники можна трактувати як фонові, або релевантні для даного регіону і робити відповідний порівняльний аналіз. Таке їхнє порівняння можна розглядати як оцінку Y -різноманіття біотопів чи їхніх властивостей. Як видно з рис. 4, всі показники вкладаються у діапазон 30–70% значень їхніх шкал, а найвищі значення мають R_c та C_a , що характеризуються при цьому і найвищим градієнтом

змін. Кліматичні фактори мають нижчу варіабельність і знаходяться біля оптимальних значень шкали 40–65%, що свідчить про оптимальні умови розташування України.

На представлених графіках чітко видно закономірності зонально-географічної зміни показників фонових факторів. Так із північного заходу і високогір'я Карпат до субсередземномор'я Гірського Криму спостерігається підвищення показників термо-, кріоклімату, рН ґрунту, вмісту карбонатів у ґрунті, натомість зниження омброклімату, вологості та аерації ґрунту. Такі фактори, як континентальність клімату та сольовий режим, мають найвищі показники в степовій зоні (р. Красна), а в Гірському Криму вони знижуються. Хоча така ж тенденція характерна і для вмісту мінеральних форм азоту в ґрунтах, але їхній максимум припадає на південь лісостепової зони (типові чорноземи) Кодринського геоботанічного округу. У всіх трьох випадках мова йде про оцінку градієнту змін екофакторів чи рослинних угруповань, проте цими прикладами не вичерпується арсенал градієнтного аналізу, який є досить різноплановим.

Ординаційні методи в геоботаніці мають широке застосування і є дуже різноманітними (Mirkin, Rozenberg, 1978). В останні десятиліття розроблено чимало нових методів і удосконалюються підходи щодо їхнього використання. Одним з таких є маніпуляція із середніми показниками. Виходячи з того, що у природі немає чітких меж, а розподіл рослинних угруповань має континуальний характер, то отримані на основі фітоіндикації екологічні показники можуть мати розмиті значення, що позначається і на зниженні ступеня кореляції між факторами. Думка про те, що чим більше даних, тим надійніші результати, не завжди вірна. Коли для аналізу береться велика вибірка гетерогенного характеру з метою досягнення вищої репрезентативності, в яку включають суміжні, проміжні та випадкові описи, за рахунок високого "шуму" ми можемо отримати навіть нульовий ефект (Mayr, 1974; Liubishchev, 1923). Однак існують

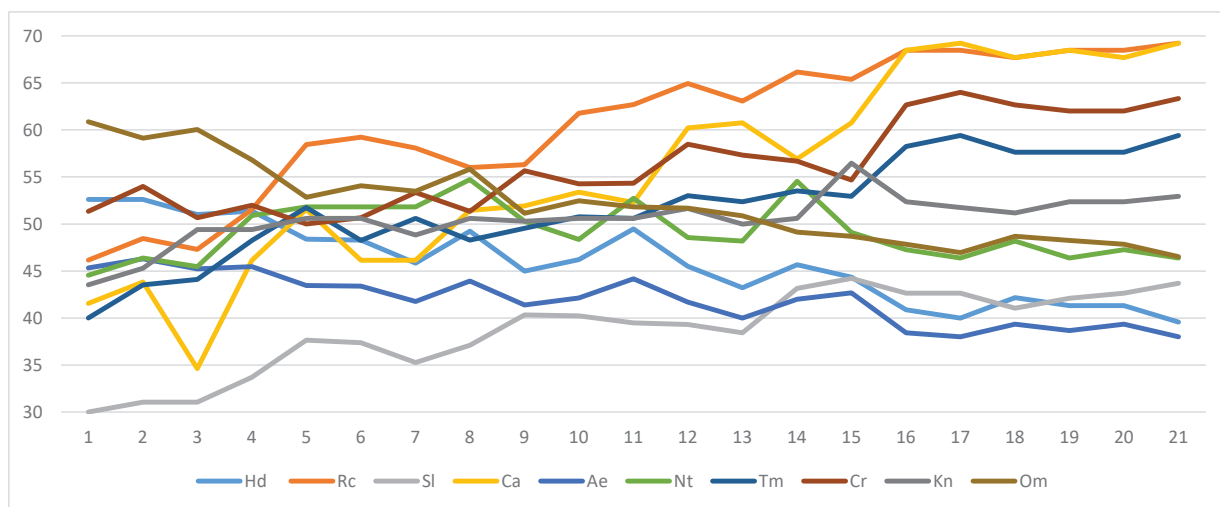


Рис. 4. Зональна зміна фонових показників екофакторів (у %) кліматичних та едафічних факторів на профілі збірного типу геоботанічних округів України: 1 – Карпати (високогір'я); 2 – Карпати-макросхил; 3 – Шацький національний природний парк; 4 – Овруцько-Словечанський кряж; 5 – Київське лесове плато; 6 – Сумський геоботанічний округ; 7 – Черкасько-Чигиринський геоботанічний округ; 8 – Центральноподільський геоботанічний округ; 9 – Дністровський каньйон; 10 – Кодринський геоботанічний район; 11 – басейн р. Красна; 12 – Гірський Крим; 13 – Севастопольський геоботанічний район; 14 – Бахчисарайсько-Ялтинський геоботанічний район; 15 – Сімферопольсько-Алуштинський геоботанічний район; 16 – Білогірсько-Привітнівський геоботанічний район; 17 – Судаксько-Феодосійський геоботанічний район

Fig. 4. Zonal change of background climatic and edaphic ecological indicator values (in %) on the complex profiles of geobotanical districts of Ukraine: 1 – Carpathians (high mountains); 2 – Carpathians (macroslope); 3 – Shatsky National Nature Park; 4 – Slovechne-Ovruch Ridge; 5 – Kyiv Loess Plateau; 6 – Sumy Geobotanical District; 7 – Cherkasy-Chyhyryn Geobotanical District; 8 – Central Podillya Geobotanical District; 9 – Dniester Canyon; 10 – Kodryna Geobotanical District; 11 – Krasna River basin; 12 – Mountain Crimea; 13 – Sevastopol Geobotanical District; 14 – Bakhchisarai-Yalta Geobotanical District; 15 – Simferopol-Alushta Geobotanical District; 16 – Bilohirsk-Pryvitne Geobotanical District; 17 – Sudak-Feodosia Geobotanical District

способи, що дозволяють підсилити кореляційні зв'язки. Одним зі способів уникнення цього є класичне відкидання запорогових значень, що відбувається на основі показників допустимих відхилень (сигми). Однак суттєве покращення результатів отримується тоді, коли ми поетапно використовуємо середні значення (асоціацій, союзів, класів або біотопів, їхніх мезо-, макрокомбінацій, ландшафтного та зонального розподілу). Наведемо приклад такого розрахунку для відповідних синтаксонів (союзів) (рис. 5). При цьому, як видно з порівняльних розрахунків (рис. 5А, С, Е та рис. 5В, D, F), величина достовірності апроксимації не лише підвищилася від 0,4–0,6 до 0,9–0,95, а й наближається до максимально

можливого значення. Отже, ефективність такого підходу не викликає сумніву.

На наступному етапі ми користувалися даними середніх значень союзів для оцінки корелятивних залежностей у межах мезокомбінацій (висотних поясів) і макрокомбінацій (макросхилів), а на останньому – порівняння за показниками середніх значень регіонів, отриманих на основі обробки не менше 30 геоботанічних описів відповідного типу угруповань.

Серед ординаційних методів у науці про рослинність найпопулярнішим є DCA (Detrended correspondence analysis – аналіз відповідностей з видаленим трендом). Цей метод – одна з модифікацій аналізу

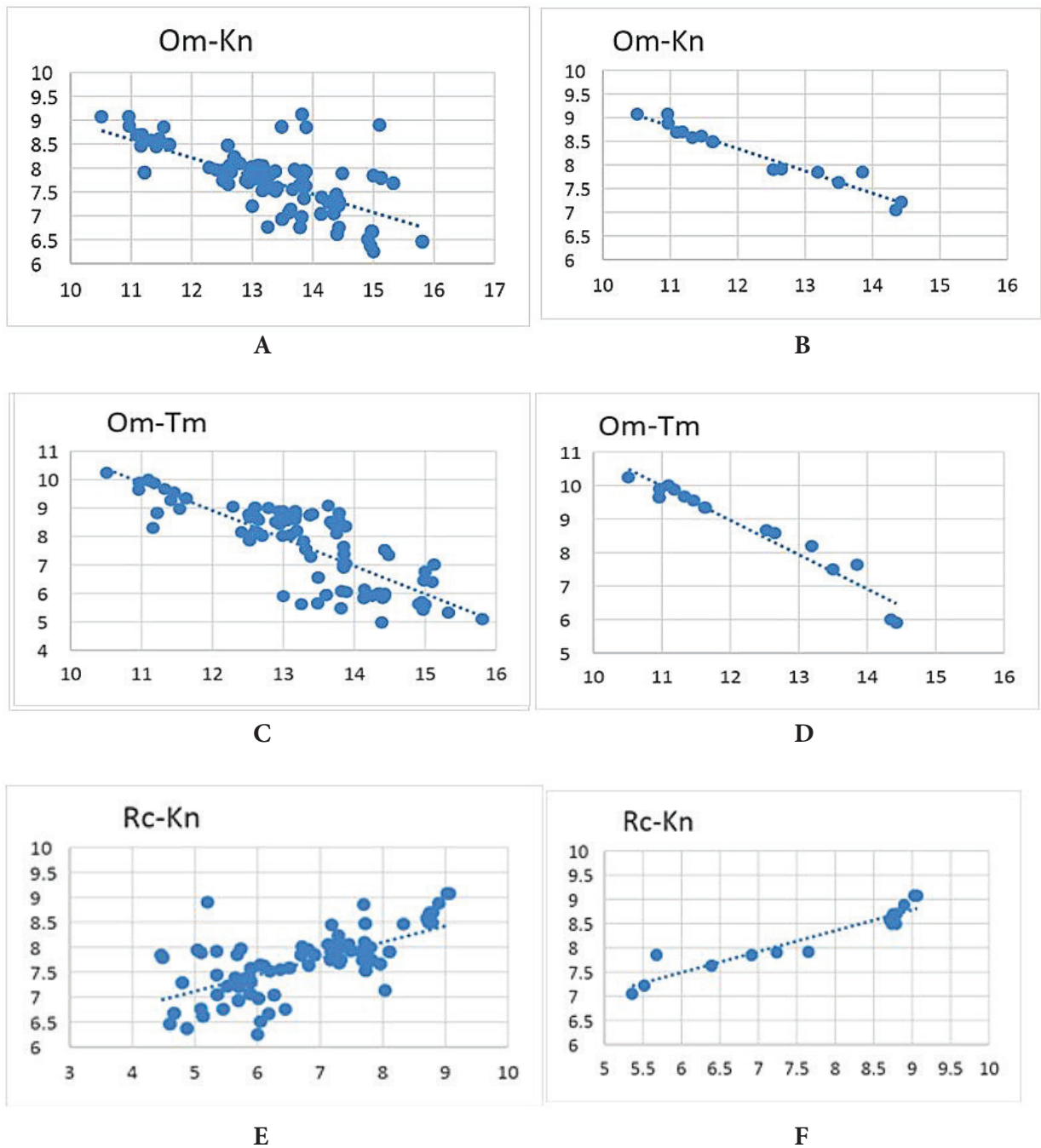


Рис. 5. Кореляційні зв'язки між екологічними показниками, розрахованими для повної вибірки союзів (А, С, Е) та їхніх середніх значень (В, D, F)

Fig. 5. Correlations between ecological indicator values calculated for full sampling of alliances (A, C, E) and their average values (B, D, F)

відповідностей (СА), який у свою чергу представляє узагальнення методу зваженого середнього, що використовується в прямому градієнтному аналізі Уїтекера (Whittaker, 1967). Р.Х. Уїтекером та Л.Г. Раменським (Ramenskiy, 1938) було виявлено, що криві залежності рясності видів від значень фактору середовища мають зазвичай дзвоноподібну форму. Розрахунок середніх значень даного фактору дозволяє визначити оптимум виду. Це значення в аналізі відповідностей має назву "зарубка виду". Мірою того, наскільки сильно певний фактор впливає на розподіл видів, є розсіювання "зарубок" видів. Якщо розсіювання значне, обраний фактор впливає суттєво, якщо ні – впливає меншою мірою. Теоретична змінна, побудована засобами аналізу відповідностей, називається віссю ординації, яких може бути кілька. Метод DCA-ординації був запропонований М. Хілом і Х. Гаучем (Hill, Gauch, 1980) з метою скорегування двох основних недоліків СА: (1) те, що кінці осі часто стиснуті відносно її середини; (2) те, що друга вісь часто виявляє систематичний (квадратичний) зв'язок з першою віссю. При використанні методу DCA-ординації перший недолік усувається вирівнюванням ширини кривих шляхом нелінійної трансформації осі, а другий недолік – за допомогою процедури видалення тренду, яка полягає в тому, що для простору навколо будь-якої точки на першій осі середня величина зарубок місцезнаходжень зводиться до нуля. Для цього перша вісь ділиться на сегменти, всередині кожного з яких "зарубки" місцезростань на другій осі нормуються шляхом віднімання їхнього середнього (Jongman et al., 1995). DCA відображає силу впливу екофакторів, кореляцію між їхніми показниками та положення (місце) синтаксонів у багатомірному екопросторі, тобто їхню екологічну нішу у двовірній (2D) чи тримірній (3D) проекції. Вибір проекції відображення результатів залежить від візуального сприйняття аналізованих груп, які можуть перекриватись, і в такому випадку доцільніше використовувати двовірну

проекцію (рис. 6С). Чим ближче вектор фактора до відповідної осі (DCA-1, чи DCA-2) і чим довший його розмір, тим сильніший його вплив (рис. 6).

Порівняння наведених рисунків DCA-аналізу свідчить, що між деякими показниками існує стійка залежність (Hd–Ae–Nt), слабкіша (Om, Tm–Cr, Sl–Rc), положення осей інших факторів (Fh, Ca, Kn, Lc) змінюється і залежить від набору порівнюваних синтаксонів. При цьому важливим є місце та характер розташування відповідного синтаксону у багатомірному екопросторі: гідрофітні типи синтаксонів (*Phragmito-Magnocaricetea*, *Alnion glutinosae*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*, *Salicion cinereae*) наближені, тобто визначаються умовами зволоження та аерації, а ксерофітні (*Asplenietea trichomanis*, *Helianthemo-Thymetea*, *Festucion valesiacaе*, *Stipion lessingianaе*) – хімічними умовами ґрунту.

Іншим популярним методом є неметричне багатомірне шкалювання (NMDS, nonmetric multidimensional scaling) (Shepard, 1962, 1966; Kruskal, 1964a, b). Це метод непрямого градієнтного аналізу, який відображає ординацію на основі матриці відстані або несхожості. На відміну від методів, які намагаються максимізувати дисперсію або відповідність між об'єктами в ординації, NMDS намагається представити, наскільки це можливо, попарну відмінність між об'єктами. До переваг NMDS відносять те, що цей метод дозволяє: толерувати відсутні попарні відстані, застосовуватися до матриці (не) схожості, побудованої за будь-якою мірою (не) подібності, а також використовувати кількісні, напівкількісні, якісні або змішані змінні.

Для ілюстрації відмінностей двох охарактеризованих методів ординації ми наводимо дві двовірні ординаційні діаграми, побудовані для класів рослинності подів степової зони, з використанням даних, опублікованих у статті, присвяченій синтаксономії подової рослинності степової зони України (Shapoval, Kuzemko, 2021).

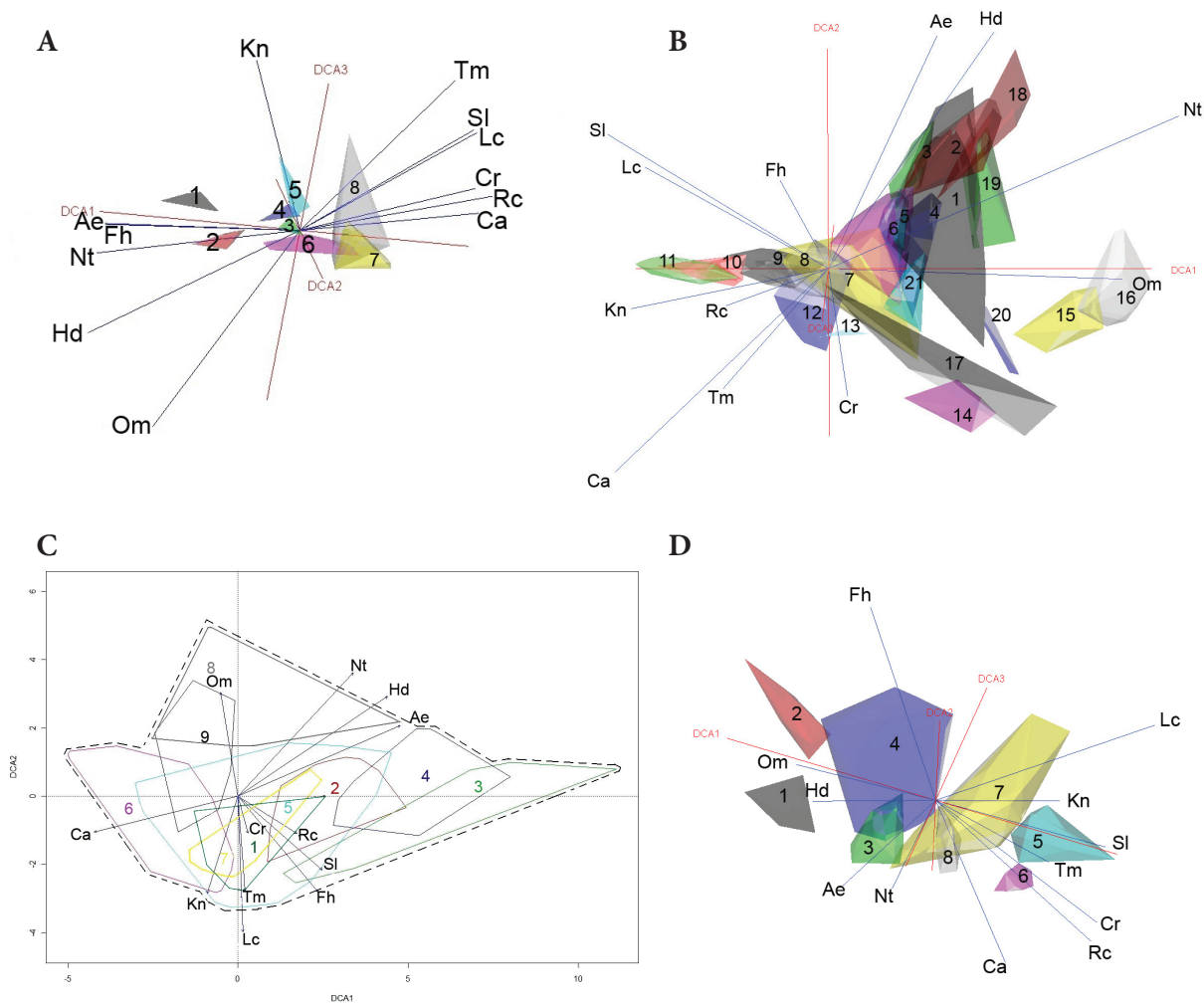


Рис. 6. Приклади DCA-ординації (2D та 3D-проекції) рослинних угруповань за екологічними факторами

Fig. 6. Examples of DCA-ordination (2D and 3D-projection) of plant communities according to ecological indicator values

A: Карабі-яйла (Karabi-Yaila / Qarabiy-Yayla). Позначення див. на рис. 2 (see legend in Fig. 2).

B: долина р. Красна (Krasna River valley). 1 – *Phragmitetion communis*; 2 – *Magnocaricion elatae*; 3 – *Magnocaricion gracilis*; 4 – *Deschampsion cespitosae* (*Deschampsietum cespitosae*); 5 – *Deschampsion cespitosae* (*Alopecuretum pratensis*); 6 – *Festucion pratensis*; 7 – *Trifolion medii*; 8 – *Festucion valesiaca*; 9 – *Stipion lessingiana*; 10 – *Centaureo carbonati-Koelerion talievii*; 11 – *Artemisio hololeucae-Hyssopion cretacei*, *Euphorbio cretophilae-Thymion cretacei*; 12 – *Festucion beckeri*; 13 – *Festuco-Pinio*; 14 – *Aceri tatarici-Quercion: Convallario-Pinetum*; 15 – *Aceri tatarici-Quercion: Melico picti-Aceretum tatarici*; 16 – *Scillo sibericae-Quercion roboris*; 17 – *Prunion fruticosae*; 18 – *Salicion cinerea*; 19 – *Alnion glutinosae*; 20 – *Alnion incanae*; 21 – *Salicion albae*.

C: Українські Карпати (Ukrainian Carpathians). 1 – *Asplenietea trichomanis*; 2 – *Elyno-Seslerietea*; 3 – *Juncetea trifidi*; 4 – *Calluno-Ulicetea*; 5 – *Nardo-Callunetea*; 6 – *Vaccinio-Piceetea*; 7 – *Roso pendulinae-Pinetea mugo*; 8 – *Quercio-Fagetea*.

D: петрофітні степи на кальцієвмісних субстратах (petrophytic steppes on calcium-containing substrates). 1 – *Bromo pannonici-Festucion csikhegyensis*; 2 – *Diantho lumnitzeri-Seslerion albicantis*; 3 – *Genisto tetragonae-Seslerion peucedanifoliae*; 4 – *Galio campanulati-Poion versicoloris*; 5 – *Bromopsido tauricae-Asphodelinion tauricae*; 6 – *Androsaco tauricae-Caricion humilis*; 7 – *Potentillo arenariae-Linion czernjaevii*; 8 – *Centaureo carbonatae-Koelerion talievii*

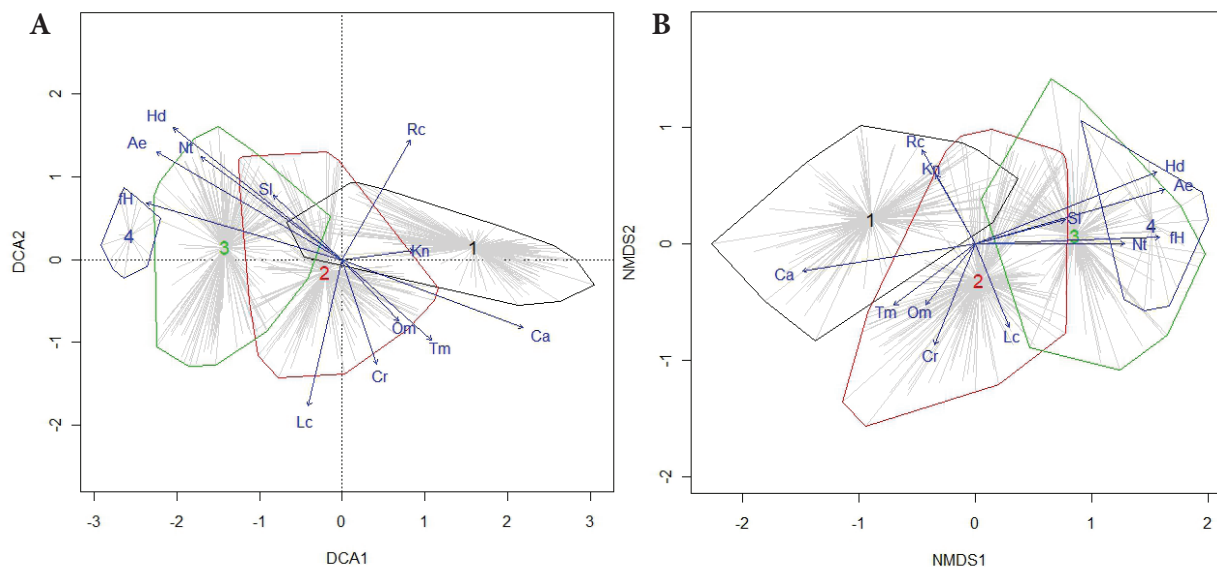


Рис. 7. Результати DCA (A) і NMDS (B) ординації для класів рослинності подів степової зони. Умовні позначення екологічних векторів відповідають позначенням екологічних шкал Я.П. Дідуха (Didukh, 2011)

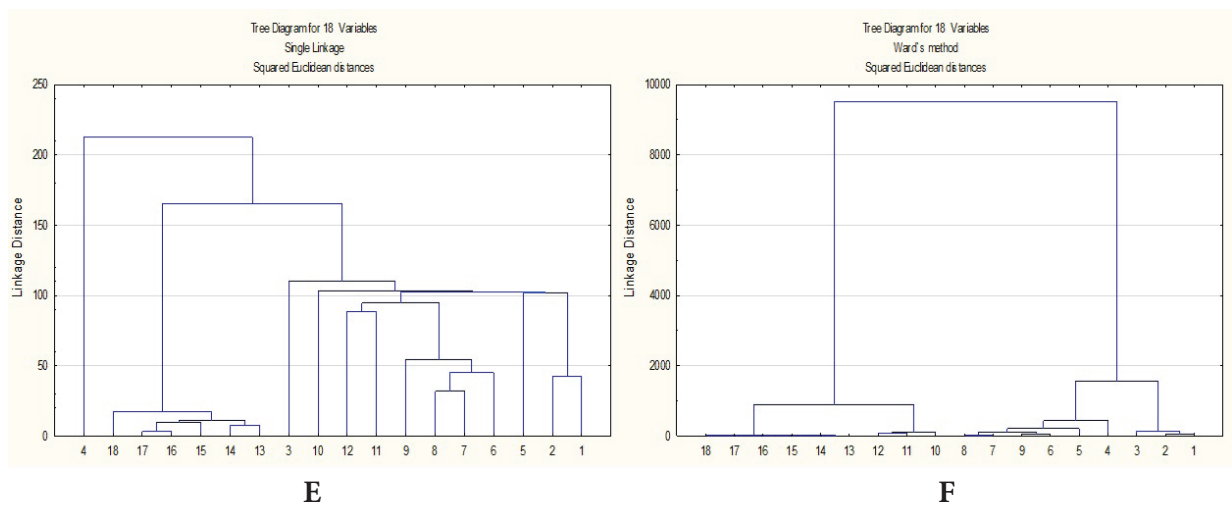
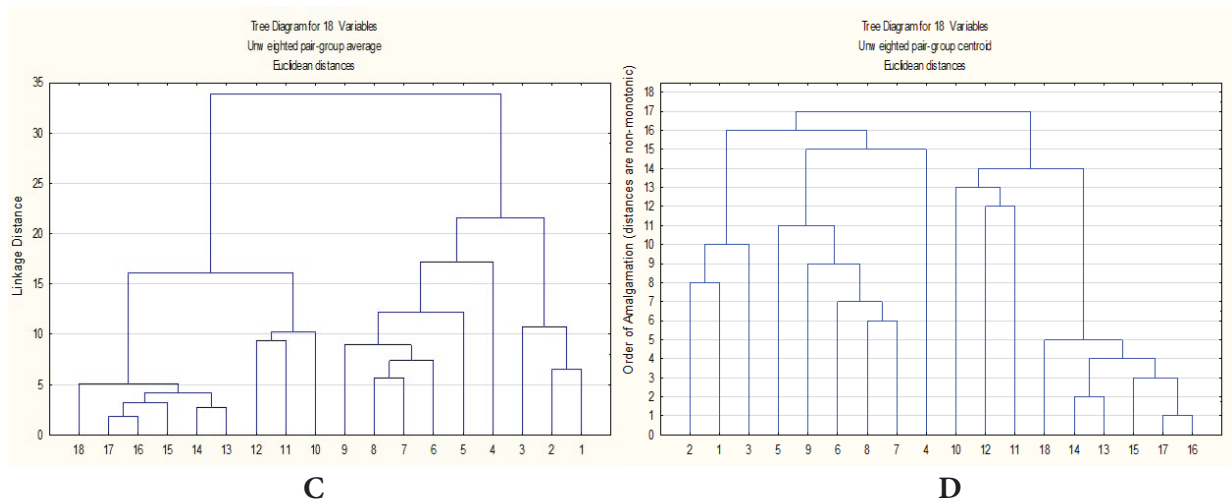
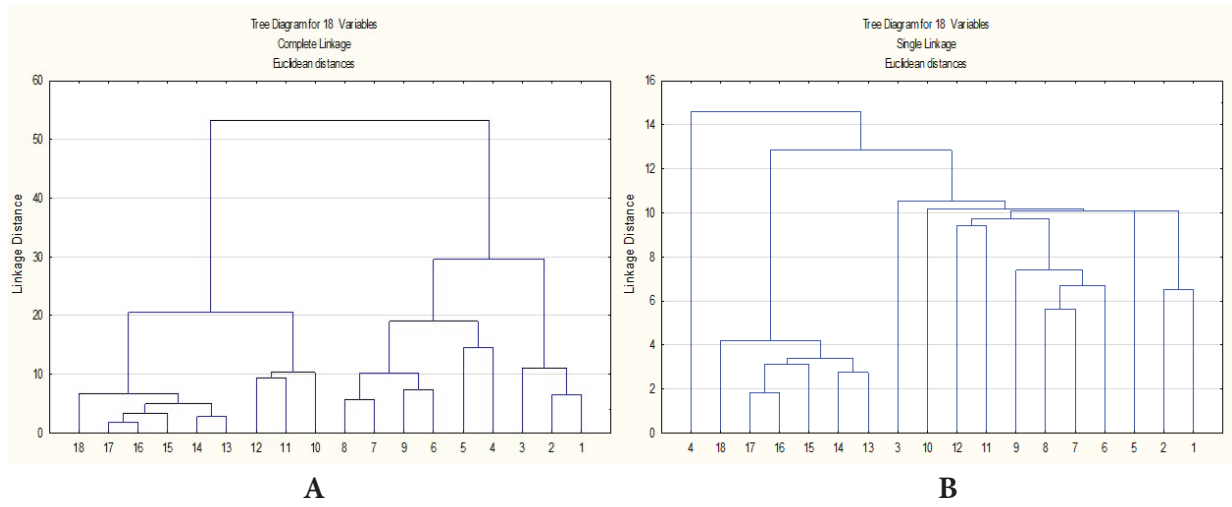
Fig. 7. Results of DCA (A) and NMDS (B) ordination for classes of Steppe Zone vegetation. Legend for ecological indicator values corresponds to the designations of ecological scales by Ya.P. Didukh (2011)

1 – *Festuco-Brometea*; 2 – *Molinio-Arrhenatheretea*; 3 – *Isoëto-Nanojuncetea*; 4 – *Festuco-Puccinellietea*

Як видно з наведених ординаційних діаграм, результати обох аналізів є досить подібними і всі союзи розташовуються вздовж першої ординаційної осі, до якої в обох випадках близькими є протилежно спрямовані вектори змінності зволоження і вмісту карбонатів у ґрунті. Також в обох випадках до другої ординаційної осі наближаються різноспрямовані вектори кислотності ґрунту та освітлення. Конфігурація ж інших векторів, а також екологічних амплітуд синтаксонів певною мірою відрізняється в цих двох аналізах.

Кластерний аналіз. Одним із найрозповсюдженіших методів кількісного аналізу є кластерний аналіз, який дозволяє відображати ступінь відмінності-подібності між об'єктами (системами) та їхнього поділу на різних ієрархічних рівнях, що використовувалися зі 1970-х років у порівняльній флористиці та систематиці. Це набуло широкого вжитку у геоботаніці і тепер така операція виконується за

допомогою відповідних програм. Існує кілька десятків (лише в DJUCE понад 50!) способів порівняння показників: евклідової, квадратної евклідової, Манхеттенської відстані, відстані Чебишева, коефіцієнта коереляції Пірсона тощо) з використанням методу найближчого сусіда, методу віддалених сусідів, методу незваженого попарного середнього, методу зваженого попарного середнього, незваженого центроїдний методу, зваженого центроїдного методу, методу Варда, що зображуються у вигляді дендрограм. Ці аналізи використовуються не тільки в синтаксономії для класифікації рослинності, а й для порівняння даних синфітоіндикації. На основі їхньої апробації ми дійшли висновку, що найоптимальнішим варіантом є метод Варда за оцінки евклідової дистанції, адже в даному випадку для оцінки відстаней між кластерами використовуються результати дисперсійного аналізу, який відображає позиції близько розташованих кластерів, що



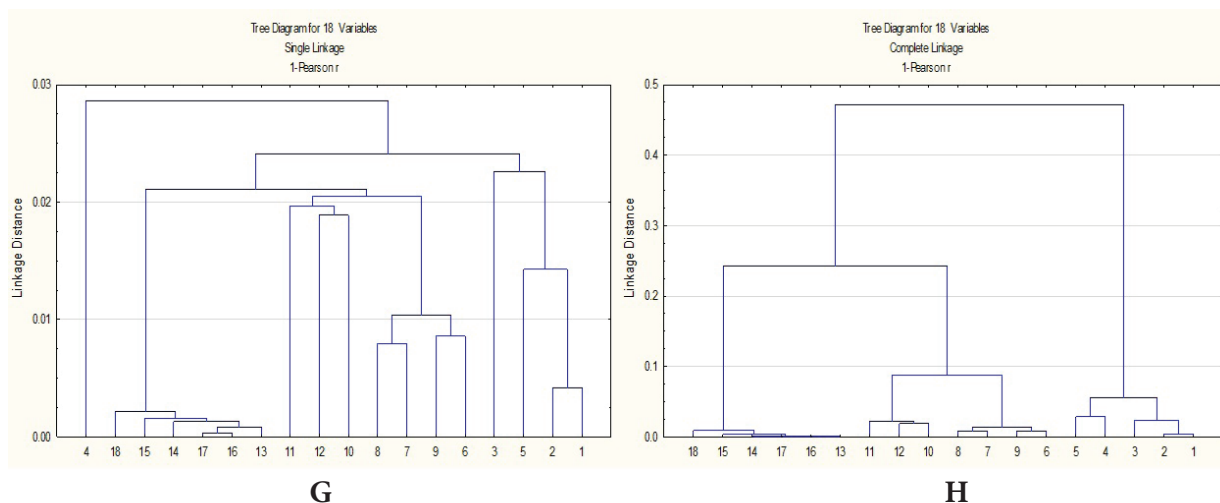


Рис. 8. Приклади зображення дендрограм екологічних показників різних регіональних одиниць, побудованих на основі використання різних методів (А–Н): 1 – Карпати (високогір'я); 2 – Карпати (макросхил); 3 – Шацький національний природний парк; 4 – національний природний парк Верхньодністровські Beskydy; 5 – Овруцько-Словечанський кряж; 6 – Київське плато; 7 – Сумський геоботанічний округ; 8 – Черкасько-Чигиринський геоботанічний район; 9 – Центральноподільський геоботанічний округ; 10 – Дністровський каньйон; 11 – Кодринський геоботанічний округ; 12 – басейн р. Красна; 13 – Гірськокарпатський геоботанічний округ; 14 – Севастопольський геоботанічний район; 15 – Бахчисарайсько-Ялтинський геоботанічний район; 16 – Сімферопольсько-Алуштинський геоботанічний район; 17 – Білогірсько-Привітнівський геоботанічний район; 18 – Судаксько-Феодосійський геоботанічний район

Fig. 8. Examples of dendrograms for ecological indicator values of regions, based on various methods (A–H): 1 – Carpathians (high mountains); 2 – Carpathians (macroslope); 3 – Shatsky National Nature Park; 4 – Upper Dniester Beskydy National Nature Park; 5 – Slovechne-Ovruch Ridge; 6 – Kyiv Loess Plateau; 7 – Sumy Geobotanical District; 8 – Cherkasy-Chyhyryn Geobotanical District; 9 – Central Podillya Geobotanical District; 10 – Dniester Canyon; 11 – Kodryna Geobotanical District; 12 – Krasna River basin; 13 – Mountain Crimea; 14 – Sevastopol Geobotanical District; 15 – Bakhchisarai-Yalta Geobotanical District; 16 – Simferopol-Alushta Geobotanical District; 17 – Bilohirsk-Pryvitne Geobotanical District; 18 – Sudak-Feodosia Geobotanical District

дуже зручно для розуміння ієрархії рослинних угруповань. Евклідова відстань дає змогу оцінити віддаленість між кластерами, що добре видно на дендрограмах, тоді як квадрат евклідової відстані не зовсім "працює", оскільки результати побудови дендрограми губляться та зливаються в одну суцільну лінію та не дають можливості оцінити відстані між кластерами, які репрезентують рослинні угруповання (рис. 8E, F). Метод найближчого сусіда (рис. 8B) дає уявлення про зчепленість лише за окремими найбільш подібними елементами, які виявились ближче один до одного. Заслуговує уваги також метод повного зв'язку (рис. 8A) (Didukh, Vashenyak, 2013), який ілюструє віддаленість

та несхожість, відмінність між об'єктами. Використання коефіцієнту кореляції Пірсона є виправданим лише за умови, що зв'язок між ознаками, які аналізуються, є лінійним, що не характерно для оцінки умов існування рослинних угруповань (рис. 8G, H). Метод незваженого попарного середнього (рис. 8C) відображає середню відстань між усіма парами об'єктів у кластерах і його результати, хоча дещо збігаються із дендрограмою за методом Варда, проте не відображають подібності між кластерами. Дендрограма з використанням незваженого центроїдного методу (рис. 8D), де за відстань між кластерами береться центр їхньої ваги, не працює у випадку з рослинними

угрупованнями, що характеризуються континуальним розподілом. Отже, нами, як і в Західній Європі (Ward, 1963; Kaufman, Rousseeuw, 2005), найбільш широко вживаним є метод Варда.

Принагідно зауважимо, що форма отриманих кластерів на рис. 8 є досить правильною, тобто зберігаються пропорційні відношення. У багатьох випадках коефіцієнти по осі Y відображають класичну пропорцію 1 : 2 : 4 : 16. Зокрема, у наведених прикладах показники мають значення, близькі до 1, 5, 10, 40, 80 або (рис. 9А) 1, 2, 6, 16, або 0,05, 0,1, 0,4 (рис. 9В), що характеризує правило "каскаду подвоєнь" (кожен наступний розподіл відбувається на рівні вдвічі вище, ніж попередній) і заслуговує окремого аналізу з позицій фрактальної геометрії.

Важливим аспектом аналізу дендрограм є оцінка розподілу об'єктів по осі X. Хоча дендрограма будується на основі аналізу системи (сукупності) факторів, але такий розподіл відображає значимість провідного фактора, який визначає диференціацію відповідної вибірки синтаксонів (біотопів) (рис. 9А). У першому випадку в широкій вибірці від Польських Татр, Українських Карпат і Гірського Криму зліва направо розподіл відображає зміну від сухих, термофільних, відкритих угруповань Гірського Криму (Kr18 – *Drypsidetea*, *Ptilostemonion echinocephali*; Kr17 – *Festuco-Brometea*, *Bromopso tauricae*, *Asphodelinetum tauricae*; Kr16 – *Alysso-Sedetetea*, *Drabo cuspidatae-Campanulion tauricae*; Kr12 – *Festuco-Brometea*, *Androsaco-Caricion humilis*; Kr15 – *Chenopodietea*, *Sisymbrietalia officinale*, *Bromo-Hordeion murine*; Kr14 – *Festuco-Brometea*, *Veronici multifidae-Stipion ponticae*) до високогірних угруповань альпійського поясу (Ta1 – *Loiseurio-Vaccinietea*, Ka8 – *Loiseleurio-Vaccinietea*, Ta4 – *Juncetea trifidi*, Ka4 – *Juncetea trifidi*). У середній частині спектру розміщені ліси. Тобто провідним для гірських систем є висотна зміна кліматичних характеристик, що визначають специфіку поясності.

Актуальним є питання щодо зміни форми дендрограм залежно від вибору ознак для порівняння та їхньої кількості. Співставлення дендрограм за фоновими показниками різних округів України, побудованих на основі даних 12 провідних екофакторів (рис. 8А–Н) та чотирьох різних факторів (рис. 10А, В), показало такий самий порядок розташування регіонів, однак при заміні кліматичного показника (Tm) на едафічний (Sl) степові регіони стають ближчими до південніших кримських, а при Tm – до північніших лісостепових регіонів, а кримські суттєво відмежовуються.

Крім наведених прикладів в геоботаніці при дослідженні топологічної диференціації використовують інші підходи та великий арсенал методів, на яких ми не зупинялися. Кожний метод має свої можливості, обмеження, не є універсальним і надійним. Вибір методів залежить від поставленої мети, а надійність результатів вимагає перевірки отриманих даних різними способами та їхнє порівняння.

Висновки

На основі всебічного та широкого аналізу підходів і кількісних методів обробки даних фітоіндикації наведено приклади, що ілюструють як ефективність використання одних методик, так і недоцільність використання інших. У результаті вибору та використання відповідних методів вдається відобразити важливі екологічні характеристики рослинних угруповань, оцінити характер їхньої топологічної диференціації, що відображають β-ценорізноманіття, а відтак використати такі дані з метою прогнозування, моделювання зміни та розвитку біоценозів. Серед широкого та різноманітного спектру сучасних методів слід орієнтуватись на ті, які дають відповідь на кінцевий результат, мету, яку повинен ставити фахівець. Разом з тим, використання різних методів, способів розрахунку дає можливість перевіряти достовірність результатів, виявляти помилки або причини їхніх відхилень. Для оцінки топологічної диференціації біотопів

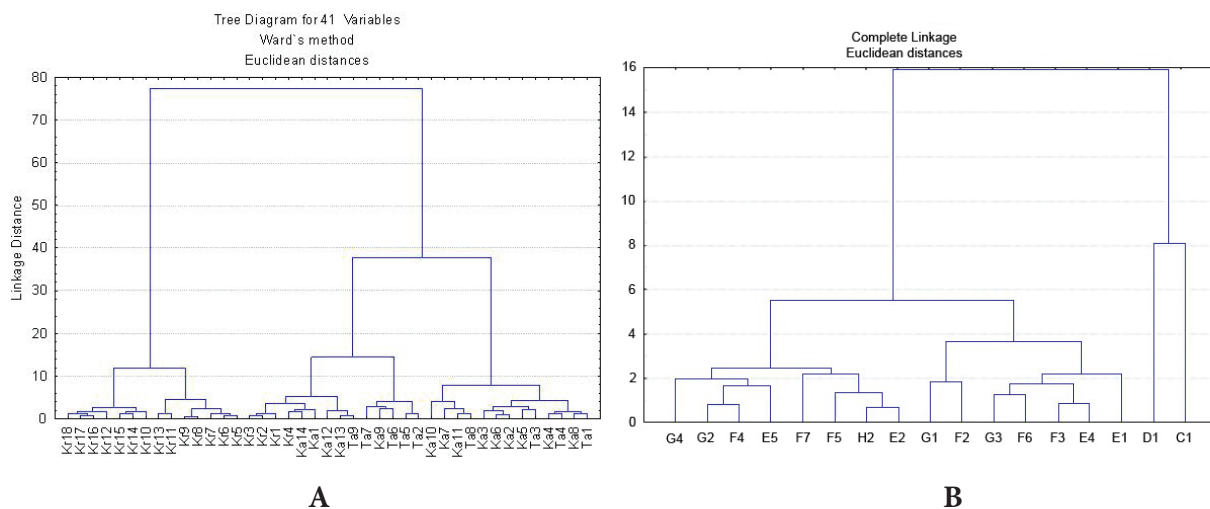


Рис. 9. Дендрограми, що відображають розподіл синтаксонів за характером змін екологічних показників для Польських Татр (Та), Українських Карпат (Ка) і Гірського Криму (Kr) (А) та біотопів Гірського Криму (В), побудовані на основі розрахунку евклідової дистанції за методом Варда

Fig. 9. Dendrograms reflecting the distribution of syntaxa according to the nature of changes in ecological indicators for the Polish Tatras, the Ukrainian Carpathians, and the Mountain Crimea (A) and biotopes of the Mountain Crimea (B), constructed based on calculation of the Euclidean distance using the Ward method

A: Ta1 – *Loiseurio-Vaccinietea*; Ta2 – *Tlaspietea rotundifolii*; Ta3 – *Salicetea herbacea*, Ta4 – *Juncetea trifidi*, Ta5 – *Elyno-Seslerietea*; Ta6 – *Asplenieta trichomanis*; Ta7 – *Mulgedio-Aconitetea*; Ta8 – *Vaccinio-Piceetea*; Ta9 – *Quercio-Fagetea*; Ka1 – *Asplenieta trichomanis*; Ka2 – *Tlaspietea rotundifolii*; Ka3 – *Salicetea herbacea*; Ka4 – *Juncetea trifidi*; Ka5 – *Carici rupestris-Kobresietea bellardii*; Ka6 – *Elyno-Seslerietea*; Ka7 – *Mulgedio-Aconitetea*; Ka8 – *Loiseleurio-Vaccinietea*; Ka9 – *Molinio-Arrhenatheretea*; Ka10 – *Calluno-Ulicetea*; Ka11 – *Vaccinio-Piceetea*; Ka12 – *Quercetea robori-petraeae*; Ka13 – *Quercio-Fagetea*; Ka14 – *Quercetea pubescenti-petraeae*; Kr1 – *Quercio-Fagetea, Dentario quinquefoliae-Fagion sylvaticae (Lathyro aurei-Fagetum)*; Kr2 – *Quercio-Fagetea, Dentario-Fagion (Ranunculo-Fraxinetum excelse)*; Kr3 – *Quercio-Fagetea, Dentario-Fagion (Lasero trilobi-Carpinetum betuli)*, Kr4 – *Quercio-Fagetea, Paeonio dauricae-Quercion petraeae*; Kr5 – *Quercetea pubescenti-petraeae, Carpino orientalis-Quercion pubescentis (Carici michelii-Quercetum pubescentis)*; Kr6 – *Quercetea pubescenti-petraeae, Elytrigio nodosae-Quercion pubescentis*; Kr7 – *Quercetea pubescenti-petraeae, Carpino orientalis-Quercion pubescentis (Physospermo-Carpinetum orientalis)*; Kr8 – *Erico-Pinetea, Carici humilis-Pinion kochiana*; Kr9 – *Erico-Pinetea, Brachypodio rupestris-Pinion pallasiana*; Kr10 – *Quercetea pubescenti-petraeae, Jasmino-Juniperion excelsae*; Kr11 – *Molinio-Arrhenatheretea, Arrhenatheretalia, Trifolio-Brizion elatioris, Helictotricho-Bistortion officinalis*; Kr12 – *Festuco-Brometea, Androsaco-Caricion humilis*; Kr13 – *Festuco-Brometea, Adonidi-Stipion tirsae*; Kr14 – *Festuco-Brometea, Veronici multifidae-Stipion ponticae*; Kr15 – *Chenopodietea, Sisymbrietalia officinale, Bromo-Hordeion murine*; Kr16 – *Alyssu-Sedetea, Drabo cuspidatae-Campanulion tauricae*; Kr17 – *Festuco-Brometea, Bromopso tauricae, Asphodelinetum tauricae*; Kr18 – *Drypsidetea, Ptilostemonion echinocephali*.

B: C1 – прісноводні біотопи; D1 – болотна та прибережно-водна рослинність; E1 – луки; E2 – степи; E3 – пустища; E4 – біотопи на відкладах осадових та кристалічних порід; E5 – саваноїди; F3 – листопадні чагарники на автогенних ґрунтах; F4 – нелистопадні чагарники; F5 – біотопи чагарників на алювіальних відкладах; F7 – фриганоїди; G1 – листяні ліси; G2 – хвойні ліси; G3 – мішані листяно-хвойні ліси; G4 – мішані листопадно-вічнозелені ліси; H2 – літотопи осадових карбонатних відкладів / C1 – freshwater habitats; D1 – reedbeds and marsh habitats; E1 – meadows; E2 – steppes; E3 – heath grasslands; E4 – habitats occurring on alkaline substrata; E5 – savannah-like habitats; F3 – deciduous shrubs on autogenous soils; F4 – nondeciduous shrubs; F5 – shrubs occurring on alluvial deposits; F7 – friganoids; G1 – deciduous forests; G2 – coniferous forests; G3 – mixed deciduous-coniferous forests; G4 – mixed deciduous-evergreen forests; H2 – lithohabitats on sedimentary carbonate deposits

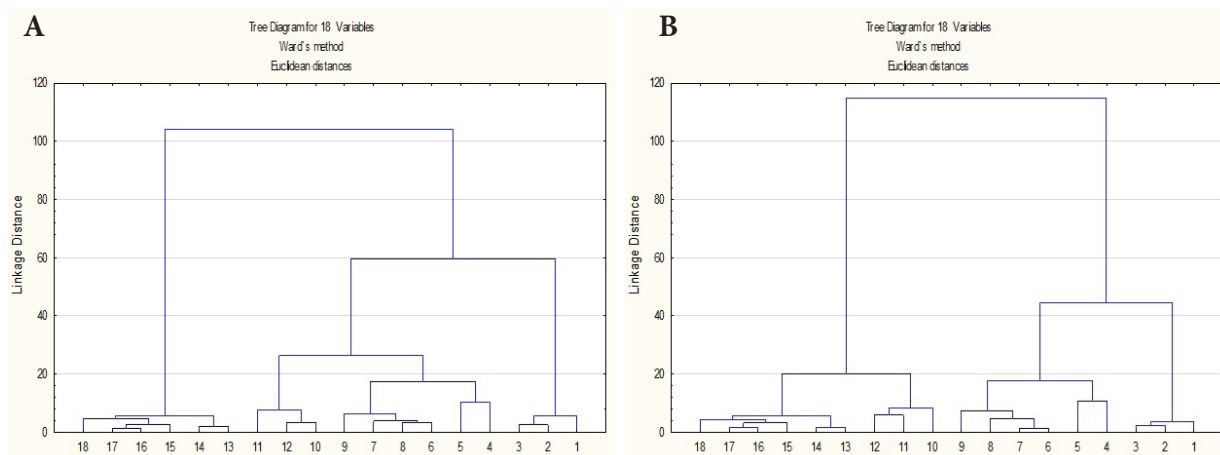


Рис. 10. Зміна структури дендрограм екологічних показників регіонів залежно від кількості екофакторів та їхньої заміни. А: поєднання екологічних факторів Hd, Nt, Rc, Tm; В: поєднання екологічних факторів Hd, Rc, Nt, Sl. Позначення див. на рис. 8

Fig. 10. Changes in the structure of ecological indicator values dendrograms depending on the indicators number and their replacement. A: combination of Hd, Nt, Rc, Tm ecological indicator values; B: combination of Hd, Rc, Nt, Sl ecological indicator values. See legend in Fig. 8

нами апробовано методи графічного та статистичного аналізів (безтрендовий аналіз відповідностей, кластерний аналіз, побудова циклограм, дендрограм, кореляційних взаємозв'язків), які відображають характеристики рослинних угруповань (біотопів), складність і різноманітність зв'язків між ними та зовнішніми чинниками. Разом із тим, представлені методи не вичерпуються наведеним переліком аналізу даних, оцінка яких може охоплювати від центично-видового до екосистемного рівня.

Такий фактичний матеріал еколого-ценотичних досліджень є основою кількісної оцінки типологічної (синтаксономічної), топологічної та регіональної диференціації, тобто оцінки α -, β -, γ -ценорізноманіття. Ці кількісні показники ознак, характеристик рослинних угруповань знаходять використання при класифікації та оцінці біотопів, їхньої ландшафтної структури (екомер), районування (екохор), розвитку, стійкості до впливу зовнішніх чинників, прогнозування та моделювання змін

рослинного покриву. Можна очікувати, що у перспективі геоботаніки будуть розробляти, удосконалювати та ширше використовувати сучасні методика, підходи інших зокрема математико-кібернетичних дисциплін, оскільки багато нагальних екологічних питань, пов'язаних із нелінійним розвитком, емерджентною зміною властивостей екосистем, пошуком критичних порогів, не вдається розв'язати традиційними методами.

Дотримання етичних норм

Автори повідомляють про відсутність будь-якого конфлікту інтересів.

ORCID

Я.П. Дідух: <https://orcid.org/0000-0002-5661-3944>
 Ю.А. Вашеняк: <https://orcid.org/0000-0003-1020-3007>
 А.А. Куземко: <https://orcid.org/0000-0002-9425-2756>
 Ю.В. Розенбліт: <https://orcid.org/0000-0002-8516-3823>
 О.О. Чусова: <https://orcid.org/0000-0002-8081-9918>

Список посилань

- Brockett R.W. 1978. Feedback Invariants for Nonlinear Systems. *IFAC Proceedings Volumes*, 11(1): 1115–1120. [https://doi.org/10.1016/S1474-6670\(17\)66062-2](https://doi.org/10.1016/S1474-6670(17)66062-2)
- Cheng J., Edwards L.J., Maldonado-Molina M.M., Komro K.A., Muller K.E. 2010. Real longitudinal data analysis for real people: Building a good enough mixed model. *Statistics in Medicine*, 29: 504–520. <https://doi.org/10.1002/sim.3775>
- Dengler J., Hüllbusch E., Bitá-Nicolae C., Chytrý M., Didukh Y., Diekmann M., Dierschke H., Englisch T., Ermakov N., Feldhaar H., Fosaa A. M., Frank D., Gillet F., Guarino R., Hennekens S., Hill M., Jelaska S., Jiménez-Alfaro B., Julve P., Kaçki Z., Karrer G., Nobis P., Ozinga W., Pignatti S., Raus T., Řezníčková M., Ruprecht E., Šilc U., Steinbauer M., Theurillat J.-P., Tichý L., Jansen F. 2016. In: *Ecological Indicator Values (EIVE) 1.0: a powerful open-access tool for vegetation scientists*: 25th EVS Meeting (Roma 6–9 April 2016) <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.36391.34728>
- Didukh Ya.P. 1995. Структура класифікаційних одиниць рослинності у її таксономічеських категоріях. *Екологія і ноосферологія*, 1(1–2): 56–73. [Дідух Я.П. 1995. Структура класифікаційних одиниць рослинності і її таксономічеські категорії. *Екологія і ноосферологія*, 1(1–2): 56–73].
- Didukh Ya.P. 2011. *The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication*. Kyiv: Phytosociocentre, 176 pp.
- Didukh Ya.P. 2020. In: *Klasyfikatsiya roslynnosti ta biotopiv Ukrainy: materialy chetvertoi naukovo-teoretychnoi konferentsii*. Kyiv, pp. 6–13. [Дідух Я.П. Методологічні основи оцінки диференціації біотопів 2020. У зб.: *Класифікація рослинності та біотопів України: матеріали четвертої науково-теоретичної конференції* (Київ, 25–26 березня 2020 р.). Київ, с. 6–13].
- Didukh Ya.P., Budzhak V.V. 2020. *Prohrama dlya avtomatyzatsii protsesu rozrakhunku balnykh pokaznykiv ekolohichnykh faktoriv: metodychni rekomendatsii*. Chernivtsi: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, 40 pp. [Дідух Я.П., Буджак В.В. 2020. *Програма для автоматизації процесу розрахунку бальних показників екологічних факторів: методичні рекомендації*. Чернівці: Вид-во Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, 40 с.].
- Didukh Ya.P., Rosenblit Yu.V. 2022. Ecological and topological differentiation of biotopes in the Mountain Crimea. *Ukrainian Botanical Journal*, 79(4): 221–245. [Дідух Я.П., Розенбліт Ю.В. 2022. Еколого-топологічна диференціація біотопів Гірського Криму. *Український ботанічний журнал*, 79(4): 221–245]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.221>
- Didukh Ya.P., Sokolenko U.M. 2014. Ecological differentiation of the biotopes of Karabi-yaila (Crimean Mountains). *Ukrainian Botanical Journal*, 71(2): 127–139. [Дідух Я.П., Соколенко У.М. 2014. Екологічна диференціація біотопів Карабі-Яйли (Гірський Крим). *Український ботанічний журнал*, 71(2): 127–139]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj71.02.127>
- Didukh Ya.P., Vasheniak I.A. 2013. Ecological and geobotanical zoning of Central Podillya. *Ukrainian Botanical Journal*, 70(6): 715–722. [Дідух Я.П., Вашеняк Ю.А. 2013. Еколого-геоботанічне районування Центрального Поділля. *Український ботанічний журнал*, 70(6): 715–722]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj70.06.715>
- Didukh Ya.P., Pliuta P.G., Karkutsiev G.M. 1993. Ekolohichni rezhymy fitotsenoziv na mezhi: Volynske Plato – M. Polissya – Kremenetski hory. *Ukrainian Botanical Journal*, 50(5): 23–34. [Дідух Я.П., Плюта П.Г., Каркуцієв Г.М. 1993. Екологічні режими фітоценозів на межі: Волинське Плато – М. Полісся – Кременецькі гори (Рівненська обл., Україна). *Український ботанічний журнал*, 50(5): 23–34].
- Didukh Ya.P., Mala Y.I., Pashkevich N.A., Fitsailo T.V., Khodosovtsev O.E. 2016. *Biotopes of the Crimean Mountains*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: TOV NVP Interservis, 292 pp. [Дідух Я.П., Мала Ю.І., Пашкевич Н.А., Фіцайло Т.В., Ходосовцев О.Є. 2016. *Біотопи Гірського Криму*. Ред. Я.П. Дідух. Київ: ТОВ "НВП Інтерсервіс", 292 с.].
- Elith J., Leathwick J.R. 2009. Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40(1): 677–697. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120159>
- Ellenberg H., Leuschner C. 2010. Zeigerwerte der Pflanzen Mitteleuropas. In: *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 262 pp.
- Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulißen D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*, 18: 1–258.
- ISSN 2415-8860. *Український ботанічний журнал*. 2023. 80(1)

- Handbook of vegetation science. Pt 5. Ordination and classification of vegetation.* 1973. Ed. R.H. Whittaker. Hague: Dr. W. Junk B.V., 737 pp.
- Hill M.O., Gauch H.G. 1980. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. *Vegetatio*, 42: 47–58.
- Honcharenko I.V. 2017. *Phytoindication of anthropogenic factor.* Ed. I.V. Honcharenko. Dnipro: Serednyak, 127 pp. [Гончаренко І.В. 2017. *Фітоіндикація антропогенного навантаження.* Ред. І.В. Гончаренко. Дніпро: Середняк Т.К., 127 с.].
- Isidori A. 1989. Elementary theory of nonlinear feedback for multi-input multi-output systems. In: *Nonlinear Control Systems. Communications and Control Engineering Series.* Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 234–228. https://doi.org/10.1007/978-3-662-02581-9_5
- Jongman R.H.G., Ter Braak C.J.F., Van Tongeren O.F.R. 1995. *Data analysis in community and landscape ecology.* Cambridge: Cambridge University Press, 212 pp.
- Kaufman L., Rousseeuw P. 2005. *Finding Groups in Data: An Introduction to a Cluster Analysis.* New York. Wiley, 342 pp.
- Kröner E. 1973. Zur klassischen Theorie statistisch aufgebauter Festkörper. *International Journal of Engineering Science*, 11: 1–171.
- Kruskal J.B. 1964a. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika*, 29: 1–27.
- Kruskal J.B. 1964b. Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. *Psychometrika*, 29: 115–129.
- Liubishchev O. 1923. О форме естествоноу системы организмов. *Izvestiya biologicheskogo NII pri Permskom universitete*, 2(3): 99–110. [Любищев О. О форме естественной системы организмов. *Известия Биологического НИИ при Пермском университете*, 2(3): 99–110].
- Mayr E. 1974. *Populations, species and evolution.* Cambridge: Harvard University Press, 453 pp.
- Mirkin B.M., Rozenberg G.S. 1978. *Fitotsenologiya. Printsipy i metody.* Moscow: Nauka, 212 pp. [Миркин Б.М., Розенберг Г.С. 1978. *Фитоценология. Принципы и методы.* Москва: Наука, 212 с.].
- Mordecia A. 2003. *Nonlinear Programming: Analysis and Methods.* Mineola, New York: Dover Publishing, 512 pp.
- Nijmeijer H., van der Schaft A. 1990. Controlled invariance and decoupling for general nonlinear systems. In: *Nonlinear Dynamical Control Systems.* New York, NY: Springer, pp. 365–397. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2101-0_13
- Ramenskiy L.G. 1938. *Vvedenie v kompleksnoe pochvenno-geobotanicheskoe issledovanie zemel.* Moscow: Selkhozgiz, 620 pp. [Раменский Л.Г. 1938. *Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель.* Москва: Сельхозгиз, 620 с.].
- Shapoval V., Kuzemko A. 2021. Syntaxonomy of steppe depression vegetation of Ukraine. *Vegetation Classification and Survey*, 2: 87–108. <https://doi.org/10.3897/VCS/2021/62825>
- Shepard R.N. 1962. The analysis of proximities: multidimensional scaling with an unknown distance function. *Psychometrika*, 27: 125–139.
- Shepard R.N. 1966. Metric structures in ordinal data. *Journal of Mathematical Psychology*, 3: 287–315.
- Tichý L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 13(3): 451–453. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x>
- Ward J. H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58: 236–244.
- Westphal L.C. 2001. Linearization methods for nonlinear systems. In: *Handbook of Control Systems Engineering.* Book series *The Springer International Series in Engineering and Computer Science.* Vol. 635. Boston, MA: Springer, pp. 745–806. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1533-3_33
- Whittaker R.H. 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biological Reviews*, 49: 207–264.

Ya.P. DIDUKH¹, Yu.A. VASHENIAK¹, A.A. KUZEMKO¹, Yu.V. ROSENBLIT¹, O.O. CHUSOVA¹

¹ M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Science of Ukraine,

² Tereshchenkivska Str., Kyiv 01601, Ukraine

Methodological aspects of synphytoindication analysis of topological differentiation of biotopes

Abstract. The advantages and disadvantages of some most common methods of quantitative analysis used in processing of synphytoindication data were analyzed. These methods enabled reflection of important ecological characteristics of plant communities and assessment of the nature of their topological and regional differentiation characterizing α -, β -, γ -diversity. We also examined current debatable issues regarding the use of scales of ecological indicator values and methods of their correct comparison based on bringing to a single "denominator". The visual aspects of the gradient analysis used in assessment of topological differentiation of habitats based on the establishment of various types (vector, combinative and complex) of ecological and coenotic profiles are considered. We focused our attention on the application of optimal models of ordination methods (detrended correspondence analysis – DCA, non-metric multidimensional scaling – NMDS). The use of cluster analysis reflected in various methods of dendrogram constructing was evaluated. The analysis of the above methods allows us to evaluate the efficiency of their use in various aspects of synphytoindication techniques. This allows us to use such data for forecasting and modeling biocoenoses changes and development, for assessment and classification of biotopes, landscape structure (ecomer), zoning (ecochor), as well as for evaluation of the resistance of vegetation to the influence of external factors. The methods and approaches of mathematics and cybernetics are expected to be more widely used in geobotany in the future, since many pressing ecological issues related to non-linear development, emergent changes in the ecosystems properties and search for critical thresholds cannot be solved in a traditional way.

Keywords: cluster analysis, dendrogram, ecological scales, environmental factors, habitat, methods of ordination, synphytoindication, topological differentiation, vegetation



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.01.084>

RESEARCH ARTICLE

Еколого-ценотична характеристика "докучаєвських" лісосмуг Кіровоградської області

Поліна А. ГЕТЬМАН 

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська 2, Київ 01602, Україна

Адреса для листування: poli-getman@ukr.net

Реферат. На основі методів поперечних трансект і фітоіндикації наведено результати аналізу еколого-ценотичного стану "докучаєвських" полезахисних лісосмуг та їхніх закрайків у межах Кіровоградської області. У результаті аналізу екологічних особливостей захисних лісосмуг показано поєднання різних екологічних умов, які характеризують умови формування рослинного покриву. Подано опис сучасного стану угруповань лісосмуг. Виявлено регіонально рідкісний вид рослин Кіровоградської області – *Convallaria majalis*. Встановлено, що досліджені лісосмути сформовані в лісо-лучних та лісо-степових умовах. Аналіз ценотичних особливостей всіх досліджених лісосмуг засвідчив, що вони мають подібний видовий склад і структуру угруповань. "Докучаєвські" лісосмути потребують подальших моніторингових досліджень зміни структури насаджень, розповсюдження та появи нових видів рослин, відслідковування змін екологічного та санітарного стану.

Ключові слова: екотоп, лісосмуга, природно-заповідний фонд України, трансекта, фітоіндикація

Вступ

Полезахисні лісові смуги – це штучні насадження лінійного типу, створені для захисту сільськогосподарських угідь від негативного впливу природних та антропогенних факторів (Pravulya..., 2020). Ідея захисту полів та садіб лісовими насадженнями виникла у землеробів посушливої степової зони. Було відмічено, що врожай сільськогосподарських культур у Степу та Лісостепу був вищий поблизу лісів. Такі спостереження нашоухнули землевласників висаджувати дерева смугами для захисту землі від ерозії та отримання стабільних врожаїв (Lazurenko, Cherpurda, 2015).

На основі результатів власних досліджень В.В. Докучаєв запропонував комплекс заходів з охорони ґрунтів від ерозії та розробив програму боротьби з нею, яка не втратила

свого значення та актуальності (Helevera, Tymokhina, 2011). Таким чином було здійснено насадження ґрунтозахисних лісосмуг, які являють собою цікавий лісомеліоративний об'єкт кінця ХІХ століття, відомий як "докучаєвські лісосмути" (Andriyenko et al., 1999). Мета висадження цих лісосмуг була комплексною: побороти пилові бурі, підвищити врожайність сільськогосподарських культур, змінити мікроклімат агроландшафту. Такі лісосмути мають велику цінність для вивчення захисних властивостей лісонасаджень, його впливу на підвищення врожайності, а також як досвід зі створення захисних смуг у степу. Завдяки полезахисним лісосмугам вдається затримати вітрові потоки та вологу в ґрунтах (Rybak, Myrza-Sidenko, 2019).

Article history. Submitted 25 July 2022. Revised 02 December 2022. Published 12 April 2023

Citation. Hetman P.A. 2023. Ecological and coenotic characteristics of the Dokuchaev windbreaks and shelterbelts of Kirovohrad Region. *Ukrainian Botanical Journal*, 80(1): 84–93. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.01.084>

This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

"Докучаєвські" лісові смуги є унікальними лісомеліоративними об'єктами, увага до яких була систематичною. Вплив лісосмуг на мікроклімат прилеглих полів, ґрунтову родючість та урожай сільськогосподарських культур досліджував С.Т. Мусієнко (1949–1952 рр.), вплив лісових смуг на родючість ґрунтів вивчав М.Ф. Галюк (1957–1958 рр.), остаточні висновки щодо зазначених впливів були опубліковані у працях Є.С. Чеботарьова (1957 р.), С.Т. Мусієнко (1958 р.) та М.Ф. Галюк (1961 р.) (за Lazurenko, Cherurda, 2015).

Рішенням Кіровоградського облвиконкому № 577 від 30.12.1968 з метою збереження полезахисних лісових смуг, створених за проектом В.В. Докучаєва, і таких, що мають велику наукову цінність, було створено ботанічні пам'ятки природи місцевого значення: "Полезахисна лісова смуга № 1", "Полезахисна лісова смуга № 2", "Полезахисна лісова смуга № 3", "Полезахисна лісова смуга № 4" (Myrza-Sidenko, 2017).

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю детального вивчення екологічного стану захисних лісосмуг та їхніх закрайків на основі комплексних методів (методи поперечних трансект та фітоіндикації) для подальшого моніторингу видового та ценотичного багатства, встановлення екологічних закономірностей формування захисних лісових смуг і запровадження шляхів їхнього відновлення та оптимізації

Мета полягає у дослідженні еколого-ценотичної характеристики "докучаєвських" полезахисних лісосмуг, як еталонних об'єктів порівняння стану регіональних лісосмуг.

Матеріали та методи

Польові дослідження проводили наприкінці червня 2021 р., було зроблено 120 повних геоботанічних описів полезахисних лісосмуг та їхніх закрайків, закладено 40 еколого-ценотичних профілів (на кожну лісосмугу зроблено по 10 профілів). Геоботанічний опис полезахисних лісосмуг та їхніх закрайків

проводився окомірним методом. Під час опису вказували місцезнаходження лісосмуги, координати, ширину та довжину лісосмуги за допомогою Google Maps (<https://www.google.com/maps/>), кількість рядів, визначали тип, конструкцію (щільна, продувна, ажурна, ажурно-продувна). Визначали розташування лісосмуг у просторі за допомогою компасу, рулеткою вимірювали довжину міжрядь, відстань між головним породами та діаметр стовбура дерев, використовуючи окомірний метод вказували висоту дерев, зімкнення крон, ярусність, проективне покриття чагарникового та трав'яного ярусу, наявність молодого підросту та повний флористичний склад лісосмуг. Еколого-ценотичне профілювання лісосмуг та їхніх закрайків проводили методом трансект. Цей метод був адаптований до об'єкту дослідження, тому трансекти визначалися поперековим зрізом – "закрайок-лісосмуга-закрайок". Кожен профіль складався з 3 описів (загалом 120 описів). Проведено статистичну обробку та уніфікацію даних для репрезентативної візуалізації профілів (4 профілі). Екологічна характеристика надана за результатами обробки геоботанічних описів методом фітоіндикації (Didukh, Plyuta, 1994; Didukh et al., 2000; Didukh, 2011). Також методом фітоіндикації визначали такі екологічні та едафічні характеристики: вологість ґрунту (Hd), загальний сольовий режим ґрунту (трофність) (Sl), кислотність ґрунту (Rc), вміст мінерального азоту (Nt) та вміст карбонатів (Ca) у ґрунті, термічний режим (Tm), континентальність (Kn), морозність (криорежим) (Cr), освітленість (Lc) та аридність-гумідність (омброрежим) (Om). За допомогою комп'ютерної програми Turboveg 2.79 (Hennekens, Schaminée, 2001) створено базу даних. Визначали наявність регіонально рідкісних видів (Andriyenko, Peregrum, 2012).

Об'єктом дослідження є 4 "докучаєвські" полезахисні лісосмуги, що розташовані у межах урочища "Докучаєвські лісосмуги" Оникіївського лісництва Новоукраїнського району Кіровоградської області. Простягаються з північного заходу на південний схід

перпендикулярно автошляху М30 (Стрий – Тернопіль – Кропивницький – Знамянка – Луганськ – Изварине). За геоботанічним районуванням лісосмуги знаходяться в степовій зоні Бузько-Дніпровського (Криворізький) округу різнотравно-злакових степів, байрачних лісів та рослинності гранітних відслонень (National..., 2007). За фізико-географічним розташуванням вони належать до Південно-придніпровської східно-височинної області (National..., 2007). Загальна площа полезахисних смуг складає 43,5 га (Andriyenko et al., 1999).

Згідно до таксаційного опису Оникіївського лісництва, "Полезахисна лісова смуга № 1" має характеристику головних порід як 6ДЗ4ЯЗ+БРС, "Полезахисна лісова смуга № 2" – 9ДЗ1ЯЗ, "Полезахисна лісова смуга № 3" – 8ЯЗ2ДЗ, "Полезахисна лісова смуга № 4" – 8ЯЗ2ДЗ (ДЗ – дуб звичайний; ЯЗ – ясен звичайний; БРС – берест) (Taksatsiyuni opys..., 2020).

Результати та обговорення

"Полезахисна лісова смуга № 1" (лісосмуга № 1) створювалась за деревно-тіньовим типом з використанням *Quercus robur* L., *Fraxinus excelsior* L. та *Ulmus minor* Mill. Лісосмуга має довжину 3259 м, ширину 46 м, площу 14 га. За конструкцією є щільною. Кількість рядів у смугі – 22. Відстань між деревами у ряді – 0,75 м, міжряддя – 1,5 м. *Ulmus minor* був видалений в ході догляду за допомогою вирубок і відновлювався лише в середній та південній частині захисної лісосмуги. Висота головних порід – 28–25 м. Характерною особливістю цієї лісосмуги є те, що захисну висоту формують дерева *F. excelsior*. Перший деревний ярус ценозу складають *Q. robur* та *F. excelsior*, зімкненість крон 0,6; другий деревний ярус – *U. minor* (0,4); підріст представлений *Acer tataricum* L., *Morus nigra* L. та *Aesculus hippocastanum* L. (0,1); чагарниковий ярус відсутній; трав'яний ярус ценозу (проективне покриття 15%) – *Galium aparine* L., *Chelidonium majus* L., *Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve, *Elytrigia*

repens (L.) Gould, *Lamium maculatum* (L.) L., *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara & Grande, *Geum urbanum* L. та *Stellaria media* (L.) Vill.

"Полезахисна лісова смуга № 2" (лісосмуга № 2) має 19 рядів довжиною 3492 м, її ширина – 46 м, площа – 16 га. Конструкція захисної лісосмуги щільна. Ширина поля між першою та другою смугою складає 1370 м, що за сучасними чинними нормативами не відповідає оптимальним значенням (Pravyla..., 2020). При створенні смуги застосовувався деревно-чагарниковий тип, були використані *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior* та *Caragana arborescens* Lam. Як і в першому випадку, *Ulmus minor* був видалений, але не поновився. Деревостан ценозу сформований чистим *Q. robur*, що на поодиноких ділянках як виключення має у складі *F. excelsior*. Висота лісосмуги не перевищує 25–26 м. Чагарниковий ярус надзвичайно добре розвинутий. Перший деревний ярус формують *Q. robur* (0,7) та поодинокі особини *F. excelsior*; чагарниковий ярус (15–20%) – *Prunus stepposa* Kotov (*Prunus spinosa* L. sensu lato), *Caragana arborescens* Lam., *Sambucus nigra* L., *Euonymus europaeus* L.; трав'яний ярус (10–20%) – *Fumaria officinalis* L., *Chelidonium majus*, *Galium aparine*, *Geum urbanum*, *Ballota nigra* L.

"Полезахисна лісова смуга № 3" (лісосмуга № 3) складається з 20 рядів, має довжину 2497 м, ширину 40 м. Ширина міжсмугового поля між лісосмугами № 2 та № 3 – 700 м. Висота головних порід не перевищує 25–26 м. Це деревно-чагарниковий тип. Для створення лісосмуги були використані *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Caragana arborescens*. Перший деревний ярус ценозу представлений *Q. robur* та *F. excelsior* (0,7); другий деревний ярус – *Gleditsia triacanthos* L. (0,5); чагарниковий ярус (5–10%) – *C. arborescens*, підріст – *Acer campestre* L. (0,5–1%), *Morus nigra* (0,5%); трав'яний ярус (10%) – *Galium aparine*, *Chelidonium majus*, *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.

"Полезахисна лісова смуга № 4" (лісосмуга № 4) складається з 21 ряду, має довжину 1131 м, ширину 40 м. Висота деревостану лісосмуги сягає 25–26 м. Конструкція даної

захисної лісосмуги (деревно-тіньового типу) – щільна. Її склад представлений таким чином: перший деревний ярус – *Q. robur* та *F. excelsior* (0,6); другий ярус – *U. minor* (0,4); підріст – *Acer platanoides* L. (0,1); чагарниковий ярус (2–8%) – *Euonymus europaeus*, *Crataegus monogyna* Jacq., *Prunus stepposa*; трав'яний ярус (20%) – *Galium aparine*, *Chelidonium majus*, *Leonurus quinquelobatus* Gilib., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Geum urbanum*, *Lamium maculatum*, *Fallopia convolvulus*, *Elytrigia repens*, *Convallaria majalis* L. (регіонально рідкісний вид (Andriyenko, Peregrym, 2012)).

Згідно до таксаційного опису, характеристика деревостану співпадає з даними, отриманими під час наших досліджень.

Екологічна характеристика рослинного покриву

За допомогою методу фітоіндикації (Didukh, Plyuta, 1994; Didukh et al., 2000; Didukh, 2011) здійснено аналіз екологічного стану рослинного покриву чотирьох полезахисних лісосмуг та їхніх закрайків, екологічна характеристика надана за 11 екологічними факторами (рис. 1).

Аналіз екологічних показників досліджуваних лісосмуг та їхніх закрайків за фактором вологості (Hd) показав, що всі чотири лісосмуги мають умови свіжих лісо-лучних екотопів з повним промочуванням кореневмісного шару ґрунту опадами і талими водами – мезофітні умови. Але на рис. 1А видно, що фітоценози закрайків відрізняються від фітоценозу лісосмуги і мають субмезофітні умови – сухуваті лісо-лучні екотопи з помірним промочуванням кореневмісного шару ґрунту. Також для усіх лісосмуг характерні гемігідроконтрастобні умови – екотопи з помірно нерівномірним зволоженням кореневмісного шару ґрунту. На рис. 1А, В, D помітно кореляцію між екологічними показниками лісосмуг та їхніх закрайків. Цим закрайкам

притаманні гемігідроконтрастобні умови (нерівномірне зволоження).

Велике значення для розвитку рослин, окрім оптимального гідрологічного режиму, має достатнє забезпечення мінеральними сполуками, насамперед відповідного загальносольового режиму. Аналіз результатів досліджуваних лісосмуг та їхніх закрайків за трофоморфами (Sl) показав, що вся рослинність приурочена до ґрунтів, що збагачені солями із вмістом HCO_3^- 4–16 мг/100 г ґрунту, в деяких типах ґрунтів є залишки SO_4^{2-} та Cl^- – семіевтрофні умови. Але для закрайка 2 лісосмуги № 2 характерні евтрофні умови – багаті, найкраще забезпечені солями чорноземи при відсутності ознак засоленості (HCO_3^- 30–50 мг/100 г ґрунту, SO_4^{2-} , залишок Cl^-).

Екотопи досліджених захисних лісосмуг та їхніх закрайків мають нітрофілні умови (відносно забезпечені мінеральним азотом ґрунти (0,3–0,4%)). Проте угруповання другого закрайка лісосмуги № 4 має гемінітрофілні умови, тобто відносно бідні на мінеральний азот ґрунти (0,2–0,3%). Також аналіз показав, що угруповання всіх чотирьох захисних лісосмуг та їхніх закрайків характеризується акарбонатобільними умовами (нейтральні екотопи, що витримують незначний вміст карбонатів у ґрунті (CaO, MgO = 0,5–1,5%, сірі ґрунти, солонці). За показниками освітлення (Lc) досліджені лісосмуги мають гемісциофітні умови (напівтіньові), а їхні закрайки – субгеліофітні умови (напівосвітлені).

Аналіз термоморф (Tm) показав, що більшість досліджених лісосмуг та їхніх закрайків характеризуються субмезотермними умовами (екотопи з кількістю тепла 40–50 ккал/см²), але на графіку на рис.1В помітно, що для другого закрайка лісосмуги № 2 характерні субмікротермні умови (30–40 ккал/см²). Результати аналізу кріорежиму (Cr) показали, що екотопи з угрупованнями чотирьох лісосмуг сформовані в гемікріофітних умовах (–6...–2 °C), а обидвох закрайків всіх чотирьох лісосмуг в субкріофітних умовах

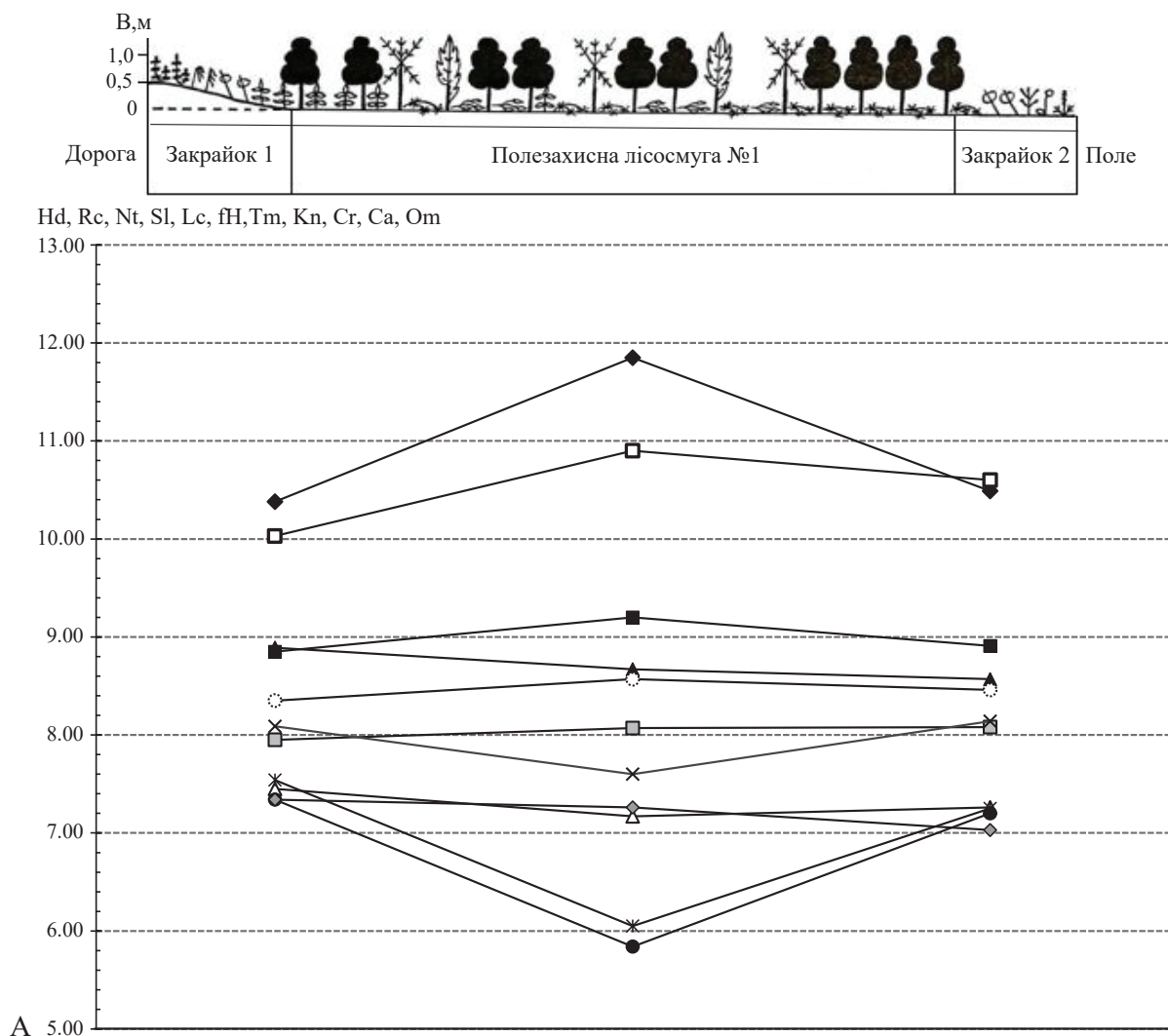


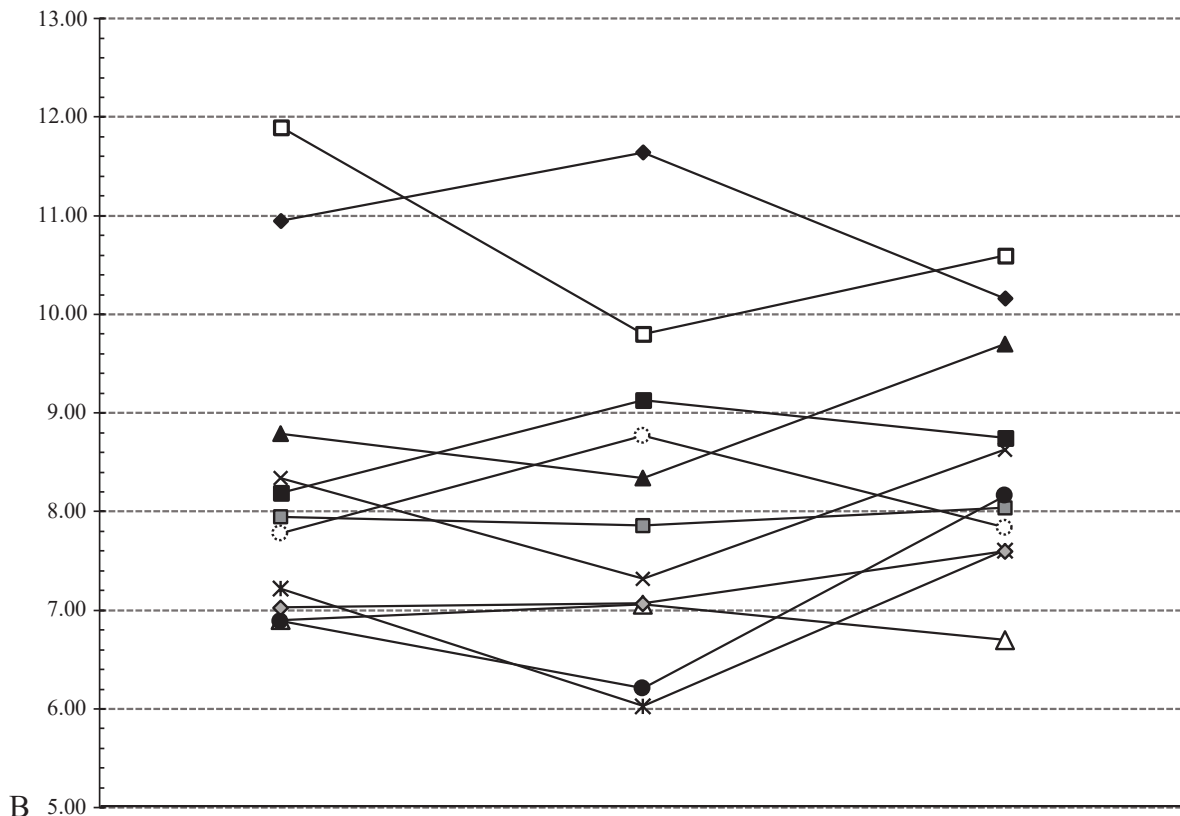
Рис. 1. Поперечні трансекти та розподіл рослинного покриву за кліматичними та едафічними умовами полезахисних лісосмуг та їхніх закрайків. А: "Полезахисна лісова смуга № 1"; В: "Полезахисна лісова смуга № 2"; С: "Полезахисна лісова смуга № 3"; D: "Полезахисна лісова смуга № 4". Екологічні фактори: Hd – вологість ґрунту, Rc – кислотність ґрунту, Nt – вміст азоту в ґрунті, Sl – загальний сольовий режим ґрунту, Lc – освітленість, Fh – змінність зволоження ґрунту, Tm – терморезим клімату, Kn – континентальність, Cr – кріорежим клімату, Ca – вміст карбонатів у ґрунті, Om – аридність-гумідність клімату (омброрежим)

Fig. 1. Transverse transects and distribution of vegetation cover according to climatic and edaphic conditions. A: Windbreak shelterbelt No 1; B: Windbreak shelterbelt No 2; C: Windbreak shelterbelt N. 3; D: Windbreak shelterbelt No 4 and their extremities.

Environmental factors are designated as follows: Hd – soil humidity; Rc – soil acidity; Nt – nitrogen content in soil; Sl – general salt regime of soil; Lc – light; Fh – damping variability; Tm – thermal climate; Kn – climate continentality; Cr – cryoclimate; Ca – carbonate content in soil, Om – aridity-humidity of climate (ombroregime)



Hd, Rc, Nt, Sl, Lc, fH, Tm, Kn, Cr, Ca, Om

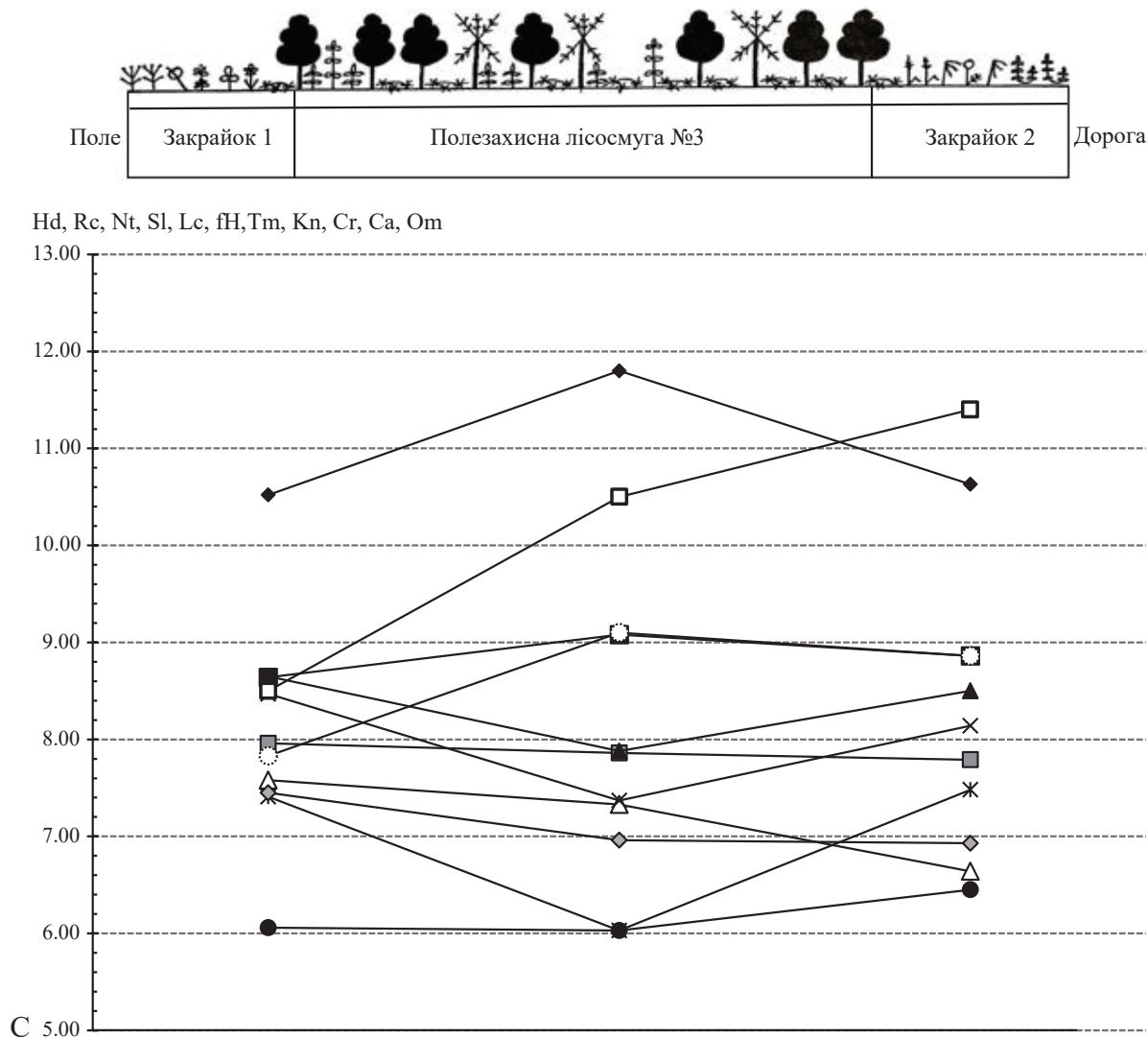


Продовження Рис. 1.
Continuation of Fig. 1.

(-10...-6 °C). За аналізом континентальності (Kn) лісосмузі № 1 та її закрайкам притаманні геміконтинентальні умови (131-140%), як і закрайкам лісосмуг № 2 і № 3. Проте для самих лісосмуг характерні геміокеаністичні умови (121-130%). Лісосмуга № 4 та її закрайки формуються в подібних умовах.

Результати аналізу омброрежиму (Om) показали, що лісосмути та їхні закрайки мають

мезоаридофітні та субаридофітні умови, і лише перший закрайок лісосмути № 3 характеризується семіаридофітними умовами (від -1000 до -800 мм). Для закрайків лісосмуг № 1 і № 4 показники омброрежиму зменшуються. Це пов'язано зі стоком опадів від закрайків, що знаходяться під нахилом, безпосередньо до лісосмуг. Таким чином зберігається високий рівень вологості повітря та ґрунту. Аналогічний



Продовження Рис. 1.

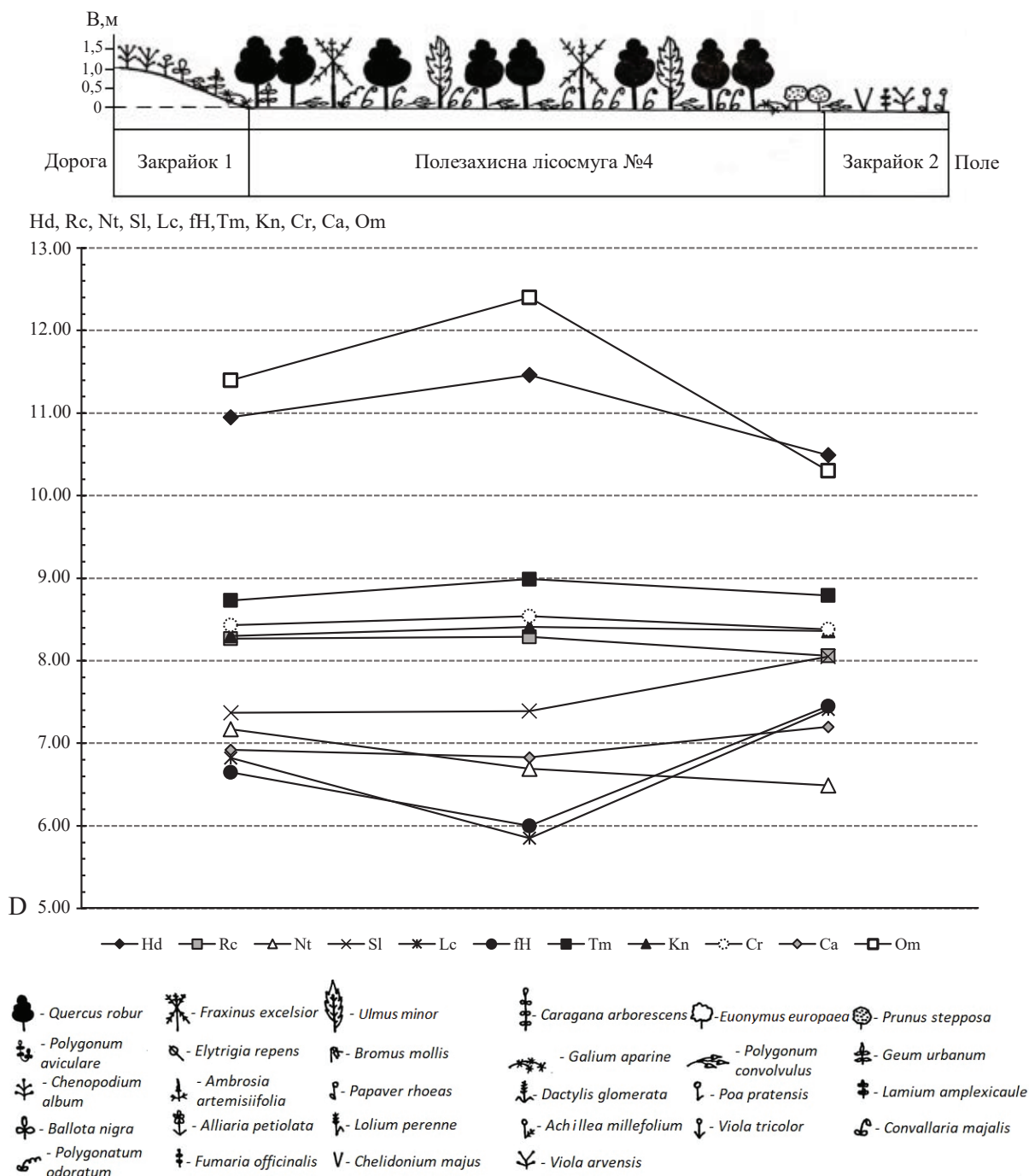
Continuation of Fig. 1.

принцип відіграє ландшафт і з другим закрайком лісосмуги № 3, яка знаходиться біля дороги, що розташована на підвищенні, звідки опади стікають до лісосмуги.

Висновки

Аналіз екологічних особливостей докучаєвських" захисних лісосмуг свідчить про поєднання субмезофітних та мезофітних умов,

нітрофільності та гемінітрофільності, гемі-контрастофільності та геміконтрастофобності, геміконтинентальності та геміокеаністичності, гемікріофітності та субкріофітності, семіаридофітності та субаридофітності, різного ступеня насиченості карбонатами ґрунтів, переважання нейтрофільності, семіевтрофності, субмезотермності та тіньовитривалості, що характеризує умови формування лісосмугами їхньої



Закінчення Рис. 1.

End of Fig. 1.

екологічної специфіки. Аналіз ценотичних особливостей всіх досліджених лісосмуг засвідчив, що вони мають подібний видовий склад і структуру угруповань. В усіх чотирьох лісосмугах у першому деревному ярусі переважають насадження *Quercus robur* та *Fraxinus excelsior*, які мають щільну конструкцію. Трав'яний ярус лісосмуг сформований більш вологолюбними, вологостійкими та тіньовитривалими видами по відношенню до трав'яного покриву закрайків.

Дані лісосмуги потребують подальших моніторингових досліджень зміни структури лісосмуг, розповсюдження та появу нових видів рослин, прослідкувати зміни екологічного та санітарного стану лісосмуг.

Список посилань

- Andriyenko T.L., Peregrym M.M. 2012. *Official lists of regionally rare plants of administrative territories of Ukraine (reference book)*. Ed. T.L. Andriyenko. Kyiv: Alterpress, 148 pp. [Андрієнко Т.Л., Перегрим М.М. 2012. *Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України (довідкове видання)*. Ред. Т.Л. Андриєнко. Київ: Альтерпрес, 148 с.].
- Andriyenko T.L., Tereshchenko P.S., Klyestov M.L., Pryadko O.I., Sidenko V.M., Onyshchenko V.A., Arap R.Ya., Andriyevska O.L., Dibrova V.K., Vovk V.V., Berest Z.L., Tsukanova H.O. 1999. *Zapovidni kutochky Kirovohradskoi zemli*. Ed. T.L. Andriyenko. Kyiv: Arktur-A, 240 pp. [Андриєнко Т.Л., Терещенко П.С., Клєстов М.Л., Прядко О.І., Сіденко В.М., Онищенко В.А., Арап Р.Я., Андриєвська О.Л., Діброва В.К., Вовк В.В., Берест З.Л., Цуканова Г.О. 1999. *Заповідні куточки Кіровоградської землі*. Ред. Т.Л. Андриєнко. Київ: Арктур-А, 240 с.].
- Didukh Ya.P. 2011. *The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Phytosociocentre, 176 pp.
- Didukh Ya.P., Plyuta P.H. 1994. *Fitoindykatsiya ekolohichnykh faktoriv*. Kyiv: Naukova Dumka, 280 pp. [Дідух Я.П., Плюта П.Г. 1994. *Фітоіндикація екологічних факторів*. Ред. Я.П. Дідух. Київ: Наукова думка, 280 с.].
- Didukh Ya.P., Plyuta P.H., Protoporova V.V., Yermolenko V.M., Korotchenko I.A., Karkutsiyev H.M., Burda R.I. 2000. *Ekoflora of Ukraine*. Vol. 1. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Phytosociocentre, 280 pp. [Дідух Я.П., Плюта П.Г., Протопова В.В., Єрмоленко В.М., Коротченко І.А., Каркуцієв Г.М., Бурда Р.І. 2000. *Екофлора України*. Т. 1. Відпов. ред. Я.П. Дідух. Київ: Фітосоціоцентр, 280 с.].
- Helevera O.F., Tymokhina O.V. 2011. *Lyudyna ta dovkillya. Problemy neokolohii*, 3–4: 48–56. [Гелевера О.Ф., Тимохіна О.В. 2011. Землеустрій ерозійно-небезпечних агроландшафтів: історія та сьогодення. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*, 3–4: 48–56].
- Hennekens S.M., Schaminée J.H.J. 2001. TURBOVEG, a comprehensive database management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science*, 12(4): 589–591. <https://doi.org/10.2307/3237010>
- Lazurenko V.M., Chepurda H.M. 2015. Experience in field-protective afforestation in Ukraine. *Gileya: naukovyi visnyk*, 100: 88–90. [Лазуренко В.М., Чепурда Г.М. 2015. Досвід полезахисного лісорозведення в Україні. *Гілея: науковий вісник*, 100: 88–90].
- Myrza-Sidenko V.M. 2017. Stanovlennya pryrodno-zapovidnoi spravy v Kirovohradskiy oblasti (1940–2017 rr.). In: *Abstracts of scientific papers XXXIV international scientific-practical conference: Actual problems of modern science*. St. Petersburg; Astana; Kyiv; Vienna: Mezhdunarodnyi nauchnyi tsentr, pp. 18–22. [Мирза-Сіденко В.М. 2017. Становлення природно-заповідної справи в Кіровоградській області (1940–2017 рр.). In: *Abstracts of scientific papers XXXIV international scientific-practical conference: Actual problems of modern science*. St. Petersburg; Astana; Kyiv; Vienna: Mezhdunarodnyi nauchnyi tsentr, pp. 18–22.].

Подяки

Авторка висловлює подяку інженеру лісового господарства II категорії ДП "Оникіївський лісгосп" Ю.В. Красюнку за надання таксаційних описів "докучаєвських" лісосмуг.

Дотримання етичних норм

Автор повідомляє про відсутність будь-якого конфлікту інтересів.

ORCID

П.А. Гетьман:  <https://orcid.org/0000-0003-2391-5863>

- заповідної справи в Кіровоградській області (1940–2017 рр.). В сб.: *Актуальные проблемы современной науки: материалы XXXIV Международной научно-практической конференции* (Санкт Петербург – Астана – Киев – Вена, 29 ноября 2017 г.). Санкт-Петербург, Астана, Киев, Вена, Международный научный центр, с. 18–22].
- National Atlas of Ukraine*. 2007. Ed. L.H. Rudenko. Kyiv: Kartografiya, 440 pp. [*Національний атлас України*. 2007. Гол. ред. Л.Г. Руденко. Київ: Картографія, 440 с.]
- Pravyła utrymannya ta zberezhennya polezakhysnykh lisovykh smuh, rozdashovanykh na zemlyakh silskohospodarskoho pryznachennya*. 2020. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/650-2020-%D0%BF#Text> (Accessed 12 July 2022).
- Rybak V.Yu., Myrza-Sidenko V.M. 2019. Geografichniy analiz stanu lisovoho fondu Onykiivskoho DLH. In: *Strategies of innovative development of natural sciences: experience, problems and prospects: II All-Ukrainian scientific and practical conference*. Ed. H.A. Kalinichenko. Kropyvnytskyi, pp. 292–297. [Рибак В.Ю., Мирза-Сіденко В.М. 2019. Географічний аналіз стану лісового фонду Онікіївського ДЛГ. У зб.: *Стратегії інноваційного розвитку природничих дисциплін: досвід, проблеми та перспективи: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції* (Кропивницький, 21 березня 2019 р.). Гол. ред. Н.А. Калініченко. Кропивницький, с. 292–297.]
- Taksatsiynyi opys, pokvartalni pidsumky rozpodilu zemel lisohospodarskoho pryznachennya za katehoriyamy na 01.01.2020 rik*. 2020. Ed. DP "Kharkivska derzhavna lisovoporyadna ekspedytsiya". Onykiivske lisnytstvo. Kirovohradska obl. Kirovohradske OULMH, 120 pp. (manuscript). [*Таксаційний опис, поквартальні підсумки розподілу земель лісогосподарського призначення за категоріями на 01.01.2020 рік*. 2020. Ред. ДП "Харківська державна лісовпорядна експедиція". Онікіївське лісництво. Кіровоградська обл. Кіровоградське ОУЛМГ, 120 с. (рукопис)].

P.A. HETMAN

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

Ecological and coenotic characteristics of the Dokuchaev windbreaks and shelterbelts of Kirovohrad Region

Abstract. Based on the methods of transverse transects and phytoindication, results of the analysis of ecological and cenotic status of the Dokuchaev shelterbelts and their extremities are provided. A combination of various ecological conditions characterizing formation of vegetation cover in the protective shelterbelts is demonstrated. The current state of plant communities of the forest strips is described. A regionally rare plant species in Kirovohrad Region, *Convallaria majalis*, is reported. It was established that the investigated shelterbelts were formed under forest-meadow and forest-steppe conditions. The analysis of coenotic features of all studied shelterbelts has proved that they have similar species composition and communities structure. The Dokuchaev windbreaks and shelterbelts need further monitoring of changes in their plantation structure, distribution and introduction of new plant species, as well as ecological and sanitary conditions.

Keywords: ecotope, Nature Reserve Fund of Ukraine, phytoindication, shelterbelts, transect



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.01.094>

RESEARCH ARTICLE

Lepra erythrella (Pertusariaceae) – a new addition to the lichenized mycobiota of the Aotearoa / New Zealand archipelago

Peter J. de LANGE^{1*} , Dan J. BLANCHON¹ , Andrew J. MARSHALL¹ , Luzie M.H. SCHMID¹ 

¹ School of Environmental & Animal Sciences, Unitec Institute of Technology / Te Pūkenga, Private Bag 92025, Victoria Street West, Auckland 1142, New Zealand

*Corresponding author email: pdelange@unitec.ac.nz

Abstract. An investigation of the flora, mycobiota and lichenized mycobiota associated with the endemic Aotearoa / New Zealand plant genus *Lophomyrtus* (Myrtaceae) revealed a specimen of *Lepra erythrella* (Pertusariaceae). *Lepra erythrella*, though briefly mentioned in a paper documenting the results of that *Lophomyrtus* study, has not yet been formally admitted into the lichenized mycobiota of Aotearoa / New Zealand. Therefore, to complete that process in this paper, we provide a description based on the collection made from *Lophomyrtus* and a further one located in the Allan Herbarium (CHR). The addition of *Lepra erythrella* to the lichenized biota of Aotearoa / New Zealand highlights not only the lack of collecting of this genus in that archipelago but the need to critically examine that nation's herbarium collections. We recommend that further research on this genus is carried out in our region.

Keywords: Aotearoa / New Zealand, *Lepra erythrella*, lichenized mycobiota, new addition

Introduction

On 12 January 2022, during the field sampling of the flora and mycobiota associated with the Aotearoa / New Zealand endemic myrtle, ramarama (*Lophomyrtus bullata* Burret) (Prasad et al., 2022) in the Awaroa Valley, South Kawhia, Te Ika a Māui / North Island (Fig. 1.), an unusual corticolous crustose lichen was discovered on the exposed trunks of this phorophyte (P.J. de Lange 15406, D.J. Blanchon & L.M.H. Schmid, 12 January 2022, UNITEC 13356¹) (Latitude: –38.147495 Longitude: 174.938993) (Fig. 2).

The whitish-green (when wet) lichen had a markedly areolate, sorediate thallus (Fig. 2), which was not fertile and had a weak UV reaction (slightly yellow), K+ yellow to red reaction, and Pd+ yellow reactions. As such, the specimen initially defied our abilities to identify it.

However, the suspicion that it might be a member of Pertusariaceae prompted further critical examination and using Archer (2004) and Archer & Elix (2014) we were able to identify the lichen as *Pertusaria erythrella* Müll. Arg. which is now placed in the genus *Lepra* Scop., as *L. erythrella* (Müll. Arg.) I. Schmitt, B.G. Hodk. & Lumbsch (Wei et al., 2017). Subsequent correspondence with Sue Gibb

¹ Herbarium acronyms follow Thiers (2008—onwards)

Article history: Submitted 7 December 2022. Revised 31 January 2023. Published 12 April 2023

Citation: de Lange P.J., Blanchon D.J., Marshall A.J., Schmid L.M.H. 2023. *Lepra erythrella* (Pertusariaceae) – a new addition to the lichenized mycobiota of the Aotearoa / New Zealand archipelago. *Ukrainian Botanical Journal*, 80(1): 94–97. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.01.094>

This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

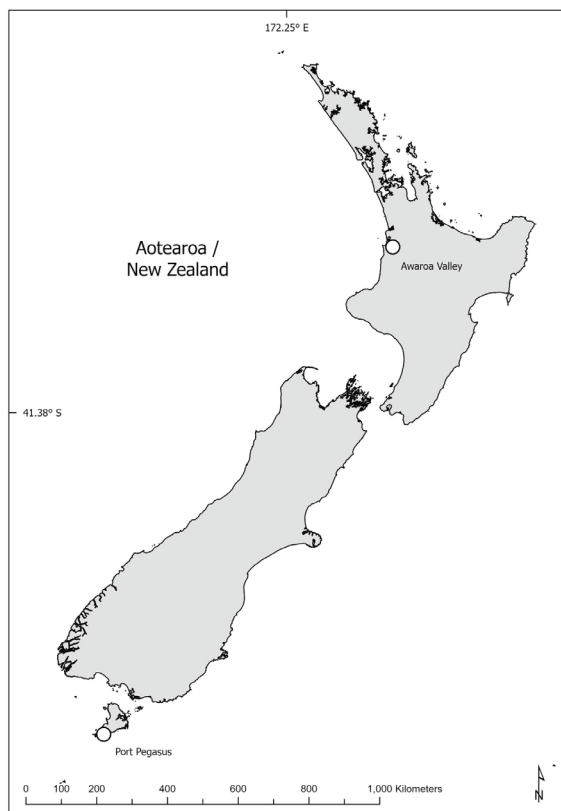


Fig. 1. The Aotearoa / New Zealand archipelago, showing the locations where *Lepra erythrella* specimens reported in this paper were collected

of the Allan Herbarium (CHR) disclosed a further specimen of *Lepra erythrella* (CHR676528). This had been collected from Rakiura / Stewart Island (Fig. 1), by D.J. Galloway on 1 October 1998 from 'below Bald Cone, Port Pegasus' (Latitude: -47.221643 Longitude: 167.598686) on a bark sampling of *Lepidothamnus intermedius* (Kirk) Quinn, as a minor specimen within a crustose lichen mosaic dominated by *Coccotrema cucurbitula* (Mont.) Müll. Arg. and *Megalospora campylospora* (Stirt.) Sipman.

Although *Lepra erythrella* was briefly reported from Aotearoa / New Zealand by Prasad et al. (2022), a more formal publication, including a description of the species based on CHR676528 and UNITEC 13356, to admit it to the lichenized mycobiota of that archipelago is needed. This paper fulfils that role.

New Lichen Record

Lepra erythrella (Müll. Arg) I. Schmitt, B.G. Hodk. & Lumbsch, PLOS ONE 12(7): e0180284: 8. 2017.

(= *Pertusaria erythrella* Müll. Arg., Bull. Herb. Boissier 1: 41. 1893)

Description (Fig. 2). Corticolous. Thallus whitish green when wet, grey-white to off-white when dry, finely cracked, areolate, \pm wrinkled. Sorediate; Soralia 0.5–1.0 mm diameter, copious, densely covering thallus, white, subhemispherical, often constricted at base, sometimes disc-like. Apothecia not seen.

Chemistry: Thallus C $-$, K $+$ yellow to red, KC $-$, P $+$ yellow, UV $+$ (weak yellow reaction). Norstictic acid present (Archer, Elix, 2014).

Specimens seen: Aotearoa / New Zealand: Te Ika a Māui / North Island, Waikato, South Kawhia, Awaroa Valley, Awaroa Scenic Reserve, P.J. de Lange 15406, D.J. Blanchon & L.M.H. Schmid, 12 January 2022, UNITEC 13356; Rakiura / Stewart Island, Port Pegasus, below Bald Cone, D.J. Galloway 9254, 1 October 1998, CHR 676528 pro parte (*Lepra* is a minor associate of a mass of *Coccotrema cucurbitula* and *Megalospora campylospora*).

General geographical distribution: Australia (eastern, reported from Queensland, New South Wales, Victoria, Bass Strait Islands, and Tasmania) and the Galapagos Islands (where it is known from a single collection made from Volcán Darwin, Isabela Island) (Archer, 2004; Archer, Elix, 2014; Bungartz et al., 2015).

Notes: *Lepra erythrella* is unlikely to be confused with those species of *Lepra* currently reported from Aotearoa / New Zealand (de Lange et al., 2018). Of those sorediate *Lepra* known from the archipelago, *L. erythrella* is perhaps most similar to *L. psoromica* (A.W. Archer & Elix) A.W. Archer & Elix (Galloway, 2007, as *Pertusaria psoromica* A.W. Archer & Elix), another seemingly sterile species which also has a thallus covered in copious white soralia, which are Pd $+$ (yellow). However, that species is K $-$ rather K $+$ and has psoromic rather than norstictic acid, while the thallus is dull-fawn or pale-olive-green, rather than whitish green (wet) or grey-white to off-white (dry). Further, the soralia of *L. psoromica*, though numerous, are hemispherical rather than subhemispherical and 0.5–2.0 mm rather than 0.5–1.0 mm diameter.

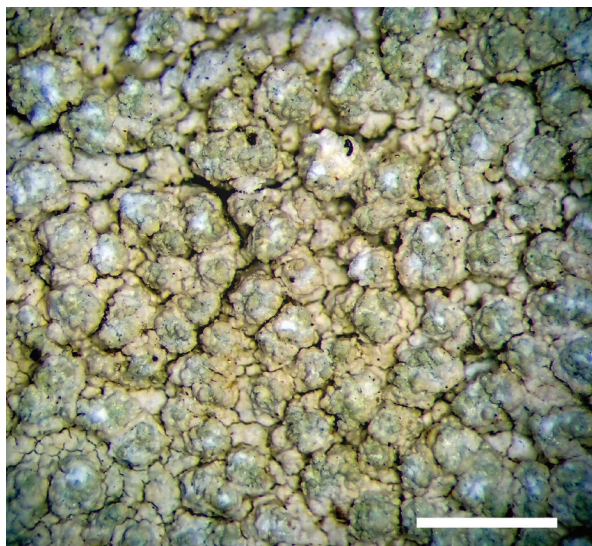


Fig. 2. *Lepra erythrella* (dry state) showing the sorediate thallus, scale = 3 mm (image from UNITEC 13356: P.J. de Lange)

Discussion

Although twelve species of *Lepra* are currently recognised from Aotearoa / New Zealand (de Lange et al., 2018), the genus, only recently reinstated from *Pertusaria* (Wei et al., 2017), is in serious need of better collecting and revision in that archipelago. Although Galloway (2007) recognised 54 species in his treatment of *Pertusaria* (from which *Lepra* has been segregated and reinstated), *Pertusaria* s. l. has yet to be comprehensively collected through the islands, and subjected to a modern revision. So, the discovery of *Lepra erythrella* in the archipelago is not surprising, particularly as it stems from targeted collecting of the lichens from a particular phorophyte (Prasad et al., 2022) or region (Rakiura / Stewart Island). For example, two other additions to Aotearoa / New Zealand *Pertusaria*, *P. endoxantha* Vain. and *P. puffina* A.W. Archer & Elix (Er et al., 2015; Marshall, Blanchon, 2017), were also made either by specific sampling of vegetation associations in the Tāmaki Makaurau / Auckland region or from the sampling of lichens from manawa / grey mangrove (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. subsp. *australasica* (Walp.) J. Everett)

throughout the range of that phorophyte (Reynolds et al., 2017). As regards *Lepra erythrella*, we believe that the currently known highly disjunct occurrences reflect the lack of collecting of this genus, family, and indeed crustose lichens in general from the Aotearoa / New Zealand archipelago (see comments in Marshall et al., 2019a, b; Marshall et al., 2022), rather than any natural pattern. As with many lichen families within Aotearoa / New Zealand, we urge critical sampling of the *Pertusariaceae* throughout that archipelago, a sampling, which is likely to reveal further additions to the family including taxa new to science.

Acknowledgements

The authors thank Dr Catherine Beard, New Zealand Department of Conservation, for her advice on field sampling in the Awaroa Valley, south Kawhia. Sue Gibb of the Allan Herbarium (CHR), Lincoln, New Zealand, kindly drew to our attention the previously unrecognised Rakiura / Stewart Island collection of *Lepra erythrella* held in that herbaria, and facilitated its loan to UNITEC. We thank two anonymous referees for their comments on the submitted manuscript and Dr Frank Bungartz (Arizona State University, Arizona, United States of America), for clarifying the status of *Lepra erythrella* on the Galapagos Islands.

Ethics Declaration

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

P.J. de Lange: <https://orcid.org/0000-0001-6699-7083>
 D.J. Blanchon: <https://orcid.org/0000-0002-7931-5499>
 A.J. Marshall: <https://orcid.org/0000-0002-8603-9461>
 L.M.H. Schmid: <https://orcid.org/0000-0002-3088-8069>

References

- Archer A.W. 2004. *Pertusariales, Pertusariaceae*. Flora of Australia, 56A: 116–172.
- Archer A.W., Elix J.A. 2014. *Australian Pertusaria*. Sydney: A. Archer Publisher, 177 pp.
- de Lange P.J., Blanchon D.J., Knight A., Elix J., Lücking R., Frogley K., Harris A., Cooper J., Rolfe J. 2018. Conservation status of New Zealand indigenous lichens and lichenicolous fungi, 2018. *New Zealand Threat Classification. Series 27*. Wellington: Department of Conservation, 64 pp. Available at: <https://www.doc.govt.nz/globalassets/documents/science-and-technical/nztcs27entire.pdf>
- Bungartz F., Elix J.A., Yáñez-Ayabaca A., Archer A.W. 2015. Endemism in the genus *Pertusaria* (*Pertusariales*, lichenized *Ascomycota*) from the Galapagos Islands. *Telopea*, 18: 325–369. <https://doi.org/10.7751/telopea8895>
- Er O.A.H., Reynolds C.L., Blanchon D.J. 2015. Additional lichen records from New Zealand 49. *Pertusaria puffina* A.W. Archer & Elix. *Australasian Lichenology*, 77: 28–31.
- Galloway D.J. 2007. *Flora of New Zealand lichens*. Vol. 2. Revised 2nd ed. Lincoln: Manaaki Whenua Press, 2261 pp.
- Marshall A.J., Blanchon D.J. 2017. Additional lichen records from New Zealand 50. *Australasian Lichenology*, 80: 58–61.
- Marshall A.J., Blanchon D.J., Lücking R., de Lange T.J.P., de Lange P.J. 2019a. A new *Ocellularia* (lichenized *Ascomycota: Graphidaceae*) from New Zealand indicates small-scale differentiation of an Australasian species complex. *New Zealand Journal of Botany*, 58: 223–235. <https://doi.org/10.1080/0028825X.2019.1701504>
- Marshall A.J., Blanchon D.J., Aptroot A., de Lange P.J. 2019b. Five new records of *Pyrenula* (*Pyrenulaceae*) for New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 58: 48–61. <https://doi.org/10.1080/0028825X.2019.1662816>
- Marshall A.J., Blanchon D.J., Aptroot A., Lücking R., de Lange P.J. 2022. Five new additions to the lichenized mycobiota of the Aotearoa / New Zealand archipelago. *Ukrainian Botanical Journal*, 79(3): 130–141. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.03.130>
- Prasad M., Schmid L.M.H., Marshall A.J., Blanchon D.J., Renner M.A.M., Baba Y., Padamsee M., de Lange P.J. 2022. Ecological communities of Aotearoa / New Zealand species threatened by myrtle rust (*Austropuccinia psidii* (G. Winter) Beenken): The flora and mycobiota of the endemic genus *Lophomyrtus* Burret. *Perspectives in Biosecurity*, 7: 36–71. <https://doi.org/10.34074/pibs.00703>
- Reynolds C.L., Er O.A.H., Winder L., Blanchon D.J. 2017. Distribution and community composition of lichens on mature mangroves (*Avicennia marina* subsp. *australasica* (Walp.) J. Everett) in New Zealand. *PLoS ONE*, 12(6): e0180525. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180525>
- Thiers B. 2008–onward. *Index Herbariorum*. A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Available at: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih> (Accessed 2 December 2022)
- Wei X.L., Schmitt I., Hodkinson B.P., Flakus A., Kukwa M., Divakar P.K., Kirika P.M., Otte J., Meiser A., Lumbsch H.T. 2017. Circumscription of the genus *Lepra*, a recently resurrected genus to accommodate the "*Variolaria*"-group of *Pertusaria* sensu lato (*Pertusariales, Ascomycota*). *PLoS One*, 12(7): e0180284, 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180284>

П.Дж. де ЛАНГЕ¹, Д.Дж. БЛАНЧОН¹, А.Дж. МАРШАЛЛ¹, Л.М.Г. ШМІД¹

¹Технічний університет УніТек, Окленд, Нова Зеландія

***Lepra erythrella* (*Pertusariaceae*) – новий вид ліхенізованої мікобіоти архіпелагу Аотearoa / Нова Зеландія**

Реферат. При дослідженні флори, мікобіоти і ліхенізованої мікобіоти на представнику ендемічного для Нової Зеландії роду *Lophomyrtus* (*Myrtaceae*) виявлено зразок *Lepra erythrella* (*Pertusariaceae*). Хоча *L. erythrella* було побіжно згадано у публікації про дослідження роду *Lophomyrtus*, офіційно у складі ліхенізованої мікобіоти Нової Зеландії цей вид ще не був зареєстрований. Тому в цій статті ми наводимо його опис на основі зібраного гербарного зразка на рослині з роду *Lophomyrtus* і ще одного зразка з колекції Гербарію Аллана (CHR). Виявлення *Lepra erythrella* як нового виду для ліхенізованої біоти Нової Зеландії підкреслює не лише обмаль колекцій цього роду в межах архіпелагу, а й необхідність критичного перегляду гербарних колекцій країни. У статті рекомендується проведення подальших досліджень цього роду.

Ключові слова: *Lepra erythrella*, ліхенізована мікобіота, Нова Зеландія, нові знахідки



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.01.098>

RESEARCH ARTICLE

First records of *Anema nodulosum*, *A. tumidulum*, and *Pyrenocarpon thelostomum* (Lichinales, Lichinaceae) in Ukraine and a contribution to *Collematetea cristati* communities

Alexander Khodosovtsev^{1*} , Anna Kuzemko² 

¹ Kherson State University, 14 Shevchenka Str., Ivano-Frankivsk 73000, Ukraine

² M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine,

2 Tereshchenkivska Str., Kyiv 01601, Ukraine

*Corresponding author e-mail: khodosovtsev@i.ua

Abstract. Three new for Ukraine species, *Anema tumidulum*, *A. nodulosum*, and *Pyrenocarpon thelostomum* (Lichinales, Lichinaceae), are reported. They were found in the Dnister Canyon, on the S and W exposed cliff surfaces where water tracks formed 'a black zone' of the *Collematetea cristati* class. Other species forming these communities are *Anema decipiens*, *Psorotichia schaereri*, *Peccania coralloides*, *Thallinocarpon nigritellum*, *Thyrea confusa*, and *Verrucaria nigrescens* s. l. The analyzed dataset included three relevés from the Dnister cliff, as well as 14 relevés from literature sources: seven relevés of *Peccania coralloidis-Thyreetum pulvinatae* recorded from Poland, and seven relevés of *Thyrea nigritella-Anema moedlingense* comm. from the Czech Republic. These data were analyzed in JUICE software. All analyzed relevés were separated in two clusters. Three relevés from Dnister Canyon fell into the same cluster with *Thyrea nigritella – Anema moelingensis* comm. provided by Wirth in 1972. We consider these communities as a new association *Thallinocarpo nigritelli-Anemum tumidulae*. Diagnostic species of the association are *Thallinocarpon nigritellum*, *Anema tumidulum*, *Staurothele frustulenta*, and *Anema nodulosum*. The lectotype of *Peccania coralloidis-Thyreetum pulvinatae* has been proposed, with diagnostic species *Enchylium polycarpon*, *Leproplaca cirrochroa*, *Placidium rufescens*, *Placynthium nigrum*, *Toninia candida*, and *Synalissa symphorea*. These associations belong to the *Peccanion coralloidis* alliance and differ by their ecological preferences. The association *Peccania coralloidis-Thyreetum pulvinatae* represents the nomenclatural type of the alliance and includes communities on the vertical exposed limestone surfaces in water tracks. The *Thallinocarpo nigritelli-Anemum tumidulae* association occupies similar habitats but in the xeric geollitoral zone along river banks. The alliance *Peccanion coralloidis* and order *Collematetalia cristati* are reported from Ukraine for the first time.

Keywords: cliff, Dnister Canyon, lichen communities, limestone, *Peccanion coralloidis*, syntaxonomy, water tracks

Introduction

The limestone outcrops on the Dnister Canyon (on the Dnister / Dniester River within Ternopil, Khmelnytskyi, Ivano-Frankivsk, and Chernivtsi administrative regions (*oblasts*) in the western part of Ukraine) represent specific communities of vascular plants, bryophytes, lichens, and algae

forming rare tufa habitats (Didukh et al., 2018). In particular, the cliff surface is covered by lichens with cyanobacterial photobionts. It looks like a wide 'black zone' in the upper geollitoral zone. These communities belong to a poorly studied class *Collematetea cristati* (Nowak, 1960; Wirth, 1972; Egea, Llimona, 1984; Bültman et al., 2015). Such communities are very difficult to study because

Article history: Submitted 05 November 2022. Revised 15 February 2023. Published 12 April 2023

Citation: Khodosovtsev A.Ye., Kuzemko A.A. 2023. First records of *Anema nodulosum*, *A. tumidulum*, and *Pyrenocarpon thelostomum* (Lichinales, Lichinaceae) in Ukraine and a contribution to *Collematetea cristati* communities. *Ukrainian Botanical Journal*, 80(1): 98–107. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.01.098>

This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

they consist of species of *Lichinales* that are difficult to identify. Previously, we reported the class *Collematetea cristati* Wirth 1980 in monographs on habitat classification (Kuzemko et al., 2018; Didukh et al., 2020) based on physiognomic observation made only by the first author, since no relevé from Ukraine was available at the time of publication of the monographs. Fortunately, we observed the lichen communities of the *Collematetea cristati* on the Dnister cliffs in 2021. This observation allowed us to provide information on the new records of lichens for Ukraine, as well as their ecological and coenotic peculiarities, in the present article.

Materials and Methods

The data were collected on the Dnister cliffs of the Dnister Canyon at the border between Khmelnytskyi and Chernivtsi administrative regions on 5 June 2021 (Fig. 1A). The lichen communities have been sampled using the Braun-Blanquet approach (Braun-Blanquet, 1932; Khodosovtsev et al., 2011, 2019, 2022). Lichens were identified by standard methods (Smith et al., 2009). Three relevés from the Dnister cliffs were analyzed with JUICE software (Tichý, 2002) together with the 14 relevés from literature: seven relevés of *Peccanio coralloidis-Thyreetum pulvinatae* Nowak 1960 (Nowak, 1960) from Poland and seven relevés of *Thyrea nigrifella-Anema moedlingense* comm. (Wirth, 1972) from the Czech Republic. Our analysis was made using PC-Ord v.5 (Grandin, 2006) with the Sørensen (Bray-Curtis) coefficient as a distance measure and flexible beta at -0.25 as the group linkage method. The original Braun-Blanquet scale (Nowak, 1960; Wirth, 1972) was used for Table 1. Nomenclature of lichens mainly follows Kondratyuk et al. (2021). Diagnostic species of the classes and suborder units follows European Vegetation Classification (<https://floraveg.eu/vegetation/>). The lichen specimens are deposited at the Herbarium of the Kherson State University (KHER).



Fig. 1. Class *Collematetea cristati* on cliffs of the Dnister Canyon. A: black zone on the cliff, B: habitat of *Thallinocarpon nigrifelli-Anemum tumidulae*, C: dominant species *Thyrea confusa* (scale 10 cm)

Results

New lichen records for Ukraine

Ten lichen species were registered in three relevés from the Dnister cliffs (Table 1). Three new for Ukraine species of lichens were identified.

Anema nodulosum (Nyl.) Forssell (Fig. 2C).

Thallus disc-form, squamulose, peltate, 2–3(–4) mm in diameter, black, covered by white-bluish pruina; lobes closely adjacent, 0.3–0.5 mm length. Apothecia immersed in squamules, compressed, 0.2–0.4 mm in diameter; disk brown, urceolate to flat, surrounded by black thalline margin, proper margin not visible.

Thallus homoiomerous with loose net of hyphae and cyanobacterial cells in section. Epithecium orange-brown, up to 10 µm high; hymenium hyaline, 70–120 µm wide, I + (bluish);

Table 1. Phytocoenotic table of the *Peccanio coralloidis-Thyreetum pulvinatae* and *Thallinocarpo nigritelli-Anemum tumidulae* associations

Relevé number in the table	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Original number	N2	N1	N7	N3	N6	N4	N5	W1	W2	W5	W4	W3	W6	W7	M2	M1	M3	
Plot size, m ²	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.05	0.098	0.035	0.048	0.06	0.024	0.024	0.012	0.1	0.1	0.01	
Inclination, °	80	90	90	90	90	90	90	30	35	30	50	0	40	75	90	90	90	
Total cover, %	90	60	70	60	80	60	50	85	90	85	84	85	85	80	90	90	10	
Aspect	S	S	S	S	E	WS	S	S	S	S	S	S	S	S	W	S	S	
Species richness	10	7	18	12	17	14	15	7	6	6	7	7	10	8	8	6	4	
D.s. association <i>Peccanio coralloidis-Thyreetum pulvinatae</i> Nowak 1960																		
<i>Enchylum polycarpon</i> (Hoffm.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin	+		+	r	+	+	2											
<i>Placidium rufescens</i> (Ach.) Massal.	+		2	2	+	r	+				+							
<i>Leproplaca cirrochroa</i> (Ach.) Arup, Frödén & Söchting	+	+	+	+	+	+											+	
<i>Toninia candida</i> (F. Weber) Th. Fr.	+		2	+	r	+	+											
<i>Placynthium nigrum</i> (Huds.) S.O. Gray			+	r	r	r	r											
<i>Synalissa ramulosa</i> (Bernh.) Fr.		+	r		+	+	+											
D.s. association <i>Thallinocarpo nigritelli-Anemum tumidulae</i> (Wirth 1972)																		
<i>Thallinocarpon nigritellum</i> (Lettau) P.M. Jørg.								2	2	2	+	r	+	r	r	+	+	
<i>Anema tumidulum</i> Henssen ex P.M. Jørg., M. Schultz & Guttová								2	2	2	3	2	2		+	2	r	
? <i>Porocyphus coccodes</i> Flot. ex Körb.								3	4	3	3	3	3	3				
<i>Staurothele frustulenta</i> Vainio								2	2	+	+	+	+	+				
<i>Anema nodulosum</i> (Nyl.) Forssell														2	+			
D.s. alliance <i>Peccanion coralloidis</i> Moreno et Egea ex Egea in Bültmann et al. 2015																		
<i>Peccania coralloides</i> (A. Massal.) A. Massal.	+	+	2	2	3	2	2							r		r		
<i>Psorotichia schaeereri</i> (A. Massal.) Arnold s. l. (incl. <i>P. cf. caesiella</i> sensu Nowak 1960)	+		r		+	+									2	3		
<i>Anema decipiens</i> (A. Massal.) Forssell	+	r	r												+		r	
D.s. class <i>Collematetea cristati</i> (and subordinated units)																		
<i>Thyrea confusa</i> Henssen	3	3	+	+	2			2	+	3	3	2	3	3	2	3	r	
<i>Dermatocarpon miniatum</i> (L.) Mann.			r	+	r	r		r	r	r	r	r	2					
<i>Lathagrium cristatum</i> (L.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin			r			+	r							2				
<i>Lathagrium fuscovirens</i> (With.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin	r			r	r	2									r			

Relevé number in the table	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Original number	N2	N1	N7	N3	N6	N4	N5	W1	W2	W5	W4	W3	W6	W7	M2	M1	M3
Plot size, m ²	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.05	0.098	0.035	0.048	0.06	0.024	0.024	0.012	0.1	0.1	0.01
Inclination, °	80	90	90	90	90	90	90	30	35	30	50	0	40	75	90	90	90
Total cover, %	90	60	70	60	80	60	50	85	90	85	84	85	85	80	90	90	10
Aspect	S	S	S	S	E	WS	S	S	S	S	S	S	S	S	W	S	S
Species richness	10	7	18	12	17	14	15	7	6	6	7	7	10	8	8	6	4
D.s. class <i>Verrucarietia nigrescentis</i> Wirth 1980 (and subordinated unit)																	
<i>Verrucaria nigrescens</i> Pers.		r	r	r	r		r								2	2	
<i>Variospora velana</i> (A. Massal.) Arup, Søchting & Frödén	+		+	1	1	1											
<i>Candelariella aurella</i> (Hoffm.) Zahlbr.			+		+		+										
<i>Protoparmeliopsis muralis</i> (Schreb.) M. Choisy			r				+										
<i>Polyozosia albescens</i> (Hoffm.) S.Y. Kondr., L. Lökös & Farkas			r	r	r												
<i>Pyrenodesmia chalybaea</i> (Fr.) A. Massal.	r		r				r										
<i>Circinaria hoffmanniana</i> (S. Ekman & Fröberg ex R. Sant.) A. Nordin								+				+	1				
<i>Polyozosia dispersa</i> (Pers.) S.Y. Kondr., L. Lökös & Farkas		+					+										
<i>Verrucaria polysticta</i> Borrer					+	+											
<i>Placopyrenium fuscillum</i> (Turner) Gueidan & Cl. Roux.					r		+										
<i>Phaeophyscia nigricans</i> (Flörke) Moberg			r				r										
Other species																	
<i>Enchylium tenax</i> (Sw.) Gray											r			+			

Header data. 1–7 – **Poland**: 1 – Dolina Będkowska, 280 m a.s.l. (Nowak, 1960: tab. 16, rel. 2 [in our table N2]; 2 – Rybna, 370 m a.s.l. (Nowak, 1960: tab. 16, rel. 1 [in our table N1]; 3 – Dolina Kluczwoły, 200 m a.s.l. (Nowak, 1960: tab. 16, rel. 7 [in our table N7]; 4 – Ojców, dolina Prądnika, 300 m a.s.l. (Nowak, 1960: tab. 16, rel. 3 [in our table N3]; 5 – Kobylańska, 270 m a.s.l. (Nowak, 1960: tab. 16, rel. 6 [in our table N6]; 6 – Dolina Brzoskwinki, 350 m a.s.l. (Nowak, 1960: tab. 16, rel. 4 [in our table N4]; 7 – Przegonia Duchowna, wzgorze Kajasówka, 380 m a.s.l. (Nowak, 1960: tab. 16, rel. 5 [in our table N5]; 8–14 – **Czech Republic**: Moravia, Rokytná river, between Rokytná and Budkovice, NE from Moravský Krumlov, 260 m a.s.l., 49.065028 N, 16.333750 E, (Wirth, 1972: page 254, tab. 40, relevés 1–7 [in our table W1–W7]); 15–17 – **Ukraine**: Khmelnytskyi Region, Kamianets-Podilskyi District; 1 – in front of Makarivka village (Chernivtsi Region), left bank of the Dnister, cliff above river, 125 m a.s.l., 48.571670 N, 26.753513 E, described by A. Khodosovtsev and A. Kuzemko (M2), 05.07.2021; 16 – Yaruga village, left bank of the Dnister, cliff above river, 48.589511 N, 26.723571 E, 121 m a.s.l., described by A. Khodosovtsev and A. Kuzemko (M1), 05.07.2021; 17 – in front of Makarivka village (Chernivtsi Region), left bank of the Dnister, cliff above river, 125 m a.s.l., 48.589513 N, 26.723567 E, described by A. Khodosovtsev and A. Kuzemko (M2), 05.07.2021. Other species: *Bryum argenteum* – 13 (+) Hedw., *Synthrichia ruralis* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr – 13 (+), *Schistidium apocarpon* (Hedw.) Bruch & Schimp – 13 (r); *Lecania erysibe* (Ach.) S.Y. Kondr., *Thelidium decipiens* (Hepp) Krempelch. – 6 (r), *Placynthium subradiatum* (Nyl.) Arnold – 5 (r); *Verrucaria gyelnikii* Servit – 4 (r); *Bagliettoa calciseda* (DC.) Gueidan & Cl. Roux – 7 (r); *Pyrenocarpon thelostomum* (Ach. ex J.Harriman) Coppins & Aptroot – 17 (1). D.s. – diagnostic species

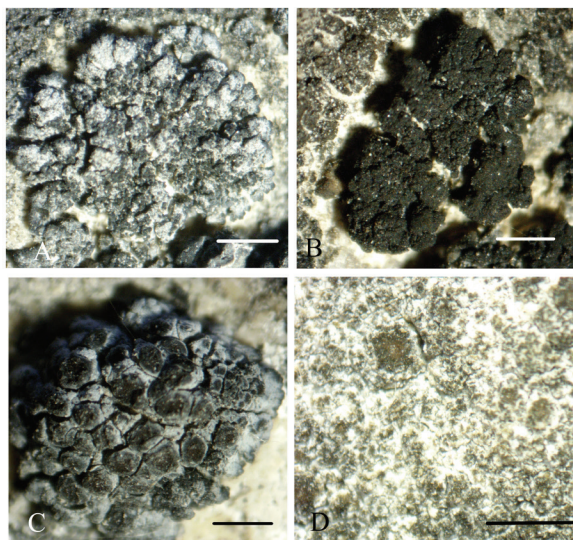


Fig 2. *Anema* and *Pyrenocarpon* species. A: *A. decipiens*; B: *A. tumidulum*; C: *A. nodulosum*; D: *P. thelostomum* (scale: A, C – 0.5 mm; B – 0.7 mm, D – 1.0 mm)

paraphyses simple with slightly swollen apical cells; hypothecium hyaline to yellowish, 100–160 μm thick. Asci 8-spored, ascospores hyaline, one-celled, 9–15 \times 6–9 μm . Photobiont chroococcoid, 8–15 μm in diam., often in clusters and surrounded by gelatinous hyaline sheath in the centre and yellow-brown in exposed parts.

Specimens examined. Ukraine: Khmelnytskyi Region, Kamianets-Podilskyi District, left bank of the Dnister River, in front of Makarivka village (Chernivtsi Region), cliff above the river, 121 m a.s.l., W exposition, 48.571670 N, 26.753513 E, 05.07.2022, leg. A. Khodosovtsev (KHER15212, 15217).

***Anema tumidulum* Henssen ex P.M. Jørg., M. Schultz & Guttová (Fig. 2B).**

Thallus small, rosette or disc-form, peltate, 3–4 mm in diameter, black, without pruina; lobes small, lobes closely adjacent, 0.3–0.6 mm long; central part covered with small isidia-like outgrowths. Apothecia in Ukrainian specimens not found. In section, thallus is similar to *A. nodulosum*.

Specimens examined. Ukraine: Khmelnytskyi Region, Kamianets-Podilskyi District, left bank

of the Dnister River, in front of Makarivka village (Chernivtsi Region), cliff above river, 121 m a.s.l., W exposition, 48.571670 N, 26.753513 E, 05.07.2022, leg. A. Khodosovtsev (KHER15214, 15215).

***Pyrenocarpon thelostomum* (Ach. ex J. Harriman) Coppins & Aptroot (Fig. 2D).**

Thallus crustose, thin, dark brown to olive-black, cracked-areolate or indistinct. Areoles very small, 0.1–0.2 mm wide, flat, smooth. Apothecia immersed in conical to hemispherical thalline warts, 0.2–0.5 mm across (in section), at first punctiform, then with expanded, brownish disc surrounded by a distinct light brownish proper exciple and olivaceous thalline margin.

Thallus homeomerous, hyphae 3–5 μm wide. Thalline exciple 50–100 μm wide laterally. Proper exciple 25–50 μm wide in upper part. Epithecium yellowish brown. Hymenium colourless, 120–150 μm high, in K/I faintly blue. Paraphyses slender, branched and anastomosing, with slightly swollen apical cells, 3–5 μm wide. Hypothecium colourless. Asci 8-spored, cylindrical or narrowly clavate, thin-walled, without internal amyloid structures. Ascospores simple, hyaline, ellipsoid, (10–)13–18(–20) \times 5–10 μm . Photobiont cyanobacterial, chroococcoid, cells 5–10 μm wide, enclosed in yellowish to brown-yellowish gelatinous sheaths.

Specimen examined. Ukraine, Khmelnytskyi Region, Kamianets-Podilskyi District, near Yaruga village, cliffs, in fissures, shaded condition, S exposure, 120 m a.s.l., 48.589513 N, 26.723567 E, 05.07.2022, leg. A. Khodosovtsev (KHER15219).

Lichen communities of *Collematetea cristati* Wirth 1980

The black zone of *Collematetea cristati* class on the Dnister cliff has clearly visible continuous line 1–2.5 m wide and 10–20 m long or as dispersed small spots on rain-exposed water tracks (Fig. 1). It starts from 1.0–1.5 m above water level. *Anema decipiens* (A. Massal.) Forssell, *A. nodulosum*, *A. tumidulum*, *Psorotichia schaeereri* (A. Massal.) Arnold, *Peccania coralloides* (A. Massal.) A. Massal.,

Thallinocarpon nigritellum (Lettau) P.M. Jorg., *Thyrea confusa* Henssen, and *Verrucaria nigrescens* Pers. s. l. occupied S and W exposed cliff surfaces (Table 1, Fig. 1). The dominant species was foliose *Thyrea confusa* (with cover up to 40%). The high cover values were also registered for foliose *Thallinocarpon nigritellum* (up to 10%) and crustose *Psorotichia schaereri* (up to 10%). *Pyrenocarpon thelostomum* was collected on a shaded rain protected shelf in species-poor communities.

Two clusters were obtained after our analyses of the dataset in JUICE (Table 1). Three relevés from the Dnister cliffs nested in the same cluster with *Thyrea nigritella*-*Anema moelingensis* comm. from the Czech Republic. *Thallinocarpon nigritellum*, *Anema tumidulum* and *Anema nodulosum* are common species for the communities recorded both in the Czech Republic and in Ukraine. Two species, *Peccania coralloides* and *Thyrea confusa*, were common in relevés from the Czech Republic, Poland, and Ukraine.

Discussion

Genera *Anema* Nyl. ex Forssell and *Pyrenocarpon* Trevis. in Ukraine

According to the latest prodromus (an annotated checklist) of lichens of Ukraine (Kondratyuk et al., 2021), the genus *Anema* in Ukraine is represented by two species. The first of them, *Anema notarisii* (A. Massal.) Forssell (= *A. nummularium* (Dufour ex Durieu & Mont.) Nyl. ex Forsell), was reported from a few locations in the Autonomous Republic of Crimea (Kopachevskaya, 1986). In its habitus, it is similar to *A. nodulosum* presented here but differs by the absence of pruina on the thallus and by longer central holdfast. The second species, *Anema decipiens* (Fig. 2A), has been reported from Khmelnytskyi Region (Bielczyk et al., 2005). It is similar to *A. tumidulum*, also discussed here, but differs by its bluish pruina on the thallus, more delicate soredia-like granules on the surfaces, and rare presence of apothecia. Thus, at present four species of the genus *Anema* are known in Ukraine,

and three of them we recorded in one relevé on the Dnister cliff.

There are only two species in the genus *Pyrenocarpon*; one of them, *P. montinii* (A. Massal.) Trevis. (= *Psorotichia montinii* (A. Massal.) Forssell) was found on limestone pebbles in Ukraine recently (Khodosovtsev et al., 2018, 2019). The newly recorded species, *P. thelostomum*, differs from *P. montinii* by larger ascospores ($10\text{--}22.5 \times 5\text{--}12 \mu\text{m}$ vs. $6\text{--}13 \times 4\text{--}7 \mu\text{m}$ in *P. montinii*), larger ascomata (0.2–0.5 mm vs. 0.1–0.3 mm in *P. montinii*), and, ecologically, by its preference of more or less shaded habitats.

Two associations in *Peccania coralloidis* Moreno et Gea ex Gea in Bültmann et al. 2015

The class *Collematetea cristati* includes few alliances. One of them is *Peccania coralloidis* (*Collematetalia cristati* Wirth 1980) with *Peccania coralloidis*-*Thyreetum pulvinatae* Nowak 1960 (Nowak, 1960) as the type association (Bültmann et al., 2015). The association has been described from vertical limestone surfaces on water tracks (Poland). The communities are transitional between *Verrucarietetea nigrescentis* Wirth 1980 and *Collematetetea cristati*. In our opinion, the most typical to *Peccania coralloidis*-*Thyreetum pulvinatae* is relevé 2 described by Nowak (Nowak, 1960: Table 16) because it includes the lowest number of diagnostic taxa from *Verrucarietetea nigrescentis*. This relevé does not include *Placynthium nigrum* (Huds.) S.O. Gray, which is diagnostic for *Placynthietum nigrum* (Klement, 1955). We propose this relevé as a lectotype (see below) of the association *Peccania coralloidis*-*Thyreetum pulvinatae* Nowak 1960. *Leproplaca cirrochroa* has high frequency in *Peccania coralloidis*-*Thyreetum pulvinatae*; however, the species is diagnostic for *Caloplacetum cirrochroa* Poelt 1952 ex Breuer 1971, together with *Polyozosia hagenii* (Pers.) S.Y. Kondr., L. Lőkös et Farkas, *P. albescens* (Hoffm.) S.Y. Kondr., L. Lőkös et Farkas, *P. crenulata* S.Y. Kondr., L. Lőkös et Farkas, *Verrucaria muralis* Ach s. l., and *Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr. (see the synoptic table in Breuer, 1971). This association does not include

cyanobacterial lichens. It requires additional study and neotypification (Roux et al., 2009). Hence, the diagnostic species of *Peccanion coralloidis*-*Thyreetum pulvinatae* are *Enchylium polycarpon* (Hoffm.) Otálora, P.M. Jørg. et Wedin, *Leproplaca cirrochroa*, *Placynthium nigrum*, *Placidium rufescens* (Ach.) Massal, *Toninia candida* (F. Weber) Th. Fr., and *Synalissa ramulosa* (Bernh.) Fr.

Seven relevés were named as *Thyrea nigrیتella*-*Anema moelingensis* comm. (Wirth, 1972). These communities cover wetter spots among conglomerates on the S exposed bank of the Rokytná River in the Czech Republic. Later, Wirth has corrected the species composition in the association. The species reported as *Anema moedlingense* Zahlbr. was redefined as *A. tumidulum*, and that was reflected in the community name "*Gonohymenia nigrیتella*-*Anema tumidulum*-Soc" (Wirth, 1995). Sterile *Porocyphus coccodes* Flot. ex Körb. was observed with high cover and frequency (Wirth, 1972). However, this species is very rare in the Czech Republic. It was only collected twice during the period from 1960 to 2010 (Vondrák et al., 2010). The locations from the Rokytná River have not been cited in that paper. The identity of *Porocyphus coccodes* is in need of checking both in herbarium specimens and in field. *Staurothele frustulenta* Vainio is another high frequency species in the *Thyrea nigrیتella*-*Anema moelingensis* comm. cluster; that species was absent in the relevés from Ukraine. However, the species was reported previously from the Dnister cliffs, but was not recorded in our relevés. Hence, we propose to validate *Thyrea nigrیتella*-*Anema moelingensis* comm. as a new association *Thallinocarpon nigrیتelli*-*Anemum tumidulae* (see below) within the alliance *Peccanion coralloidis*. Diagnostic species of the association should be *Thallinocarpon nigrیتellum*, *Anema tumidulum*, *Staurothele frustulenta*, and *Anema nodulosum*. According of Bültmann (2015), the alliance *Peccanion coralloidis* has 11 characteristic species (Bültmann et al., 2015), including *Anema decipiens*, *Psorotichia schaeereri*, and *Peccania coralloides*. Our studies have confirmed the diagnostic significance of these species for the mentioned alliance.

Two associations of *Peccanion coralloidis* differ by their ecological preferences. The type association *Peccanion coralloidis*-*Thyreetum pulvinatae* overgrows vertical exposed surfaces in water tracks in low elevations. The *Thallinocarpon nigrیتelli*-*Anemum tumidulae* occupy similar habitats, but are located in the xeric geolitoral zone along the river banks. The alliance *Peccanion coralloidis* and order *Collematetalia cristati* are reported from Ukraine for the first time here.

Syntaxonomy

Peccanion coralloidis-*Thyreetum pulvinatae* Nowak 1960

Lectotype, *hoc loco*: Nowak, 1960: table 16, relevé 2 [*Anema decipiens* (1.2), *Enchylium polycarpon* (1.3), *Lathagrium fuscovirens* (+), *Leproplaca cirrochroa* (1.2), *Peccania coralloides* (1.2), *Placidium rufescens* (1.2), *Psorotichia schaeereri* s. l. (1.2), *Pyrenodesmia chalybaea* (+), *Thyrea confusa* (3.2), *Toninia candida* (1.3), *Variospora velana* (+)]: Poland, Dolina Bętkowska, 280 m a.s.l., J. Novak, no date.

Diagnostic species: *Enchylium polycarpon*, *Leproplaca cirrochroa*, *Placidium rufescens*, *Placynthium nigrum*, *Toninia candida*, *Synalissa ramulosa*.

Thallinocarpon nigrیتelli-*Anemum tumidulae* (Wirth 1972), *ass. nova, hoc loco*

Holotype: Wirth, 1972, page 254, table 40, relevé 1 [*Anema tumidulum* (as *A. moedlingense*) (2b), *Circinaria hoffmanniana* (+), *Dermatocarpon miniatum* (+), ?*Porocyphus coccodes* (3), *Staurothele frustulenta* (як *Staurothele catalepta*) (2m), *Thallinocarpon nigrیتellum* (2b), *Thyrea confusa* (2m)]: Czech Republic, Moravia, Rokytná River, between Rokytná and Budkovice, NE from Moravský Krumlov, 260 m a.s.l., 49.0650 N, 16.3337 E, V. Wirth, no data.

Diagnostic species: *Anema tumidulum*, *Anema nodulosum*, *Thallinocarpon nigrیتellum*, *Staurothele frustulenta*, and *Porocyphus coccodes*.

Conclusions

Anema tumidulum, *A. nodulosum*, and *Pyrenocarpon thelostomum* are reported from the Dnister limestone cliffs (Ukraine) for the first time. A lectotype of the association *Peccanion coralloididis-Thyreetum pulvinatae* Nowak 1960 is proposed. The association *Thallinocarpo nigritelli-Anemum tumidulae* (Wirth 1972) is validated. These are rare associations known only from the Czech Republic and Ukraine up to now. The alliance *Peccanion coralloididis* and order *Collematetalia cristati* are reported from Ukraine for the first time.

Acknowledgements

We are grateful to Olesya Bezsmertna, Vasyl Budzhak, Illia Chorney, Olga Chusova, Yakiv Didukh, Oxana Kucher, Ivan Moysiienko, Yulia Rozenblit, and Yulia Vashenyak for organization of

the excursion in the Dnister Canyon; Nadya Skobel' for providing the article of J. Nowak. We are grateful to the National Research Foundation of Ukraine for the support of the Project (No 2020.01/0140) within the framework of which we carried out our research, as well as to the Ukrainian Nature Conservation Group for financial support of the expedition costs. Alexander Khodosovtsev is grateful to researchers of the Center for Molecular Medicine (UMC Utrecht, The Netherlands), especially Prof. Saskia van Mil and Dr. Anna Mukha, for providing the microscope "Zeiss Axioscope" for the Kherson State University (Ukraine) that enabled his work in Kyiv while Kherson was temporarily occupied during the Russian invasion.

ORCID

A. Khodosovtsev:  <https://orcid.org/0000-0002-5906-9876>
A. Kuzemko:  <https://orcid.org/0000-0002-9425-2756>

Reference

- Bielczyk U., Bylińska E., Czarnota P., Czyzewska K., Guzow-Krzemińska B., Hachulka M., Kiszka J., Kowalewska A., Krzewicka B., Kukwa M., Leśniński G., Śliwa L., Zalewska A. 2005. Contribution to the knowledge of lichens and lichenicolous fungi of Western Ukraine. *Polish Botanical Journal*, 50(1): 39–64.
- Braun-Blanquet J. 1932. *Plant Sociology*. New York: McGraw-Hill Book Company, 439 pp.
- Breuer H. 1971. Beitrag zur xerothermen Moos- und Flechtenvegetation und Flora im Urftal zwischen Sötenich und Nettersheim (Eifel). *Decheniana*, 123(1–2): 121–134.
- Bültmann H., Roux C., Egea J.M., Julve Ph., Bricaud O., Giaccone G., Täuscher L., Creveld M., Di Martino V., Golubić S., Takeuchi N. 2015. Validations and descriptions of European syntaxa of vegetation dominated by lichens, bryophytes and algae. *Lazaroo*, 36: 107–129. http://dx.doi.org/10.5209/rev_LAZA.2015.v36.51255
- Didukh Ya.P., Chorney I.I., Budzhak V.V., Vashenyak Yu.A., Korzhuk V.P., Rozenblit Yu.V., Tokaryuk A.I., Mykhaylyuk T.I. 2018. Rare tufa forming habitat in the Dnister River basin. *Ukrainian Botanical Journal*, 75(2): 149–159. [Дідух Я.П., Чорней І.І., Буджак В.В., Вашеняк Ю.А., Коржук В.П., Розенбліт Ю.В., Токарюк А.І., Михайлюк Т.І. Рідкісний туфогенний біотоп у басейні Дністра. *Український ботанічний журнал*, 2018, 75(2): 149–159]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.02.149>
- Didukh Ya.P., Borsukevych A.O., Davydova A.O., Dzuba T.P., Dubyna D.V., Iemelianova S.M., Kuzemko A.A., Kolomiychuk V.P., Kucher O.O., Khodosovtsev O.Ye., Pashkevych N.A., Moysiienko I.I., Fitsailo T.V., Tsarenko P.M. 2020. *Biotopes of Steppe Zone of Ukraine*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv; Chernivtsi: DrukArt, 392 p. [Дідух Я.П., Борсукевич Л.М., Давидова А.О., Дзюба Т.П., Дубина Д.В., Емельянова С.М., Коломійчук В.П., Куземко А.А., Кучер О.О., Мойсієнко І.І., Пашкевич Н.А., Фіцайло Т.В., Ходосовцев О.Є., Царенко П.М., Чусова О.О., Шаповал В.В., Ширяєва Д.В. 2020. Біотопи степової зони України. Ред. Я.П. Дідух. Київ; Чернівці: ДрукАРТ, 392с.]
- Grandin, U. 2006. PC-ORD version 5: A user-friendly toolbox for ecologists. *Journal of Vegetation Science*, 17(6), 843–844. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2006.tb02508.x>
- Llimona X., Egea J.M. 1984. La Vegetación líquénica saxícola de los volcanes del Mar Menor (Murcia, SE de España). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 51 (Secció de Botànica, 5): 77–99.
- Khodosovtsev A.Ye., Boiko M.F., Nadyeina O.V., Khodosovtseva Yu.A. 2011. Lichen and bryophyte associations on the lower Dnieper sand dunes: syntaxonomy and weathering indication. *Chornomorski Botanical Journal*, 7(1): 44–46.
- ISSN 2415-8860. *Український ботанічний журнал*. 2023. 80(1)

- Khodosovtsev O.Ye., Darmostuk V.V. 2018. New for Ukraine species of lichens and lichenicolous fungi from marl limestones in the Northern Black Sea Region. *Ukrainian Botanical Journal*, 75(1): 33–37. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.01.033>
- Khodosovtsev A.Ye., Darmostuk V.V., Didukh Ya.P., Pylypenko I.O. 2019. Verrucario viridulae-Staurotheletum hymenogoniae, a new calcicolous lichen community as a component of petrophytic grassland habitats in the Northern Black Sea region. *Mediterranean Botany*, 40(1): 21–32. <https://doi.org/10.5209/MBOT.62891>
- Khodosovtsev A., Darmostuk V., Prylutskyi O., Kuzemko A. 2022. Silicicolous lichen communities of the Ukrainian Crystalline Shield. *Applied Vegetation Science*, 25(4): e12699. <https://doi.org/10.1111/avsc.12699>
- Klement O. 1955. Prodromus der mitteleuropäischen Flechtengesellschaften. *Feddes repertorium specierum novarum regni vegetabilis*, Beihefte 135: 1–194.
- Kondratyuk S.Ya., Popova L.P., Fedorenko N.M., Khodosovtsev A.Ye. 2021. *Prodromus of the spore plants of Ukraine: lichens*. Kyiv: Naukova Dumka, 730 p.
- Корачевская Ye.G. 1986. *The lichen flora of Crimea and its analyses*. Kyiv: Naukova Dumka. 296 p. [Копачевская Е.Г. 1986. *Лихенофлора Крыма и ее анализ*. Київ: Наукова думка, 296 с.]
- Kuzemko A., Didukh Ya., Onyshenko V., Sheffer Y. (eds.) 2018. *National Habitat Catalogue of Ukraine*. Kyiv: PE Klymenko, 284 p. [Куземко А., Дідух Я., Онищенко В., Шеффер Я. 2018. *Національний каталог біотопів України*. Київ: ПЕ Клименко, 284 с.]
- Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., Gavilán García R., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F.J.A., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J.H.J., Lysenko T., Didukh Y.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. *Applied Vegetation Science*, 19 (1): 1–783. <https://doi.org/10.1111/avsc.12257>
- Nowak J. 1960. Naskalne zespoły porostów Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej (Saxicolous associations of lichens of the Cracow-Częstochowa Upland). *Fragmenta Floristica et Geobotanica*, 6(3): 323–392.
- Roux C., Bültmann H., Navarro-Rosinés P. 2009. Syntaxonomie des associations de lichens saxicoles-calcicoles du sud-est de la France. I. *Clauzadeetea immersae, Verrucarietea nigrescentis, Incertae sedis*. *Bulletin de la Société linnéenne de Provence*, 60: 151–175.
- Smith C.W., Aptroot A., Coppins B., Fletcher A., Gilbert O.L., James P.W., Wolseley P.A. (eds.). 2009. *The Lichens of Great Britain and Ireland*. London: British Lichen Society, 1046 p.
- Tichý L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 13(3): 451–453. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x>
- Vondrák J., Merkulova O., Redchenko O. 2010. Several noteworthy lichens found in the foothills of the Šumava Mts, South Bohemia. *Bryonora*, 45: 31–35.
- Wirth V. 1972. Die Silikatflechten – Gemeinschaften im außeralpinen Zentraleuropa. In: *Dissertationes Botanicae*. Band 17. Lehre: Verlag von J. Cramer, 306 + 9 pp.
- Wirth V. 1980. *Flechtenflora: Ökologische Kennzeichnung und Bestimmung der Flechten Südwest-deutschlands und angrenzender Gebiete*. Uni-Taschenbücher Band 1062. Stuttgart: Eugen Ulmer, 552 pp.
- Wirth V. 1995. *Die Flechten Baden-Württembergs*. Bände 1 & 2. Stuttgart: Eugen Ulmer, 1006 pp.

О.Є. ХОДОСОВЦЕВ¹, А.А. КУЗЕМКО²

¹ Херсонський державний університет, Івано-Франківськ 76018, Україна

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

Перші знахідки лишайників *Anema nodulosum*, *A. tumidulum* і *Pyrenocarpon thelostomum* (*Lichinales*, *Lichinaceae*) в Україні та доповнення до класу *Collematetea cristati*

Реферат. Наведена інформація щодо поширення та екологічних уподобань нових для України видів лишайників *Anema tumidulum*, *A. nodulosum* та *Pyrenocarpon thelostomum*, які є елементами угруповання класу *Collematetea cristati*. Нові для України представники роду *Anema* зростали на експонованих прямовисних вапнякових кліфах південної та східної експозицій у місцях тимчасових водостоків (чорна зона), що синтаксономічно відносять до класу *Collematetea cristati*. Ці види формують угруповання з *Anema decipiens*, *Psorotichia schaeferi*, *Peccania coralloides*, *Thallinocarpon nigritellum*, *Thyrea confusa* та *Verrucaria nigrescens* s. l. Аналізований масив фітосоціологічних даних включав три описи з України, а також 14 описів з літературних джерел: сім описів асоціації *Peccania coralloidis*

Thyreetum pulvinatae Nowak 1960 з Польщі та сім описів угруповання *Thyrea nigritella* – *Anema moelingensis* comm. з Чеської Республіки. Аналіз був проведений у програмі JUICE за допомогою кластерного аналізу. Аналізовані описи розділилися за двома кластерами. Три описи з вапнякових кліфів Дністровського каньйону опинилися в одному кластері з угрупованнями *Thyrea nigritella* – *Anema moelingensis* comm. з Чеської Республіки. Ми розглядаємо такі угруповання як нову для науки асоціацію *Thallinocarpo nigritelli-Anemum tumidulae* (Wirth 1972). Діагностичними видами її є *Thallinocarpon nigritellum*, *Anema tumidulum*, *Staurothele frustulenta* та *Anema nodulosum*. Запроновано лектотип асоціації *Peccanion coralloidis-Thyreetum pulvinatae* Nowak 1960. Діагностичні види асоціації *Enchylium polycarpon*, *Leproplaca cirrochroa*, *Placidium rufescens*, *Placynthium nigrum*, *Toninia candida*, *Synalissa symphorea*. Дві асоціації союзу *Peccanion coralloidis* відрізняються екологічними уподобаннями. Типова асоціація союзу *Peccanion coralloidis-Thyreetum pulvinatae* трапляється на прямовисних експонованих вапнякових скелях на місцях тимчасових водостоків. Асоціація *Thallinocarpo nigritelli-Anemum tumidulae* займає подібні біотопи, але які розташовані в зоні ксеричної геоліторалі рівнинних річок. Союз *Peccanion coralloidis* та порядок *Collematetalia cristati* вперше наводяться для України.

Ключові слова: вапняки, Дністровський каньйон, кліфи, лишайникові угруповання, синтаксономія, тимчасові водостоки, *Peccanion coralloidis*



До 100-річчя від дня народження Володимира Костянтиновича М'якушка

У 2022 році виповнилося 100 років від дня народження видатного українського еколога, геоботаника, дендролога, доктора біологічних наук, професора В.К. М'якушка.

Володимир Костянтинович народився 15 грудня 1922 р. у м. Жмеринка Вінницької області в робітничій сім'ї, де було семеро дітей. Після закінчення середньої школи в 1940 р. він навчався в Бакинському військовому училищі зенітної артилерії. Під час Другої світової війни брав участь в обороні Севастополя. В одному з боїв на Сапун-горі Володимир був тяжко поранений і відправлений у військовий госпіталь у Херсонській області, який через деякий час був захоплений ворогом. Як військовополонений В.К. М'якушко три роки перебував у концентраційному таборі на території Німеччини. Після війни його було поновлено у військовому званні та звільнено у запас.

У повоєнні роки Володимир Костянтинович працював на залізниці, спочатку кочегаром, пізніше помічником машиніста. У 1948 р. вступив до Львівського сільськогосподарського інституту на лісгосподарський факультет, який закінчив з відзнакою в 1953 р. і був залишений на кафедрі загального лісівництва, де працював спочатку лаборантом, а потім асистентом. Головною темою його наукових досліджень в ці роки була лісова ботаніка. Набуті під час навчання та роботи в Львівському сільськогосподарському інституті знання стали підґрунтям для подальшої наукової роботи.

У 1962 р. В.К. М'якушко переїздить до Києва. В Інститут ботаніки АН УРСР він прийшов вже зрілою людиною з усталеним світоглядом та великим бажанням працювати. В цій науковій установі вчений пройшов шлях від молодшого наукового співробітника до заступника директора. Спочатку Володимир

Костянтинович працював у відділі геоботаніки, у 1971 р. деякий час завідував відділом науково-технічної інформації. З 1972 р. В.К. М'якушко працював заступником директора з наукових питань, з 1976 до 1980 р. – очолював відділ екології та охорони рослинності.

У 1965 р. В.К. М'якушко захистив кандидатську дисертацію на тему "Черешня (*Cerasus avium* (L.) Moench) в лісах західних областей УРСР". Сім років по тому за матеріалами дисертації опублікував монографію на тему "Черешня в лісах України". У цій праці розглянуто питання систематики, морфології, екологічних особливостей і поширення черешні, властивості росту, продуктивності і природне поновлення, участь у лісових культурах, акцентована увага на господарському значенні *C. avium*.

Володимир Костянтинович був співавтором колективної монографії "Рослинність УРСР. Ліси" (1971). Наведені ним на основі власних досліджень та літературних узагальнень описи грабово-дубових, ялицево-букових лісів України та соснових лісів Українських Карпат є важливим внеском у лісову геоботаніку. Складену В.К. М'якушком разом з Г.І. Біликом карту лісів України та їхньої продуктивності використано у багатьох атласах та посібниках.

Протягом усієї своєї наукової діяльності Володимир Костянтинович вивчав соснові ліси України, ставши їх неперевершеним знавцем. В нашій країні немає жодного значного масиву соснових лісів, який би він не дослідив. За матеріалами проведених досліджень В.К. М'якушко захистив докторську дисертацію, а в 1978 р. опублікував монографію "Сосновые леса равнинной части УССР", яка стала значним внеском у вітчизняну науку. У цій монографії з біогеоценотичних позицій наведе-

но оригінальну класифікацію рівнинних соснових лісів України та охарактеризовано не лише чисті соснові бори, але й субформації грабово-дубово-соснових лісів. Усебічно охарактеризовано біологічну продуктивність соснових лісів, висвітлено аделопатичні аспекти взаємодії деревних рослин у ландшафтних екосистемах соснових лісів, подано розроблені автором рекомендації щодо оптимізації ведення лісового господарства. В Україні не видано жодної монографії, в якій би так глибоко і всебічно було охарактеризовано біологічну продуктивність лісових формацій. Книга В.К. М'якушка є зразком наукової монографії для молодих дослідників.

Після публікації зазначеної монографії автор не полишив своїх досліджень. Як завідувач відділу екології та охорони рослинності він разом зі своїми співробітниками закладає мережу екологічних напівстаціонарів у різних регіонах України. Результати аналізу проведених спостережень лягли в основу нової книги В.К. М'якушка (зі співавторами) – "Екологія соснових лісів" (1989). Якщо перша монографія про соснові ліси є класичною геоботанічною роботою, то друга – екологічною працею. У ній із системних позицій висвітлено закономірності функціонування екосистем соснових лісів у зв'язку з мікрокліматичними, ґрунтовими, гідрологічними та ценотичними умовами. Ця монографія є одним із перших в Україні синфітоекологічних досліджень.

З 1980 р. В.К. М'якушко працював в Українській сільськогосподарській академії (натепер Національний університет біоресурсів і природокористування України) завідувачем кафедри дендрології та охорони природи, а з 1991 р. – її професором. Він викладав студентам курси з дендрології, екології, охорони природи, розробив методичні рекомендації щодо їхнього викладання. З особливою турботою Володимир Костянтинович ставився до дендропарку академії. Особистим оригінальним внеском вченого в розбудову дендропарку стала колекція рідкісних і зникаючих видів рослин у лісових культурфітоценозах.

В.К. М'якушко є співавтором першого українського навчального посібника з екології (1984 р.), який одержав схвальну оцінку колег, зокрема позитивну рецензію академіка А.М. Гродзинського. Логічним продовженням книги стала видана у співавторстві праця "Охорона природи" (1986 р.). Важливим внеском Володимира Костянтиновича у вивчення та викладання екології є робота "Сільськогосподарська екологія" (1992 р., у співавторстві), де детально висвітлено організацію та функціонування агроландшафтів як екологічних систем, показано взаємозв'язок між сільським і лісовим господарствами, висвітлено роль лісових насаджень в оптимізації сільськогосподарських ландшафтів.

В.К. М'якушко був керівником Проблемної ради лісогосподарського факультету та головою спеціалізованої вченої ради із захисту дисертацій при Українському національному аграрному університеті (нині Національний університет біоресурсів і природокористування України), у певні роки – членом спеціалізованих вчених рад при Інституті ботаніки ім. М.Г. Холодного та Центральному республіканському ботанічному саду імені М.М. Гришка. Протягом тривалого часу Володимир Костянтинович був членом Українського ботанічного товариства, понад 10 років очолював його екологічну секцію.

Незважаючи на тяжку хворобу в останні роки життя, В.К. М'якушко не залишив наукової роботи, як консультат надавав цінні поради молодим колегам.

28 лютого 2011 р. серце Володимира Костянтиновича М'якушка зупинилось.

Володимир Костянтинович М'якушко був не лише видатним вченим та педагогом, а й непересічною особистістю. Визначальними його якостями були надзвичайна енергійність і працьовитість, любов до людей, вміння розгледіти справжній талант і підтримати його на шляху становлення, готовність прийти на допомогу, дати мудру пораду, здатність успішно розв'язувати складні проблеми.

В.І. МЕЛЬНИК, О.О. РАК



In Memory of Petro M. Tsarenko (12.07.1956 – 21.01.2023)



Petro Tsarenko, Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine, a laureate of the Boris Paton National Award and a long-term head of the Department of Phycology, Lichenology and Bryology of the M.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine, passed away on 21 January 2023 in Kraków, Poland.

Petro Mykhaylovych Tsarenko was born in the village of Smilchyntsi, Lysianka District in Cherkasy Region, Ukraine, in the family of Mykhailo Nychporovych Tsarenko and Valentyna Kononivna Tsarenko. He grew up together with two brothers in a family where respect to books, to the history of the native land, to learning and knowledge was cultivated from his childhood years. Probably his great devotion to work and his caring and kind attitude to the family and colleagues were rooted in and inherited from his family traditions, and thus were evident during his whole life.

In 1973–1978 Petro studied at T.G. Shevchenko Kyiv State University (now the Taras Shevchenko National University of Kyiv), specializing at the Department of Lower Plants headed by Professor Nadiya Prokhorivna Massjuk (also sometimes transliterated as Masyuk or Masiuk) who was his first mentor in the field of phycology. While still a student, Petro came to the Department of Algology and Lichenology of the Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR (now the M.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine), where he later worked during his whole scientific life. The luminaries of the department, students of Academician Oleksandr V. Topachevsky, bright representatives of the Kyiv scientific school of phycologists, such as Nadiya P. Massjuk, Galyna M. Palamar-Mordvintseva, Nadiya V. Kondratyeva, Zinaida I. Asaul-Vetrova, Nonna O. Moshkova and others, significantly influenced the formation and development of Petro Tsarenko as a scientist. Consequently, high organization, punctuality, logic in expressing opinions in his publications, numerous reports, and lectures were the features that Petro inherited from his teachers and mentors. In 1979, when P.M. Tsarenko demonstrated his young graduate's interest in floristic and taxonomic studies of green algae, he was recommended for an internship to a well-known researcher in this field, Professor Vera Mikhaylovna Andreeva from the V.L. Komarov Botanical Institute of the Academy of Sciences of the USSR.

In 1980 Petro Tsarenko entered the postgraduate program at the Institute of Botany, where his supervisor was Professor Galyna M. Palamar-Mordvintseva. Petro conducted research on chlorococcal algae in the reservoirs of the Ukrainian Polissia and successfully defended his Candidate

of Science (comparable to PhD) thesis in 1984. As a result of his graduation project, he published his first monographic book, a *Brief Identification Manual of Chlorococcal Algae of the Ukrainian SSR* (1990), which is still a standard handy reference for many phycologists.

In the 1990s, P.M. Tsarenko collaborated with German scientists in conducting their joint scientific research at the Jülich Scientific Center (Forschungszentrum Jülich, Jülich, district of Düren, North Rhine-Westphalia, Germany, 1991, 1993) and at the Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (Neuglobsow, Brandenburg, Germany, 1995). In 1991, he participated the expedition to the Indian Ocean onboard the scientific research vessel *Akademik Vernadsky* (named in honor of Academician Volodymyr I. Vernadsky), studying algae of Madagascar, Namibia, Indonesia, Singapore, the Seychelles, and other countries and regions.

In 1996, P.M. Tsarenko defended his doctoral (Doctor of Science) thesis "Chlorococcal algae (*Chlorococcales*, *Chlorophyta*) of water bodies of Ukraine (flora, morphology, ecology, geography, evolutionary trends and principles of systematics)". In 2002, he started his work as the Head of the Department of Phycology (since 2016, the Department of Phycology, Lichenology and Bryology) at the M.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine, and remained the head of that department for two decades, until the end of his life. He also paid considerable attention to his teaching activities as a professor of the Department of Botany (2000–2007) and the head of the Department of Physiology, Plant Ecology and Biomonitoring (2006–2007) at the National Agricultural University (now, since 2008, the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine) and a professor of the Department of Botany at the Taras Shevchenko National University of Kyiv (2010).

The scientific activity of P.M. Tsarenko covered various issues and fields of floristics, morphology, ecology, geography, nomenclature, taxonomy, evolution and phylogeny of algae (mainly coccoid green algae, charophytes, diatoms), history

of science, theoretical and applied aspects of phycology, bioindication, bioenergy conversion, and the innovative field of conservation of algae (now sometimes termed algosozology). In particular, he developed the concept of specificity and taxonomic and ecological diversity of the algal flora of Ukraine, proposed a system of regional zoning of that flora based on the zonal and basin approach and ecological-hydrological peculiarities, and developed criteria for categorization of rare and threatened species of algae and their conservation.

Petro Tsarenko had a special interest in comprehensive and integrative studies of coccoid green algae (especially *Scenedesmaceae*) in the flora of Ukraine and other countries. He was one of the best specialists in identification of these algae, in studies of cell morphology and ultrastructure of *Scenedesmus*-like algae of Ukraine and Germany, in carrying out taxonomic studies (for example, more than 40 proposed nomenclatural changes in the group of *Scenedesmus* s. l.), and in developing collections that included more than 150 strains of representatives of *Scenedesmaceae*.

Petro described 9 species and infraspecific taxa of green algae (*Desmodesmus communis* var. *polisticus* P. Tsarenko & E. Hegewald, *D. costatogranulatus* var. *costatus* E. Hegewald & P. Tsarenko, *D. multivariabilis* E. Hegewald, Antal Schmidt, A. Braband & P. Tsarenko, *D. multivariabilis* var. *turskensis* P. Tsarenko & E. Hegewald, *Enallax acutiformis* var. *reticulatum* E. Hegewald & P. Tsarenko, *Pteromonas carteri* P. Tsarenko & D. Kapustin, *Scenedesmus polessicus* P. Tsarenko, *Sc. serratopectinatus* P. Tsarenko, *Tetradesmus arenicola* Mikhailyuk & P. Tsarenko). He also proposed more than 100 nomenclatural novelties at various ranks, such as the family (*Scotiellocoystoidaceae* (Fott) P. Tsarenko, *Sphaerocystidaceae* Fott ex P. Tsarenko, *Bracteacoccaceae* Kostikov emend. P. Tsarenko, *Gloeochaetaceae* Kies & Kremer ex P. Tsarenko), genus (*Acutodesmus* (E. Hegewald) P. Tsarenko), species and infraspecific taxa in *Chlorophyta*, *Charophyta*, *Glaucophyta*, and *Bacillariophyta*.

Petro Tsarenko also initiated studies in the field of applied phycology, in particular, the search and cultivation of algae of biotechnological importance,



Petro Tsarenko with graduate students of the department, Sofia Sadogurska and Olga Kryvosheia-Zakharova (Kyiv, 2020)

studies of their biological properties, development of cultivation methods and protocols, formation of a collection of strains promising for industrial cultivation, etc. His knowledge allowed him to form a unique collection of strains of coccoid green algae (part of the well-known collection of algae at the Institute of Botany – IBASU-A), as well as a collection of microalgae that are promising producers of biomass and lipids, and found out the environmental factors involved in the production and resource process of their biosynthesis according to conditions of closed ecosystems. For many years, Petro was not only the head and curator, but also a tireless collector of the Algotheca (Algotheque, algal collection) of the Institute of Botany (KW-A) and the Collection of Living Cultures of Algae (IBASU-A), both are now the units of the National Heritage of Ukraine.

Petro M. Tsarenko was active in organizational and expert work. He was a member of the National Agency for Higher Education Quality Assurance and the National Commission for the Red Data Book of Ukraine. He was also an experienced member of the specialized scientific councils at the M.G. Kholodny Institute of Botany, the Institute of Hydrobiology, and the Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine.

Petro Tsarenko was one of the responsible editors of the *Algal Flora of Ukraine* and *Algae of Ukraine* series, a member of the editorial board of the journals *Algologia*, the *International Journal on Algae*, and the *Ukrainian Botanical Journal*. Under his supervision, six dissertation studies were completed for the scientific degree of the Candidate of Biological Sciences (earlier comparable to PhD) and one for the Doctor of Philosophy (PhD) degree.

Petro Tsarenko studied not only the algal flora of Ukraine, but also floras of other countries. He participated in numerous international projects to study the algoflora of the United Kingdom, Israel, Germany, and Mongolia. It was indeed a great pleasure to be in field trips together with Petro Tsarenko (all regions of Ukraine, the coastal zone of the Pacific or Atlantic oceans, the Black and Mediterranean seas, high mountains of Central Asia, the Near East, etc.), or to participate in workshops or conferences organized and prepared by Petro: all travel details, sampling points, all permits for collecting were prepared and agreed upon with local colleagues in advance, and usually everything was implemented in the best way possible.

In appreciation of Tsarenko's contribution to taxonomy, colleagues named three species of

diatom algae in his honor: *Buryatia tsarenkoi* Kulikovskiy, Metzeltin & Lange-Bertalot, *Fallacia tsarenkoi* Kulikovskiy, Lange-Bertalot & Metzeltin, and *Nitzschia tsarenkoi* Lange-Bertalot. We know that several more names of algae and lichens will be dedicated soon to Petro Tsarenko (publications now in preparation or submitted).

Petro Tsarenko is the author and co-author of more than 450 scientific publications, including 34 monographs and 29 educational and teaching manuals. P.M. Tsarenko had a special inspiration and interest in preparing monographic studies on biodiversity. Among them, there are fundamental overviews of algae of the British Isles (*The Freshwater Algal Flora of the British Isles*, 2002), Israel (*Biodiversity of Cyanoprocaryotes and Algae of Continental Israel*, 2000), Mongolia (*Limnology and Paleolimnology of Mongolia*, 2014) and the four-volume collective monograph *Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography* (2006–2014). He is one of the leading authors of the third edition of the *Red Data Book of Ukraine* (volume of plants and fungi) (2009). The last large-scale and fundamental works by P.M. Tsarenko, on which he worked as the chief editor, were the *Prodromus of Spore Plants of Ukraine: Lichens* (2021), *Prodromus of Spore Plants of Ukraine: Bryophyta* (2022), as well as the chief editor and author of many chapters in the *Prodromus of Spore Plants of Ukraine: Algae* in two volumes (2023). In his free time P.M. Tsarenko was fascinated by the history of his native land, the history of Ukraine.

The beginning of the large-scale phase of the aggressive war waged by ruscists against Ukraine forced Petro Tsarenko to leave his home in Kyiv, mainly because of the damage caused by the shockwave and fragments of a missile to the building where he lived, in the northeastern part of Kyiv City. Petro also cared for his family, his wife and two daughters, and wanted to safeguard them against any further shocks and dangers. After this event, Petro accepted an invitation made by Professor Konrad Wołowski (W. Szafer Institute of Botany of the Polish Academy of Sciences, Kraków) to move with his family to Kraków. Having received



Petro Tsarenko during the field work in 2022 in Poland: Morskie Oko Lake

funding from the Polish Academy of Sciences, as a visiting professor at the W. Szafer Institute of Botany within the framework of the project, Petro continued to work on his main passion and dedication, the study of green algae, and also conducted his taxonomic research and revision of algal cultures of the National Biodiversity Collection of Recent and Fossil Organisms at the W. Szafer Institute of Botany.

At the same time, Petro Tsarenko combined his work at a Polish institute with quite active parallel research for the benefit of Ukrainian phycology and higher education in his home country; in particular, he prepared a number of articles, highlighting the peculiarities of the diversity of algae in different regions of Ukraine, completed his work on the *Prodromus of Algae of Ukraine*, and participated in forming decisions on issues of the quality of higher education in Ukraine at meetings of the National



Visiting the Institute of Nature Conservation (Kraków, 2011):
Janina Kwadrans, Konrad Wołowski and Petro Tsarenko



An interview at the Rada TV channel

Agency for Higher Education Quality Assurance of Ukraine.

The scientist worked at the Szafer Institute until the last days of his life. Ukrainian and Polish colleagues remember his inexhaustible plans and ideas for future research, which were interrupted by his sudden death. In the last days of 2022, Petro Tsarenko told Professor Konrad Wołowski that he would be especially happy to help his colleagues from Ukraine as much as possible. Together with Konrad they drafted the idea and scope of activities for a new grant proposal involving colleagues from Ukraine. They also drafted a list of potential partners; negotiations with the Ukrainian scientists were underway when Petro passed away suddenly. His thoughts were always with his beloved country of Ukraine, his Kyiv City, and the M.G. Kholodny Institute of Botany, which he missed so much.

Petro Tsarenko was an exceptional man, a wise, calm, kind and sincere person, and a researcher wholeheartedly devoted to science. The door of his office room was always open for colleagues, friends, and many other visitors. Despite his very busy schedule, he always managed to find some time to discuss both scientific issues and various life situations. Petro was always aware of what was happening with the employees of his department, supported and helped them. He combined the qualities of a caring and understanding manager,

while at the same time his attitude was demanding, persistent, and stimulating to work.

He sincerely loved his work and devoted a lot of time to it. At the same time, Petro was the caring and loving husband for his wife Olga (also a botanist) and the devoted and kind father for their two daughters. The order and harmony that reigned in his family also contributed to Petro's scientific work and achievements. He will be sorely missed by his family, especially his beloved wife Olga and daughters Olena and Nataliia. Petro was especially proud that one of his daughters, Olena Bilous (née Tsarenko), continued the scientific tradition of her father and is now a professional psychologist and hydrobiologist.

Whilst we will greatly regret the many unfulfilled projects Petro Tsarenko was about to launch, we will miss him most of all as a colleague and friend. With him, international psychology has lost an experienced and valued member, and Ukraine lost one of our most important researchers. It is also undoubtedly a major loss not only to psychology but also to the international and national scientific community.

Serhij KONDRATYUK,
Oksana VYNOGRADOVA, Konrad WOŁOWSKI,
Solomon WASSER, Olga BUROVA,
Tetiana MIKHAILYUK, Sergei MOSYAKIN

Supplementary Information

Table S1. Collection sites and habitat of specimens of the *Sargassaceae* in Kuwait

Number on map	Location collection	Date	Coordinates	Habitat	Surface sea water temperature
Offshore Islands					
A	Failaka	18.02.2019	29°28'03.8"N 48°17'10.1"E	Rocky shore and tidal pool	16.2 °C
B	Kubbar	21.02.2019	29°04'18"N, 48°29'30"E	Rocky shore and intertidal pool	16.1 °C
C	Umm Al-Muradim	7.02. 2019	28°40'49.8"N, 48°39'00"E	Subtidal and intertidal	16.5 °C
Middle zone					
		6.08.2019	29°16'42.2"N 48°05'21.7"E	Rocky shore	31.9 °C
1	Anjafa	27.01.2020	29°16'42.2"N 48°05'21.7"E	Rocky shore	16.7 °C
2	Fintas*	17.02.2019	29°10'37.9"N 48°07'23.0"E	Rocky shore near Coastguard	19.9 °C
South zone					
3	Mina Abdulla	7.10.2018	28°58'47.1"N, 48°10'24.9"E	Drifting to shoreline	30.1 °C
4	Al-Khiran	12.02.2019	28°39'18"N, 48°23'31.4"E	Drifting to shoreline	16.0 °C
		20.04.2019	28°41'49.6"N, 48°22'47.0"E	Drifting to shoreline	22.3 °C
5	Al-Zour (1)	29.01.2020		Drifting at entrance to canal	17.4 °C
6	Al-Zour (2)	13.02.2019	28°41'09.5"N, 48°23'14.2"E	Drifting to shoreline	16.1 °C
7	Al-Nuwiseb	6.02. 2019	28°35'00"N, 48°23'56.8"E	Drifting to shoreline	16.1 °C

* Repeated specimens (e.g., *Sargassum carpophyllum* J. Agardh)

<https://seatemperature.info/kuwait-water-temperature.html>

Table S2. Primer's sequence (~500-650 bp) used for amplification of *Sargassaceae* specimens in this study

Locus	Marker	Oligo nucleotide primers (F/R)	Annealing DNA	Primer Sequence (5' to 3')	Amplicon Size (bp)	Reference
Nuclear	ITS2	KP5 (F)	5.8S	ACAACGATGAAGAACGCAG	>200 to <1000	Lane et al. (2006)
		KG4 (R)	LSU	CTTTTCCTCCGCTTAGTTATATG		

Table S3. Specimens of *Sargassaceae* collected from Kuwait, grouped according to the closest ITS2 sequence match in GenBank
 Note that there is no previously published ITS2 sequence of *Polycladia myrica*

Entity	Taxon identification according to GenBank	Herbarium vouchers	Query ID (bp)	Coverage %	Identity %	Accession no. of closest match	GenBank accession no.
1	<i>Sirophysalis trinodis</i> (Forsskål 1775) Kützing	KHI120219-3	699	91	99.28	KF281875	MZ409024
2	<i>Sirophysalis trinodis</i> (Forsskål 1775) Kützing	FAI180219-21	699	98	99.28	KF281875	MZ409025
3	<i>Hormophysa cuneiformis</i> (J.F. Gmelin1792) P.C. Silva	KHI120219-19	636	70	100	AB043780	MZ409023
4	<i>Polycladia myrica</i> (S.G. Gmelin) Draima, Ballesteros, F. Rousseau & T. Thibaut.	ANJ60819-2	509	NA	NA	NA	MZ409027
5	<i>Polycladia myrica</i> (S.G. Gmelin) Draima, Ballesteros, F. Rousseau & T. Thibaut.	MINABD71018-3	505	NA	NA	NA	MZ409026
6	<i>Sargassum aquifolium</i> (Turner) C. Agardh	ANJ270120-10	597	74	100	HQ416054	MZ409015
7	<i>Sargassum aquifolium</i> (Turner) C. Agardh	NUW60219-16	583	75	100	HQ416073	MZ409013
8	<i>Sargassum aquifolium</i> (Turner) C. Agardh	KHI120219-27	635	69	100	HQ416054	MZ409014
9	<i>Sargassum aquifolium</i> (Turner) C. Agardh	ANJ60819-1	636	69	100	HQ416054	MZ409012
10	<i>Sargassum carpophyllum</i> J. Agardh	NUW60219-17	600	84	99.61	AB043067	MZ409016
11	<i>Sargassum carpophyllum</i> J. Agardh	KHI120219-24	600	84	99.61	AB043067	MZ409017
12	<i>Sargassum carpophyllum</i> J. Agardh	ZOU290120-35	561	86	99.59	AB043067	MZ409021
13	<i>Sargassum carpophyllum</i> J. Agardh	ZOU290120-25	576	72	99.52	KY935425	MZ409022
14	<i>Sargassum carpophyllum</i> J. Agardh	KD10_ZOU200419wP-12-e	582	86	99.60	AB043067	MZ447878
15	<i>Sargassum carpophyllum</i> J. Agardh ¹	ZOU290120-26	553	99	99.64	KP101265	MZ409019
16	<i>Sargassum carpophyllum</i> J. Agardh ¹	ZOU130219-6	559	100	99.64	KP101265	MZ409018
17	<i>Sargassum carpophyllum</i> J. Agardh ¹	KUB210219-M	589	100	99.66	KP101265	MZ409020
18	<i>Sargassum ilicifolium</i> var. <i>acaraeocarpum</i> Grunow	KD8_ZOU200419wP-12-c	588	99	99.49	KP096253	MZ447876
19	<i>Sargassum ilicifolium</i> var. <i>acaraeocarpum</i> Grunow	ZOU290120-15	622	73	100	KP720362	MZ409028
20	<i>Sargassum yinggehaiense</i> Tseng & Lu	KD14_ZOU200419wP-11-A	563	99	100	KP101256	MZ447877
21	<i>Sargassum</i> sp.	ANJ270120-9	603	98	99.83	KF692548	MZ409011

¹ Sequence deposited in GenBank as *S. pseudolanceolatum* Tseng & Lu but identical to the sequences of *S. carpophyllum* J. Agardh

Table S4. ITS2 sequences of *Sargassaceae* retrieved from GenBank for use in phylogenetic analysis

Taxa/entity	GenBank Accessions no.	Collection site	Collectors
<i>Hormophysa triquetra</i>	AB043780	New Caledonia, France	Stiger and Horiguchi (2000)
<i>Sargassopsis decurrens</i>	JN243821	Australia	Dixon et al. (2012)
<i>Sargassum aquifolium</i>	HQ416054	Tanzania	Mattio and Payri (2010)
<i>Sargassum aquifolium</i>	HQ416073	Reunion	Mattio and Payri (2010)
<i>Sargassum baccularia</i>	KP219190	Thailand	Kantachumpoo et al. (2014)
<i>Sargassum carpophyllum</i>	JN243804	Australia	Dixon et al. (2011)
<i>Sargassum carpophyllum</i>	AB043067	Nagasaki, Japan	Stiger et al. (2000)
<i>Sargassum carpophyllum</i>	KY935425	China	Huang et al. (2017)
<i>Sargassum crassifolium</i>	HF572040	Iran	Shams et al. (2013)
<i>Sargassum crassifolium</i>	HF572041	Iran	Shams et al. (2013)
<i>Sargassum confusum</i>	AB038271	Japan	Yoshida et al. (2000)
<i>Sargassum decurrens</i>	EU100773	New Caledonia, France	Mattio et al. (2008)
<i>Sargassum duplicatum</i>	AY258152	Taiwan	Chen and Lee (2003)
<i>Sargassum emarginatum</i>	KY935426	China	Huang et al. (2017)
<i>Sargassum ilicifolium</i>	MG731822	Singapore	Yip et al. (2018)
<i>Sargassum ilicifolium</i>	MN193433	Indonesia	Dharmayanti et al. (2019)
<i>Sargassum ilicifolium</i>	HF572049	Iran	Shams et al. (2013)
<i>Sargassum ilicifolium var. acaraeocarpum</i>	KP720362	Madagascar	Mattio et al. (2015)
<i>Sargassum ilicifolium var. acaraeocarpum</i>	KP720515	South Africa	Mattio et al. (2015)
<i>Sargassum integerrimum</i>	KP096254	China	Liu et al. (2014)
<i>Sargassum mcclurei</i>	KP096253	China	Liu et al. (2014)
<i>Sargassum pacificum</i>	EU100783	French Polynesia, France	Mattio et al. (2008)
<i>Sargassum polycystum</i>	EU833422	Fiji	Mattio et al. (2009)
<i>Sargassum pseudolanceolatum</i>	KP101265	China	Liu et al. (2014)
<i>Sargassum swartzii</i>	KF692548	India	Deshmukhe et al. (2013)
<i>Sargassum swartzii</i>	EU882255	New Caledonia, France	Mattio et al. (2008)
<i>Sargassum swartzii</i>	EU882254	New Caledonia, France	Mattio et al. (2008)
<i>Sargassum vachellianum</i>	KJ855999	China	Bi et al. (2014)
<i>Sargassum yinggehaiense</i>	KP101256	China	Liu et al. (2014)
<i>Sirophysalis trinodis</i>	KF281875	Australia	Dixon et al. (2014)
<i>Sirophysalis trinodis</i>	KF281877	Australia	Dixon et al. (2014)
Outgroup			
<i>Ascophyllum nodosum</i>	AF102971	Isle of Man	Serrao et al. (1999)
<i>Fucus serratus</i>	AF102945	Nova Scotia, Canada	Serrao et al. (1999)
<i>Fucus vesiculosus</i>	AF102932	White Sea, Russia	Serrao et al. (1999)