



UKRAINIAN 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)
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)
Iryna V. KOSAKIVSKA (Kyiv, Ukraine)
Karol MARHOLD (Bratislava, Slovakia)
Eviatar NEVO (Haifa, Israel)
Myroslav V. SHEVERA (Kyiv, Ukraine)
Natalia M. SHYIAN (Kyiv, Ukraine)
Maryna M. SUKHOMLYN (Kyiv, Ukraine)
Susumu TAKAMATSU (Tsu, Japan)
Filip VERLOOVE (Meise, Belgium)
Oxana M. VYNOGRADOVA (Kyiv, Ukraine)
Solomon P. WASSER (Haifa, Israel)
Olena K. ZOLOTAREVA (Kyiv, Ukraine)

Editorial Assistant

Mariya D. ALEINIKOVA

Front cover: *Hermanssonia centrifuga* (P. Karst.) Zmitr. on a fallen trunk of *Betula* sp., Darnytsia urban forest, Kyiv (see the article by Bohoslavets et al. in this issue).

Photo by © Kateryna Fedorova

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)
Микола М. ФЕДОРОНЧУК (Київ, Україна)
Зігмонтас ГУДЖІНСКАС (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)
Ірина В. КОСАКІВСЬКА (Київ, Україна)
Кароль МАРГОЛЬД (Братислава, Словаччина)
Евіатар НЕВО (Хайфа, Ізраїль)
Мирослав В. ШЕВЕРА (Київ, Україна)
Наталія М. ШІЯН (Київ, Україна)
Марина М. СУХОМЛИН (Київ, Україна)
Сусуму ТАКАМАЦУ (Цу, Японія)
Філіп ВЕРЛООВ (Мейсе, Бельгія)
Оксана М. ВІНОГРАДОВА (Київ, Україна)
Соломон П. ВАССЕР (Хайфа, Ізраїль)
Олена К. ЗОЛОТАРЬОВА (Київ, Україна)

Відповідальний секретар

Марія Д. АЛЕЙНІКОВА

На обкладинці: *Hermanssonia centrifuga* (P. Karst.) Zmitr. на поваленому стовбурі *Betula* sp., Дарницький лісопарк, Київ (див. статтю Богославця та ін. у цьому номері).

Фото © Катерина Федорова



CONTENTS

Vegetation Science, Ecology, Conservation

- SYLENKO O., PORTÉ A.J., NETSVETOV M. Legacy of the 1941 dam explosion in the Supiy River valley, Ukraine: shifts in drought and wetness sensitivity of *Quercus robur* (Fagaceae) 147

Plant Taxonomy, Geography and Floristics

- TARIEIEV A., CHEREPANYN R. AFLP-based genetic diversity and population structure of arctic-alpine relict species *Dryas octopetala* (Rosaceae) in Ukraine. 161
- IAMONICO D. On the Linnaean name *Pharnaceum depressum* (Caryophyllales), its identity, current circumscription, and some associated names 172
- MOSYAKIN S.L., McNEILL J., FEDORONCHUK M.M. Further nomenclatural adjustments in *Aria* and *Hedlundia* (Rosaceae) 180

ЗМІСТ

Геоботаніка, екологія, охорона рослинного світу

- СИЛЕНКО О., ПОРТЕ А.Ж., НЕЦВЕТОВ М. Наслідки підриву дамби 1941 року у долині річки Супій, Україна: зміни чутливості радіального приросту *Quercus robur* (Fagaceae) до посухи та зволоження. 147

Систематика, флористика, географія рослин

- ТАРЄЄВ А., ЧЕРЕПАНИН Р. Генетичне різноманіття та структура популяцій аркто-альпійського реліктового виду *Dryas octopetala* (Rosaceae) в Україні за даними AFLP-аналізу. 161
- ІАМОНІКО Д. Про ліннеївську назву *Pharnaceum depressum* (Caryophyllales), її таксономічну ідентичність, сучасний обсяг і деякі пов'язані назви. 172
- МОСЯКІН С.Л., МакНІЛ Дж., ФЕДОРОНЧУК М.М. Подальші номенклатурні зміни в родах *Aria* та *Hedlundia* (Rosaceae) 180

Fungi and Fungi-like Organisms

HELUTA V.P. A critical revision of the powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) of Ukraine: *Erysiphe* sect. *Uncinula* 186

BOHOSLAVETS O.M., SHEVCHENKO M.V., FEDOROVA K.I., FOMENKO M.I., PRYDIUK M.P. A fundamental shift in the distribution pattern of *Hermanssonia centrifuga* (*Meruliaceae*, *Basidiomycota*): new evidence from Ukraine 212

Red Data Book of Ukraine

PAVLENKO A.O., KRASOVA O.O., SHOL H.N. Populations of *Gymnospermium odessanum* (*Berberidaceae*) in natural and post-mining landscapes of the Kryvyi Rih area (Ukraine) 223

Гриби і грибоподібні організми

ГЕЛЮТА В.П. Критичний перегляд видового складу борошнистосоряних грибів (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) України: *Erysiphe* sect. *Uncinula* 186

БОГОСЛАВЕЦЬ О.М., ШЕВЧЕНКО М.В., ФЕДОРОВА К.І., ФОМЕНКО М.І., ПРИДЮК М.П. Істотні зміни в поширенні *Hermanssonia centrifuga* (*Meruliaceae*, *Basidiomycota*): нові відомості з України 212

Червона книга України

ПАВЛЕНКО А.О., КРАСОВА О.О., ШОЛЬ Г.Н. Популяції *Gymnospermium odessanum* (*Berberidaceae*) у природному та постмаїнінговому ландшафтах Криворіжжя 223

Approved by the Academic Council of the M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine (Resolution No. 10 of 16 June 2026)

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

Tel.: +380 44 235 4182

E-mail: secretary_ubzh@ukr.net

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

Media ID (ідентифікатор медіа): R30-03012. Decision of the National Council of Television and Radio Broadcasting of Ukraine of 21.03.2024 No. 890

Technical editor O.Ye. Bondarenko

Layout N.S. Reshetnykova

Submitted for printing on 22.07.2026. Format 84 × 108/16. Typeface. Minion Pro
Conventional printed sheets 9,45. Physical printed sheets 11,25. Circulation 95 copies. Order no. 8126

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/ukrbotj83.03.147>

RESEARCH ARTICLE

Legacy of the 1941 dam explosion in the Supiy River valley, Ukraine: shifts in drought and wetness sensitivity of *Quercus robur* (Fagaceae)

Oleksandr SYLENKO^{1,2*} , Annabel J. PORTÉ³ , Maksym NETSVETOV^{1,3} 

¹ Institute for Evolutionary Ecology, National Academy of Sciences of Ukraine,
37 Lebedeva Str., Kyiv 03143, Ukraine

² Olexandria State Dendrological Park, National Academy of Sciences of Ukraine,
Bila Tserkva 09113, Ukraine

³ BIOGECO, University of Bordeaux, INRAE, Cestas 33610, France

* Author for correspondence: sylenko91@gmail.com

Abstract. This study evaluates changes in the sensitivity of radial growth of *Quercus robur* to water balance, assessed using the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), in stands located within the Supiy River valley (Kyiv Region, Ukraine) in relation to the dam destruction in 1941 and the subsequent construction of a drainage network in the floodplain. Two valley stands were investigated: Tashan Park (TAS), situated downstream of the former dam site, and Zgurivka Dendro-park (ZGU), located upstream. Two extra-valley sites, Bykivnia Forest (BYK) and Feofaniya Park (FEO), were used as the regional reference (REF) sites. The study period was divided into two intervals: before hydrological alterations (1910–1940) and after the completion of major drainage works (1962–2015); 1941–1961 were excluded from the analysis. Statistical modeling revealed a pronounced shift in moisture sensitivity of *Q. robur* within the Supiy valley: at TAS, the previously negative relationship between growth and March SPEI3 became positive after 1961, while the positive relationship with July SPEI3 observed before 1941 shifted to negative. In contrast, ZGU exhibited only weak changes in sensitivity, and the regional reference chronology (REF) maintained a consistently positive response to SPEI throughout the study period. These findings indicate a localized shift in hydroclimatic controls on tree growth within the river valley, particularly downstream of the dam site. The complex interaction of hydrological alterations, water management practices, small-stream regulation, and ongoing climate change complicates the prediction of ecological consequences of dam destruction and drainage works without empirical evidence from comparable settings.

Keywords: climate sensitivity, pedunculate oak, riparian forests, SPEI, statistical modeling, tree rings

ARTICLE HISTORY. Submitted 26 February 2026. Revised 24 May 2026. Published 08 June 2026

CITATION. Sylenko O., Porté A.J., Netsvetov M. 2026. Legacy of the 1941 dam explosion in the Supiy River valley, Ukraine: shifts in drought and wetness sensitivity of *Quercus robur* (Fagaceae). *Ukrainian Botanical Journal*, 83(3): 147–160. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.03.147>

© M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, 2026

© Publisher PH "Akademperiodyka" of the NAS of Ukraine, 2026

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

Introduction

Hydrological modification has fragmented rivers and altered flow regimes worldwide (Nilsson et al., 2005; Grill et al., 2019). Flow regulation, channelization, drainage, and barriers are pervasive pressures on river corridors and their connected ecosystems, including riparian forests (Stella, Bendix, 2019). Riparian woody species provide key functions such as bank stabilization, habitat structure, microclimate regulation, and filtration/retention processes (Naiman et al., 2005), yet they are sensitive to altered discharge and groundwater regimes (Nilsson, Berggren, 2000) that shift inundation timing, soil aeration, and the degree of drought buffering (Camarero et al., 2023).

Beyond planned regulation, abrupt dam loss (including wartime destruction) can impose rapid hydro-geomorphic and biogeochemical shocks with cascading ecological and societal consequences (Shumilova et al., 2025). In parallel, connectivity and process-based restoration (e.g., barrier removal, re-meandering, and drainage management) is accelerating in some regions (Wohl et al., 2024), but outcomes can be constrained by legacy infrastructure, competing water demands, and social acceptance. As river corridors increasingly face both gradual engineering trajectories and abrupt regime shifts (e.g., extreme floods, waterlogging episodes, sudden infrastructure failure), management and restoration require empirical evidence linking specific hydrological changes to riparian ecosystem responses (Nilsson et al., 2018).

Tree rings provide annually resolved records of tree performance and can detect long-term responses to hydrological variability in both river valleys and adjacent uplands over decades to centuries (Stoffel, Bollschweiler, 2008; Nolin et al., 2021). Because foundation tree species integrate multiple constraints on growth, their ring-width series can reveal shifts in key growth drivers and changes in hydroclimatic sensitivity associated with hydrological reorganization (e.g., Gričar et al., 2013; Netsvetov et al., 2018; Marcon et al., 2022). Pre/post comparisons around known disturbances provide a direct test of whether growth limitation changes direction (e.g., from drought limitation to wetness limitation) when regulation, drainage, or channel conditions change.

Here, we use tree rings of pedunculate oaks (*Quercus robur* L., *Fagaceae*) to examine a long

sequence of hydrological alterations on the Supiy River (Kyiv Region, Ukraine), including regulation, abrupt dam loss during World War II, drainage/canal construction, and subsequent degradation/impoundment of the drainage and channel system. Historical sources and maps indicate that dams were present on the Supiy at least since the early nineteenth century; in late 1941 they were destroyed during wartime actions (Dovhoruk, 2018). Drainage and canal construction then expanded across the floodplain and surrounding landscapes from the 1940s through the early 1960s (Vyshnevskiy, Kutsiy, 2022; Shevchuk et al., 2020).

We compare two river-valley (riparian-corridor) oak stands that occupy first-terrace and adjacent valley-slope positions (i.e., not the active riverbank): a downstream stand near the former dam position (Tashan; TAS) and an upstream stand (Zgurivka; ZGU). For regional context, we use a composite upland reference chronology (REF) built from two non-valley sites (Bykivnia, BYK, and Feofania, FEO; both located within the Kyiv City borders) that primarily capture background climatic forcing; these sites and their chronologies have been described previously (e.g., Netsvetov, Prokopuk, 2016; Netsvetov et al., 2018; Prokopuk et al., 2024).

Our aim was to quantify whether and how tree growth sensitivity to water balance changed across hydrological phases. We tested for shifts in the relationship between ring-width index and drought/wetness variability using the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) by comparing a pre-impact period (≤ 1940) to a post-reorganization period (≥ 1962), excluding 1941–1961. We hypothesized that (i) prior to dam destruction, downstream TAS would show growing-season water limitation broadly aligned with the upland climatic signal (REF), consistent with reduced downstream water availability under regulation; (ii) after dam destruction and further drainage development and subsequent evolution of the valley water regime, TAS would become more sensitive to late-winter/early-spring water balance but less positively responsive in early-to-mid summer near the precipitation peak; and (iii) the upstream ZGU stand would show smaller or non-significant shifts in growth–SPEI sensitivity because it was less directly affected by the destroyed downstream dam and its legacy. We evaluated these hypotheses within a Before/After–Control/Impact (BACI) sensitivity-shift framework (Underwood, 1992).

Material and Methods

Study area and sites

The study was conducted in the two administrative units of Ukraine, Kyiv Region and Kyiv City geographically located within Kyiv Region, at four *Q. robur* stands: two upland reference sites (Feofania, FEO; Bykivnia, BYK, in Kyiv City) and two Supiy River-valley sites (Zgurivka, ZGU; Tashan, TAS) (Figs. 1, 2; Table 1). TAS and ZGU are located in the Supiy River basin, a left-bank tributary of the Dnipro River, and represent river-valley oak stands occupying first-terrace/terrace-edge positions and adjacent valley slopes rather than the active riverbank. Both valley stands originated as 18th–mid-19th century private landscape gardens and are currently unmanaged forest massifs with old oak cohorts.

In ZGU, *Quercus robur* occurs primarily as solitary trees or remnants of former alley plantings, while the main stand is situated in quarters. There, it grows together with common park species forming the second canopy layer, including *Aesculus hippocastanum* L., *Acer platanoides* L., *Robinia pseudoacacia* L., and *Tilia cordata* Mill. Introduced species present in the park include *Larix decidua* Mill., *Thuja occidentalis* L., and *Tsuga canadensis* (L.) Carrière. Riparian tree species are mainly represented by *Salix alba* L., *Populus tremula* L., and *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.

In Tashan Park, *Q. robur* forms a forest massif with a secondary canopy layer composed of *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth, *Aesculus hippocastanum* L., and *Acer platanoides* L. The herb layer of the park remains close to natural conditions, supporting the persistence of spring ephemerals. These are primarily represented by *Galanthus nivalis* L., *Scilla bifolia* L., *Ficaria verna* Huds., *Corydalis solida* (L.) Clairv., *C. intermedia* (L.) Mérat, *C. cava* (L.) Schweigg. & Körte, *Gagea lutea* (L.) Ker Gawl., and *G. minima* (L.) Ker Gawl. (Kalinskyi, 2025). In geobotanical terms, all sites fall within the Eurasian steppe region, forest-steppe subregion, and the Eastern European forest-steppe province characterized by oak forests, steppe meadows, and meadow steppes (Didukh, Shelyag-Sosonko, 2003). FEO is situated on the right bank of the Dnipro, whereas BYK (upland/non-valley), TAS, and ZGU are located on the left bank, i.e. east of the Dnipro River.

Historical sources document substantial hydrological modification in the Supiy valley near TAS, including damming and watermills, phases of

flooding and drainage, and development of drainage-canal networks (Dovhoruk, 2018; Fig. 1B–C). According to Dovhoruk (2018), in September 1941, through military action, the melioration system of the Supiy River was destroyed, and bogs and some landscapes around were flooded from two reservoirs. The flooding lasted for about 3 weeks.

Descriptions of the historical maps

The Fig. 1B, C present map fragments illustrating changes in the hydrology of the Supiy River over time. Red squares indicate the locations of Tashan (Tashan = Тошань, Taschan, Ташань) and Zgurivka (Zgurivka = Згуровка) in different maps.

The first map (VTK, 1923a, 1923b; Fig. 1B, C) was created in 1923 based on reconnaissance surveys conducted in 1915 and 1922. The map well illustrates the pre-war hydrological state of the valley, before the large-scale melioration and transformation of the channel. The Supiy River is shown flowing into a large lake (greenish-blue area) with islands and a complex coastline. A light zone on both sides of the Supiy River, covering the villages of Pluzhyniki and Mylovydov, likely represents floodplain areas with signs of waterlogging or waterlogged areas (hatching). There are also a large number of windmills on the map, reflecting the agricultural character of the landscape at that time.

The second map (Oberkommando..., 1941; only Fig. 1B) was created in 1941 and clearly illustrates the hydrological changes of the Supiy River valley: a network of drainage canals (explanation on the map = *kanal* (DEU)) is clearly visible; there are still green islands, including Tashan Park (*Wald mit Schneise*), which stand on bogs (*Sumpf*), and a system of windmills (*Windmühle*) is still present.

The more recent map (General Staff of the USSR, 1989; Fig. 1B, C) published in 1989 according to the landscape conditions of 1987 depicts the complex network of reclamation canals on both sides of the Supiy River, which completely drained the previously boggy area. The large lake shown on earlier maps was replaced by a defined river valley. However, several small man-made lakes remain in the valley, indicating the presence of underground groundwater. The windmill system is gone.

In contrast to the substantial changes near Tashan, the hydrological system upstream near Zgurivka (Fig. 1C) has less changed over time. Nevertheless, several artificial lakes are visible within

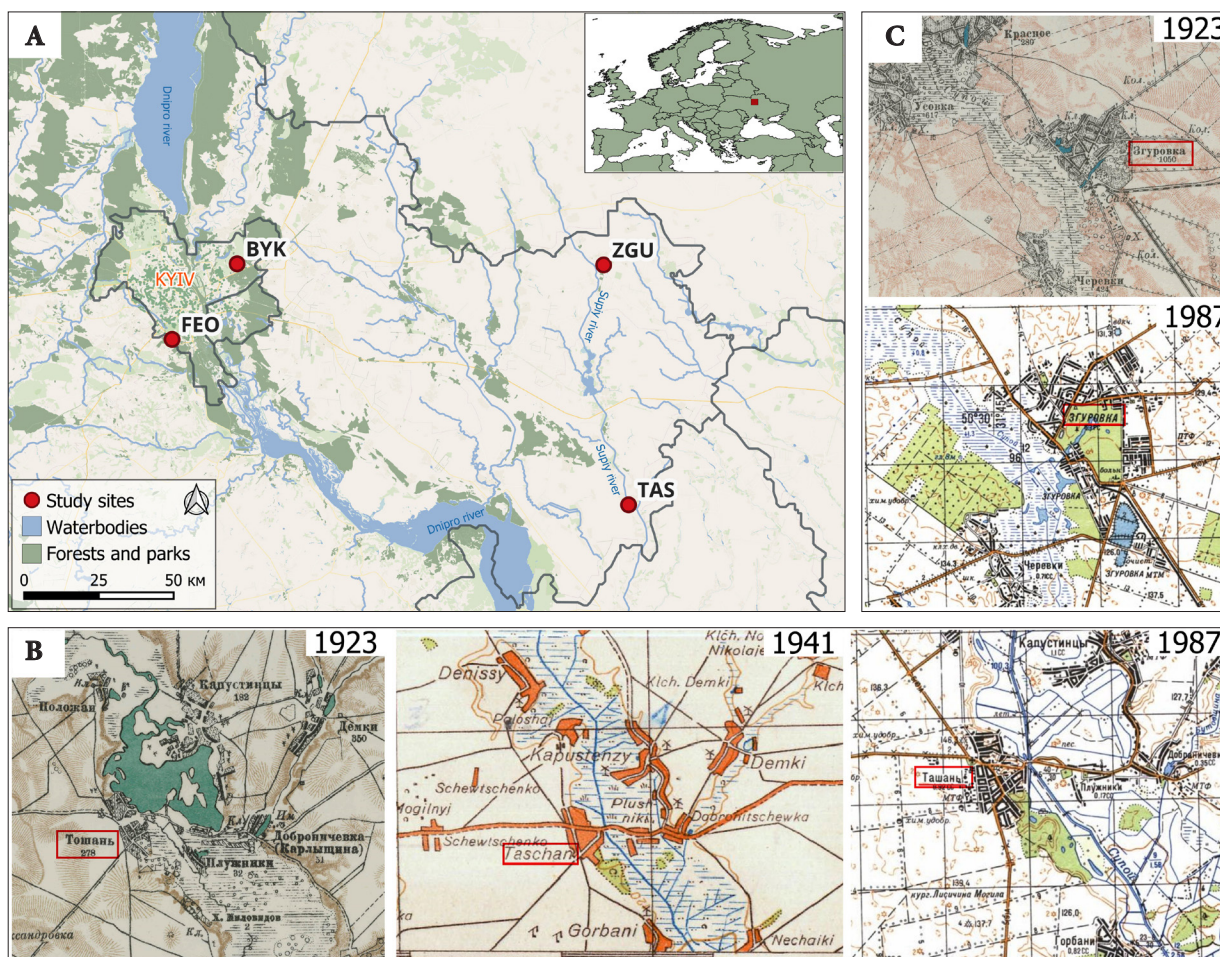


Fig. 1. Location of the study sites (A) and historical maps that describe the changes of hydrology in Park Tashan (B: VTK, 1923b at a scale of 3 verst = 1.0668 km) to one inch; Oberkommando..., 1941 at a scale of 1:50 000; General Staff of the USSR, 1989 at a scale of 1:100 000), and Zgurivka arboretum (C: VTK, 1923a; General Staff of the USSR, 1989). See Table 1 for site codes

the Supiy River floodplain. The large pond that appeared downstream of the park is probably located near the treatment facilities (marked as “очист” on the map).

Climate

Hydrothermal data from the two nearest meteorological stations were used to characterise the regional climatic conditions. The Kyiv Meteorological Station is located on the right bank of the Dniro River (50.3917°N, 30.5356°E), approximately 18 km from BYK and 7 km from FEO, at an elevation of 167 m a.s.l. In contrast, the Yahotyn Meteorological Station is located on the left bank of the Dniro (50.2315°N, 31.7935°E), between ZGU and TAS at

approximately 25 km from both sites, at an elevation of 126 m a.s.l.

The Walter–Lieth climate diagrams (Fig. 3) indicate a moderately continental climate with pronounced seasonality at both sites. Mean annual temperature is 9.3 °C in Kyiv and 8.8 °C in Yahotyn, while total annual precipitation amounts to 597 mm and 568 mm, respectively. The coldest month is January (about –3 °C in Kyiv and –4 °C in Yahotyn), whereas the warmest month is July (approximately 21–22 °C). Absolute minimum temperatures reach –5.5 °C in Kyiv and –6.4 °C in Yahotyn, and absolute maxima reach 26.6 °C and 27.0 °C, respectively.

Precipitation is relatively evenly distributed throughout the year, with a distinct maximum in

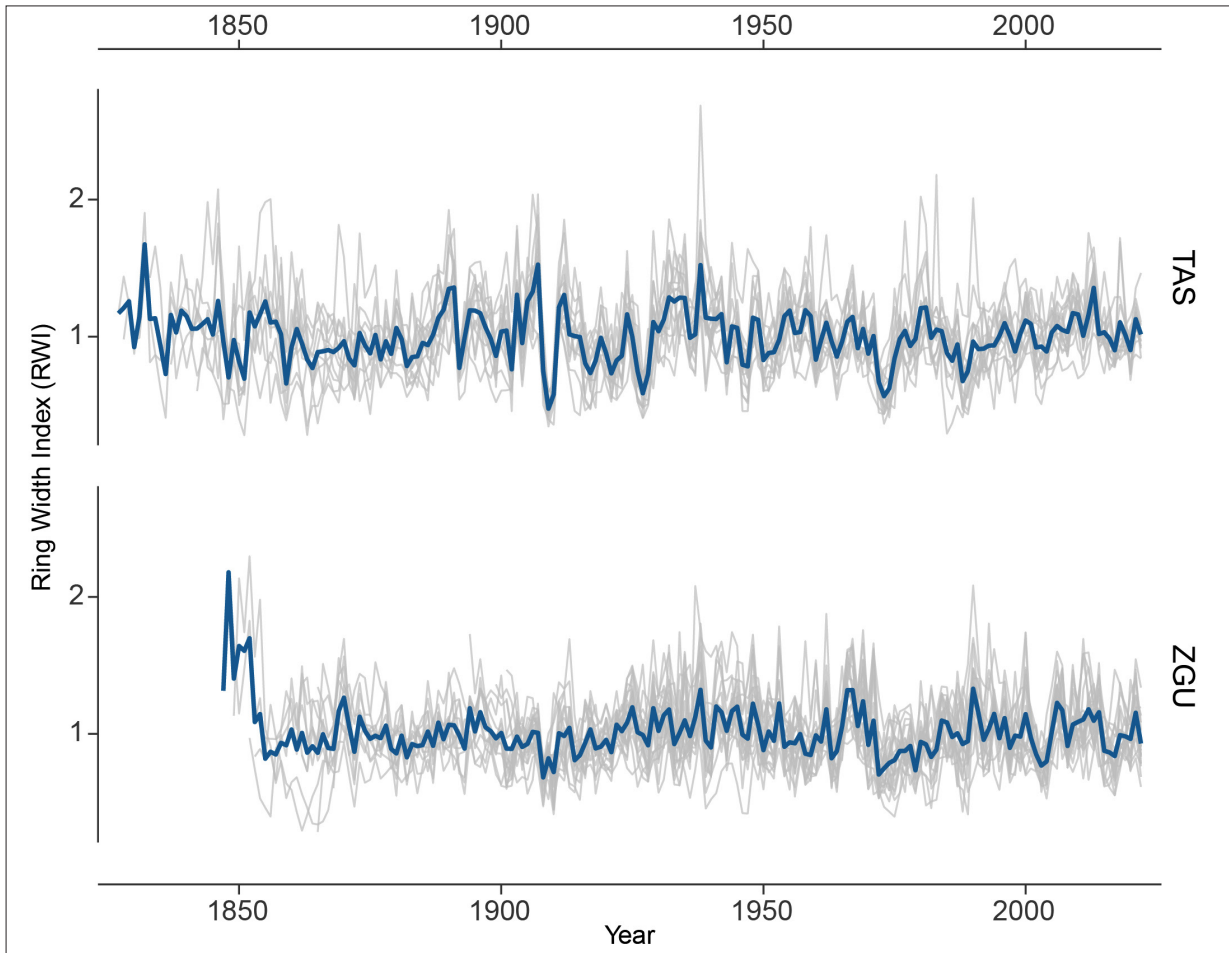


Fig. 2. *Quercus robur* RWI chronologies of ZGU and TAS sites (see Table 1 for site codes). Blue line — mean chronology; grey lines — individual tree-ring series

June–July at both stations. No pronounced summer drought period ($P < 2T$) is observed; however, short subarid phases occur in early spring and early autumn. Overall, the hydrothermal regime corresponds to typical forest-steppe conditions, characterized by moderate water deficits toward the end of the growing season. Compared to Kyiv, Yahotyn exhibits slightly lower winter temperatures,

lower annual precipitation, and a somewhat more pronounced late-season moisture deficit, reflecting a higher degree of continentality in the Left Bank forest-steppe.

Tree-ring sampling and chronology development

At each site, dominant *Q. robur* trees were cored using standard dendrochronological procedures.

Table 1. Study sites and tree ring-width chronologies description

Site	Site code	Lat. N	Lon. E	Alt. m a.s.l	Chronology span	N of trees
Bykivnia	BYK	50.4926	30.6850	134	1864–2015	25
Feofania	FEO	50.3480	30.4894	180	1746–2017	51
Zgurivka	ZGU	50.4904	31.7878	147	1846–2022	20
Tashan	TAS	50.0300	31.8629	128	1827–2022	15

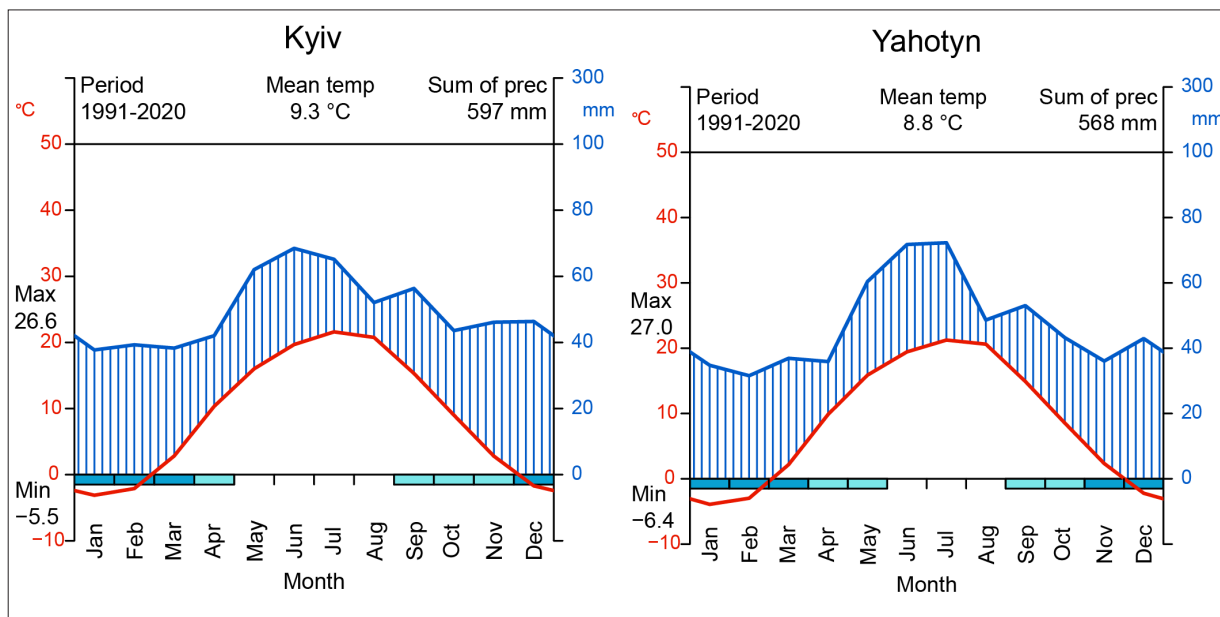


Fig. 3. The Walter-Lieth climatograms (climographs): blue line — precipitation (mm), right axis; red line — temperature (°C), left axis. The diagrams were created using the Climatol software (<https://CRAN.R-project.org/package=climatol>)

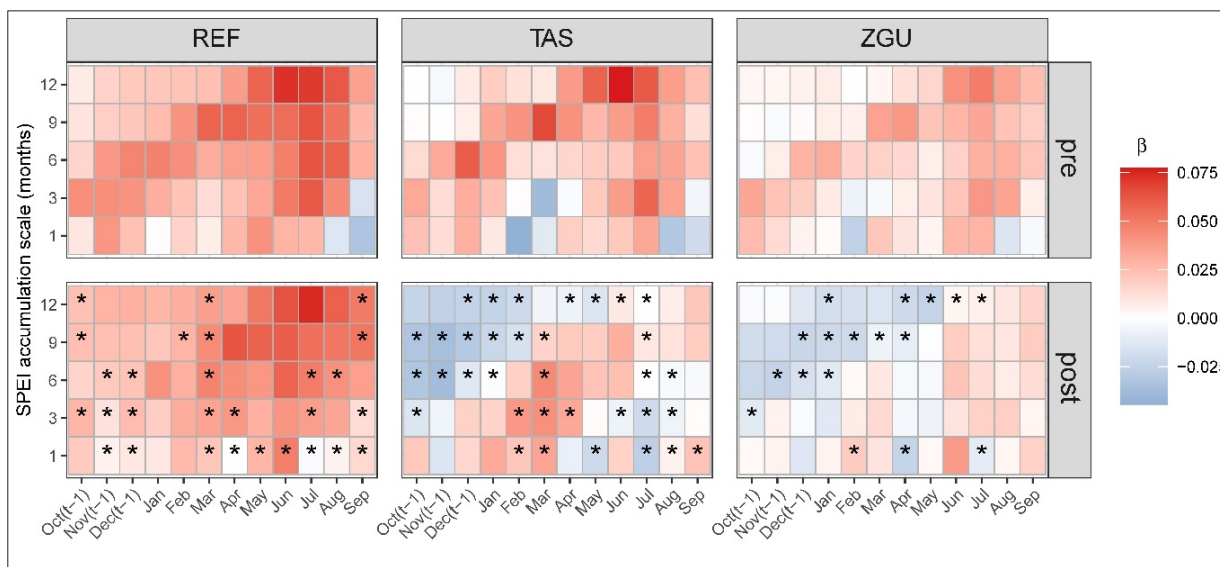


Fig. 4. Estimated *Quercus robur* growth-SPEI slopes (β) across months and SPEI accumulation scales (1, 3, 6, 9, 12). Slopes are from pre-post models relating ring-width index (RWI) to monthly SPEI aligned to the dendrochronological year (Oct(t-1)–Sep). Asterisks denote month $\times$ scale combinations with a significant pre-post change in slope (Benjamini-Hochberg adjusted $p < 0.05$ for the SPEI $\times$ period interaction, likelihood-ratio test)

Ring-width series were measured and cross-dated using standard quality-control routines (Bunn, 2010). To derive ring-width indices (RWI, Fig. 2), we detrended core-level series using an

age-dependent spline (AgeDepSpline) and then averaged detrended series to tree means (dplR). Analyses were performed at tree level to preserve replication for mixed-effects modeling.

Statistical analysis

Descriptive statistics were calculated for both raw ring width (RW) and indexed chronologies (RWI) over the full length of the chronology. For RW, we calculated mean ring width (MW), standard deviation (SD), mean sensitivity (MS), and first-order autocorrelation (AR1). For RWI, we calculated the mean inter-series correlation ($R_{\text{bar.tot}}$), chronology signal strength and representativeness were evaluated using subsample signal strength (SSS), signal-to-noise ratio (SNR), and expressed population signal (EPS).

To isolate site-specific growth departures from regional background variability, we expressed growth relative to the reference chronology using a tree-level delta index:

$$\Delta_{i,t} = \text{RWI}_{i,t} - \text{REF}_t,$$

where i denotes an individual tree and t a calendar year. The REF chronology was built from two non-floodplain sites (BYK and FEO) as an equal-weight mean of their site chronologies (i.e., $\text{REF}_t = (\text{BYK}_t + \text{FEO}_t) / 2$; years with insufficient replication were excluded).

Climatic forcing was represented by monthly SPEI at five accumulation scales (1, 3, 6, 9, 12 months; Vicente-Serrano et al., 2010). To match phenology, predictors were aligned to the growth year as Oct($t-1$)–Sep(t).

We defined two confirmatory periods designed to separate pre-disturbance and post-intervention conditions while excluding the disturbance and transition interval: pre (≤ 1940 ; 1902–1940) and post (≥ 1962 ; 1962–2015). Years 1941–1961 were excluded from all models because it is corresponding to a transition period in the hydrologic regime, first with floodings after the destruction of the dam and then drainage management with construction of canals.

For each month $\times$ SPEI scale combination (12 months $\times$ 5 scales = 60 tests), we fitted pre–post models using linear mixed-effects models for TAS and ZGU, with tree as a random intercept and an AR(1)-type continuous-time autocorrelation structure for residuals within each tree:

$$\Delta \sim \text{SPEI} \times \text{period} \times \text{site} + (1 \mid \text{tree})$$

Residual temporal autocorrelation was modeled using a continuous-time AR(1) correlation structure (nlme corCAR1) within each tree ($\sim \text{year} \mid \text{tree}$).

The primary inferential target was the three-way interaction SPEI:period:site, which quantifies whether the pre–post change in moisture sensitivity differs between TAS and ZGU (i.e., a difference-in-differences in SPEI slopes). Significance was assessed using a maximum-likelihood ratio test (LRT) comparing models with vs. without the three-way interaction. We controlled the false discovery rate across the 60 tests using Benjamini-Hochberg adjustment of LRT p-values.

All analyses were performed in R (v4.3.1; R Core Team, 2023).

Results

Descriptive statistics

Among the sites, mean radial growth ranged from 2.93 mm at BYK to 2.06 mm at FEO. At the focal sites, TAS and ZGU, mean growth was 2.46 mm and 2.65 mm, respectively (Table 2). Mean sensitivity (MS) averaged approximately 0.20–0.22, with the lowest value observed at ZGU (0.19). First-order autocorrelation (AR1) was high and similar across all sites, indicating a strong dependence of current growth on growth in the previous year.

Mean inter-series correlation ($R_{\text{bar.tot}}$) was about 0.36 at BYK and TAS, while the lowest value was recorded at ZGU (0.27). Both EPS and SSS exceeded the commonly accepted threshold (≥ 0.85 ; Wigley et al., 1984), indicating adequate sample representativeness. The signal-to-noise ratio (SNR), which strongly depends on sample size, was highest at FEO and lowest at ZGU (Table 2).

Growth–SPEI relationships

We first screened monthly growth–SPEI relationships across SPEI accumulation scales (1, 3, 6, 9, 12 months) and months (Jan–Dec, with Oct–Dec assigned to the following growth year) using pre–post models (pre ≤ 1940 ; post ≥ 1962 ; 1941–1961 excluded) and BH correction across tests. Across all month $\times$ scale combinations, the strongest and most robust pre–post changes were observed for SPEI3 in March and July, particularly at TAS; therefore, we performed further analysis on these two months (Table 3; Fig. 4).

Shifts in early-spring responses

At the regional reference (REF) level, growth remained positively related to March SPEI3 in both periods and strengthened after 1962 ($\beta = 0.0130$ to

Table 2. Descriptive statistics of *Quercus robur* trees for the full period of chronology

	BYK	FEO	ZGU	TAS
	RW			
MW±SD, mm	2.93±1.16	2.06±0.76	2.65±0.99	2.46±1.08
MS	0.22	0.20	0.19	0.22
AR1	0.72	0.70	0.71	0.71
	RWI			
Rbar.tot	0.36	0.31	0.27	0.36
EPS	0.95	0.97	0.90	0.91
SSS	0.94	0.90	0.95	0.96
SNR	18.7	31.7	9.50	10.7

Table 3. Estimated slopes (β) from pre-post models linking *Quercus robur* ring-width index (RWI) to monthly SPEI3 in March and July

padj is the Benjamini-Hochberg adjusted p-value from the likelihood-ratio test of the SPEI $\times$ period interaction (post vs pre), fitted separately for each site

Site	Month	N obs	N trees	Slope pre	Slope post	padj
REF	Mar	6595	76	0.0130	0.035	0.0001
TAS	Mar	1465	15	-0.0382	0.042	0.0000
ZGU	Mar	1969	20	-0.0035	0.014	0.1170
REF	Jul	6595	76	0.0614	0.037	0.0000
TAS	Jul	1465	15	0.0577	-0.020	0.0000
ZGU	Jul	1969	20	0.0396	0.018	0.1050

0.0353, pre-post test padj = 0.0001; Table 3). This indicates an increased benefit of higher late-winter/early-spring water balance at the regional scale.

Against that background, TAS exhibited a pronounced regime shift: in the absolute models, the March growth–SPEI3 slope flipped from negative to positive ($\beta = -0.0382$ to $+0.0422$, padj = 1.58×10^{-7} ; Table 3). Consistently, the TAS–REF delta also reversed (Table 4), changing from $\Delta\beta = -0.0420$ (pre) to $+0.0165$ (post). Together, the absolute and delta frameworks indicate that after 1962 TAS became more positively responsive to spring water availability, both relative to its pre-1941 behavior and relative to the regional reference signal.

In contrast, ZGU showed weak and non-robust spring changes. In the absolute models, March slopes were small and not significant after correction ($\beta = -0.00346$ to $+0.0144$, padj = 0.117; Table 3), and the ZGU–REF delta remained negative and tended to become more negative ($\Delta\beta = -0.00821$ to -0.0180 ; Table 3). Importantly, the between-site contrast in the delta framework was significant (site $\times$ period interaction: padj = 0.00619), indicating that the magnitude and/or direction of the spring

sensitivity change differed between TAS and ZGU under the same regional climatic forcing.

Shifts in mid-summer responses

In July, REF remained positively associated with SPEI3, but the relationship weakened after 1962 ($\beta = 0.0614$ to 0.0372 , padj = 0.0001; Table 3.), suggesting a reduced regional growth benefit of wetter early-summer conditions in the post period.

In contrast, TAS reversed sign: the absolute July slope shifted from positive in the pre period to negative after 1962 ($\beta = +0.0577$ to -0.0201 , padj = 5.64×10^{-7} ; Table 3). This produced a strong negative shift in the TAS–REF delta slope ($\Delta\beta = +0.0227$ to -0.0389 ; interaction test padj = 0.0418; Table 4), indicating that after 1962 higher July SPEI3 no longer corresponded to increased TAS growth relative to REF and instead coincided with reduced growth.

By comparison, ZGU weakened but did not show a clear sign reversal in July: its absolute slope declined but remained positive and was not significant after correction ($\beta = 0.0396$ to 0.0176 , padj = 0.1050; Table 3), with a small delta shift ($\Delta\beta = +0.00664$ to

Table 4. Delta (Δ = site – REF) slopes for SPEI3 in March and July in pre (≤ 1940) and post (≥ 1962) periods

Site $\times$ period padj denotes the Benjamini-Hochberg adjusted p-value for the difference in pre-post slope change between TAS and ZGU (three-way interaction in the delta model)

SPEI scale	Month	Δ TAS pre	Δ TAS post	Δ ZGU pre	Δ ZGU post	Site contrast padj
spei3	3	–0.042	0.0165	–0.00821	–0.018	0.00619
spei3	7	0.0227	–0.0389	0.00664	–0.00227	0.0418

–0.00227; Table 4). Overall, the post-1962 negative July response appears disproportionately expressed at TAS rather than as a regional feature, consistent with a localized wet-summer limitation, e.g., higher water table, reduced aeration, altered valley hydrology, while REF remained positively responsive.

Discussion

We detected a strong pre–post shift in moisture sensitivity at the downstream valley (first-terrace) stand (TAS): the March SPEI3 slope switched from negative to positive, while the July SPEI3 slope switched from positive to negative. In contrast, the upstream valley stand (ZGU) changed weakly, and the upland reference chronology (REF) remained consistently positive. Together, these patterns indicate a localized reorganization of environmental controls in the Supiy River valley rather than a uniform regional climate effect.

Hydroclimatic backdrop and rationale

Recent climate in the northern forest-steppe (Kyiv Region) is trending toward a warmer growing season, with comparatively low precipitation in late winter – early spring (February–April) and again in late summer and autumn (August; October–November), whereas the precipitation maximum occurs in early summer (especially June). These conditions promote a persistent seasonal water deficit in non-valley reference forests (REF), consistent with sustained positive growth–SPEI relationships, particularly from dormancy through mid-summer (Prokopuk et al., 2024; Sylenko et al., in press).

Against this regional signal, the Supiy river valley has a long history of hydrological regulation (historical map comparison; Fig. 1 B, C). A dam upstream of TAS appears to have existed at least since the early 19th century and was destroyed in late 1941, contemporaneously with the larger dam near Yahotyn, during wartime disruption (Dovhoruk, 2018). Subsequent land-reclamation works especially drainage-canal construction across the valley

and wider region in the 1940s–1960s (Pshenychnyi, Semenov, 1957; Vyshnevskiy, Kutsiy, 2022; Zham et al., 2023), likely modified flood duration, groundwater levels, and seasonal soil aeration. Consistent with this, the Supiy discharge decreased markedly after the 1960s ($\approx 65\%$ in March and $\approx 38\%$ in July; Shevchuk et al., 2020).

Pre-1941: spring wetness constraint and summer drought limitation

Before 1941, TAS exhibited a pattern consistent with excess moisture constraints in late winter–early spring and moisture limitation in mid-summer. In early spring, TAS showed a negative association with March SPEI3, whereas REF remained positively related to SPEI3. This contrast suggests that wetter late-winter/early-spring conditions at TAS were not growth-promoting and likely reflect soil saturation and reduced aeration typical of river-valley settings during high water levels, even if precipitation level in March is low. Similar spring growth reductions under wet conditions have been reported for *Q. robur* and other flood-tolerant oaks in riparian contexts (Rozas, García-González, 2012; Sample, Babst, 2020; Sample et al., 2023).

By mid-summer, TAS became positively related to July SPEI3, indicating that as seasonal water levels declined, growth became increasingly dependent on atmospheric water balance. In the delta units (TAS – REF), TAS benefited more from July moisture availability than the regional background, consistent with a transition from early-season wetness constraint to summer moisture limitation particularly pronounced under dammed conditions.

ZGU showed broadly comparable pre-1941 behavior suggesting that riparian buffering was seasonally limited and did not eliminate mid-summer constraints. Similar short buffering periods have been reported in floodplains of small and medium rivers in the forest-steppe and steppe, where flooding is brief and followed by rapid summer draw-down (Belgard, 1950; Hritsan, 2000; Netsvetov et al., 2018, 2021; Prokopuk et al., 2026).

Post-1962: emergence of spring drought limitation at TAS

After 1962, TAS shifted toward positive spring sensitivity: the March SPEI3 relationship changed from negative to positive, indicating that higher late-winter/early-spring water balance became increasingly beneficial for growth. Because REF remained positive in spring in both periods (with modest strengthening), this shift implies that TAS partially converged toward the regional drought-limited pattern rather than remaining buffered by valley hydrology. In practical terms, the seasonal rise in water level that previously imposed spring wetness constraints at TAS have weakened and shortened, becoming less effective at sustaining favorable moisture conditions into early growth.

This downstream regime shift, coupled with weaker and less consistent changes at ZGU, is consistent with low soil water saturation in spring due to (i) altered floodplain hydrology following the dam loss, mid-century drainage development, and water intake (Shevchuk et al., 2020; Vyshnevskiy, Kutsyi, 2022); and (ii) increasing evaporative demand under warming, which can intensify spring moisture limitation even without large precipitation declines (Semenova, Vicente-Serrano, 2024).

Post-1962 July reversal at TAS: evidence for wet-summer limitation

A striking post-1962 feature is the July reversal at TAS: the July SPEI3 effect switched from positive to negative. ZGU showed a similar but non-significant tendency, whereas REF remained positively related to July SPEI3 (albeit with reduced magnitude). The delta results reinforce the interpretation that the post-1962 change is not purely regional: under higher July SPEI3, TAS produced smaller ring-width indices relative to REF, consistent with a site-specific wet-summer limitation downstream.

Putative mechanisms linking hydrological change to seasonal growth shifts

Taken together, post-1962 changes at TAS are seasonally opposing: growth became more positively coupled to water balance in early spring (March) yet shifted toward a negative association with wetter mid-summer conditions (July). This combination is difficult to explain by regional climate forcing alone because REF remains consistently positive and ZGU shows weaker, non-reversing responses. A parsimonious explanation is a reorganization of

valley hydrology associated with (i) abrupt dam destruction, (ii) drainage infrastructure expansion in the mid-20th century, and (iii) subsequent deterioration of drainage and local impoundment/blockage of small tributaries and ravine streams.

In the pre-1941 period, damming modified discharge and groundwater seasonal variations along the downstream valley (including TAS). During summer, reduced throughflow and altered stage-groundwater coupling may have lowered water availability on first-terrace and valley-slope positions, so that even the June–July precipitation maximum did not fully offset seasonal deficits because part of rainfall infiltrated and drained downslope via ravines toward the channel. For oak trees that had adapted to increased soil moisture and developed shallow root systems, sudden drying likely caused chronic stress and growth reduction until the trees gradually adjusted to the new hydrological conditions. In late winter — early spring, in contrast, snowmelt and ice breakup could generate high soil moisture and a shallow water table (Vyshnevskiy, Kutsyi, 2022), imposing oxygen limitation on roots and producing the negative spring association prior to 1941.

After dam loss and drainage expansion, spring discharge declined (Shevchuk et al., 2020) and, together with warming and reduced snow storage, likely reduced early-season water availability consistent with the emergence of spring drought sensitivity at TAS. Conversely, episodic wet early summers combined with degraded drainage and local impoundment (e.g., ponds/barrages in ravines) could promote temporary soil saturation and reduced aeration, plausibly explaining the negative July association downstream. The weaker response at ZGU suggests partial buffering by upstream hydro-geomorphic context, whereas the stability of REF indicates decoupling from valley-specific hydrological alterations.

Physiological interpretation: waterlogging, carbon costs, and xylem trade-offs

Excess soil water can reduce radial growth via impaired root development and nutrient uptake and by inducing hypoxia (Kozłowski, 1997; Kreuzwieser et al., 2004). Flood-tolerant oaks, including *Q. robur*, can form adaptive structures (e.g., lenticels and adventitious roots) that improve oxygen supply, but these responses increase carbon costs and may reduce the resources available for wood

formation (Kreuzwieser et al., 2002; Parelle et al., 2006; Bourgeade et al., 2018). Oxygen limitation also shifts metabolism from aerobic respiration toward fermentation, potentially depleting non-structural carbohydrate reserves and limiting earlywood formation (Parent et al., 2008). In addition, wetter early-season conditions can favor larger earlywood vessels in ring-porous species, increasing hydraulic efficiency but potentially raising vulnerability to cavitation under subsequent summer drought (Gričar et al., 2013; Tyree, 1997; Tumajer, Trembl, 2016). Thus, the observed transition from spring wetness constraints (pre-1941) to spring drought limitation and potential wet-summer constraints (post-1962) may reflect a shifting balance among soil aeration, carbon allocation, and hydraulic strategy across seasons.

More broadly, these results suggest that river-valley oak stands are not universally buffered against warming-related moisture stress: when regulation and drainage alter groundwater seasonality, valley forests may converge toward regional drought limitation in spring while simultaneously experiencing episodic wet-summer constraints where drainage is inefficient. This pattern is consistent with observations from oak forests near the dry margin of the species range, where increasing evaporative demand amplifies drought limitation (Stojanović et al., 2015; Mikac et al., 2018; Nechita, Camarero, 2025; Prokopuk et al., 2026).

Conclusion

This study illustrates how sequential hydrological interventions, such as river regulation by dams, abrupt dam loss, drainage-canal construction, and subsequent degradation of drainage and channel systems, can generate non-intuitive and seasonally contrasting growth responses in river-valley oak stands. The unexpected direction of some changes

likely reflects the combined effects of (i) rapid disturbance (dam demolition), (ii) mid-term engineering (canalization/drainage development), and (iii) long-term landscape processes (drainage deterioration, ravine-stream impoundment/clogging, and valley-slope land use), all acting under ongoing climatic warming. Even a relatively waterlogging-tolerant species such as *Quercus robur* can therefore be exposed to multiple within-season stressors when regulation is followed by partial deregulation and drainage reconfiguration. Overall, these tree-ring-based results provide empirical guidance for anticipating how riverine forests on small-to-medium rivers may respond to hydrological modifications, whether implemented as planned management/restoration or occurring as abrupt hydrological shocks.

Acknowledgments

The authors express their sincere gratitude to Yuriy Korzhov, Anzhelika Batechko, and Olexandr Zhyhalenko for organizing the research in Tashan Park. They would also like to thank Yaroslav Yurchenko for assisting with fieldwork in Tashan Park, and Roman Hodishevskyi for their help in the Zguriivka arboretum. Their appreciation also extends to Yuriy Dovhoruk for providing valuable consultations on the historical events and hydrological changes of the Supiy River, as well as to Yulia Prokopuk for her support in preparing the tree-ring series.

ETHICS DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

O. Sylenko  <https://orcid.org/0000-0003-4952-7201>
A.J. Porté  <https://orcid.org/0000-0001-6726-4252>
M. Netsvetov  <https://orcid.org/0000-0001-9037-3588>

REFERENCES

- Belgard A.L. 1950. *Lesnaya rastitelnost yugo-vostoka USSR*. Kyiv: Izd-vo Kievskogo gosudarstvennogo universiteta im. T.G. Shevchenko, 263 pp. [Бельгард, А.Л. 1950. *Лесная растительность юго-востока УССР*. Киев: Изд-во Киевского государственного университета им. Т.Г. Шевченко, 263 с.]
- Bourgeade P., Bourriou M., Macor S., Alaoui-Sossé L., Alaoui-Sossé B., Aleya L. 2018. Potential vulnerability of oak forests to climate change-induced flooding: Effects of mild oxygen deficiency on *Quercus robur* and *Quercus petraea* seedling physiology. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(6): 5550–5557. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0893-2>
- Bunn A.G. 2010. Statistical and visual crossdating in R using the dplR library. *Dendrochronologia*, 28(4): 251–258. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2009.12.001>

- Camarero J.J., Colangelo M., Rodríguez-Gonzalez P.M. 2023. Historical disconnection from floodplain alters riparian forest composition, tree growth and deadwood amount. *Science of the Total Environment*, 898: 165266. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165266>
- Didukh Y.P., Shelyag-Sosonko Y.R. 2003. Geobotanical regionalization of Ukraine and adjacent territories. *Ukrainian Botanical Journal*, 60(1): 6–17. [Дідух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. 2003. Геоботаничне районування України та суміжних територій. *Український ботанічний журнал*, 60(1): 6–17.]
- Dovhoruk Y.O. 2018. Supiyska experimental meliorative swamp station in the period of German-fascist occupation of USSR (1941–1943). *History of Science and Biography*, 2: 1–10. [Довгоруку Ю.О. 2018. Супійська дослідна меліоративна болотна станція в період німецько-фашистської окупації УРСР (1941–1943 рр.). *Історія науки і біогеографістика*, 2: 1–10.]
- General Staff of the USSR. 1989. Sheet M–36–64 (Yahotyń), scale 1:100,000, state of terrain: 1987 (Series M–36) [Topographic map]. Moscow: General Staff of the USSR. Available at: <https://freemap.com.ua/karty-ukrainy/karty-genshtaba/karta-genshtaba-kvadrat-m-36-64/> (Accessed 18 February 2026)
- Gričar J., de Luis M., Hafner P., Levanič T. 2013. Anatomical characteristics and hydrologic signals in tree-rings of oaks (*Quercus robur* L.). *Trees*, 27: 1669–1680. <https://doi.org/10.1007/s00468-013-0914-9>
- Grill G., Lehner B., Thieme M., Geenen B., Tickner D., Antonelli F., Babu S., Borrelli P., Cheng L., Crochetiere H., Ehalt Macedo H., Filgueiras R., Goichot M., Higgins J., Hogan Z., Lip B., McClain M.E., Meng J., Mulligan M., Nilsson C., Olden J. D., Opperman J.J., Petry P., Reidy Liermann C., Sáenz L., Salinas-Rodríguez S., Schelle P., Schmitt R.J.P., Snider J., Tan F., Tockner K., Valdujo P.H., van Soesbergen A., Zarfl C. 2019. Mapping the world's free-flowing rivers. *Nature*, 569: 215–221. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1111-9>
- Hrytsan Yu.I. 2000. *Ekologichni osnovy peretvoriuvannya vplyvu lisovoi roslynnosti na stepove seredovyshche*. Dnipro: Vydavnytstvo Dnipropetrovskoho universytetu, 300 pp. [Грицан Ю.І. 2000. *Екологічні основи перетворюючого впливу лісової рослинності на степове середовище*. Дніпро: Видавництво Дніпропетровського університету, 300 с.]
- Kalinskyi P.V. 2025. Ekologo-tsenotychni umovy zrostannya vesnyanykh efemeroidiv na terytorii PPSPM "Tashanskyi" (Livoberezhnyi Lisostep Ukrainy). In: *Aktualni pytannya ekologii, botaniky, bdzhilnystva ta ekonomiky zbalansovanooho pryrodokorystuvannya*. Eds V.V. Konishchuk, I.V. Shumyhai, P.M. Dushko. Kyiv, 94–97. [Калінський П.В. 2025. Еколого-ценотичні умови зростання весняних ефемероїдів на території ППСМ "Ташанський" (Лівобережний Лісостеп України). У зб.: *Актуальні питання екології, ботаніки, бджільництва та економіки збалансованого природокористування: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Київ, Україна)*. Ред. В.В. Конішук, І.В. Шумигай, П.М. Душко. Київ, с. 94–97.]
- Kozlowski T.T. 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. *Tree Physiology*, 17(7): 490–490. <https://doi.org/10.1093/treephys/17.7.490>
- Kreuzwieser J., Fürniss S., Rennenberg H. 2002. Impact of waterlogging on the N-metabolism of flood tolerant and non-tolerant tree species. *Plant, Cell & Environment*, 25(8): 1039–1049. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2002.00886.x>
- Kreuzwieser J., Papadopoulou E., Rennenberg H. 2004. Interaction of flooding with carbon metabolism of forest trees. *Plant Biology*, 6: 299–306. <https://doi.org/10.1055/s-2004-817882>
- Marcon A.K., Martins K.G., Botosso P.C., Longhi-Santos T., Blum C.T., Galvão F. 2022. Growth ring response of two Atlantic Forest tree species pre- and post-dam operation in Southern Brazil. *Dendrochronologia*, 71: 125917. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2021.125917>
- Mikac S., Žmegač A., Trlin D., Paulić V., Oršanić M., Anić I. 2018. Drought-induced shift in tree response to climate in floodplain forests of Southeastern Europe. *Scientific Reports*, 8: 16495. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34875-w>
- Naiman R.J., Décamps H., McClain M.E. 2005. *Riparia: Ecology, conservation, and management of streamside communities*. Cambridge: Academic Press, 448 pp.
- Nechita C., Camarero J.J. 2025. Hotter winter-spring droughts accelerated the growth decline of marginal pedunculate oak (*Quercus robur*) populations in dry sites from Romania. *Dendrochronologia*, 92: 126369. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2025.126369>
- Netsvetov M.V., Prokopuk Yu. S. 2016. Age and radial growth of age-old trees of *Quercus robur* in Feofania Park. *Ukrainian Botanical Journal*, 73(2): 126–133. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj73.02.126>
- Netsvetov M., Prokopuk Y., Didukh Y., Romenskyy M. 2018. Climatic sensitivity of *Quercus robur* L. in floodplain near Kyiv under river regulation. *Dendrobiology*, 79: 20–33. <https://doi.org/10.12657/denbio.079.003>
- Netsvetov M., Prokopuk Y., Ivanko I., Kotovych O., Romenskyy M. 2021. *Quercus robur* survival at the rear edge in steppe: Dendrochronological evidence. *Dendrochronologia (Verona)*, 67: 125843. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2021.125843>
- Nilsson C., Berggren K. 2000. Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation. *BioScience*, 50(9): 783–792. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050\[0783:AORECB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0783:AORECB]2.0.CO;2)
- Nilsson C., Reidy C.A., Dynesius M., Revenga C. 2005. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science*, 308(5720): 405–408. <https://doi.org/10.1126/science.1107887>
- Nilsson C., Riis T., Sarneel J.M., Svavarsdóttir K. 2018. Ecological restoration as a means of managing inland flood hazards. *BioScience*, 68(2): 89–99. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix148>

- Nolin A.F., Tardif J.C., Conciatori F., Bergeron Y. 2021. Flood-rings production modulated by river regulation in Eastern Boreal Canada. *Frontiers in Plant Science*, 12: 757280. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.757280>
- Oberkommando des Heeres (OKH). 1941. *Deutsche Heereskarte. Sheet M 36–64 D (Taschan), scale 1:50,000 (Truppenausgabe Nr. 1, provisional edition) [Military topographic map]*. Available at: <https://freemap.com.ua/karty-ukrainy/nemeczkie-karty-vtoroj-mirovoj-voyny-3-x-kilometrovki/nemeczkie-voennye-karty-kvadrat-w51/> (Accessed 04 February 2026).
- Parelle J., Brendel O., Bodénès C., Berveiller D., Dizengremel P., Jolivet Y., Dreyer E. 2006. Differences in morphological and physiological responses to water-logging between two sympatric oak species (*Quercus petraea* [Matt.] Liebl., *Quercus robur* L.). *Annals of Forest Science*, 63(8): 849–859. <https://doi.org/10.1051/forest:2006068>
- Parent C., Capelli N., Berger A., Crèvecoeur M., Dat J.F. 2008. An overview of plant responses to soil waterlogging. *Plant Stress*, 2: 20–27.
- Prokopuk Y., Sylenko O., Klisz M., Porté A.J., Netsvetov M. 2024. Terrain's steepness governs sensitivity of urban oak forests to climate variability. *Urban Forestry Urban Greening*, 102: 128586. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128586>
- Prokopuk Y., Netsvetov M., Sylenko O., Skrynok O., Khodosovtsev O. 2026. Refining history of the earliest documented *Quercus robur* L. plantation in the Ukrainian steppe. *Dendrochronologia*, 95: 126466. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2025.126466>
- Pshenychnyi N.I., Semenov K.S. 1957. *Osushennya i osvoyennya zaplavy richky Trubizh*. Kyiv, 58 pp. [Пшеничний, Н.І., Семенов, К.С. 1957. *Осушення і освоєння заплави річки Трубіж*. Київ, 58 с.]
- R Core Team. 2023. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Available at: <https://www.r-project.org/>
- Rozas V., García-González I. 2012. Too wet for oaks? Inter-tree competition and recent persistent wetness predispose oaks to rainfall-induced dieback in Atlantic rainy forest. *Global and Planetary Change*, 94–95: 62–71. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.07.004>
- Sample R.D., Babst B.A. 2020. Autumn flooding disrupts seasonal nitrogen storage and impacts spring growth in *Quercus texana* seedlings. *Trees*, 34(3): 813–823. <https://doi.org/10.1007/s00468-020-01960-5>
- Sample R.D., Cook J., Babst B.A. 2023. Resiliency of Nuttall oak but not Shumard oak to winter and spring flood: Dormancy alone does not confer flood tolerance. *Trees*, 37(4): 1121–1136. <https://doi.org/10.1007/s00468-023-02411-7>
- Semenova I., Vicente-Serrano S.M. 2024. Long-term variability and trends of meteorological droughts in Ukraine. *International Journal of Climatology*, 44: 1849–1866. <https://doi.org/10.1002/joc.8416>
- Shevchuk S.A., Kozitskyi O.M., Shevchenko I.A. 2020. Problemy malyykh ta serednikh richok Ukrainy na prykladi richky Sypiy livoberezhnoi chastyny Dnipra Kyivskoi oblasti. In: *Vplyv klimatichnykh zmin na prostorovyi rozvytok terytoriy Zemli: naslidky ta shlyakhy vyrishennya*. Eds Yu.I. Yaremko, N.V. Dudyak, T.O. Matsiyevych. Kherson: DVNZ KhDAU, 293 pp. [Шевчук С.А., Козитський О.М., Шевченко І.А. 2020. Проблеми малих та середніх річок України на прикладі річки Сугій лівобережної частини Дніпра Кієвської області. У зб.: *Вплив кліматичних змін на просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення*. Ред. Ю.І. Яремко, Н.В. Дудяк, Т.О. Мацієвич. Херсон: ДВНЗ КрДАУ", 293 с.]
- Shumilova O., Sukhodolov A., Osadcha N., Oreshchenko A., Constantinescu G., Afanasyev S., Koken M., Osadchyi V., Rhoads B., Tockner K., Monaghan M.T., Schröder B., Nabyanets J., Wolter C., Lietytska O., van de Koppel J., Magas N., Jähnig S.C., Lakisova V., Trokhymenko G., Venohr M., Komorin V., Stepanenko S., Khilchevskiy V., Domisch S., Blettler M., Gleick P., De Meester L., Grossart H.-P. 2025. Environmental effects of the Kakhovka Dam destruction by warfare in Ukraine. *Science*, 387(6739): 1181–1186. <https://doi.org/10.1126/science.adn8655>
- Stella J.C., Bendix J. 2019. Chapter 5 — Multiple stressors in riparian ecosystems. In: *Multiple stressors in river ecosystems*. Eds S. Sabater, A. Elozegi, R. Ludwig. London; New York: Elsevier, pp. 81–110. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811713-2.00005-4>
- Stoffel M., Bollschweiler M. 2008. Tree-ring analysis in natural hazards research — an overview. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8: 187–202. <https://doi.org/10.5194/nhess-8-187-2008>
- Stojanović D.B., Levanić T., Matović B., Orlović S. 2015. Growth decrease and mortality of oak floodplain forests as a response to change of water regime and climate. *European Journal of Forest Research*, 134: 555–567. <https://doi.org/10.1007/s10342-015-0871-5>
- Tumajer J., Tremml V. 2016. Response of floodplain pedunculate oak (*Quercus robur* L.) tree-ring width and vessel anatomy to climatic trends and extreme hydroclimatic events. *Forest Ecology and Management*, 379: 185–194. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.06.024>
- Tyree M.T. 1997. The cohesion-tension theory of sap ascent: Current controversies. *Journal of Experimental Botany*, 48: 1753–1765. <https://doi.org/10.1093/jxb/48.10.1753>
- Underwood A.J. 1992. Beyond BACI: The detection of environmental impacts on populations in the real, but variable, world. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 161(2): 145–178. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(92\)90094-Q](https://doi.org/10.1016/0022-0981(92)90094-Q)
- Vicente-Serrano S.M., Beguería S., López-Moreno J.I. 2010. A multiscalar drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of Climate*, 23: 1696–1718. <https://doi.org/10.1175/2009-JCLI2909.1>

- VTK. 1923a. Row XXII, Sheet 10 — Pereiaslav [Topographic map, scale 1:126,000]. Compiled from reconnaissance surveys of 1915 and 1922; printed 1925. Digitized and published by the Wojskowy Instytut Geograficzny. Available at: http://maps.mapywig.org/m/Russian_and_Soviet_maps/series/126K/VTK_Ryad_XXII_List_10_Vrem_Izdan_1923.jpg (Accessed 18 February 2026).
- VTK. 1923b. Row XXIII, Sheet 10 — Pereiaslav [Topographic map, scale 1:126,000]. Compiled from reconnaissance surveys of 1915 and 1922; printed 1925. Digitized and published by the Wojskowy Instytut Geograficzny. Available at: http://maps.mapywig.org/m/Russian_and_Soviet_maps/series/126K/VTK_Ryad_XXIII_List_10_Vrem_Izdan_1923.jpg (Accessed 18 February 2026).
- Vyshnevskiy V.I., Kutsiy A. V. 2022. *Bahatorichni zminy vodnoho rezhymu richok Ukrainy*. Kyiv: Naukova Dumka, 241 pp. [Вишневський В.І., Куций А.В. 2022. *Базаторичні зміни водного режиму річок України*. Київ: Наукова думка, 241 с.]
- Wigley T.M. L., Briffa K.R. Jones P.D. 1984. On the average value of correlated time series, with applications in dendroclimatology and hydrometeorology. *Journal of Climate and Applied Meteorology* 23(2): 201–213. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1984\)023<0201:OTAVOC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1984)023<0201:OTAVOC>2.0.CO;2)
- Wohl E., Allen G.H., Deng Y., Lang M., Lauer J.W., O'Connor J.E., Wilcox A.C. 2024. Enhancing the natural absorbing capacity of rivers to restore their resilience. *BioScience*, 74(7): 440–451. <https://doi.org/10.1093/biosci/biae090>
- Zham O., Kapitan L., Lukashevych O., Haidaienko I. 2023. Drainage of swampy soils in the floodplain of the Trubizh River in the Pereiaslav Poviats of the Poltava Province at the end of the 19th — the beginning of the 20th c. *Siverian Chronicle*, 3: 27–41. [Жам О., Капітан Л., Лукашевич О., Гайдаєнко І. 2023. Осушення заболочених ґрунтів у заплаві річки Трубіж у Переяславському повіті Полтавської губернії наприкінці ХІХ — на початку ХХ століття. *Сіверянський літопис*, 3: 27–41.] <https://doi.org/10.58407/litopis.230302>

Наслідки підризу дамби 1941 року у долині річки Супій, Україна: зміни чутливості радіального приросту *Quercus robur* (Fagaceae) до посухи та зволоження

О. СИЛЕНКО ^{1,2}, А.Ж. ПОРТЕ ³, М. НЕЦВЕТОВ ^{1,3}

¹ Інститут еволюційної екології НАН України, вул. Академіка Лебедева 37, Київ 03143, Україна

² Державний дендрологічний парк "Олександрія" НАН України, Біла Церква 09113, Україна

³ БІОЖЕКО, Університет Бордо, ІНРАЕ, Сестас 33610, Франція

Реферат. У роботі оцінено зміну чутливості радіального приросту *Quercus robur* до водного балансу за індексом стандартизованих опадів та евапотранспірації (SPEI) у деревостанах долини річки Супій у зв'язку з підризом греблі у 1941 році та подальшим будівництвом мережі осушувальних каналів у заплаві. Досліджено два деревостани в межах долини: нижче за течією від місця дамби — Ташанський парк (TAS) та вище за течією — Згурівський дендропарк (ZGU). За регіональний контроль (REF) використано дві позадолинні ділянки: Биківнянський ліс (БҮК) і парк Феофанія (ФЕО). Період аналізу поділено на два інтервали: до гідрологічних змін (1910–1940) та після завершення основних осушувальних робіт (1962–2015); роки 1941–1961 виключено з аналізу. За результатами статистичного моделювання виявлено виражену зміну чутливості *Q. robur* до зволоження в долині Супою: у TAS від'ємний зв'язок приросту з SPEI3 у березні змінився на додатний у період після 1961 року, тоді як додатний до 1941 року зв'язок із SPEI3 у липні змінився на від'ємний. Натомість у ZGU зміни чутливості були слабкими, а контрольний REF демонстрував стабільно позитивну реакцію на SPEI протягом усього періоду досліджень. Отримані результати вказують на локалізовану зміну гідрокліматичних чинників, що контролюють приріст дерев у межах річкової долини, насамперед нижче греблі. Складна взаємодія чинників — гідрологічні зміни, водокористування та заґачення малих водотоків на тлі кліматичних змін — ускладнює прогнозування наслідків руйнування греблі та осушувальних робіт без емпіричних даних із подібних умов.

Ключові слова: дуб звичайний, деревні кільця, кліматична чутливість, прибережно-долинні ліси, статистичне моделювання, SPEI



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.03.161>

RESEARCH ARTICLE

AFLP-based genetic diversity and population structure of arctic-alpine relict species *Dryas octopetala* (Rosaceae) in Ukraine

Andrii TARIEIEV^{1,2} , Roman CHEREPANYN^{3,4} 

¹ Department of Forest Genetics and Forest Tree Breeding, University of Göttingen,
2 Büsgenweg, Göttingen 37077, Germany

² Institute of Biology, Geobotany and Botanical Garden, Martin Luther University Halle-Wittenberg,
1 Am Kirchtor, Halle (Saale) 06108, Germany

³ International Research and Educational Centre “Observatory”,
Biology and Ecology Department, Vasyl Stefanyk Carpathian National University,
57 Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk 76018, Ukraine

⁴ WWF-Ukraine (Public Union World Wide Fund for Nature Ukraine),
4 Raisy Okipnoi Str., office 170, Kyiv 02002, Ukraine

Addresses for correspondence: AT, andrii.tarieiev@botanik.uni-halle.de; RC, roman.cherepanyn@cnu.edu.ua

Abstract. Arctic-alpine plant communities host many endemic and relict species. Many such species are sensitive to habitat changes and have been already affected by climate change, which makes their study especially relevant. The current study focuses on the circumpolar arctic-alpine relict diploid subshrub / dwarf shrub *Dryas octopetala* (Rosaceae) in Ukraine. Four known and currently available populations were assessed and sampled. Three sets of 50 different AFLP markers each were used to investigate genetic diversity, population structure, and other parameters. STRUCTURE analyses, in conjunction with the phylogenetic network, indicate no significant differences in genetic structure among populations. However, the population on Mt. Brebeneskul shows a very marginal difference in comparison to three other dryad populations in Ukraine. Geographic isolation, differing migration paths, and the potential for interbreeding could explain this outcome. Additional studies using various methods (e.g., SSR, genome-wide SNP analysis, GWAS, WGS) are needed to obtain a clearer picture.

Keywords: AFLP, Carpathians, *Dryas octopetala*, STRUCTURE, PCoA, populations, Ukraine

Introduction

Arctic-alpine plants play a crucial role in the ecosystems of the Arctic and subarctic regions, as well as the mountains of the temperate zone of the

Northern Hemisphere. The term “arctic-alpine species” reflects a geographic distribution and encompasses a range of species, from widespread, community-forming species to rare, endemic, and relict ones. Some could be used as model organisms in

ARTICLE HISTORY. Submitted 22 February 2026. Revised 26 May 2026. Published 24 June 2026

CITATION. Tarieiev A., Cherepanyn R. 2026. AFLP-based genetic diversity and population structure of arctic-alpine relict species *Dryas octopetala* (Rosaceae) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 83(3): 161–171. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.03.161>

© M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, 2026

© Publisher PH "Akadempriodyka" of the NAS of Ukraine, 2026

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

studies on ecosystem responses to climate change, which is especially relevant today. Climate change and high anthropogenic pressure often reduce the distribution areas and alter the population structures of rare arctic-alpine species (Cherepanyn, 2017; Kozłowski, 2024).

Dryas octopetala L. (*Rosaceae*) is a circumpolar (or mainly Eurasian, in the strict sense) arctic-alpine relict diploid dwarf shrub that occurs in the Arctic and Subarctic zones and the mountains of the Northern Hemisphere in the alpine and subalpine zones of Eurasia (replaced by related species in continental North America: see Springer, Parfitt, 2014), mainly on limestone and sandstone rocks with carbonate content, stony slopes with weak soil, and a microphytoclimate present only in the surface horizon (McGraw, Antonovics, 1983; McGraw, 1987). It is an insect-pollinated mesoxerophyte and hemiphanerophyte with seed dispersal by wind (anemochory). In Ukraine, the mountain avens (*Dryas*) are considered rare and are protected at the national level. The species is listed in the *Red Data Book of Ukraine* (Andrienko, Mosyakin, 2009). The *Dryadeta octopetalae* plant community is also protected at the national level and listed in the *Green Data Book of Ukraine* (2009).

Populations of *Dryas octopetala* occur on high mountain meadows and often are dominant in *Achilleo Schurii-Dryadetum* plant communities (*Carici rupestris-Kobresietea ballardii* class) and *Loiseleurio-Vaccinietea* class communities. The species usually occurs together with *Carex sempervirens* Vill., *Campanula alpina* Jacq., *Vaccinium myrtillus* L., *V. vitis-idea* L., *Anemonastrum narcissiflorum* (L.) Holub (= *Anemone narcissiflora* L.), *Bartsia alpina* L., *Homogyne alpina* (L.) Cass., *Sesleria coerulans* Friv., *Salix herbacea* L., etc. It often forms cushion turfs, and the spatial distribution of individuals in populations is uneven (Chopyk, 1976).

Populations of *D. octopetala* have two strategies of propagation, vegetative and generative ones. The first one is crucial for the self-maintenance of populations and leads to the formation of dense clones, genetically identical plants that could even be considered a single individual or super-individual. Genets (vegetative clones) can remain stable and alive for a long time, with some estimates suggesting a lifespan of over 500 years (de Witte et al., 2012). This propagation is typical for many highland and montane species (Tsaryk et al., 2004). Generative propagation is less common, but it is crucial for

maintaining genetic diversity and dispersal. It is also reported that *D. octopetala* has high clonal diversity (de Witte et al., 2021).

Historic occurrence of *D. octopetala* in Ukraine, even during the Allerød–Holocene, was much wider than its current distribution, as demonstrated by generalized data of paleopalynofloristic studies (Bezusko et al., 2011, 2025). At present, there are four known localities of *D. octopetala* in the Ukrainian Carpathians, which are located within two mountain ranges: the Svydovets (Blyznytsia and Zhandarmy mountains) and Chornohora (Brebeneskul [Brebenescul in Romanian] and Pip Ivan mountains). These populations occur at high elevations (1645–1988 m a.s.l.) and are associated with alpine and subalpine habitats characterized by rocky substrates and open vegetation.

Previous studies have shown that the population structure and regeneration of *D. octopetala* are influenced by habitat conditions, particularly the availability of open microsites and the degree of competition with the dense grass cover (Cherepanyn, 2018, 2019). In general, exposed and sparsely vegetated areas promote both vegetative and generative reproduction, whereas dense turf-forming species may limit seedling establishment.

In a significant portion of the arctic-alpine and relict species at the southern limit of their distribution ranges in the mountains of temperate latitudes, there is a narrowing or shrinking of the population ranges, changes in the population structure and dynamics due to global warming (Pauli et al., 2007; Erschbamer et al., 2009). The ability to disperse over long distances and to occupy certain ecological niches in mainly unsuitable habitats is crucial for arctic-alpine species for their survival under climate change (Marcysiak, 2010). Due to climate change, species' population structures and vegetation cover change with increasing the elevation above sea level. There is an increase in the occurrence of the shrubs *Pinus mugo* Turra, *Alnus alnobetula* (Ehrh.) K. Koch (= *Alnus viridis* (Chaix.) DC.), and *Juniperus communis* L. var. *saxatilis* Pall. at the border of the subalpine and alpine zones. Additionally, declines in population vitality and shifts in the population structure of some high-altitude species in high mountain meadows have been observed (Kobiv, 2017, 2018; Cherepanyn, 2018, 2019; Kyyak, Shtupun, 2021). Monitoring data within the framework of the GLORIA project (GLObal Observation Research Initiative in Alpine Environments)

indicate that the habitat areas of populations of alpine, nival, and subnival species are decreasing (Harald et al., 2007).

It is essential to understand the genetic structure of these species for developing efficient measures for protecting their populations. Such information is crucial when analyzing small populations, where gene drift often occurs, leading to a significant decrease in genetic diversity (Avice, 2008). Additionally, genetic research can provide insights into the mechanisms of gene information exchange, evolutionary and geographical processes within a species, and prospects for the survival of populations (Kreuzer, 2014). Therefore, further molecular genetic research is needed to analyze such issues.

Today, molecular ecological research is particularly popular in Europe in the context of studying rare, endemic, relict, and peripheral-range (marginal) plant species, including *D. octopetala* (De Witte et al., 2012; Varsamis et al., 2021). AFLP data consist of anonymous multilocus dominant marker sets, scored as presence-absence (Vos et al., 1995; Kück et al., 2012). They are commonly used in evolutionary, ecological, and population genetic studies (Mueller, Wolfenbarger, 1999; Meudt, Clarke, 2007). Unfortunately, the studies of the genetic structure of populations in high-altitude species still remain insufficiently represented in Ukraine. This work aims to address the issue of the molecular genetic diversity of small populations of rare plant species in the Ukrainian Carpathians, particularly the high-altitude dwarf shrub *D. octopetala*.

Materials and Methods

Collection of samples. Sampling in *Dryas octopetala* habitats was conducted in 2018 during the growing season, mainly in July and August, across the whole distribution area of *D. octopetala* in Ukraine, namely from 4 populations of the species in the Ukrainian Carpathians (Table 1, Fig. 1). Populations were defined as groups of plants separated within one or different mountain massifs. Populations were sampled evenly along the transects to cover the entire habitat area of the species. To achieve statistically representative sampling, 30 samples were collected per population within one growing season (120 samples from 4 populations). One or two well-developed leaf blades without any visual signs of damage, fungal infestation, or necroses were carefully collected from plants.

Then, the material from each individual was immediately placed in separate bags with silica gel for rapid drying. At the next step, bags with collected samples from each population were grouped and stored in sealed plastic bags with silica gel (Chase, Hills, 1991). The packed material was stored at room temperature (with periodic replacement of the silica gel if necessary).

AFLP-analysis. In 2019, total genomic DNA was extracted from tissue powder using the Qiagen DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen, Germany <http://www.qiagen.com/>) according to the manufacturer's protocol.

For the subsequent molecular genetic analysis of the populations, the analysis based on amplified fragment length polymorphism (AFLP) was performed according to the protocol/procedure developed by Vos et al. (1995) and described in detail in Cieślak et al. (2007, 2015), Meudt and Clarke (2007), Sucher et al. (2012), Paun and Schönswetter (2012). The following markers were selected for AFLP analysis of *D. octopetala*: ATG_CTG_K1, ATC_CAA_K2, ATC_CTG_K3. Fragment analysis was performed with capillary electrophoresis on ABI XL3500 (Applied Biosystems, USA).

Data analysis. AFLP profiles were analyzed using Genographer 2.1 software (Benham, 2001), which read DNA profiles in the 50–500 bp range and coded the presence/absence of profile peaks into a binary matrix of feature absence/presence (0/1).

The obtained binary matrices (Supplementary Material, Matrices S1–S4) were analyzed separately and then combined. Clustering analysis (Neighbour-Joining, with 1000 bootstrap iterations) was performed in PAST 4.16 (Hammer et al., 2001; Hammer, Harper, 2024). Principal coordinate analysis (PCoA) — in GenAlEx 6.51b2 (Peakall, Smouse 2006, 2012). Estimation of genetic structure and inference of basic statistics were performed using AFLP-SURV 1.0. (Vekemans, 2002; Vekemans et al., 2002; <https://ebe.ulb.ac.be/ebe/AFLP-SURV.html>). Population analysis was performed in STRUCTURE 2.3.4. (Porrás-Hurtado et al., 2013; Novembre, 2016; <https://web.stanford.edu/group/pritchardlab/structure.html>) on the GWGD HPC cluster using the StrAuto 1.0 python utility to automate and parallelize the STRUCTURE analysis (Chhatre, Emerson, 2017; <https://vc.popgen.org/software/strauto/>) with the following parameters: maxpops = 5, mcmc = 500000, burnin = 100000,

Table 1. **Physical and geographical characteristics of *Dryas octopetala* locations**
 (*determined using a GPS navigator “Garmin eTrex 30x”)

Population locality	Height above sea level, m	Exposure of the slope	Area of the habitats, m ²	Latitude*	Longitude*
Brebeneskul (Chornohora mountain range)	1941	north-west	250	N48°06'17.1"	E024°34'01.7"
Pip Ivan (Chornohora mountain range)	1988	south-west	150	N48°02'54.6"	E024°37'36.6"
Blyznytsia (Svydovets mountain range)	1803	north-east	350	N48°13'09.7"	E024°13'53.3"
Zhandarmy rocks (Svydovets mountain range)	1645	south-east	1250	N48°13'44.0"	E024°13'53.3"

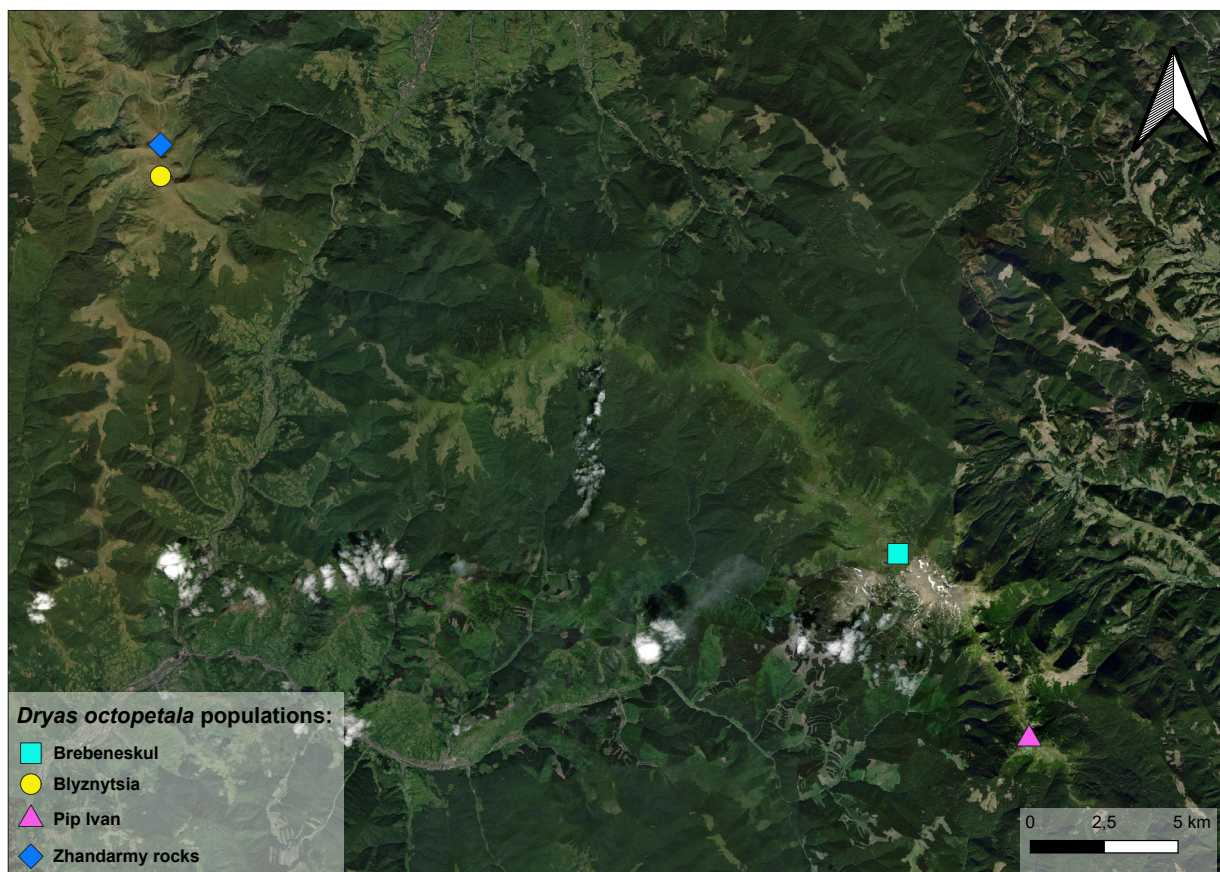


Fig. 1. Locations of the populations of *Dryas octopetala* (created in QGIS 3.44, “Solothurn” based on ESRI Satellite map)

K-runs = 10. STRUCTURE output was analyzed and visualised using the Clustering Markov Package Across K (CLUMPAK, Kopelman et al., 2015) server (<https://tau.evolseq.net/clumpak/>). Identification of prospective best K values was performed in StructureSelector (Li, Liu, 2018; [https://lmme.](https://lmme.ac.cn/StructureSelector/)

[ac.cn/StructureSelector/](https://lmme.ac.cn/StructureSelector/)) based on several different approaches: Evanno ΔK method (Evanno et al., 2005), Choose K method (Raj et al., 2014), and Puechmaille method with estimation of four different parameters — medMedK, maxMedK, medMeanK, and maxMeanK (Puechmaille, 2016).

In addition, we converted binary matrices to nexus format and reconstructed the following types of haplotype networks using PopART 1.7 (<https://popart.maths.otago.ac.nz/>, Leigh, Bryant, 2015): Minimum Spanning Network, Median Joining Network (Bandelt et al., 1999), Integer NJ Net (French et al., 2014; Leigh, Bryant, 2015), and TCS (Clement et al., 2000, 2002). Network types were inferred for each marker set separately and for the combined set.

Results

Cluster analysis. Pairwise genetic distances (Nei's genetic distance after Lynch and Milligan (1994); and Reynolds, Weir, and Cockerham's (1983) genetic distance, respectively, Table 2) were the smallest between *Dryas octopetala* populations on Blyznytsia and Pip Ivan mountains (0.0081 and 0.0326), while the largest were between populations on Pip Ivan

Table 2. **Genetic distances between populations of *Dryas octopetala***
(bold — Nei's genetic distance after Lynch and Milligan (1994); italics — Reynolds, Weir, and Cockerham's genetic distance)

<i>Dryas octopetala</i> populations	Brebeneskul (Chornohora mountain range)	Pip Ivan (Chornohora mountain range)	Blyznytsia (Svydovets mountain range)	Zhandarmy rocks (Svydovets mountain range)
Brebeneskul (Chornohora mountain range)		<i>0.1077</i>	<i>0.0717</i>	<i>0.1144</i>
Pip Ivan (Chornohora mountain range)	0.0268		<i>0.0326</i>	<i>0.1352</i>
Blyznytsia (Svydovets mountain range)	0.0182	0.0081		<i>0.1200</i>
Zhandarmy rocks (Svydovets mountain range)	0.0259	0.0313	0.0286	

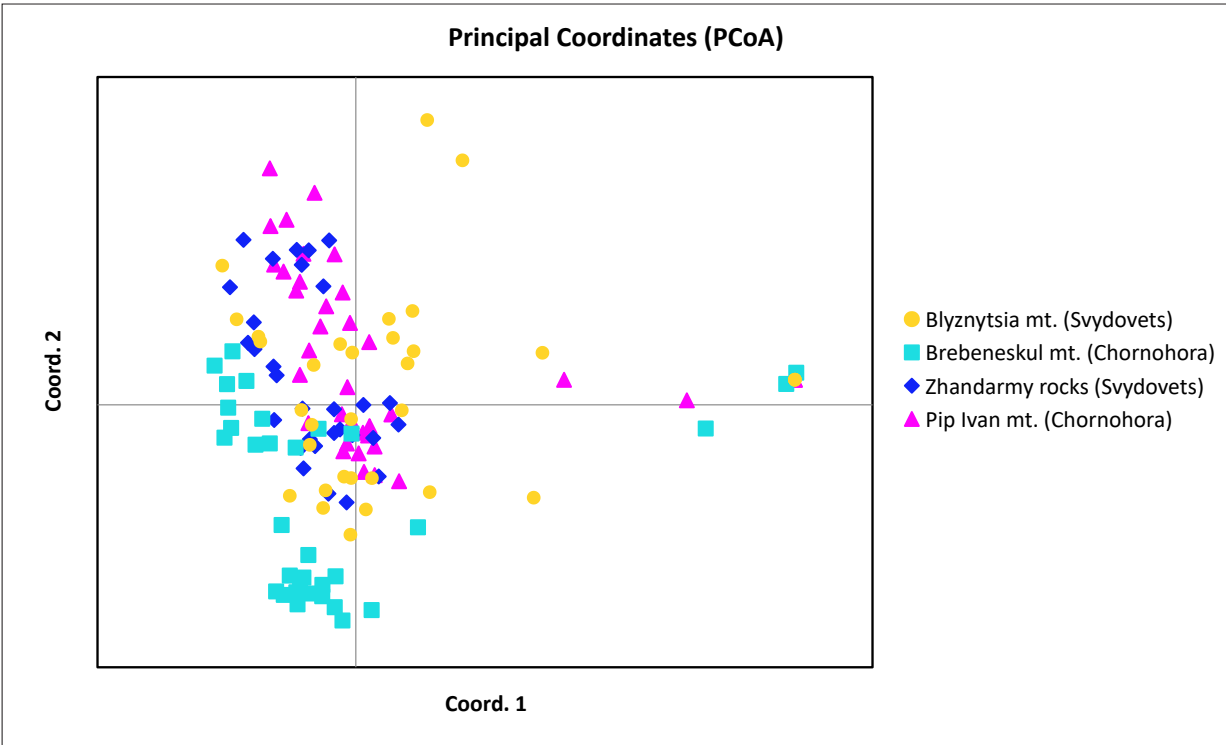


Fig. 2. Principal Coordinate Analysis (PCoA) based on a combined set of markers for all populations of *Dryas octopetala*

and Zhandarmy rocks (0.0313 and 0.1352, respectively).

Pairwise F_{ST} values for all markers show little to moderate differentiation between populations and follow the same pattern as genetic distances, with the lowest differentiation between *D. octopetala* populations on Blyznytisia and Pip Ivan mountains (0.0321), and the highest between populations on Pip Ivan and Zhandarmy rocks (0.1264). F_{ST} values for the rest of the cases in ascending order: between populations on Blyznytisia and Brebeneskul — 0.0692; Pip Ivan and Brebeneskul — 0.1021; Brebeneskul and Zhandarmy rocks — 0.1081; Blyznytisia and Zhandarmy rocks — 0.1131.

Principal Coordinate Analysis (PCoA). PCoA based on a combined set of markers (Fig. 2) shows a distinct grouping of samples by population assignments. However, these clusters are not separated, and there is no geographic pattern (by mountain range) either.

STRUCTURE analysis. Different approaches to optimal K estimation produced different results (Table 3).

STRUCTURE analysis reveals differences between the analyzed populations (Fig. 3). For the best $K = 2$, the population on the Zhandarmy rocks (3) is entirely monomorphic. At the same time, the other three demonstrate some degree of heterogeneity. We were unable to identify any specific geographic pattern among the individuals assigned to the orange cluster.

In the case of $K = 3$ (optimal for Puchmaille's medMedK and medMeanK), the population on Zhandarmy rocks revealed two clusters, while the rest revealed three ones. As in the previous case, no specific geographic pattern was identified.

We did not identify any specific structure for $K = 4$ (optimal for Puchmaille's maxMedK and maxMeanK), which also corresponds to the number of actual populations.

In contrast, in the case of $K = 5$ (optimal for the Choose K method and optimal for Puchmaille's medMedK and medMeanK), the population on Mt. Brebeneskul (Chornohora mountain range) differs from all others: the majority of samples within it formed a separate cluster, which was almost absent in other populations. The remaining populations were similar, with only minor differences.

STRUCTURE analysis performed for separate populations and three separate sets of markers (50 loci each) presented in Supplementary Material (Figs. S1–S4), and generally agrees with the combined one.

In general, STRUCTURE analysis shows specific patterns of admixture and likely higher admixture rates within populations than between them (which is expected due to geographical isolation).

Haplotype networks. There is no apparent clustering in all the types of haplotype networks (TCS, NJ-Net, Minimum Spanning Network, Median Joining Network). Nevertheless, a specific population grouping pattern exists (Suppl. files S5–S8). At the same time, networks reveal significant differences in the number of reticulations across methods. In particular, NJ-Net (Suppl. file S6) is significantly more reticulated than the other types.

Discussion

The AFLP analysis of four different populations of *Dryas octopetala* in Ukraine revealed genetic differences within and among populations. However, neither a clear genetic structure nor significant genetic differences were detected. The results of PCoA, STRUCTURE analysis and different types of haplotype networks are generally in agreement and demonstrate similar patterns. There were minor differences in the STRUCTURE analysis outcomes depending on the optimal K. At $K = 2$, the population on the Zhandarmy rocks was monomorphic, whereas the rest were not. We assume the variation is random, as we could not identify any specific geographic pattern in the three populations (Blyznytisia, Pip Ivan, and Brebeneskul). At $K = 5$, the population on Brebeneskul Mt was distinct from the rest. Besides potential computational issues, such an outcome could be caused by geographic isolation, different migration paths, interbreeding, and/or other factors. To investigate further the possible admixture and other aspects, different markers and approaches are needed (in particular, genomic data could be helpful).

Since *Dryas octopetala* is protected and has a scattered distribution in Ukraine, genetic and genomic data could be useful for organizing specific protection/conservation measures. One key element for the long-term conservation of the species is to save and preserve as much genetic diversity as possible (Centre for Plant Conservation, 2019).

Additional studies, employing more powerful modern methods, such as high throughput whole-genome sequencing followed by different analyses (e.g., genome-wide SNP analyses, plastome & mitochondriome data, designing SSR panels, etc.)

Table 3. Optimal K estimation uses different methods for each population of *Dryas octopetala*, combining a set of markers

<i>Dryas octopetala</i> population marker sets	Evanno ΔK method	Choose the K method	Puchmaille method			
			medMedK	maxMedK	medMeanK	maxMeanK
Marker set 1, all populations	2	5	3–5	3–5	3–5	3–5
Marker set 2, all populations	2	4	1–3; 5	1–3; 5	1–3; 5	1–3; 5
Marker set 3, all populations	2	2	1–5	1–5	1–4	1–5
Population 1 (Blyznytsia), all markers	5	5	1–4	1–4	1–3	1–3
Population 2 (Brebeneskul), all markers	2	3	1–4	1–4	1–3	1–3
Population 3 (Zhandarmy rocks), all markers	2	2	1–2	1–2	1–2	1–2
Population 4 (Pip Ivan), all markers	2	4	1–4	1–5	1–4	1–5
Combined, all populations and all markers	2	5	3; 5	4	3; 5	4

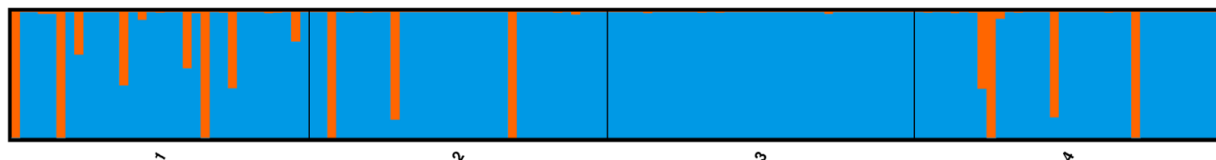
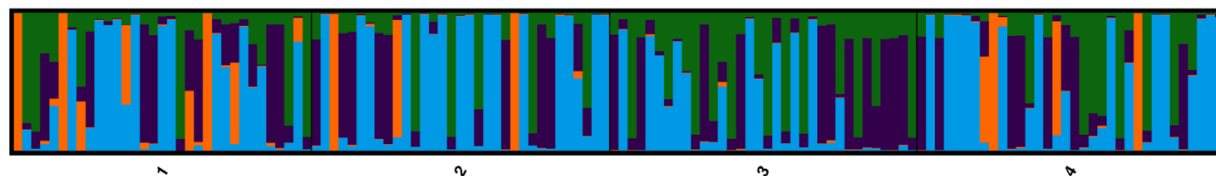
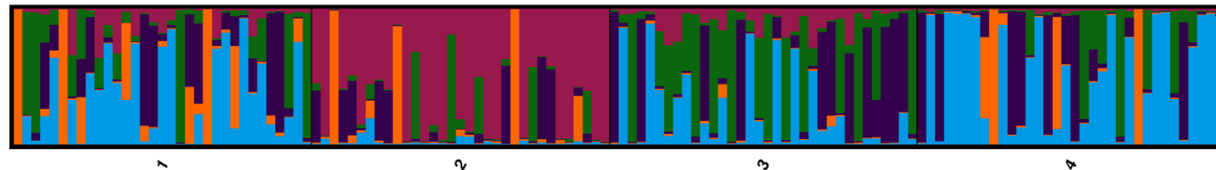
K=2**K=3****K=4****K=5**

Fig. 3. Genetic structure of populations of *Dryas octopetala* based on STRUCTURE analysis of combined data (150 loci, 4 populations). 1 — Blyznytsia Mt. (Svydovets mountain range); 2 — Brebeneskul Mt. (Chornohora mountain range); 3 — Zhandarmy rocks (Svydovets mountain range); 4 — Pip Ivan Mt. (Chornohora mountain range)

and genome wide association studies (GWAS), are needed to obtain a clearer and more detailed picture. Currently, several genome assemblies are available for *Dryas*, including two for *D. octopetala* (White, Pirro, 2022; DTOL), which are based on reference-grade whole-genome sequencing using PacBio long-read sequencing with 83x coverage (DTOL; assemblies [GCA_963921425.1](#) and [GCA_963921435.1](#) in the European Nucleotide Archive, ENA). Modern long-read sequencing techniques not only make plant genome assemblies easier (Pucker et al., 2022), but they provide also epigenetic information as a byproduct which could be also useful for population studies (Liu, Zhong, 2024; Liu, Conesa, 2025). The availability of good reference genome assemblies makes it easier and cheaper to organize a separate study on the population genomics of mountain avens from Ukraine. In addition, such a project would be very relevant for several reasons: (1) there are no genomic studies of mountain avens in Ukraine and (2) the populations are relatively small, which makes them especially vulnerable. Although they are located in the Carpathians, there is a constant danger of destruction posed by the racist war of aggression against Ukraine.

Conclusions

AFPLP analysis of four populations of *Dryas octopetala* in Ukraine reveals significant genetic similarity among them. No clear patterns were revealed within the populations. STRUCTURE analysis reveals specific differences depending on the optimal K value: with K = 2, the population on Zhandarmy rocks is entirely monomorphic, while under optimal K = 5, most samples from the population on Brebeneskul form a separate cluster. These results most probably indicate that disjunctions between the studied populations, with their genetic separation and isolation, occurred comparatively recently, probably already during some phases of the Holocene.

REFERENCES

Andrienko T.L., Mosyakin S.L. 2009. *Dryas octopetala*. In: *Red Data Book of Ukraine. Plant Kingdom*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Globalconsulting, p. 576. [Андрієнко Т.Л., Мосякін С.Л. 2009. *Dryas octopetala*. В кн.: *Червона книга України. Рослинний світ*. Ред. Я.П. Дідух. Київ: Глобалконсалтинг, с. 576.]

Avisé J.C. 2008. *Markery molekularne, historia naturalna i ewolucja*. Warszawa: WUW, 664 s. [Original edition: Avisé J.C. 2004. *Molecular markers, natural history, and evolution*. 2nd ed. Sunderland (Massachusetts): Sinauer Associates Inc., xv + 684 pp.]

Bandelt H., Forster P., Röhl A. 1999. Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies. *Molecular Biology and Evolution* 16(1): 37–48. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a026036>

Acknowledgements

Part of the work was conducted in 2019 within the framework of the Queen Jadwiga Foundation scholarship program at the Jagiellonian University, under the scientific supervision of Prof. Dr Hab. Józef Mitka (Institute of Botany, Jagiellonian University).

We express great gratitude to the "Molecular Biogeography and Systematics Group" of the W. Szafer Institute of Botany of the Polish Academy of Sciences, and personally to Prof. Dr Hab. Michał Ronikier for the scientific supervision, technical resources and opportunity to conduct the laboratory part of the research within the framework of a scientific institution.

We also thank the Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH Göttingen (GWDG) for computational resources (high-performance computing).

Useful comments of the reviewers are greatly appreciated.

SUPPLEMENTARY MATERIAL

This article includes following Supplementary Materials: Matrices S1–S4 (K1–K3, combined); Figures S1–S4 (representing STRUCTURE results) and Haplotype networks S5–S8 (for TCS, Nj-Net, Minimum Spanning Network, Minimum Joining Network, respectively) available as: [ukrbo-tj83-03-161-S1-S8.zip](https://doi.org/10.1101/2023.03.16.1-S1-S8.zip). Supplemental data are also available on GitHub by the following link: https://github.com/AndriiTarieiev/Dryas_AFLP

ETHICS DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

A. Tarieiev <https://orcid.org/0000-0002-1123-7746>

R. Cherepanyn <https://orcid.org/0000-0002-2227-3697>

- Benham J.J. 2001. *Genographer*. Montana State University. Available at: <http://hordeum.oscs.montana.edu/genographer/> (Accessed 18 February 2026).
- Bezusko L.G., Mosyakin S.L., Bezusko A.G. 2011. *Patterns and trends of development of the plant cover of Ukraine in the Late Pleistocene and Holocene*. Kyiv: Alterpress, 448 pp. [Безузько Л.Г., Мосякін С.Л., Безузько А.Г. 2011. *Закономірності та тенденції розвитку рослинного покриву України у пізньому плейстоцені та голоцені*. Київ: Альтерпрес, 448 с.]
- Bezusko L.G., Tsybalyuk Z.M., Nitsenko L.M. 2025. Participation of some rare and relict plant species in the palynofloras of the Allerød–Holocene deposits of the Forest-Steppe zone of Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 82(3): 225–233. [Безузько Л.Г., Цимбалюк З.М., Ниценко Л.М. 2025. Участь деяких рідкісних та реліктових видів рослин у палінофлорах відкладів аллереду–голоцену Лісостепової зони України. *Український ботанічний журнал*, 82(3): 225–233.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj82.03.225>
- Chase M.W., Hills H.H. 1991. Silica gel: An ideal material for field preservation of leaf samples for DNA studies. *Taxon*, 40: 215–220. <https://doi.org/10.2307/1222975>
- Chopyk V.I. 1976. *High mountain flora of the Ukrainian Carpathians*. Kyiv: Naukova Dumka, 270 pp. [Чопик В.І. 1976. *Високогірна флора Українських Карпат*. Київ: Наукова думка, 270 с.]
- Cieślak E., Ronikier M., Koch M.A. 2007. Western Ukrainian *Cochlearia* (Brassicaceae): The identity of an isolated edge population. *Taxon*, 56(1): 112–118.
- Cieślak E., Cieślak J., Szeląg Z., Ronikier M. 2015. Genetic structure of *Galium cracoviense* (Rubiaceae): a naturally rare species with an extremely small distribution range. *Conservation Genetics*, 16: 929–938. <https://doi.org/10.1007/s10592-015-0711-7>
- Chhatre V.E., Emerson K. J. 2017. StrAuto: Automation and Parallelization of STRUCTURE Analysis. *BMC Bioinformatics*, 18: 192. <https://doi.org/10.1186/s12859-017-1593-0>
- Cherepanyn R.M. 2017. *Arctic-alpine plant species of the Ukrainian Carpathians*. Ivano-Frankivsk: Publishing House of the Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 92 p. [Черепанин Р.М. *Аркто-альпійські види рослин Українських Карпат*. Івано-Франківськ: Видавництво Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 92 с.] <https://doi.org/10.5281/zenodo.7533738>
- Cherepanyn R.M. 2018. Effect of climate changes on the habitat of rare arctic-alpine plant species in the high mountain part of the Ukrainian Carpathians. *Studia Biologica*, 12(1): 73–86. <https://doi.org/10.30970/sbi.1201.544>
- Cherepanyn R.M. 2019. Changes in population vitality of rare arctic-alpine plant species in high mountain part of the Ukrainian Carpathians under influence of climatic factors. *Studia Biologica*, 13(1): 117–128. <https://doi.org/10.30970/sbi.1301.582>
- Clement M., Snell Q., Walke P., Posada D., Crandall K. 2002. TCS: estimating gene genealogies. In: *Proceedings of the 16th International Parallel and Distributed Processing Symposium*. Ft. Lauderdale, FL, USA, pp. 1–7. <https://doi.org/10.1109/IPDPS.2002.1016585>
- Clement M.P., Posada D., Crandall K. 2000. TCS: a computer program to estimate gene genealogies. *Molecular Ecology*, 9: 1657–1659. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.2000.01020.x>
- De Witte L.C., Armbruster G.F., Gielly L., Taberlet P., Stöcklin J. 2012. AFLP markers reveal high clonal diversity and extreme longevity in four key arctic-alpine species. *Molecular Ecology*, 21(5): 1081–1097. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2011.05326.x>
- Green Data Book of Ukraine*. 2009. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Alterpress, 448 p. [Зелена книга України. 2009. Ред. Я.П. Дідух. Київ: Альтерпрес, 448с.]
- Erschbamer B., Kiebacher T., Mallaun M., Unterluggauer P. 2009. Short-term signals of climate change along an altitudinal gradient in the South Alps. *Plant Ecology*, 202: 79–89. <https://doi.org/10.1007/s11258-008-9556-1>
- Evanno G., Regnaut S., Goudet J. 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molecular Ecology*, 14(8): 2611–20. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02553.x>
- French N.Yu.S., Biggs P., Holland B., Fearnhead P., Binney B., Fox A., Grove-White D., Leigh J. W., Miller W., Muellner P., Carter P. 2014. Evolution of *Campylobacter* species in New Zealand. In: Eds S.K. Sheppard, G. Méric. *Campylobacter Ecology and Evolution*. Norfolk, England: Caister Academic Press, pp. 221–240.
- Hammer Ø., Harper D.A.T. 2024. *Paleontological Data Analysis*, 2nd ed. Hoboken, NJ, USA; Chichester, West Sussex, UK: Wiley, xii + 376 pp.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: PAleontological STatistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 9. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf
- Harald P., Gottfried M., Reiter K., Klettner C., Grabherr G. 2007. Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994–2004) at the GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) master site Schrankogel, Tyrol, Austria. *Global Change Biology*, 13: 147–156. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01282.x>
- Kobiv Yu. 2018. Trends in population size of rare plant species in the alpine habitats of the Ukrainian Carpathians under climate change. *Diversity*, 10(3): 62. <https://doi.org/10.3390/d10030062>
- Kobiv Yu. 2017. Response of rare alpine plant species to climate change in the Ukrainian Carpathians. *Folia Geobotanica*, 52: 217–226. <https://doi.org/10.1007/s12224-016-9270-z>

- Kopelman N.M., Mayzel J., Jakobsson M., Rosenberg N.A., Mayrose I. 2015. Clumpak: a program for identifying clustering modes and packaging population structure inferences across K. *Molecular Ecology Resources*, 15(5): 1179–91. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12387>.
- Kozłowski G. 2024. Understanding Arctic–Alpine Plants from Ecological and Evolutionary Perspectives. *Plants*, 13(11): 1560. <https://doi.org/10.3390/plants13111560>
- Kreuzer M., Tribsch A., Nyffeler R. 2014. Ecological and genetic differentiation of two subspecies of *Saussurea alpina* in the Western Alps. *Alp Botany*, 124: 49–58. <https://doi.org/10.1007/s00035-014-0128-9>
- Kück P., Greve C., Misof B., Gimnich F. 2012. Automated masking of AFLP markers improves reliability of phylogenetic analyses. *PLoS ONE*, 7(11): e49119. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049119>
- Kyyak V., Shtupun V. 2021. Transformation processes in alpine phytocoenoses of the Ukrainian Carpathians under reservation and climate changes. *Bulletin of Lviv National University. Biological series*, 85: 59–69. [Кияк В., Штупун В. 2021. Трансформаційні процеси в альпійських фітоценозах Українських Карпат за умов заповідання та кліматичних змін. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, 85: 59–69.] <https://doi.org/10.30970/vlubs.2021.85.07>
- Leigh J.W., Bryant D. 2015. PopART: Full-feature software for haplotype network construction. *Methods in Ecology and Evolution*, 6(9): 1110–1116. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12410>
- Li Y., Liu J. 2018. STRUCTURESELECTOR: A web-based software to select and visualize the optimal number of clusters using multiple methods. *Molecular Ecology Resources*, 18: 176–177. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12719>
- Liu J., Zhong X. 2024. Population epigenetics: DNA methylation in the plant omics era. *Plant Physiology*, 194(4): 2039–2048. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiae089>
- Liu T., Conesa A. 2025. Profiling the epigenome using long-read sequencing. *Nature Genetics*. 57, 27–41. <https://doi.org/10.1038/s41588-024-02038-5>
- Lynch M., Milligan B.G. 1994. Analysis of population genetic structure with RAPD markers. *Molecular Ecology*, 3: 91–99. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.1994.tb00109.x>
- Marcysiak K. 2010. Arctic-alpine plants and climate change in Europe. *Wiadomości Botaniczne*, 54(3/4): 21–29.
- McGraw J.B., Antonovics J. 1983. Experimental ecology of *Dryas octopetala* ecotypes: II. A demographic model of growth, branching and fecundity. *Journal of Ecology*, 71(3): 899–912. <https://doi.org/10.2307/2259600>
- McGraw J.B. 1987. Experimental ecology of *Dryas octopetala* ecotypes. IV. Fitness response to reciprocal transplanting in ecotypes with differing plasticity. *Oecologia*, 73(3): 465–468.
- Meudt H.M., Clarke, A.C. 2007. Almost forgotten or latest practice? AFLP applications, analyses and advances. *Trends in Plant Science*, 12(3): 106–117. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2007.02.001>
- Mueller U.G., Wolfenbarger L.L. 1999. AFLP genotyping and fingerprinting. *Trends in Ecology & Evolution*, 14: 389–394. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01659-6](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01659-6)
- Novembre J. 2016. Pritchard, Stephens, and Donnelly on population structure. *Genetics*, 204(2): 391–393. <https://doi.org/10.1534/genetics.116.195164>
- Pauli H., Gottfried M., Reiter K., Klettner C., Grabherr G. 2007. Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994–2004) at the GLORIA master site Schrankogel, Tyrol, Austria. *Global Change Biology*, 13: 147–156. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01282.x>
- Paun O., Schönswetter P. 2012. Amplified fragment length polymorphism: an invaluable fingerprinting technique for genomic, transcriptomic, and epigenetic studies. *Methods in Molecular Biology*, 862: 75–87. https://doi.org/10.1007/978-1-61779-609-8_7
- Peakall R., Smouse P.E. 2006. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes*, 6: 288–295. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2005.01155.x>
- Peakall R., Smouse P.E. 2012. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research — an update. *Bioinformatics*, 28: 2537–2539. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts460>
- Porrás-Hurtado L., Ruiz Y., Santos C., Phillips C., Carracedo Á., Lareu, M.V. 2013. An overview of STRUCTURE: applications, parameter settings, and supporting software. *Frontiers in Genetics*, 4(98): 1–13. <https://doi.org/10.3389/fgene.2013.00098>
- Pucker B., Irisarri I., de Vries J., Xu B. 2022. Plant genome sequence assembly in the era of long reads: Progress, challenges and future directions. *Quantitative Plant Biology* 3: e5. <https://doi.org/10.1017/qpb.2021.18>
- Puechmaille S.J. 2016. The program STRUCTURE does not reliably recover the correct population structure when sampling is uneven: subsampling and new estimators alleviate the problem. *Molecular Ecology Resources*, 16: 608–627. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12512>
- Raj A., Stephens M., Pritchard J.K. 2014. fastSTRUCTURE: Variational inference of population structure in large SNP data sets. *Genetics*, 197: 573–589. <https://doi.org/10.1534/genetics.114.164350>
- Reynolds J., Weir B.S., Cockerham C.C. 1983. Estimation of the coancestry coefficient: basis for a short-term genetic distance. *Genetics*, 105(3): 767–779. <https://doi.org/10.1093/genetics/105.3.767>
- Springer J.C., Parfitt B.D. 2014. *Dryas*. In: *Flora of North America* Editorial Committee (eds.), *Flora of North America north of Mexico*, Vol. 9. New York; Oxford: Oxford University Press, pp. 326–331. http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=110971

- Sucher N.J., Hennell J.R., Carles M.C. (eds.) 2012. *Plant DNA fingerprinting and barcoding: Methods and protocols*. [Methods in Molecular Biology series]. New York; Dordrecht; Heidelberg; London: Springer Science+Business Media, LLC, x + 202 pp. <https://doi.org/10.1007/978-1-61779-609-8>
- Tsaryk Y., Kyiak V., Dmytrakh R., Bilonoha V. 2004. Generative reproduction of plant populations of the Carpathian highlands as a sign of their viability. *Bulletin of Lviv National University. Biological series*, 36: 50–56. [Царик Й., Кияк В., Дмитрах Р., Білонога В. 2004. Генеративне розмноження популяцій рослин високогір'я Карпат як ознака їх життєздатності. *Вісник Львів. університету. Серія біологічна*, 36: 50–56.]
- Varsamis G., Merou T., Karapatzak E., Papageorgiou A.C., Fotiadis G., Tsiftsis S. 2021. Genetic diversity of alpine *Dryas octopetala* populations at their southern distribution limit in Europe. *Nordic Journal of Botany*, 2021: e03150. <https://doi.org/10.1111/njb.03150>
- Vekemans X. 2002. AFLP-SURV version 1.0. Distributed by the author. Laboratoire de Génétique et Ecologie Végétale, Université Libre de Bruxelles, Belgium. Available at: https://ebe.ulb.be/ebe/AFLP-SURV_files/manual_AFLPsurv.pdf (Accessed 18 February 2026).
- Vekemans X., Beauwens T., Lemaire M., Roldan-Ruiz I. 2002. Data from amplified fragment length polymorphism (AFLP) markers show indication of size homoplasy and of a relationship between degree of homoplasy and fragment size. *Molecular Ecology*, 11: 139–151. <https://doi.org/10.1046/j.0962-1083.2001.01415.x>
- Vos P., Hogers R., Bleeker M., Reijans M., van de Lee T., Hornes M., Frijters A., Pot J., Peleman J., Kuiper M., Zabeau M. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Research*, 23(21): 4407–4414. <https://doi.org/10.1093/nar/23.21.4407>
- White D., Pirro S. 2022. The complete genome sequences of three species of Mountain Avens (*Dryas*, Rosaceae). *Biodiversity Genomes*, 07 November 2022. <https://doi.org/10.56179/001c.40366>

Генетичне різноманіття та структура популяцій аркто-альпійського реліктового виду *Dryas octopetala* (Rosaceae) в Україні за даними AFLP-аналізу

Андрій ТАРЄЄВ^{1,2}, Роман ЧЕРЕПАНИН^{3,4}

¹ Відділ лісової генетики та селекції лісових дерев, Геттінгенський університет, Бюсенверг 2, Геттінген 37077, Німеччина

² Інститут біології, геоботаніки та ботанічний сад, Університет Мартіна Лютера Галле-Віттенберг, Ам Кірхтор 1, Галле 06108, Німеччина

³ Міжнародний науково-освітній центр "Обсерваторія", Кафедра біології та екології, Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, вул. Шевченка 57, Івано-Франківськ 76018, Україна

⁴ WWF-Україна (Громадська спілка "Всесвітній фонд природи Україна"), вул. Раїси Окіпної 4, офіс 170, Київ 02002, Україна

Реферат. Аркто-альпійські рослинні угруповання містять численні ендемічні та реліктові види. Багато з них є чутливими до змін середовища існування і зазнають впливу кліматичних змін, що робить їхнє дослідження особливо актуальним. У цьому дослідженні зосереджено увагу на циркумполярному аркто-альпійському реліктовому диплоїдному чагарничку *Dryas octopetala* в Україні. Було обстежено та відібрано зразки з усіх чотирьох відомих популяцій. Для аналізу генетичного різноманіття, структури популяцій та інших параметрів використано три набори по 50 різних AFLP-маркерів у кожному. Аналізи STRUCTURE у поєднанні з філогенетичною мережею не виявили суттєвих відмінностей у генетичній структурі між популяціями. Водночас популяція на г. Бребенескул демонструє незначні відмінності порівняно з трьома іншими популяціями дріади в Україні. Географічна ізоляція, різні міграційні шляхи та потенційна можливість схрещування можуть пояснювати отримані результати. Для формування більш чіткої картини необхідні додаткові дослідження із застосуванням різних методів (зокрема SSR, повногеномного аналізу SNP, GWAS, WGS).

Ключові слова: *Dryas octopetala*, AFLP, STRUCTURE, PCoA, Карпати, популяції, Україна



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.03.172>

RESEARCH ARTICLE

On the Linnaean name *Pharnaceum depressum* (Caryophyllales), its identity, current circumscription, and some associated names

Duilio IAMONICO 

Department of Environmental Biology, University of Rome Sapienza,
5 Piazzale Aldo Moro, Rome 00185, Italy

*Address for correspondence: duilio.iamonico@uniroma1.it

Abstract. This article deals with the taxonomic identity and nomenclature of the Linnaean name *Pharnaceum depressum* published in the 2nd volume of *Mantissa Plantarum*, variously placed in *Caryophyllaceae* and assigned to either *Polycarpon* or *Polycarpaea*, depending on taxonomic interpretation. Turrill's indication of the "holotype" of *Pharnaceum depressum* is here corrected to lectotype according to Art. 9.10 of ICN. The names linked to *Ph. depressum* (Forsskål's *Alsine prostrata*, Delile's *Polycarpaea memphitica*, and Kunth & Bouché's *Polycarpaea mozambica*) are typified on specimens preserved at, respectively, C (lecto-), MPU (lecto-), and BR (neo-), and synonymised with *Ph. depressum*. Kindberg's "*Lepigonum prostratum*", reported in several online databases, is invalid according to the Art. 36.1 of the ICN. Morphological studies of types and other specimens confirm the placement in *Polycarpon*, based on oblong-spatulate leaves and sepals scarious only at margins. The examined material shows similarities with the Mediterranean taxon *P. tetraphyllum* subsp. *tetraphyllum* and the Peruvian endemic *P. tetraphyllum* subsp. *peruvianum*, but differs in several characters (shape of stipules, arrangement of flowers, structure of the sepals, length of the petals, and length of the fruit). Thus, the taxon originally described by Linnaeus as *Pharnaceum depressum*, by Forsskål as *Alsine prostrata*, by Delile as *Polycarpaea memphitica*, and by Kunth & Bouché as *Polycarpaea mozambica*, is here proposed to be recognized as a subspecies of *Polycarpon tetraphyllum*. Since the earlier available epithet (that of Linnaean *Ph. depressum*) cannot be used due to the existing legitimate *Polycarpon tetraphyllum* subsp. *depressum* Iamónico (a different taxon endemic to California and Mexico), the proposed new combination is based on Forsskål's name *Alsine prostrata*.

Keywords: *Alsine prostrata*, lectotype, Linnaeus, neotype, nomenclatural change, *Polycarpaea memphitica*, *Polycarpaea mozambica*, *Polycarpon*, synonym, typification

Introduction

Linnaeus (1753: 272) described the genus *Pharnaceum* L. in volume 1 of the 1st edition of *Species Plantarum*, listing two species, *Ph. cerviana* L. and

Ph. incanum L., the latter being the generitype designated by Hitchcock (in Hitchcock, Green, 1929: 143). Later, the following four species were proposed in the genus by Linnaeus (1759: 966, 1760: 9, 1771: 221, 562): *Ph. cordifolium* L., *Ph. depressum*

ARTICLE HISTORY. Submitted 22 March 2026. Revised 14 June 2026. Published 24 June 2026

CITATION. Iamónico D. 2026. On the Linnaean name *Pharnaceum depressum* (Caryophyllales), its identity, current circumscription, and some associated names. *Ukrainian Botanical Journal*, 83(3): 172–179. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.03.172>

© M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, 2026

© Publisher PH "Akademperiodyka" of the NAS of Ukraine, 2026

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

L., *Ph. distichum* L., and *Ph. mollugo* L. Five of these Linnaean species are currently recognized as belonging to the genus *Pharnaceum* (Molluginaceae) which is naturally distributed in the southern regions of Africa; on the other hand, *Ph. depressum* is considered to belong to the family *Caryophyllaceae* and synonymized with *Polycarpon prostratum* (Forssk.) Asch. & Schweinf. (see, e.g., GBIF, 2026–onward; WFO, 2026–onward) or *Polycarpaea prostrata* (Forssk.) Decne. (see POWO, 2026–onward).

Both *Polycarpaea* Lam. and *Polycarpon* L. belong to the family *Caryophyllaceae* Juss., as consistently supported by molecular phylogenetic studies (Smitsen et al., 2002; Harbaugh et al., 2010; Greenberg, Donoghue, 2018). Within *Caryophyllaceae*, both genera are recognized in the tribe *Polycarpaeae* DC., which, according to WFO (2026–onward), comprises 25 genera. According to phylogenetic analysis of Candolle's tribe, Zanotti et al. (2022) confirmed that *Polycarpaea* and *Polycarpon* are morphologically related taxa (see also Lu et al., 2001; Rabeler, Hartman, 2005). Different recognitions of the Linnaeus' *Ph. depressum* occur, not only at the genus rank [*Polycarpaea* versus *Polycarpon* plus further not currently recognized genera, i.e. *Arvesia* Cambess. (now in *Polycarpon*), *Lepigonum* Wahlenb. (now in *Spergula* Dill. ex L.), *Mollia* Willd. (now in *Polycarpaea*)] but also at the species level [e.g., "*Lepigonum prostratum*" Kindb., *Polycarpaea memphitica* Delile].

As part of the ongoing studies on the genus *Polycarpon* (e.g., Iamónico 2015a, 2015b, 2017a, 2017b; Iamónico, Domina, 2015; Iamónico, Zanotti, 2022; Iamónico, Montesinos-Tubée, 2025a, 2025b), which are also part of the *Caryophyllales* Network project (coordinator: M. Dillenberger, Freie Universität Berlin, Germany), I here present a note concerning the Linnaean *Pharnaceum depressum* and associated names, with the aim of clarifying their taxonomic identity and proper application.

Materials and Methods

This research is based on the analysis of relevant literature (including protologues) cited below and on examination of specimens and images of specimens preserved at B, BR, C, K, LINN, and MPU (acronyms according to *Index Herbariorum*: Thiers, 2026–onward). Nomenclature articles cited throughout the text follow the *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants* (hereafter the

ICN), in its current *Madrid Code* edition (Turland et al., 2025).

Results and Discussion

Pharnaceum depressum

Linnaeus (1771: 562) validly published the name *Pharnaceum depressum* by providing a short diagnosis ("PHARNACEUM pedunculis unifloris lateralibus, foliis lanceolatis pubescentibus") and a detailed description; the provenance was reported as "Habitat in India orientali".

Turrill (1956: 5) reported "Type: E. India (LINN, holo.!) " under *Pharnaceum depressum*. However, Linnaeus (1771: 562) did not cite any holotype (citations of uniquely identifiable specimens corresponding to the modern holotype concept are rare in Linnaeus' works; see Jarvis, 2007), nor any supposed syntypes. Consequently, the holotype indication by Turrill is an error to be corrected and his type statement should be accepted as the effective lectotype designation according to Art. 9.10 of ICN.

Alsine prostrata

Forsskål (1775: 207) provided a short diagnosis for *Alsine prostrata* ("foliis oblongis; caule prostrato, dichotomo; flore pentandro, trigyno") and the provenance ("Káhirae"; currently Cairo, Egypt).

According to HUH-Index of Botanists (2013), Forsskål's herbarium and types are mainly preserved at C, where I located four specimens [barcodes C10001617 (collection number: 551), C10001618 (collection number: 924), C10001619 (collection number: 559), and C10001620 (collection number: 925)], all collected by Pehr Forsskål at Cairo. These specimens, all matching the original diagnosis, are part of the original material used by Forsskål (1775: 207) for describing *Alsine prostrata*. C10001619 is the best preserved specimen, and it includes more leaves and flowers features which have a high taxonomic value in identification of taxa of *Polycarpon* and *Polycarpaea* (see e.g., Lu et al., 2001; Rabeler, Hartman, 2005). Therefore, it is here designated as the lectotype of the name *Alsine prostrata* (see below).

Polycarpaea memphitica

Delile (1813: 211) validly published the name *Polycarpaea memphitica* by providing a short diagnosis and a detailed description; the provenance was reported as "Cette plante est commune dans le terrain sablonneux des îles du Nil près du Kaïre, particulièrement à l'île Gezyret el-Dahab,

au-dessus de Roudah” (English translation: “This plant is common in the sandy soil of the Nile islands near Cairo, particularly on Gezyret el-Dahab [now Gazirat edh-Dhahab or Dahab Island], above Rudah [now Rawdah or Roda Island]”); an illustration was also provided (“Planche 24, Fig. 2”; image available at <https://www.biodiversitylibrary.org/page/15953772>) and it is also part of the original material for the name.

There are three specimens of *Polycarpaea memphitica* at MPU (where Delile’s collections and types are mainly preserved; see HUH-Index of Botanists, 2013) collected by Alire Raffeneau Delile in Egypt. MPU021887 (image available at <https://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.specimen.mpu021887>) was collected in 1822, after the protologue (1813); consequently, it is not original material. There is no original label from Delile on MPU006958 (image available at <https://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.specimen.mpu006958>) which, therefore, cannot be ascribed with certainty to original material either. Finally, MPU006957 (image available at <https://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.specimen.mpu006957>) includes Delile’s annotation “Bord du Nil près du Caire”, a locality matching the protologue. I consider MPU006957 as part of the original material for *Polycarpaea memphitica* and designate it as the lectotype (see below).

Polycarpaea mozambica

Kunth and Bouché (in Kunth, 1848: 15) validly published the name *Polycarpaea mozambica* to distinguish at the species rank supposedly glabrous forms of *P. memphitica* (“In *Polycarpaea memphitica* Del. ... An hajus forma glabra?”); a diagnosis and a description, as well as the provenance (“Monzanbica”) were reported; the sentence “Dr. Peter semina misit” (= Dr. Peter sent seeds) was also given, highlighting that the plant was cultivated at the Berlin Garden from seeds.

I did not locate any specimen at B, where most *Caryophyllaceae* material was destroyed during World War II, as highlighted by several authors (see, e.g., Hiepko, 1987; Eggli, Leuenberger, 2008; Iamónico et al., 2017; Montesinos-Tubée, Iamónico, 2023). Thus, according to Art. 9.8 of the ICN, a neotypification would be required. Given the provenance of the seeds of *Polycarpaea mozambica*, I prefer to select a Mozambican collection as a neotype and designate the specimen BR0000027333532V as such (see below).

Polycarpon pusillum

The name *Polycarpon pusillum* was listed by the major online databases of plant names (IPNI, 2026–onward; POWO, 2026–onward) as valid from the nomenclatural standpoint; also the *World Flora Online* (WFO, 2026–onward) considers it as validly published, but taxonomically “unplaced”. This binomial first appears in the 1st volume of *Prodromus Florae Peninsulae Indiae Orientalis* by Wight and Arnott (1834: 358) where it was placed as a synonym of *Hoplosia loeflingiae* Wall. ex Wight & Arn. Consequently, *Polycarpon pusillum* is invalid according to Art. 36.1b of the ICN. Note that Wight and Arnott (1834: 358) cited, after the invalid binomial, “Roxb., E. I. C. [East Indian Company] mus. tab. 535”, so referring to an illustration by Roxburgh. This illustration is part of the unpublished *Icones Roxburgianae* (image available at https://www.plantillustrations.org/illustration.php?SID=u14j7sleecq527frs4g-033v938&id_illustration=460587), which have never been published (see, e.g., Leong-Škorničková et al., 2010; Turner, 2022). The sheet is annotated with three binomials (bottom-center), i.e. “*Loeflingia indica* Retz. | *Polycarpon prostratum* (Forssk.) Asch. & Schweinf. | *Alsine prostrata* Forssk.”. Despite Wight & Arnott’s *Polycarpon pusillum* is invalid, it clearly refers to the taxon which Forsskål (1775: 207) originally described as *Alsine prostrata*.

Taxonomic notes

The genus *Polycarpon*, as traditionally circumscribed, would include about 16 species distributed in tropical and temperate regions of the world (Lu et al., 2001; Rabeler, Hartman 2005). Kool et al. (2007) demonstrated the polyphyly of this genus in its traditional circumscription using DNA sequence data from the chloroplast rps16 intron and nuclear RPB2 regions, and highlighting three different clades with high support values, i.e. (1) the *P. coquimbense* / *suffruticosum* aggregate (from South America), (2) the *P. tetraphyllum* aggregate (main diversity in the Mediterranean region), and (3) *P. prostratum* (Forssk.) Asch. & Schweinf. (tropical, widespread). The first clade must be excluded from *Polycarpon* since its members lack the synapomorphy for this genus, i.e. the capsule dehiscence by valves that elastically roll inwards. Iamónico (2015c) transferred *P. coquimbense* Gereau & Martic. and *P. suffruticosum* Griseb., together with *P. anomalum* Hassl., to the new genus *Augustea* Iamónico, endemic to South America (Argentina, Bolivia, Chile, and Paraguay).

Two years later, Iamónico and Montesinos-Tubée (2017) transferred *P. moreiranum* Muñoz-Schick to *Augustea*. The second clade sensu Kool et al. (2007), the *P. tetraphyllum* aggregate, represents a polyploid complex that can be treated as a single species, *P. tetraphyllum* (L.) L. ($\equiv$ *Mollugo tetraphylla* L., 1753) (see, e.g., Kool et al., 2007; Hernández-Ledesma et al., 2015). Accordingly, Iamónico (2013, 2015a, 2015b, 2015d, 2017a), Iamónico and Domina (2015), Iamónico and Zanotti (2022), and Iamónico and Montesinos-Tubée (2025a) proposed recognizing the various taxa at subspecies rank. Finally, *P. prostratum* (Forssk.) Asch. & Schweinf. is recognized by various authors or databases as a member of either *Polycarpon* or *Polycarpaea* [as *P. prostrata* (Forssk.) Decne.] (see, e.g., Lu et al., 2001; Rabeler, Hartman, 2005; POWO, 2026–onward; WFO, 2026–onward). In any case, the Linnaean name *Pharnaceum depressum* L. was listed as a heterotypic synonym. However, it is to be noted that, if *Ph. depressum* is actually a member of *Polycarpon*, the combination *P. depressum* (L.) DC., which was published in 1828 by Candolle (1828: 375) in the 3rd volume of his *Prodromus*, would have priority over Decainse's binomial, published in 1835 (Decainse, 1835: 263) and currently accepted. It should be noted also that the basionym of Candolle's nomenclatural combination (i.e. *Pharnaceum depressum*, published in 1771) have priority over Forsskal's *Alsine prostrata* (basionym of *Polycarpon prostratum*, published in 1775).

The type specimens and other original material of the names investigated in the present study display characters that identify all of them as belonging to the genus *Polycarpon*, not *Polycarpaea*. According to literature (see, e.g., Chater, Akeroyd, 1993; Lu et al., 2001; Rabeler, Hartman, 2005; Arya et al., 2021; Hoang et al., 2024; Iamónico, Montesinos-Tubée, 2025a), these two genera differ by the shape of leaves (obovate to spatulate in *Polycarpon* versus linear in *Polycarpaea*) and the sepals [hyaline only at margin (not scarious sepals) in *Polycarpon* versus hyaline throughout in *Polycarpaea* (scarious sepals)]; the material examined clearly shows oblong-spatulate leaves and sepals scarious only at margins. Thus, all of the names involved are to be identified as *Polycarpon tetraphyllum* s. l. according to the current concept of *Polycarpon* (see, e.g., Iamónico 2015a, 2015c, 2017a; Iamónico, Domina, 2015; Iamónico, Montesinos-Tubée, 2025a). Among the currently recognized subspecies under *P.*

tetraphyllum, these plants are morphologically similar to both subsp. *tetraphyllum* and subsp. *peruvianus* Montesinos & Iamónico in their habit (annual herbs; but note that subsp. *tetraphyllum* can be also perennial) and arrangement of the leaves (mostly in whorls of four). Differences with subsp. *tetraphyllum* and subsp. *peruvianus* include (1) the shape of stipules (triangular-acuminate in subsp. *peruvianus* versus lanceolate-acute in the herbarium specimens here studied, or ovate to lanceolate and acute to acuminate in subsp. *tetraphyllum*); (2) arrangement of flowers (lax in subsp. *tetraphyllum* versus dense in subsp. *peruvianus* and in the specimens studied); (3) structure of sepals (obtuse and not keeled in the specimens studied versus acute to acuminate and keeled in both subsp. *peruvianus* and subsp. *tetraphyllum*); (4) length of the petals (less than 1 mm in subsp. *tetraphyllum* versus 1 to 2 mm in subsp. *peruvianus* and in the specimens studied); and (5) length of fruits (1 to 2 mm in subsp. *peruvianus* and subsp. *tetraphyllum* versus 2 to 2.5 mm in the specimens studied).

Considering the above arguments, I here propose to recognize the taxon originally described by Linnaeus (1771: 562) as *Pharnaceum depressum*, by Forsskal (1775: 207) as *Alsine prostrata*, by Delile (1813: 211) as *Polycarpaea memphitica*, and by Kunth & Bouché (in Kunth, 1848: 15) as *Polycarpaea mozambica*, as a subspecies of *Polycarpon tetraphyllum*. The epithet of the Linnaean name *Pharnaceum depressum* cannot be used at the subspecies rank to avoid homonymy; the name *Polycarpon tetraphyllum* subsp. *depressum* (Nutt.) Iamónico (based on *Polycarpon depressum* Nutt.) already exists and it refers to a different taxon endemic to an area from California (western United States of America) to north of Mexico in Baja California (Iamónico, 2015a). The second available name is Forsskal's *Alsine prostrata*; it is here used for the proposed nomenclatural combination.

Taxonomic treatment

***Polycarpon tetraphyllum* (L.) L., Syst. Nat., Ed. 10 2: 881. 1759 subsp. *prostratum* (Forssk.) Iamónico, comb. et stat. nov. $\equiv$ *Alsine prostrata* Forssk., Fl. Aegypt.-Arab.: 207. 1775 $\equiv$ *Arenaria prostrata* (Forssk.) Ser. in A.P. de Candolle, Prodr. 1: 400. 1824 $\equiv$ *Spergularia prostrata* (Forssk.) G. Don in Gen. Hist. 1: 425. 1831 $\equiv$ *Spergula prostrata* (Forssk.) D. Dietr., Syn. Plant. 2: 1598. 1840 $\equiv$ *Robbairaea prostrata* (Forssk.) Boiss., Fl. Orient.**

- 1: 735. 1867 = *Polycarpon prostratum* (Forssk.) Asch. & Schweinf., Oesterr. Bot. Z. 39: 128. 1889. TYPE (**lectotype, here designated**): Egypt, Cairo, *P. Forsskål* 559 (C10001619!; image of the lectotype available at: <https://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.specimen.c10001619>).
- = *Pharnaceum depressum* L., Mant. Pl. Alt.: 562. 1771 (non *Polycarpon tetraphyllum* subsp. *depressum* (Nutt.) Iamónico, Novon 24: 162. 2015) = *Loeflingia indica* Retz., Observ. Bot. (Retzius) 4: 8. 1786, *nom. illeg. et superfl.* (Art. 52.1 of the ICN) = *Hapalosia loeflingiae* Wall. ex Wight & Arn., Prodr. Fl. Ind. Orient. 1: 358. 1834, *nom. illeg. et superfl.* (Art. 52.1 of the ICN) = *Arversia depressa* (L.) Klotzsch in W.C.H. Peters, Naturw. Reise Mossambique 6(Bot., 1): 140. 1861. TYPE (**lectotype, designated** by Turrill (1956: 5) as “holotype”, **here corrected** by Art. 9.10 of the ICN): LINN No. 387.4!; image of the lectotype available at https://linnean.access.preservica.com/uncategorized/IO_de6c379d-3bd3-4230-b562-c0acc906d645/).
- = *Polycarpaea memphitica* Delile, Descr. Egypte, Hist. Nat. 2(Mém.): 211. 1813 = *Lahaya memphitica* (Delile) Schult. in Roem. & Schult., Syst. Veg. Ed. 15: 406. 1819 = *Mollia memphitica* (Delile) Colla, Herb. Pedem. 2: 473. 1834 = *Arversia memphitica* (Delile) Webb, Fragm. Fl. Aethiop.-Aegypt.: 40. 1854 = *Polycarpon memphiticum* (Delile) Fenzl ex Broun & Massey, Fl. Sudan: 71. 1929. TYPE (**lectotype, here designated**): Egypt, Bord du Nil près du Caire, s.d., *A.F. Delile s.n.* (MPU006957!; image of the lectotype available at <https://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.specimen.mpu006957>).
- = *Polycarpaea mozambica* Kunth & Bouché, Index Seminum [Berlin] 1848: 15. 1848. TYPE (**neotype, here designated**): Mozambique, Gorongosa National Park, sandy banks of Urema River, 12 October 2015, *J. Guyton et B. Würsten* JAG_15_699 (BR0000027333532V!; image of the neotype available at <https://www.botanicalcollections.be/specimen/BR0000027333532V>).
- *Polycarpon pusillum* Roxb. ex Wight & Arn., Prodr. Fl. Ind. Orient. 1: 358. 1834, *nom. inval. pro syn. Hapalosia loeflingiae* Wall. ex Wight & Arn. (Art. 36.1b of the ICN).
- *Lepigonum prostratum* Kindb., Monogr. Gen. Lepigon. 44. 1863, *nom. inval.* (Art. 36.1 of the ICN).
- Amended description:** Plants annual (therophyte); stems prostrate or ascending, 10–25 cm tall, usually pubescent (sometimes glabrous); leaves mostly in whorls of four, obovate or spatulate, (3–)5–15(–25) × (0.3–)1.5–2.5(–5) mm, glabrous or pubescent, base attenuate, apex usually acute; stipules scarious, lanceolate, acute, 1–2 mm long; inflorescences in dense cymes both axillary and terminal, subtended by two bracts stipule-like; flowers sessile or shortly pedicellate (pedicel up to 5 mm long, pubescent); sepals ovate, 2.5–3.0(–4.0) mm long, not keeled, apex obtuse, margin hyaline (each hyaline part up to 1/3 the total width of the sepal); petals usually 5, membranous, entire, oblong and less than 1/2 as long as sepals (1.0–1.5 mm long); stamens usually 3, shorter than the sepals; fruit (capsule) ovoid, slightly shorter than the sepals (2.0–2.5 mm long); seed brown, reticulate, ca. 0.5 mm.
- Distribution and habitat:** Mainly in tropical and subtropical areas of Africa and Asia on sandy riverbanks and, as a weed, in farmlands, at 200–1500 m a.s.l.
- Note on the name “*Lepigonum prostratum*”:** Kindberg (1863: 44), in his *Monographia Generis Lepigonorum*, published the name “*Lepigonum prostratum*” as a species to be excluded from the genus *Lepigonum* Wahlenb., stating it is a synonym of Forsskål’s *Alsine prostrata* (“*Lepigonum prostratum* Kindb. syn. (*Alsine prostrata* Forsk. et Delile, *Spergularia prostrata* Boiss.) et *Alsine succulenta* Delile, priori affinis, stylo unico trifido et alieno habitu distinguuntur et ad novum genus versimiliter pertinent”; English translation: “*Lepigonum prostratum* Kindb. syn. (*Alsine prostrata* Forsk. et Delile, *Spergularia prostrata* Boiss.) and *Alsine succulenta* Delile, closely related [or similar] to the former, are distinguished by a single trifid style and an unusual habit and probably belong to a new genus”). It is evident that the combination “*Lepigonum prostratum* Kindb.”, currently reported by various online databases (IPNI, 2026–onward; POWO, 2026–onward; WFO, 2026–onward), was not actually accepted by Kindberg because (1) it was listed among taxa to be excluded from *Lepigonum* (“*Species e genere Lepigonorum excludendae*”) and (2) Kindberg explicitly added the abbreviation “syn.” (synonym!) after that name. He also supposed that this taxon,

as well as *Alsine succulenta* Delile related or similar to it, should be probably placed in a new genus. Consequently, Art. 36.1 of the ICN should be applied here: “A name is not validly published when it is not accepted by its author(s) in the original publication”; see also Art. 31.3 (“... the name must always be explicitly accepted in the place of its valid publication”). The name “*Lepigonum prostratum*” is thus invalid.

Other specimens examined: Egypt, Cairo, *P. Forsskål* 551 (C10001618!; original material for *Alsine prostrata*, image available at <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.c10001617>); *ibidem*, *P. Forsskål* 924 (C10001618!; original material for *Alsine prostrata*, image available at <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.c10001618?logged-in=true>); *ibidem*, *P. Forsskål* 925 (C10001620!; original material for *Alsine prostrata*, image available at <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.c10001620>); Egypt, Bord du Nil près du Caire, 1822, A.F. Delile s.n. (MPU021887!; image available at <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.mpu021887?logged-in=true>); Egypt, s.d., A.F. Delile s.n. (MPU006958!; image available at <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.mpu006958?logged-in=true&loggedin=true>). India, N. Wallich 6962 (K001126381!; image available at <https://www.gbif.org/fr/occurrence/1051261560>); J.G. König s.n. (C10009168!; image available at: <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.c10009168>); *ibidem* (C10009169!; image available at: <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.c10009169>).

Acknowledgements

Thanks are due to the directors and curators of all cited herbaria for their support. I am also grateful to Rafaël H.A. Govaerts (Royal Botanic Gardens, Kew) for the useful discussion about the treatment of *Polycarpon* in POWO. I would like to thank the anonymous reviewer and Peter J. de Lange (Unitec Institute of Technology, Auckland, Aotearoa / New Zealand) for their valuable comments and suggestions, which helped improve the manuscript, and Sergei L. Mosyakin (M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine) who made important edits.

ETHICS DECLARATION

The author declares no conflict of interest.

ORCID

D. Iamónico  <https://orcid.org/0000-0001-5491-7568>

REFERENCES

- Arya S., Kumar V.N.S.A., Pillai A.V., Alen A.P., Sojan J., Suresh V. 2022. Three new species of *Polycarpaea* (Caryophyllaceae) from Kerala, South India. *PhytoKeys*, 213: 95–110. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.213.89875>
- Chater A.O., Akeroyd J.R. 1993. *Polycarpon*. In: *Flora Europaea*. 2nd ed. Vol. 1. Eds T.G. Tutin, N.A. Burges, A.O. Chater, J.R. Edmondson, H.V. Heywood, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters, D.A. Webb. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 184–185.
- Decainse J. 1835. *Florula Sinaica. Annales des Sciences Naturelles, Botanique. Sér. 2*, 3: 257–291.
- de Candolle A.P. 1828. *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis*. Vol. 3. Parisiis [Paris]: Treuttel et Würtz, 494 pp. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.286>
- Delile A.R. 1813. *Description de l'Égypte, ou, Recueil des observations et des recherches qui ont été faites en Égypte pendant l'expédition de l'armée française*. Vol. 2. Paris: Imprimerie impériale, 611 pp.
- Eggli U., Leuenberger B.E. 2008. Type specimens of *Cactaceae* names in the Berlin Herbarium (B) [De herbario berlinensi notulae 48]. *Willdenowia*, 38: 213–280. <https://doi.org/10.3372/wi.38.38116>
- Forsskål P. 1775. *Flora Aegyptiaco-Arabica. Sive Descriptiones Plantarum, quas per Aegyptum Inferiorem et Arabium felicem detexit, illustravit Petrus Forsskål*. Hauniae [Copenhagen / Kjöbenhavn]: Ex officina Mölleri, 219 pp.
- GBIF. 2026–onward. *Global Biodiversity Information Facility. Polycarpon prostratum* (Forssk.) Asch. & Schweinf. Available from: <https://www.gbif.org/species/7430434> (Accessed 22 March 2026).
- Greenberg A.K., Donoghue M.J. 2018. Molecular systematics and character evolution in *Caryophyllaceae*. *Taxon*, 60(6): 1637–1652. <https://doi.org/10.1002/tax.606009>
- Harbaugh D.T., Nepokroeff M., Rabeler R.K., McNeill J., Zimmer E.A., Wagner W.L. 2010. A new lineage-based tribal classification of the family *Caryophyllaceae*. *International Journal of Plant Science*, 171(2): 185–198. <https://doi.org/10.1086/648993>

- Hernández-Ledesma P., Berendsohn W.G., Borsch T., Mering S. von, Akhani H., Arias S., Castañeda-Noa I., Eggli U., Eriksson R., Flores-Olvera H., Fuentes-Bazán S., Kadereit G., Klak C., Korotkova N., Nyffeler R., Ocampo G., Ochoterena H., Oxelman B., Rabeler R.K., Sanchez A., Schlumberger B.O., Uotila P. 2015. A taxonomic backbone for the global synthesis of species diversity in the angiosperm order *Caryophyllales*. *Willdenowia*, 45(3): 281–383. <https://doi.org/10.3372/wi.45.45301>
- Hiepko P. 1987. The collections of the Botanical Museum Berlin-Dahlem (B) and their history. *Englera*, 7 [special issue: *Botany in Berlin*, ed. H. Scholtz]: 219–252. <https://doi.org/10.2307/3776724>
- Hitchcock A.S., Green M.L. 1929. Proposal IV. Standard species of Linnean genera of Phanerogamae (1753–54). In: *International Botanical Congress, Cambridge (England), 1930. Nomenclature. Proposals by British botanists*. London: HMSO, pp. 110–199.
- Hoang T.T., Le L.B., Le N.T.K., Nguyen M.T.A., Truong A.T.L., Tran N.T., Tran, V.T., Le S.V., Duong K.T., Hoang K.V.B., Le T.N., Nguyen B.V., Tran T.V. 2024. Molecular phylogeny and cryptic morphology: A combined approach to taxonomic novelties in *Polycarpaea* (*Caryophyllaceae*) from Vietnam. *PLoS One*, 19(10): e0301407. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0301407>
- HUH-Index of Botanists 2013. Miller, Philip. Available at: https://kiki.huh.harvard.edu/databases/botanist_search.php?-mode=details&id=143 (Accessed 22 March 2026).
- Iamónico D. 2013. *Notula* 1997. *Polycarpon tetraphyllum* L. subsp. *polycarpoides* (Biv.) Iamónico comb. et stat. nov. (*Caryophyllaceae*). In: *Notulae nomenclaturali alla Checklist della flora italiana: 15. Informatore Botanico Italiano*, 45(1): 105.
- Iamónico D. 2015a. A new combination and change in rank in *Polycarpon* (*Caryophyllaceae*), endemic to California, U.S.A., and Mexico. *Novon*, 24: 159–164. <https://doi.org/10.3417/2014018>
- Iamónico D. 2015b. A new nomenclatural change in *Polycarpon* (*Caryophyllaceae*): *P. tetraphyllum* subsp. *sauvagei* comb. & stat. nov., an endemic taxon from Morocco. *Phytotaxa*, 197(3): 225–226. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.197.3.7>
- Iamónico D. 2015c. *Augustea* (*Polycarpaea*, *Caryophyllaceae*), a new genus from South America. *Phytotaxa*, 236(1): 71–78. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.236.1.6>
- Iamónico D. 2015d. *Polycarpon tetraphyllum* subsp. *dunense* (P. Fraga et Rosseló) Iamónico, comb. et stat. nov. In: *Euro+Med-Cheklis Notulae 4*. Eds E. von Raab-Straube, T. Raus. *Willdenowia*, 45(1): 119–129. <https://doi.org/10.3372/wi.45.45113>
- Iamónico D. 2017a. *Polycarpon tetraphyllum* subsp. *arabicum* comb. et stat. nov. (*Caryophyllaceae*), a taxon from the Eastern Mediterranean-Arabian area. *Atti della Società Toscana di Scienze naturali, Memorie, Serie B*, 123: 5–8.
- Iamónico D. 2017b. *Polycarpon*. In: *Flora d'Italia*. Vol. 2. Ed. S. Pignatti. Bologna: Edagricole, pp. 146–147.
- Iamónico D., Domina G. 2015. Nomenclatural notes on the *Polycarpon tetraphyllum* aggregate (*Caryophyllaceae*). *Plant Biosystems*, 149(4): 720–727. <https://doi.org/10.1080/11263504.2015.1057260>
- Iamónico D., Montesinos-Tubée D.B. 2017. *Augustea moreirana* comb. nov. (*Caryophyllaceae*), an endemic species from Chile. *Phytotaxa*, 327(3): 299–300. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.327.3.11>
- Iamónico D., Montesinos-Tubée D.B. 2025a. Notes on the genus *Polycarpon* (*Caryophyllaceae*) in South America, with the description of a new subspecies from Peru. *Acta Botanica Mexicana*, 132: e2461. <https://doi.org/10.21829/abm132.2025.2461>
- Iamónico D., Montesinos-Tubée, D.B. 2025b. (3105) Proposal to reject the name *Polycarpon urbanianum* (*Caryophyllaceae*). *Taxon*, 74(4): 990–991. <https://doi.org/10.1002/tax.70010>
- Iamónico D., Zanotti C. 2022. On the taxonomical identity of the South American *Polycarpon apurense* (*Caryophyllaceae*) with clarification on its distribution. *Bonplandia*, 31(1): 89–95. <https://doi.org/10.30972/bon.3115824>
- Iamónico D., Hassemer G., Rønsted N., Di Pietro R. 2017. The intricate nomenclatural questions around *Plantago holostium* (*Plantaginaceae*). *Phytotaxa*, 306(1): 75–84. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.306.1.6>
- IPNI. 2026–onward. *International Plant Names Index*. Available at: <https://www.ipni.org/> (Accessed 22 March 2026).
- Jarvis C.[E.] 2007. *Order out of chaos: Linnaean plant names and their types*. London: Linnean Society of London with the Natural History Museum, xi + 1016 pp.
- Kindberg N.C. 1863. *Monographia Generis Lepigonorum. Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis, ser. 3*, 4(7): 1–44. Available at: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/52731#page/231/mode/1up>
- Kool A., Bengtson A., Thulin M. 2007. Polyphyly of *Polycarpon* (*Caryophyllaceae*) inferred from DNA sequence data. *Taxon*, 56(3): 775–782. <https://doi.org/10.2307/25065859>
- Kunth K.S. 1848. *Index Seminum in Horti Botanici Berolinensis anno 1848 collectorum. Species novae horti regii botanici Berolinensis*. Berlin: Typis C. Feisteri, 16 pp. Available at: <https://seedlists.naturalis.nl/content/index-seminum-horto-botanico-berolinensi-anno-1848-collectorum-species-novae-horti-regii>
- Leong-Škorničková L., Šída O., Marhold K. 2010. Back to types! Towards stability of names in Indian *Curcuma* L. (*Zingiberaceae*). *Taxon*, 59(1): 269–282. <https://doi.org/10.1002/tax.591025>
- Linnaeus C. 1753. *Species plantarum*. Vols.1–2. Holmiae [Stockholm]: Impensis Laurentii Salvii. 1200 pp. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.669>
- Linnaeus C. 1759. *Systema naturae*. 10th ed. Vol. 2. Holmiae [Stockholm]: Impensis Direct. Laurentii Salvii. 559 pp. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.542>

- Linnaeus C. 1760. *Plantae Rariores Africanæ*. Holmiae [Stockholm]: Impensis Direct. Laurentii Salvii, 28 pp.
- Linnaeus C. 1771. *Mantissa plantarum altera*. Holmiae [Stockholm]: Impensis Direct. Laurentii Salvii. 409 pp. + 23 pp. [Appendix]. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.69083>
- Lu D.Q., Wu Z.Y., Zhou L.H., Chen S.L., Gilbert M.G., Lidén M., McNeill J., Morton J.K., Oxelman B., Rabeler R.K., Thulin M., Turland N.J., Wagner W.L. 2001. *Caryophyllaceae*. In: *Flora of China*. Vol. 6. Eds Z.Y. Wu, P.H. Raven, D.Y. Hong. Beijing: Science Press & St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, pp. 1–113.
- Montesinos-Tubée D.B., Iamónico D. 2023. Neotypification for five names linked to *Arenaria* (*Caryophyllaceae*) for the endemic flora of Peru and Bolivia. *PhytoKeys*, 230: 131–144. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.230.107263>
- POWO. 2026–onward. *Plants of the World Online*. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Available at: <https://powo.science.kew.org/> (Accessed 22 March 2026).
- Rabeler R.K., Hartman R.L. 2005. *Caryophyllaceae*. In: *Flora of North America North of Mexico*. Vol. 5. Eds. Flora of North America Editorial Committee. New York & Oxford: Oxford University Press, pp. 3–8.
- Smitsen R.D., Clement J.C., Garnock-Jones P.J., Chambers G.K. 2002. Subfamilial relationships within *Caryophyllaceae* as inferred from 5' *ndhF* sequences. *American Journal of Botany*, 89(8): 1336–1341. <https://doi.org/10.3732/ajb.89.8.1336>
- Thiers B. 2026–onward [continuously updated]. *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 22 March 2026).
- Turland N.J., Wiersema J.H., Barrie F.R., Gandhi K.N., Gravendyck J., Greuter W., Hawksworth D.L., Herendeen P.S., Klopfer R.R., Knapp S., Kusber W.-H., Li D.-Z., May T.W., Monro A.M., Prado J., Price M.J., Smith G.F., Zamora Señoret J.C. 2025. *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Madrid Code)* [Regnum Vegetabile, 162]. Chicago, USA: University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226839479.001.0001>, <https://www.iaptglobal.org/functions/code/madrid>
- Turner I.M. 2022. From *Acacia* to *Ziziphus*: plant names commemorating the botanist William Roxburgh. *Edinburgh Journal of Botany*, 79: 1–102. <https://doi.org/10.24823/ejb.2022.1911>
- Turrill W.B. 1956. *Caryophyllaceae*. In: *Flora of Tropical East Africa*. Eds E. Milne-Redhead, W.B. Turrill, C.E. Hubbard, R.M. Polhill, H. Beentje, S.A. Ghazanfar. London: Crown Agents for Oversea Governments and Administrations, pp. 1–38.
- WFO. 2026–onward. *World Flora Online*. Available at: <https://www.worldfloraonline.org/> (Accessed 22 March 2026).
- Zanotti C.A., Moroni P., Acosta J.M. 2022. Morphological and molecular studies support the presence of the genus *Microphytes* in Argentina and its phylogenetic position in the tribe *Polycarpeae* (*Caryophyllaceae*). *Darwiniana, nueva serie*, 10(2): 388–403.

Про ліннеївську назву *Pharnaceum depressum* (*Caryophyllales*), її таксономічну ідентичність, сучасний обсяг і деякі пов'язані назви

Д. ІАМОНІКО

Римський університет Сапієнца, Рим, Італія

Реферат. У статті йдеться про таксономічну ідентичність і номенклатуру ліннеївської назви *Pharnaceum depressum*, опублікованої в другому виданні *Mantissa Plantarum*, яку залежно від таксономічного трактування відносили до родів *Polycarpon* або *Polycarphaea* родини *Caryophyllaceae*. Вказаний Турріллом голотип для *Pharnaceum depressum* направлено на лектотип відповідно до Ст. 9.10 Міжнародного кодексу номенклатури водоростей, грибів і рослин (ICN). Назви, пов'язані з *Ph. depressum* (*Alsine prostrata* Forssk., *Polycarphaea temphitica* Delile та *Polycarphaea mozambica* Kunth & C.D. Bouché), типіфіковано зразками з гербаріїв С (лекто-), MPU (лекто-) і BR (неотип), відповідно, та синонімізовано з *Ph. depressum*. Назва "*Lepigonum prostratum*", згадана Кіндбергом, яка наводиться у кількох базах даних, не є валідно опублікованою згідно зі Ст. 36.1 ICN. Морфологічні дослідження типів та інших зразків підтверджують їхню приналежність до роду *Polycarpon*, оскільки вони мають видовжено-лопатоподібні листки і чашолистки з плямами лише по краях. Опрацьований матеріал демонструє схожість із середземноморським таксоном *P. tetraphyllum* subsp. *tetraphyllum* і перуанським ендеміком *P. tetraphyllum* subsp. *peruvianum*, але відрізняється за кількома ознаками (формою прилистків, розташуванням квіток, будовою чашолистіків, довжиною пелюсток і довжиною плодів). Отже, описаний Ліннеєм таксон *Pharnaceum depressum*, а також *Alsine prostrata*, *Polycarphaea temphitica* та *Polycarphaea mozambica*, запропоновано визнавати як підвид виду *Polycarpon tetraphyllum*. Оскільки пріоритетний видовий епітет (ліннеївської назви *Ph. depressum*) не може бути використаний через наявність законної назви *Polycarpon tetraphyllum* subsp. *depressum* Iamónico (яка стосується іншого таксона, ендемічного для Каліфорнії та Мексики), запропоновано нову комбінацію на основі *Alsine prostrata*.

Ключові слова: *Alsine prostrata*, *Polycarphaea temphitica*, *Polycarphaea mozambica*, *Polycarpon*, лектотип, Лінней, неотип, номенклатурна зміна, синонім, типіфікація



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.03.180>

RESEARCH ARTICLE

Further nomenclatural adjustments in *Aria* and *Hedlundia* (Rosaceae)

Sergei L. MOSYAKIN ^{1*} , John McNEILL ^{2,3} , Mykola M. FEDORONCHUK ¹ 

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

2 Tereshchenkivska Str., Kyiv 01601, Ukraine

² Royal Botanic Garden Edinburgh, Edinburgh EH3 5LR, Scotland, United Kingdom

³ Royal Ontario Museum, Toronto, Ontario, Canada

* Author for correspondence: s_mosyakin@hotmail.com

Abstract. Following our simplified taxonomic and nomenclatural concept of generic delimitation in the group of *Sorbus* s. l. (Rosaceae: Maleae) and recent nomenclatural transfers made in 2025, we provide here some necessary updates and corrections. In particular, by oversight, two nomenclatural combinations based on the same basionym (*Sorbus paxiana* Jáv.) and referable to the same taxon were published simultaneously in our article of 2025: “*Aria paxiana*” and “*Hedlundia paxiana*”. Despite the explanation available in our text that in our scheme treating *Aria* in a wide sense this taxon should be placed in *Hedlundia*, it looked as publications of two alternative names for the same taxon, and thus the combinations have not been validly published because they were unintentionally (but still confusingly for a potential reader) presented as *de facto* alternative names. Here the new combination *Hedlundia paxiana* (Jáv.) Mosyakin, Fedor. & McNeill is properly validated. It is concluded that the combination *Aria colchica* (Zinserl.) Mezhen'skyj was validly published in 2018, despite the error in citing the epithet of the basionym (“*buschiana*” instead of *colchica*). New combinations *Hedlundia oravica* (Velebil, Bernátová, M. Lepší & P. Lepší) Mosyakin, McNeill & Fedor. and *Aria fayana* (L. Houston & T.C.G. Rich) Mosyakin, McNeill & Fedor. are validated for two species recently described in *Sorbus*.

Keywords: *Aria*, *Hedlundia*, new combinations, nomenclature, Rosaceae, taxonomy

Introduction

In our article “Simplifying the nomenclature of *Sorbus* sensu lato: new nomenclatural solutions in *Aria* and *Hedlundia* (Rosaceae)” published 9 June 2025 (Mosyakin et al., 2025a), we made more than 100 new combinations in the re-circumscribed genera *Aria* (Pers.) Host and *Hedlundia* Sennikov & Kurtto. Shortly after the publication of the article we noticed that the authorship of the basionym of

the new combination *Hedlundia tauricola* was incorrectly cited as “(Jáv.)”, while it should be “(Zaik. ex Sennikov)”. However, in a correction note published as an electronic supplement to our article (Mosyakin et al., 2025b) we explained that

“This correctable error does not preclude valid publication of the new nomenclatural combination; see Art. 41.6 of the *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants* (Turland

ARTICLE HISTORY. Submitted 09 May 2026. Revised 27 June 2026. Published 30 June 2026

CITATION. Mosyakin S.L., McNeill J., Fedoronchuk M.M. 2026. Further nomenclatural adjustments in *Aria* and *Hedlundia* (Rosaceae). *Ukrainian Botanical Journal*, 83(3): 180–185. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.03.180>

© M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, 2026

© Publisher PH “Akademperiodyka” of the NAS of Ukraine, 2026

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

et al., 2018, 2024, 2025): ‘For names published on or after 1 January 1953, errors in the citation of the basionym or replaced synonym, including incorrect author citation (Art. 46), but not omissions (Art. 41.5), do not preclude valid publication of a new combination, name at new rank, or replacement name’. The corrected entry for *H. tauricola* is provided below.”

We then cited the corrected entry, which is copied here in our present printed and electronic article:

“***Hedlundia tauricola*** (Zaik. ex Sennikov) Mosyakin, Fedor. & McNeill, comb. nov. $\equiv$ *Sorbus tauricola* Zaik. ex Sennikov, Willdenowia 43: 39. 2013 [Zaik., Novosti Sist. Vyssh. Rast. 22: 137. 1985, nom. inval.] $\equiv$ *Karpatisorbus tauricola* (Zaik. ex Sennikov) Sennikov & Kurtto, Memoranda Soc. Fauna Fl. Fenn. 93: 63. 2017 $\equiv$ *Pyrus tauricola* (Zaik. ex Sennikov) M.F. Fay & Christenh., Global Fl. 4: 123. 2018 $\equiv$ *Aria tauricola* (Zaik. ex Sennikov) Fedor., Chornomors'k. Bot. Zhurn. 18(4): 314. 2022 [Fedor., Ukrayins'k. Bot. Zhurn. 74: 10. 2017, nom. inval.]” (see Mosyakin et al., 2025b: ec1).

However, that was not the only omission or oversight present in our article (Mosyakin et al., 2025a). We address two other problems below, and also discuss the proper generic placement of two species recently described in *Sorbus* L. s. l.

The proper placement of *Sorbus paxiana*: *Aria* or *Hedlundia*?

Rafaël Govaerts (personal communication: email message to John McNeill and IPNI Editors of 13 April 2026) noticed that two nomenclatural combinations based on the same basionym and referable to the same taxon were published simultaneously in this article. Indeed, the article contained the combinations “*Aria paxiana* (Jáv.) Mosyakin, Fedor. & McNeill, comb. nov.” (Mosyakin et al., 2025a: 215) and “*Hedlundia paxiana* (Jáv.) Mosyakin, Fedor. & McNeill, comb. nov.” (ibid., page 216), both based on *Sorbus paxiana* Jáv. (in Magyar Bot. Lapok 25: 89. 1927, vol. of “1926”), also treated taxonomically by other authors as *Karpatisorbus paxiana* (Jáv.) Sennikov & Kurtto (Sennikov, Kurtto, 2017: 62) or *Pyrus paxiana* (Jáv.) M.F. Fay & Christenh. (Christenhusz et al., 2018: 115).

Govaerts in his message also mentioned that on page 210 of their article Mosyakin et al. (2025a:

210) discussed separately several taxa, including *Sorbus paxiana*, and they noted that “In our scheme treating *Aria* in a wide sense, these taxa should be placed in *Hedlundia*.” To that Govaerts (l.c.) added “I’m not sure that is enough to say that *Aria paxiana* is not accepted by the authors.”

Indeed, the explanation on page 210 of our article (Mosyakin et al., 2025a) clearly indicates that in our scheme treating *Aria* in a wide sense the taxon known as *Sorbus paxiana* should be placed in *Hedlundia*, not in *Aria*. This adjustment has been made at a late stage of preparation of our manuscript; the intended combination *Hedlundia paxiana* was added but the combination “*Aria paxiana*” (present in an earlier version of the manuscript) has not been deleted. In fact, that was a technical error and oversight. However, the mentioned explanation on page 210 of our article (see above) is not sufficient for considering the combination *Hedlundia paxiana* validly published because the name *Aria paxiana* was also present in the article as a new combination, and it was not explicitly stated that the authors do not accept that name. From a technical viewpoint, it looked as two alternative names for the same taxon.

Thus, we conclude that the names *Hedlundia paxiana* and *Aria paxiana* have not been validly published because they were unintentionally (but still confusingly for a potential reader) presented as *de facto* alternative names (Art. 36.3 of the ICN).

Here we provide the correct new combination explicitly accepted in *Hedlundia*:

Hedlundia paxiana (Jáv.) Mosyakin, Fedor. & McNeill, **comb. nov.** $\equiv$ *Sorbus paxiana* Jáv., Magyar Bot. Lapok 25: 89. “1926” (publ. 1927) $\equiv$ *Karpatisorbus paxiana* (Jáv.) Sennikov & Kurtto, Memoranda Soc. Fauna Fl. Fenn. 93: 62. 2017 $\equiv$ *Pyrus paxiana* (Jáv.) M.F. Fay & Christenh., Global Fl. 4: 115. 2018.

The problem of *Aria colchica*

In our article (Mosyakin et al., 2025a) we briefly discussed several taxa of *Sorbus* sensu lato, mainly Caucasian or western Asian ones, that have been already transferred to *Aria* by Mezhen'skyj (in Mezhen'ska et al., 2018), such as *Aria albobovii* (Zinserl.) Mezhen'skyj, *A. buschiana* (Zinserl.) Mezhen'skyj, *A. fedorovii* (Zaikonn.) Mezhen'skyj, *A. migarica* (Zinserl.) Mezhen'skyj, etc.

However, when proposing the nomenclatural combination in *Aria* for *Sorbus colchica* Zinserl., Mezhen-skyj (in Mezhen-ska et al., 2018: 31) instead of the proper basionym cited the basionym of his previous combination (most probably a technical “copy-paste” error):

“*Aria colchica* (Zinserl. [sic!]) Mezhen-skyj, **comb. nov.** – *Sorbus buschiana* Zinserl., Fl. USSR 9: 391, 494. 1939”.

There are possible at least two interpretations for this nomenclatural case. First, we may assume that the intended combination “*A. colchica* (Zinserl.) Mezhen-skyj” was not validly published in 2018 because the basionym has not been cited (see Art. 41.1 of the ICN: “To be validly published, a new combination, name at new rank, or replacement name must be accompanied by a **reference to the basionym** or replaced synonym”). If that is the case, then the combination should be validated with indication of the correct basionym.

From the other hand, Mezhen-skyj, indeed, **provided** the reference to the basionym, but with an error, and cited the basionym, but the wrong one.

Under that interpretation, *Aria colchica* would appear to have been validly published under Art. 41.6 and 41.8(c) by Mezhen-skyj in his 2018 publication (in Mezhen-ska et al., 2018) as a new combination based on *Sorbus colchica* Zinserl. Although it was a different taxonomic entry reported in the work that Mezhen-skyj provided rather than a different work as specified in Art. 41.8, we are inclined to this view because, otherwise, “*Aria colchica* Mezhen-skyj” would be a validly published but illegitimate replacement name for *Sorbus buschiana* Zinserl.

According to Art. 41.6 of the ICN, “For names published on or after 1 January 1953, errors in the citation of the basionym or replaced synonym, including incorrect author citation (Art. 46), but not omissions (Art. 41.5), do not preclude valid publication of a new combination, name at new rank, or replacement name”. Should we then consider the wrong epithet of the basionym (“*buschiana*” instead of the correct epithet “*colchica*”) as a correctable error, as outlined in Art. 41.6? Indeed, there is no omission in Mezhen-skyj’s citation of the basionym; the name of the genus, the book, volume, pages, and year are cited correctly, and only the epithet is erroneous. So one must either accept Mezhen-skyj’s citation of the intended basionym “*Sorbus buschiana* Zinserl., Fl. USSR 9: 391, 494. 1939” as a correctable

error for “*Sorbus colchica* Zinserl., Fl. USSR 9: 391, 494. 1939” or else find a new epithet for the species in *Aria* because under the second interpretation Mezhen-skyj published an illegitimate “*Aria colchica*” with a type different from that of *Sorbus colchica*. We accept thus the first interpretation.

We admit that such situations as the one described here is not explicitly addressed in the current version of the *International Code of Nomenclature of algae, fungi, and plants* (ICN: Turland et al., 2025). Probably some amendments should be considered for Art. 41 of the ICN to cover such cases as wrong citation (but not omission!) of a basionym or replaced synonym. In particular, Art. 41.8 might be explicitly extended to cases of incorrect citation of a basionym.

In any case, we provide below the corrected entry, with Mezhen-skyj’s authorship.

Aria colchica (Zinserl.) Mezhen-skyj, in Mezhen-ska et al., NULESU Coll. Fruit Ornament. Pl.: 31. 2018 (comb. nov., with the basionym cited as “*Sorbus buschiana*”) ≡ *Sorbus colchica* Zinserl. in V.L. Komarov (ed.), Fl. USSR 9: 391 (descr. ross.), 494 (descr. lat.). 1939 ≡ *Pyrus colchica* (Zinserl.) M.F. Fay & Christenh. in Global Fl. 4: 100. 2018.

New combinations for recently described taxa

Since the publication of our article (Mosyakin et al., 2025a), new taxa of *Sorbus* sensu lato have been validly described, and some taxa have been transferred to other genera. For example, the recently described hybrid (nothospecies) or hybridogenous species *Sorbus* × *pseudoporrigitiformis* T.C.G. Rich & L. Houston (Rich, Houston, 2025: 31) as a supposed hybrid between *Sorbus porrigitiformis* E.F. Warb. and *S. aria* (L.) Crantz (currently recognized as *Aria porrigitiformis* (E.F. Warb.) Sennikov & Kurtto and *Aria edulis* (Willd.) M. Roem., respectively, in our taxonomic scheme and in POWO, 2026) has been already transferred to *Aria* as *A. × pseudoporrigitiformis* (T.C.G. Rich & L. Houston) Z.H. Feng (2026: 10) and to *Pyrus* sensu latissimo, as *Pyrus × pseudoporrigitiformis* (T.C.G. Rich & L. Houston) M.F. Fay (in Fay, Christenhusz, 2025: 145).

The species described recently as *Aria wyensis* D. Green (2024: 1) (and currently accepted in *Aria* in POWO: <https://powo.science.kew.org/taxon/77346067-1>) was transferred to *Pyrus* sensu latissimo and to *Sorbus* sensu lato, as *Pyrus wyensis*

(D. Green) M.F. Fay (in Fay, Christenhusz, 2025: 146) and *Sorbus wyensis* (D. Green) T.C.G. Rich (in Rich, Houston, 2025: 34), respectively.

Some authors decided to follow the concept of a wide circumscription of *Sorbus*, at the same time recognizing its polyphyly. For example, when describing a new remarkable species *Sorbis oravica* Velebil, Bernátová, M. Lepší & P. Lepší, Velebil et al. (2025: 218) commented: “Due to the lack of a widely accepted consensus on adopting a taxonomic treatment and a revised nomenclatural system that assigns distinct generic names to some or all parental lineage within *Sorbus* s. l. (Sennikov 2018, Sennikov & Kurtto 2017, Mosyakin et al. 2025), we adhere to the traditional approach of including all species within *Sorbus*, as has been done in several recent studies (e.g., Lepší et al. 2019, Meyer et al. 2020, Velebil et al. 2022, Németh et al. 2025). Similarly, we do not accept the catch-all concept that includes *Sorbus* s. l. together with other related genera (e.g., *Cotoneaster*, *Cydonia*, *Malus*, *Photinia*) into a broadly defined genus *Pyrus* (Christenhusz et al. 2018)”.

Velebil et al. (2025: 231–232, 242–243) also stated that *Sorbus oravica* is closely related to *Sorbus hazslinszkyana* (Soó) Boros (which in our taxonomic scheme should be recognized as *Hedlundia hazslinszkyana* (Soó) Sennikov & Kurtto, 2017: 93) and several other species, and placed their new species in *Sorbus* subgen. *Soraria* Májovský & Bernátová. In our taxonomic scheme, this species should be placed in *Hedlundia*. The relevant combination is provided below:

Hedlundia oravica (Velebil, Bernátová, M. Lepší & P. Lepší) Mosyakin, McNeill & Fedor., **comb. nov.** $\equiv$ *Sorbus oravica* Velebil, Bernátová, M. Lepší & P. Lepší in Phytotaxa 732(3): 227. 2025)

We also provide here the new combination for the species recently described as *Sorbus fayana* L. Houston & T.C.G. Rich (Houston, Rich, 2025: 30), with its species name dedicated to Michael Francis Fay, a well-known British botanist, a co-author of ca. 800+ new combinations and new names in *Pyrus* sensu latissimo.

Aria fayana (L. Houston & T.C.G. Rich) Mosyakin, McNeill & Fedor., **comb. nov.** $\equiv$ *Sorbus fayana* L. Houston & T.C.G. Rich in Brit. Irish Bot. 7: 30. 2025 $\equiv$ *Pyrus fayana* (L. Houston & T.C.G. Rich) Christenh. in Brit. Irish Bot. 7: 145. 2025.

Concluding remarks

Despite a considerable progress in sorting out the nomenclature of the *Sorbus* group based on both traditional approaches and new molecular phylogenetic data in *Maleae* (Wang et al., 2024; Sun et al., 2024; Hu et al., 2025, etc.), there are still many taxonomic and nomenclatural problems remaining.

Conservation of the name *Aria* against *Chamaemespilus* Medik. and *Torminalis* Medik. (Wilson, 2024), following our nomenclatural proposal (Mosyakin et al., 2022), opened an opportunity for simplifying the nomenclature of the polyphyletic group of genera until recently kept under the umbrella of *Sorbus* sensu lato.

Since our publication (Mosyakin et al., 2025a) advocating the “four-genera” solution, this concept has been accepted in POWO, with recognition of the genera *Sorbus* (<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30004837-2>), *Aria* (including *Chamaemespilus* Medik., nom. rej.; *Karpatisorbus* Sennikov & Kurtto, *Majovskya* Sennikov & Kurtto, *Torminalis* Medik., nom. rej.: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:33661-1>), *Hedlundia* (including *Normeyera* Sennikov & Kurtto and *Scandosorbus* Sennikov: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:77164890-1>), and *Cormus* Spach (<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:33732-1>).

Also, our scheme (as “das neue ‘4-Gattungs-Konzept’ für *Sorbus* s. l.”) was positively discussed in the recent update to the published volumes of *Flora Germanica* (Hassler, 2026: 35–36). At the same time, many researchers still adhere to the traditional concept of a polyphyletic *Sorbus* sensu lato, mainly for pragmatic reasons (Fay, Rich, 2022; Rich, Houston, 2025; Velebil et al., 2025, etc.).

It should also be noted that many Asian (especially East Asian) taxa earlier placed in *Sorbus* s. l. and/or recently established genera *Alniaria* Rushforth, *Dunnaria* Rushforth, *Griffitharia* Rushforth, *Thomsonaria* Rushforth, and *Wilsonaria* Rushforth (2018) are now rather reliably placed in the monophyletic expanded *Micromeles* Decne. (Mezhenska et al., 2018; Hu et al., 2025).

Further studies will clarify the phylogenetic relationships of members of that taxonomically complicated group of *Maleae*, will probably bring some additional changes to generic circumscriptions, and will result in additional nomenclatural transfers.

Acknowledgments

We are sincerely grateful to Rafaël Govaerts (Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, UK) for his useful comments on the case of *Hedlundia paxiana* and to Volodymyr Mezhen'skyj (National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine) for discussing the case of *Aria colchica*.

ETHICS DECLARATION

Sergei Mosyakin, the Editor-in-Chief of the *Ukrainian Botanical Journal*, served for this specific manuscript exclusively as an author and had no involvement in the editorial process and decisions for this submission. The manuscript was handled independently by an Associate Editor.

ORCID

S.L. Mosyakin  <https://orcid.org/0000-0002-3570-3190>
J. McNeill  <https://orcid.org/0000-0002-6901-0624>
M.M. Fedoronchuk  <https://orcid.org/0000-0002-8653-0904>

REFERENCES

- Christenhusz M.J.M., Fay M.F., Byng J.W. (eds.). 2018. *The Global Flora. A practical flora to vascular plant species of the world*. Vol. 4. GLOVAP Nomenclature Part 1. Bradford: Plant Gateway, 155 pp.
- Fay M.F., Christenhusz M.J.M. 2025. Combinations in *Pyrus* (Rosaceae) required for inclusion in the second edition of *Whitebeams, Rowans and Service Trees*, BSBI Handbook No. 14. *British & Irish Botany*, 7(2): 143–147. <https://doi.org/10.33928/bib.2025.07.143>
- Feng Z.-H. 2026. Gathering pearls from the Lethes: Nomenclatural novelties for nothotaxa. *Plant*, 14(1): 1–23. <https://doi.org/10.11648/j.plant.202614>
- Green D. 2024. A new species of *Aria* (Rosaceae) from the Wye Valley, Wales. *British & Irish Botany*, 6(1): 1–6. <https://doi.org/10.33928/bib.2024.06.001>
- Hassler M. 2026. *Flora Germanica. Nachträge und Korrekturen zu den gedruckten Bänden 1–3*. Online-Version, Stand 7.4.2026. 51 S. Available at: https://www.flora-germanica.de/fileadmin/Nachtrag/Nachtrag_Flora_Germanica.pdf
- Hu J., Tan B., Chen X., Dong M., Ma J. 2025. Molecular phylogenetics of *Micromeles* (Rosaceae: Maleae): implications for taxonomy. *BMC Plant Biology*, 25: art. 1146 (13 pp.). <https://doi.org/10.1186/s12870-025-07143-z>
- Lepší M., Koutecký P., Nosková J., Lepší P., Urfus T., Rich T.C.G. 2019. Versatility of reproductive modes and ploidy level interactions in *Sorbus* s. l. (Malinae, Rosaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 191(4): 502–522. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boz054>
- Mezhenska L.O., Mezhen'skyj V.M., Yakubenko B.Ye. 2018. *NULESU [National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine] collection of fruit and ornamental plants*. Kyiv: Lira-K, 107 pp. [Меженська Л.О., Меженський В.М., Якубенко Б.Є. 2018. Колекція НУБіП України плодівих і декоративних рослин. Київ: Видавництво Ліра-К, 107 с.]
- Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M., McNeill J. 2022. (2886) Proposal to conserve the name *Aria* against *Chamaemespilus* and *Tormalis* (Rosaceae). *Taxon*, 71(2): 480–481. <https://doi.org/10.1002/tax.12705>
- Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M., McNeill J. 2025a. Simplifying the nomenclature of *Sorbus* sensu lato: new nomenclatural solutions in *Aria* and *Hedlundia* (Rosaceae). *Ukrainian Botanical Journal*, 82(3): 206–224. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj82.03.206>
- Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M., McNeill J. 2025b. Corrigendum to “Simplifying the nomenclature of *Sorbus* sensu lato: new nomenclatural solutions in *Aria* and *Hedlundia* (Rosaceae)” [*Ukrainian Botanical Journal* 82(3): 206–224. 2025]. *Ukrainian Botanical Journal*, 82(3): ec1. Available at: <https://ukrbotj.co.ua/suppl/ukrbotj82-03-206-Corr.pdf>
- Németh C., Kovács A., Tóth E.Gy., Kovács B., Höhn M. 2025. Taxonomic assessment of *Sorbus bakonyensis* (syn. *S. udvardyana*) and *S. pelsoensis*, two apomictic species in Hungary based on microsatellite and morphometric analyses. *Acta Botanica Hungarica*, 67 (4): 381–395. <https://doi.org/10.1556/034.67.2025.4.2>
- Rich T.C.G., Houston L. 2025. New names in British *Sorbus* (Rosaceae). *British & Irish Botany*, 7(1): 30–36. <https://doi.org/10.33928/bib.2025.07.030>
- Rushforth K. 2018. The Whitebeam problem, and a solution. *Phytologia*, 100(4): 222–247. Available at: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/63492494#page/222/mode/1up> and <https://biostor.org/reference/286590>
- Sun J., Zhao D., Qiao P., Wang Y., Wu P., Wang K., Guo L., Huang L., Zhou S. 2024. Phylogeny of genera in *Maleae* (Rosaceae) based on chloroplast genome analysis. *Frontiers in Plant Science*, 15: art. 1367645. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1367645>
- Sennikov A.N. 2018. *Scandosorbus* (Rosaceae), a new generic name for *Sorbus intermedia* and its hybrid. *Annales Botanici Fennici*, 55(4–6): 321–323. <https://doi.org/10.5735/085.055.0413>
- Sennikov A.N., Kurtto A. 2017. A phylogenetic checklist of *Sorbus* s. l. (Rosaceae) in Europe. *Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica*, 93: 1–78. Available at: <https://journal.fi/msff/article/view/64741>

- Turland N.J., Wiersema J.H., Barrie F.R., Gandhi K.N., Gravendyck J., Greuter W., Hawksworth D.L., Herendeen P.S., Klopfer R.R., Knapp S., Kusber W.-H., Li D.-Z., May T.W., Monro A.M., Prado J., Price M.J., Smith G.F., Zamora Señoret J.C. 2025. *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Madrid Code)* [Regnum Vegetabile, vol. 162]. Chicago, USA: University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226839479.001.0001>
- Velebil J., Lepší M., Nosková J., Lepší P. 2022. Taxonomic assessment of *Sorbus* subgenus *Aria* in the Malé Karpaty Mountains. *Preslia*, 94: 305–334. <https://doi.org/10.23855/preslia.2022.305>
- Velebil J., Lepší M., Lepší P., Nosková J., Bernátová D. 2025. *Sorbus oravica* (Rosaceae), a new remarkable endemic of *Sorbus* subgen. *Soraria* from Slovakia. *Phytotaxa*, 732 (3): 217–246. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.732.3.1>
- Wang H., Li X.-Y., Jiang Y., Jin Z.-T., Ma D.-K., Liu B., Xu C., Ge B.-J., Wang T., Fan Q., Jin S.-H., Liu G.-N., Liu B.-B. 2024. Refining the phylogeny and taxonomy of the apple tribe *Maleae* (Rosaceae): insights from phylogenomic analyses of 563 plastomes and a taxonomic synopsis of *Photinia* and its allies in the Old World. *PhytoKeys*, 242: 161–227. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.242.117481>
- Wilson K. L. 2024. Report of the General Committee: 31. *Taxon*, 73(4): 1081–1084. <https://doi.org/10.1002/tax.13224>

Подальші номенклатурні зміни в родах *Aria* та *Hedlundia* (Rosaceae)

С.Л. МОСЯКІН¹, Дж. МакНІЛ^{2,3}, М.М. ФЕДОРОНЧУК¹

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

² Единбурзький королівський ботанічний сад, Единбург, Шотландія, Сполучене Королівство

³ Королівський музей Онтаріо, Торонто, Онтаріо, Канада

Реферат. У межах нашої спрощеної таксономічної та номенклатурної концепції розмежування родів у групі *Sorbus* s. l. (Rosaceae: Maleae) та недавніх номенклатурних змін, здійснених у 2025 році, ми надаємо деякі необхідні номенклатурні доповнення та виправлення. Зокрема, через недогляд у нашій статті 2025 року було одночасно опубліковано дві номенклатурні комбінації, які засновані на одному базіонімі (*Sorbus paxiana* Jáv.) та стосуються одного таксона: “*Aria paxiana*” та “*Hedlundia paxiana*”. Незважаючи на наявне в нашому тексті пояснення того, що в нашому розумінні роду *Aria* в широкому сенсі, цей таксон слід включити до *Hedlundia*, це все ж виглядало як публікація двох альтернативних назв для одного й того ж таксона, а таким чином ці дві комбінації не були валідно опубліковані, оскільки вони були технічно представлені як фактично альтернативні назви. Відповідно, наводиться нова комбінація *Hedlundia paxiana* (Jáv.) Mosyakin, Fedor. & McNeill. Зроблено висновок, що комбінація *Aria colchica* (Zinserl.) Mezhen'skyj була валідно опублікована у 2018 році, незважаючи на помилку в цитуванні епітета базіоніма (“*buschiana*” замість *colchica*). Нові комбінації *Hedlundia oravica* (Velebil, Bernátová, M. Lepší & P. Lepší) Mosyakin, McNeill & Fedor. та *Aria fayana* (L. Houston & T.C.G. Rich) Mosyakin, McNeill & Fedor. наведені для двох видів, нещодавно описаних у роді *Sorbus*.

Ключові слова: *Aria*, *Hedlundia*, Rosaceae, нові комбінації, номенклатура, таксономія



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.03.186>

RESEARCH ARTICLE

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

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. Цією статтею продовжено серію праць, присвячених критичному перегляду видового складу борошnistороссяних грибів (*Erysiphaceae*, *Helotiales*, *Ascomycota*) України та їхнього поширення на теренах держави. У ній ідеться про види секції *Uncinula* роду *Erysiphe*, які мають плодові тіла з диференційованими від міцелію простими гачкоподібно загнутими або ж навіть спіральюно закрученими на кінцях придатками. Наведено 11 видів секції, зареєстрованих в Україні, дається їхнє поширення і розподіл за регіонами України, а також ключ для визначення. Найпоширенішими видами, тобто такими, що часто трапляються в багатьох регіонах, є аборигенні *Erysiphe adunca* та *E. prunastri*. Значно рідше реєстрували *E. arcuata*, *E. capreae*, *E. flexuosa*, *E. necator*, *E. salicis* та *E. ulmi*. До рідкісних належать *E. australiana*, *E. kenjiana* та *E. salmonii*, знайдені лише в 1–4 регіонах. Більшість видів секції — чужоземні, причому занесені в Україну відносно недавно, протягом століття, або ж навіть за останні десятиліття.

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

Цією статтею завершується критичний перегляд видового складу та поширення в Україні грибів роду *Erysiphe* R. Hedw. ex DC. — найбільшого в родині *Erysiphaceae* (*Helotiales*, *Ascomycota*). У попередніх двох працях йшлося про представників його секцій *Erysiphe* (Heluta, 2023a) та *Microsphaera* (Lév.) U. Braun & Shishkoff (Heluta, 2023b). Зазначимо, що згадані статті продовжили відповідну серію, яка була розпочата невеликою працею, присвяченою родам *Arthrocladiella* Vasilkov і *Blumeria* Golovin ex Speg. (Heluta, 2022). У цій статті ми розглядаємо

видовий склад та поширення представників іншої секції роду *Erysiphe* — *Uncinula* (Lév.) de Bary. Її види мають плодові тіла з диференційованими від міцелію придатками, гачкоподібно загнутими або ж навіть спіральюно закрученими на кінцях, на відміну від простих міцелієподібних придатків у представників секції *Erysiphe* чи дихотомічно розгалужених на верхівках у видів секції *Microsphaera*.

З опрацьованої нами секції *Uncinula* в Україні зареєстровано лише 11 видів. До найпоширеніших, тобто таких, що часто траплялися в

ARTICLE HISTORY. Submitted 01 December 2025. Revised 09 April 2026. Published 30 June 2026

CITATION. Heluta V.P. 2026. A critical revision of the powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) of Ukraine: *Erysiphe* sect. *Uncinula*. *Ukrainian Botanical Journal*, 83(3): 186–211. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.03.186>

© M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, 2026

© Publisher PH "Akademperiodyka" of the NAS of Ukraine, 2026

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



Рис. 1. Райони Флори грибів України (Heluta, 1989): ВЛс — Волинський Лісостеп, ГР — Гірський Крим, ДЗЛс — Донецький злаково-лучний Степ, ЗК — Закарпаття, ЗЛс — Західний Лісостеп, ЗП — Західне Полісся, ЗУЛ — Західно-українські 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, ПЛс — Правобережний Лісостеп, ПС — Поліновий 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, ГР — 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, ПЛс — Right-Bank Forest-Steppe, ПС — Polynovi (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

багатьох регіонах країни (понад 15), належать аборигенні *Erysiphe adunca* та *E. prunastri*. Рідше, в 11–14 регіонах, реєстрували *E. capreae*, *E. flexuosa*, *E. necator*, *E. salicis* та *E. ulmi*. У дев'яти регіонах знайдена *E. arcuata*, в 1–4 — *E. australiana*, *E. kenjiana* та *E. salmonii*. Більшість видів секції — чужоземні, причому занесені в Україну відносно недавно або ж навіть за останні десятиліття.

Уперше були виявлені: *E. necator* — у 1909 р. (Jaczewski, 1910b), *E. australiana* — у 1974 р. (Vasil'yeva, Mitrofanova, 1974), *E. arcuata* — у 1977 р. (Heluta, 1989), *E. flexuosa* — у 2002 р. (Heluta, Voytyuk, 2004), *E. kenjiana* — у 2007 р. (Heluta et al., 2009) та *E. salmonii* — у 2015 р. (Heluta et al., 2017). Деякі з цих видів (*E. necator*, *E. arcuata* й *E. flexuosa*) вже стали звичайними в Україні або ж

в окремих її регіонах. Очевидно, таким же доволі поширеним видом стане й *E. salmonii*. У той же час епіфітотійний розвиток *E. kenjiana*, який ми в першій декаді цього століття спостерігали в Києві, припинився, і тепер цей гриб трапляється тут відносно рідко, за межі перших місць його реєстрації (Київ, Чернігів) майже не вийшов, додатково був зареєстрованим лише на території м. Одеси (Korytnianska et al., 2012).

Опис роду і ключ для визначення його секцій та видів секцій *Erysiphe* і *Microsphaera* подано у двох попередніх наших статтях (Heluta, 2023a, 2023b), тому тут ми наводимо лише ключ для визначення представників секції *Uncinula*, зареєстрованих в Україні, та їхній список з описами, видами рослин-живителів та розподілом за регіонами. Поширення видів грибів подається відповідно до районування, запропонованого для "Флори грибів України" (Heluta, 1989). Для зручності читача ми повторюємо карту районів України (рис. 1), наведену в попередніх наших статтях (Heluta, 2022, 2023a, 2023b). На ній показано межі районів, а в підписах розшифровано скорочення їхніх назв. Однак зазначимо, що

відповідно до результатів досліджень Я.П. Дідуха та Ю.Р. Шеляга-Сосонка (Didukh, Shelyag-Sosonko, 2003) ми тут дещо змінюємо західну межу Правобережного Лісостепу.

Наведене нами загальне поширення представників секції *Uncinula* базується на відомостях, взятих з численних регіональних статей, відомих наукових баз даних про гриби (Amano, 1986; Farr et al., 1989), а також низки монографічних праць (Golovin, 1949; Vasjagina et al., 1961; Blumer, 1967; Junell, 1967; Sandu-Ville, 1967; Benois, Karpova-Benois, 1973; Bunkina, 1978; Akhundov, 1979; Gaponenko et al., 1983; Gorlenko, 1983; Salata, 1985; Chen et al., 1987; Grigaliūnaitė, 1990; Fakirova, 1991; Plantae..., 1991; Paulech, 1995; Sharma, Khare, 1995; Simonian, 1996; Shin, 2000; Ranković, 2002; Braun, Cook, 2012; Hirylovich, 2016). 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* (<https://www.indexfungorum.org/>).

Ключ для визначення видів секції

1. Придатки септовані, з 1–9 перегородками, щонайменше в нижній половині забарвлені 2
 - Придатки без перегородок, інколи з однією перегородкою в базальній частині, значно рідше з двома, безбарвні або ж забарвлені лише при основі 3
2. Конідієносці дуже мінливі за довжиною, від 40 до 400 мкм, їхні базальні клітини скручені в середній чи нижній частині, 25–160 мкм завд. Придатки довгі, до 6 діаметрів хазмотецію завд., з 4–9 перегородками. На видах родини *Vitaceae* **7. *E. necator***
 - Конідієносці значно коротші, до 90 мкм завд., базальні клітини прямі чи трохи звивисті при основі, до 55 мкм завд. Придатки коротші, до 1–2 діаметрів хазмотецію, з 1–3, зрідка 4 перегородками. На верхній половині плодового тіла є придатки другого типу (залишки якірних гіф; дивитися у відбитому світлі). На видах роду *Lagerstroemia* (*Lythraceae*) **3. *E. australiana***
- 3(1). Придатки переважно екваторіальні, інколи розташовані дещо вище, лише одного типу 4
 - Крім звичайних загнутих на кінцях екваторіальних придатків на верхній половині хазмотецію (дивитися у відбитому світлі!) присутні якірні гіфи або ж їхні залишки (стержнеподібні придатки) 9
4. Придатки у великій кількості (понад 40, до 120–150 і навіть більше). Сумки від 4 до 15. На видах родини *Salicaceae* 5
 - Придатків значно менше, до 25. Сумок менше, до 8. На видах інших родин 7
5. Придатки короткі, переважно до одного діаметра хазмотецію завдовжки, інколи довші, але не перевищують 1,5 діаметра плодового тіла, розташовані дещо вище екватора, відходять не горизонтально, а під кутом понад 40°, тому зібрані у вигляді віночка, майже однакової товщини по всій довжині або ж трохи потовщуються до основи. Переважно на *Salix caprea*, її гібридах та близьких видах **4. *E. capreae***

- Придатки довші, до 3 діаметрів хазмотецію, екваторіальні, відходять від плодового тіла переважно горизонтально, майже однакової товщини по всій довжині або ж трохи потовщуються до верхівки чи основи. На видах родів *Populus* та *Salix* 6
6. Придатки дорівнюють 1–3 діаметрам хазмотецію завдовжки. Сумки переважно 4–6-, інколи 3- чи 7-спорові. На видах роду *Populus* 1. *E. adunca*
- Придатки коротші, до 2 діаметрів хазмотецію. Сумки 3–4-, рідше 5-спорові. На видах роду *Salix* 9. *E. salicis*
- 7(4). Придатки помітно потовщуються в напрямку до верхівки. На видах роду *Ulmus* (*Ulmaceae*) 11. *E. ulmi*
- Придатки приблизно однакові по всій довжині (крім самої верхівки), трохи потовщуються до основи або ж ледве помітно до верхівки 8
8. Придатки на самій верхівці (у спіральній частині) різко потовщуються, кінцева частина 1,5–2 рази згорнута в широку спіраль. На видах роду *Ulmus* (*Ulmaceae*) 6. *E. kenjiana*
- Кінцева частина придатка майже не потовщена. На видах родів *Fraxinus* та *Syringa* (*Oleaceae*).... 10. *E. salmonii*
- 9(3). Придатки довгі, дорівнюють 1,5–4 діаметрам хазмотецію. На верхній частині плодового тіла є нормальні та вкорочені якірні гіфи. Сумки 4–6-спорові. На *Carpinus betulus* (*Betulaceae*) 2. *E. arcuata*
- Придатки коротші, 0,5–1,5 діаметра хазмотецію, інколи трохи довші, до 2 діаметрів. На верхній половині плодового тіла є лише стержнеподібні залишки якірних гіф 10
10. Екваторіальні придатки помітно потовщуються до верхівки, у верхній половині зигзагоподібно звивисті, стержні придатка навіть гвинтоподібно покручені. На видах родів *Aesculus* та *Sapindus* (*Sapindaceae*) 5. *E. flexuosa*
- Екваторіальні придатки майже непомітно потовщуються до верхівки, більш чи менш прямі, зигзаго- і гвинтоподібно не покручені. На видах роду *Prunus* s. l. (*Rosaceae*) 8. *E. prunastri*

***Erysiphe* sect. *Uncinula* (Lév.) de Bary, Abh. Senkenb. Naturf. Ges. 7: 412. 1870**

Uncinula Lév., Annls Sci. Nat., Bot., sér. 3 15: 151, 133. 1851.

= *Uncinuliella* R.Y. Zheng & G.Q. Chen, Acta Microbiol. Sin. 19(3): 283. 1979.

Типовий вид: *Erysiphe ulmi* Castagne.

Секція об'єднує види роду *Erysiphe* з плодовими тілами, що мають диференційовані від міцелію прості придатки, які закінчуються гачкоподібно загнутими чи навіть спіралью закрученими верхівками. Паразити переважно дерев та чагарників. В Україні лише 11 видів.

1. *Erysiphe adunca* (Wallr.) Fr. — еризифе гачкувата

Erysiphe adunca (Wallr.) Fr., Syst. mycol. (Lundae) 3(1): 245. 1829 ≡ *Uncinula adunca* (Wallr.) Lév., Annls Sci. Nat., Bot., sér. 3 15: 151. 1851.

= *Uncinula salicis* f. *populorum* Rabenh. in Jaczewski, Karm. opred. gribov, 2. Muchn.-ros. griby (Leningrad): 384. 1927.

Міцелій двосторонній на листках, білий, чіткими плямами, що зливаються в суцільний наліт, часто цілком вкриває всю поверхню ураженої листкової пластинки, добре розвинений, борошнистий, пізніше плівчастий, переважно щільний, гіфи до 8 мкм завтовшки. Апресорії лопатеві, багатолопатеві до коралоподібних, розташовані по одній або ж супротивно парами. Конідієносці утворюються на верхньому боці материнської клітини, більш-менш у центральній її частині, 70–110(–150) мкм завд., базальні клітини циліндричні, прямі або дещо викривлені, 40–70(–110) мкм завд. Конідії утворюються по одній, видовженоеліпсоїдні, до майже циліндричних, (22–)25–37(–40) × 11–22 мкм, відношення довжини до ширини в межах 1,5–2,5, проростки більш чи менш термінальні, короткі, їхні апресорії багатолопатеві. Хазмотеції численні, розкидані або зібрані в групи, коричнево-чорні, напівкулясті, сильно вдавнені знизу, (90–)110–170(–190) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні до округлих, дрібні, до 20 мкм у поперечнику.

Придатки більш-менш екваторіальні, дуже численні, до 150, інколи навіть більше, жорсткі або дещо гнучкі, прямі чи трохи дугоподібно догори зігнуті, тому піднімаються над міцелієм, можуть переплітатися з придатками сусідніх плодових тіл, порівняно короткі, дорівнюють 1,5–2(–3) діаметрам хазмотецію, інколи коротші, до 11 мкм завт., майже однакової товщини по всій довжині або ж трохи потовщуються доверху, несептовані, зрідка з однією септою в нижній частині, безбарвні, прості, на кінцях гачкуваті до спіральної закручених (до одного оберту), кінчики не потовщені, інколи навіть звужені. Сумки по 4–15, еліпсоїдні, обернено-яйцеподібні, переважно на короткій ніжці або без неї, (45–)55–70(–90) × (25–)30–45(–50) мкм, 3–6-спорові, інколи спор 7. Спори еліпсоїдні до яйцеподібних, (18–)20–30(–33) × (9–)10–17(–18) мкм, безбарвні.

На численних видах роду *Populus* L. (*Salicaceae*). Тип на *Populus* cf. *nigra* L., Франція.

Поширення в Україні. На *Populus balsamifera* L. — ПЗС (Korytnianska et al., 2012). На *P. deltoides* Marshall — ХЛс. На *P. italica* (DuRoi) Moench — ЗУЛ, ЛЗЛС, ПБК, ПЛс, ЦП (Namysłowski, 1914; Tselle, 1925; Morochkovskiy et al., 1969; Heluta, 1989, 1995, 1999b, 2000; Dudka et al., 2004, 2009a). На *P. nigra* L. — ДЗЛС, ЗК, КЛ, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ЛП, ПЛс, СЗЛС, ХЛс, ЦП (Zweigbaumówna, 1918; Tselle, 1925; Lavitska, 1949; Morochkovskiy, 1953; Kharkevych, 1959; Marchenko, 1963; Morochkovskiy et al., 1969; Heluta et al., 1987, 1992; Heluta, 1989; Solomakhina, Prudenko, 1998; Prydiuk, 2000; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Dudka et al., 2009a, 2009b, 2019; Yakovlyeva, 2020; Luchnikova, 2021). На *P. nigra* × *P. suaveolens* Fisch. — ПЛс. На *P. tremula* L. — ГК, ЗЛс, КЛ, КрЛс, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ЛП, ПЛс, СРЛ, ХЛс, ЦП (Potebnia, 1916; Tselle, 1925; Lavitska, 1939; Rayevska, Komaretska, 1949; Morochkovskiy, 1956a; Bukhalo, 1961; Morochkovskiy et al., 1969; Heluta, 1989, 1995, 1998, 1999a; Burdyukova et al., 1992; Solomakhina, Prudenko, 1998; Havrylo, 1999; Prydiuk, 2000; Dudka et al., 2004, 2009a, 2009b, 2019; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Heluta et al., 2016, 2019). На *Populus* spp. — ДЗЛС, СЗЛС, ХЛс (Kharkevych, 1949; Morochkovskiy, 1956a).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Бельгія, Білорусь, Болгарія, Велика Британія, Данія, Естонія, Іспанія, Італія, Латвія, Литва, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Польща, Португалія,

РФ, Румунія, Сербія, Словаччина, Угорщина, Україна, Фінляндія, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція, Туреччина; Азія: Азербайджан, Вірменія, Грузія, Індія, Іран, Казахстан, Киргизстан, Китай, Корея, Монголія, Пакистан, РФ (Північний Кавказ, Далекий Схід від південної частини до Магаданської обл., включаючи південь Сахаліну та Камчатку, південний Сибір від Алтаю і Забайкалля до Вілюйська, Урал), Таджикистан, Туреччина, Туркменістан, Узбекистан, Японія; Африка: Єгипет, Марокко; Північна Америка: Канада, Мексика, США (включаючи Аляску).

На представниках родини *Salicaceae* в Європі тривалий час наводили (Salata, 1985; Braun, 1987; Heluta, 1989; Grigaliūnaitė, 1990; Fakirova, 1991; Paulech, 1995, та ін.) лише один вид борошнисторосяних грибів — *Erysiphe adunca*. Однак У. Браун та Р. Кук (Braun, Cook, 2012) відновлюють описаний ще О. Декандалем, але забутий *E. capreae*, який у своєму розвитку пов'язаний насамперед з *Salix caprea*. Пізніше, у результаті молекулярно-філогенетичного дослідження (Darsaraei et al., 2021b), було підтверджено видовий статус цього гриба, а також доведено, що *E. adunca* пов'язаний лише з видами роду *Populus* L. Решту борошнисторосяних грибів, що в Європі паразитують на представниках роду *Salix* L., але морфологічно і генетично не відповідають *E. capreae*, було віднесено до також описаного О. Декандалем *E. salicis*. Усі три види морфологічно доволі близькі (рис. 2), однак їх можна легко розрізнити навіть на невеликих збільшеннях мікроскопа при спостереженні у відбитому світлі. В *E. capreae* найкоротші придатки (переважно до одного діаметра хазмотецію завдовжки, інколи довші, але не перевищують 1,5 діаметра плодового тіла), розташовані дещо вище екватора, відходять не горизонтально, а під кутом понад 40°, тому зібрані у вигляді віночка (рис. 2С). На відміну від двох інших видів, довжина придатків на плодовому тілі тут доволі постійна (рис. 2D). В *Erysiphe adunca* та *E. salicis* придатки екваторіальні, більш чи менш горизонтальні, однак можуть трохи згинатися і відходити від плодового тіла вгору під кутом до 30°, нерідко притиснуті до міцелію чи поверхні листка, помітно довші, значно варіюють за довжиною (рис. 2А, В, Е, F). Ці два види легше розрізнити за кількістю спор (вона менша в *E. salicis*). До того ж, вони пов'язані з видами різних родів *Salicaceae*.

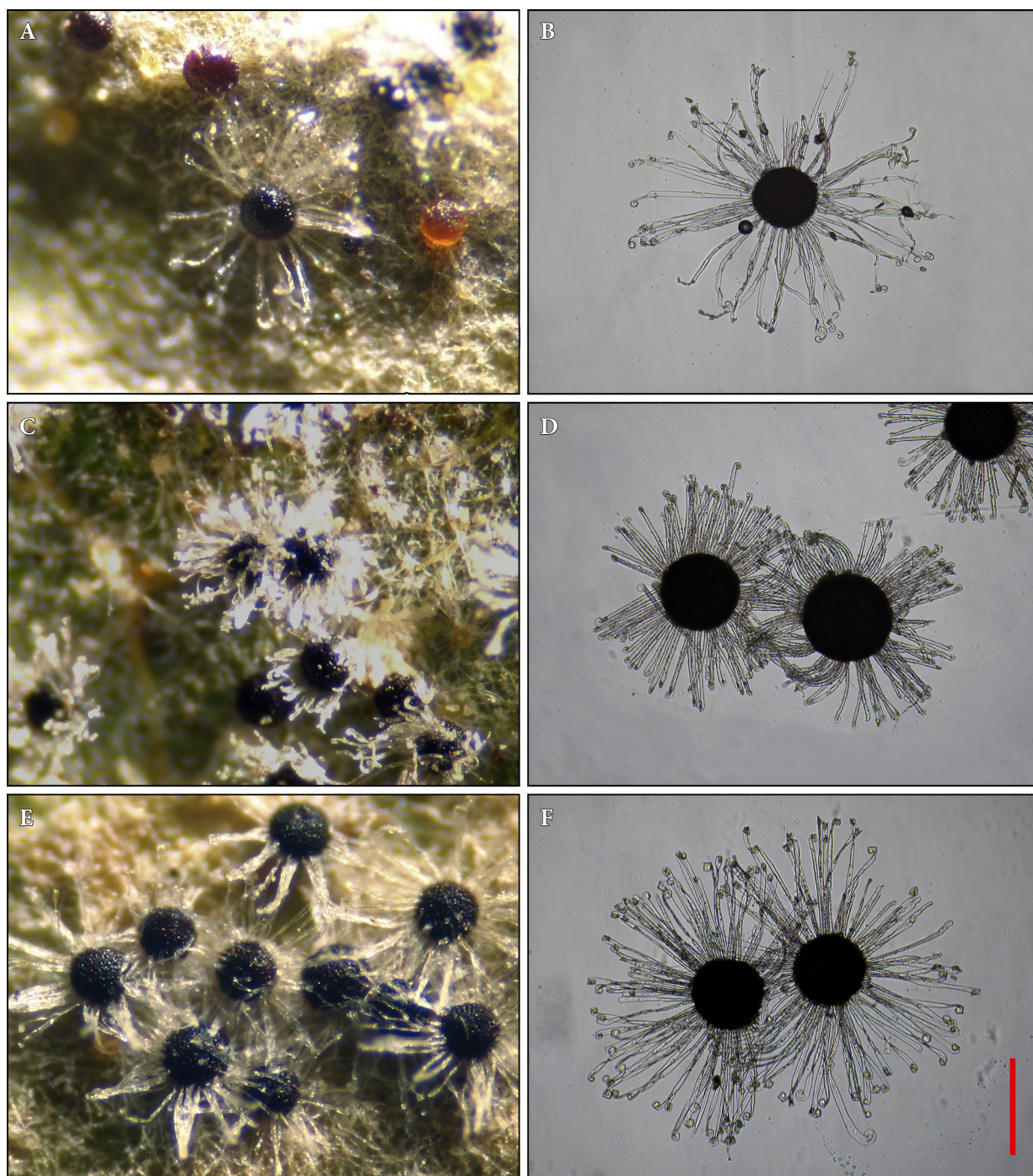


Рис. 2. Хазмотеції *Erysiphe adunca* з *Populus tremula*, KW33289 (A, B), *E. capreae* з *Salix caprea*, KW15011 (C, D) та *E. salicis* з *S. acutifolia*, KW16457 (E, F). Розмір штриха: 200 мкм, для всіх зображень збільшення однакове.

Fig. 2. Chasmothecia of *Erysiphe adunca* ex *Populus tremula*, KW33289 (A, B), *E. capreae* ex *Salix caprea*, KW15011 (C, D) and *E. salicis* ex *S. acutifolia*, KW16457 (E, F). Scale bar: 200 μ m, same magnification in all images.

2. *Erysiphe arcuata* U. Braun, S. Takam. & V.P. Heluta — еризифе дугаста

Erysiphe arcuata U. Braun, S. Takam. & V.P. Heluta, Schlechtendalia 16: 99. 2007.

= *Oidium carpini* Foitzik, in Braun, The Powdery Mildews (Erysiphales) of Europe (Jena): 222. 1995.

= *Uncinula carpinicola* auct. p.p.

Міцелій двосторонній на листках, ліпше розвинений на верхньому боці листової пластинки, малопомітний на нижньому боці, інколи спричинює деформації листків, сіруватий, при сильному ураженні білий, плямами, що зливаються в суцільний наліт і вкривають усю поверхню листової пластинки, з розгалужених септованих гіф товщиною до 7 мкм. Апресорії лопатеві, до багатолопатемих, інколи цілісні соскоподібні, розташовані по одній або супротивно в парах, до 14 мкм у поперечнику. Конідієносці утворюються на верхівці материнської клітини, переважно в середній її частині, прямостоячі, більш чи менш прямі, зрідка зігнуті або трохи звивисті, базальні клітини циліндричні чи трохи потовщуються доверху, до 70 мкм завд. Конідії утворюються по одній, зрідка залишаються в коротких ланцюжках, видовженоеліпсоїдні, циліндричні, інколи яйце- чи бочкоподібні, $25\text{--}45 \times 10\text{--}19$ мкм, співвідношення довжини до товщини в межах 1,5–3,0, проростки майже термінальні, від коротких до середньої довжини, їхні апресорії переважно багатолопатемих на коротких та цілісні або малолопатемих на довших проростках. Хазмотеції розкидані до зібраних у групи, коричнево-чорні, напівкулясті, $(75\text{--})80\text{--}115\text{--}(135)$ мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні, округлі, до неправильної форми, до 25 мкм у поперечнику. Придатки екваторіальні, по 6–25, частіше по 10–20, гнучкі, переважно дугасті чи навіть трохи колінчасті, інколи майже прямі, за довжиною дорівнюють 1,5–3 діаметрам хазмотеції, інколи коротші або довші, до 360 мкм, до 8 мкм завт. біля основи, інколи потовщуються до верхівки до 10 мкм, з однією базальною септою, безбарвні або ж коричнюваті біля самої основи (нижче септи), прості, зрідка стерженьки придатка ділиться приблизно в середній частині, на кінцях щільно гачкуваті до спіральної закручених чи майже гвинтоподібних, закінчення не потовщені або ледве потовщені, інколи трохи більше потовщені; на верхній частині плодового тіла трапляються в невеликій кількості, від 3

до 10, добре розвинені або ж більш-менш редуквані якірні гіфи. Сумки по 4–10, широкоеліпсоїдні, яйцеподібні, на короткій ніжці, $(45\text{--})50\text{--}60\text{--}(65) \times (30\text{--})35\text{--}45\text{--}(50)$ мкм, 2–6-, переважно 5-спорові. Спори еліпсоїдні, до яйцеподібних, $15\text{--}25\text{--}(28) \times 10\text{--}17\text{--}(19)$ мкм, майже безбарвні.

На видах роду *Carpinus* L. (*Betulaceae*). Значно знижує декоративні якості рослини-живителя, яка використовується в озелененні населених пунктів України при формуванні живоплотів. Тип на *C. betulus* L., Україна.

Поширення в Україні. На *Carpinus betulus* — ВЛс, ГК, ЗК, ЗЛс, ЗП, КЛ, ПБК, ПЗС, ПЛс, ЦП (Heluta, 1989, 1999b; Solomakhina, Prudenko, 1998; Braun et al., 2006; Dudka et al., 2004, 2019; Dzhan et al., 2008; Kravchuk, Prosyannikova, 2013; Heluta et al., 2016, 2019; Коритнянська, 2015; Prosyannikova, Ivakhnenko, 2020; Heluta, Anishchenko, 2021; Tiupova, Novgorodsky, 2022).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Білорусь, Велика Британія, Німеччина, Польща, Румунія, Сербія, Словаччина, Угорщина, Україна, Франція, Чорногорія, Швейцарія; Азія: Азербайджан, Вірменія, Іран, Японія.

Вид знайдено нами в Україні доволі давно — 15 вересня 1977 р., на території Криму (Heluta, 1989). Однак на зразку була анаморфа гриба з роду *Pseudoidium* і лише кілька не зовсім зрілих плодових тіл з придатками, що мали закручені апікальні частини. Було зрозуміло, що це вид з роду *Uncinula* (зараз *Erysiphe* sect. *Uncinula*), однак його ідентифікація до виду за таким матеріалом була неможливою. Оскільки на той час на грабі в Японії був відомий гриб *Uncinula carpinicola* Nara, ми припустили, що наш зразок може належати до цього виду. Пізніше, у 1980-і роки, такий самий гриб ми збирали в різних регіонах України, але він був представлений тільки анаморфою. Причому з 1983 р. гриб розвивався щорічно на живоплоті біля Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (Київ), тому ми постійно за ним спостерігали. Лише в 2005 р. на уражених рослинах масово утворилися плодові тіла. Того ж року гриб в телеоморфній стадії ми зібрали і в інших локалітетах Києва та у Волинській обл. Цікаво відмітити, що його плодові тіла було знайдено в 2004–2006 рр. і в декількох інших країнах Європи — Білорусі, Німеччині, Польщі, Словаччині, Угорщині та Швейцарії (Braun et al., 2006; Vajna, 2006, 2007; Wolczańska, 2007; Hirylovich,

Lemeza, 2008; Pastirčáková et al., 2008; Jage et al., 2010; Muľenko et al., 2010; Bolay, 2013; Hirylovich, 2016), значно пізніше — ще в Румунії (Chinan, Mânzu, 2021), повторно в Німеччині (Bresinsky, 2016; Kruse et al., 2020), а також і поза межами Європи, в Азербайджані (Abasova et al., 2018) та Ірані (Darsaraei et al., 2021a). Порівняння європейських матеріалів з японськими із застосуванням молекулярно-філогенетичних методів дозволило встановити, що в Японії на видах граба існує комплекс окремих видів, причому деякі виявилися новими для науки, а опис *U. carpinicola* (*Erysiphe carpinicola*) був гібридним (Braun et al., 2006). Усі європейські матеріали належали до одного виду, який було описано як *E. arcuata*. Він же був знайдений і в Японії на *C. tschonoskii* Maxim. Отже, це вид східноазійського походження, який довгий час розвивався в Європі лише на стадії анаморфи. Зараз він належить до звичайних в Україні видів і трапляється не тільки в штучних насадженнях, а й у природних лісах.

3. *Erysiphe australiana* (McAlpine) U. Braun & S. Takam. — еризифе австралійська

Erysiphe australiana (McAlpine) U. Braun & S. Takam., Schlechtendalia 4: 17. 2000 $\equiv$ *Uncinula australiana* McAlpine, Proc. Linn. Soc. New South Wales 24: 302. 1899 $\equiv$ *Uncinuliella australiana* (McAlpine) R.Y. Zheng & G.Q. Chen, Acta Bot. Yunnanica 4(4): 364. 1982.

Міцелій двосторонній на листках, молодих пагонах і суцвіттях, призводить до їхньої деформації, білий, суцільним нальотом, борошністий, пізніше плівчастий, з гіф товщиною до 7 мкм. Апресорії лопатеві, до багатолопатевих, розташовані по одній, інколи супротивно в парах. Конідієносці утворюються на верхівці материнської клітини, переважно в середній її частині, прямостоячі, до 90 мкм завд., базальні клітини прямі чи трохи звивисті при основі, довжиною до 55 мкм. Конідії утворюються по одній, видовженоеліпсоїдні до майже циліндричних, (25–)30–40(–45) $\times$ (12–)14–18(–20) мкм, співвідношення довжини до товщини в межах 1,7–2,7, проростки термінальні, від коротких до середньої довжини, їхні апресорії переважно багатолопатеві на коротких та цілісні або малолопатеві на довших проростках. Хазмотеції розкидані до зібраних у групи, напівкулясті, (70–)90–125 (–140) мкм у діаметрі. Клітини перидію

неправильно багатокутні, до 20 мкм у поперечнику. Придатки двох типів — довгі і на кінцях загнуті та короткі стержнеподібні: перші більш-менш екваторіальні, по 5–30, частіше по 10–25, жорсткі до гнучких, прямі, погнуті до дещо звивистих, короткі, до 1–2 діаметрів хазмотецію, до 10 мкм завт. біля основи, більш-менш однакової товщини по всій довжині або трохи звужуються до верхівки, 1–3(–4) рази септовані, в нижній половині коричневі, на кінцях щільно гачкуваті до спірально закручених чи майже гвинтоподібних, не потовщені; стержнеподібні придатки у верхній частині плодового тіла, по 10–25, прямі або зігнуті, майже циліндричні або ж звужуються до верхівки, короткі, 10–20 $\times$ 2,5–5,0 мкм, несептовані, безбарвні. Сумки по 3–6, сидячі або на короткій ніжці, 40–65 $\times$ 30–50 мкм, 5–8-спорові. Спори еліпсоїдні, до яйцеподібних, 18,0–25,5 $\times$ 10–17 мкм, безбарвні.

На видах роду *Lagerstroemia* L. (*Lythraceae*). Може значно знижувати декоративні якості рослини-живителя. Тип на *L. ovalifolia* Teijsm. & Binn., Австралія.

Поширення в Україні. На *Lagerstroemia indica* L. (лише анаморфа) — ПБК (Vasilyeva, Mitrofanova, 1974; Heluta, 1989, 1999b; Heluta, Isikov, 1991; Dudka et al., 2004).

Загальне поширення. Європа: Велика Британія, Іспанія, Італія, Португалія, РФ, Україна, Швейцарія; Азія: Азербайджан, Індія, Китай, Корея, РФ (Далекий Схід), Туреччина, Японія; Африка: ПАР; Північна і Південна Америка; Австралія й Океанія: Австралія, Нова Зеландія.

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

4. *Erysiphe capreae* DC. ex Duby — еризифе козячовербова

Erysiphe capreae DC. ex Duby, Bot. gall. 2: 871. 1830. = *Uncinula adunca* auct. p.p.
= *Uncinula salicis* auct. p.p.
= *Uncinula salicis* f. *salicis* Jacz. p.p., Karm. opred. gribov, 2. Muchn.-ros. griby (Leningrad): 385. 1927.

Міцелій двосторонній на листках, білий, плямами, що зливаються в суцільний наліт, часто цілком вкриває всю поверхню ураженої листкової пластинки, добре розвинений, однак ліпше на верхньому боці листкової пластинки, борошністий, пізніше плівчастий, переважно

щільний, гіфи до 8 мкм завт. Апресорії від прости́х соскоподібних до багатолопате́вих, розташовані по одній, до 6 мкм у поперечнику. Конідієносці утворюються на верхньому боці материнської клітини або трохи бокові, більш чи менш у центральній її частині, прямостоячі, (40–)80–140(–200) мкм завд., дуже мінливі, базальні клітини циліндричні, прямі, інколи дещо зігнуті, до 100 мкм завд. Конідії утворюються по одній, видовженоеліпсоїдні, видовженояйцеподібні, до майже циліндричних, 25–35(–45) × 10–16(–24) мкм, відношення довжини до ширини в межах (1,4–)1,8–2,8, проростки більш чи менш термінальні, переважно короткі, їхні апресорії лопате́ві. Хазмоте́ції численні, розкидані або зібрані в групи, коричнево-чорні, напівкулясті, сильно вдавнені знизу, (95–)110–170(–220) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні, до 25 мкм у поперечнику. Придатки від екваторіальних до розташованих у верхній половині плодового тіла у вигляді віночка, дуже численні, до 300, інколи навіть більше, жорсткі, прямі чи дугоподібно зігнуті, направлені вгору, короткі, (0,3–)0,5–1,2(–1,5) діаметра хазмоте́цію завдовжки, усі приблизно однакової довжини, до 12 мкм завт., майже однакової товщини по всій довжині придатка або ж трохи потовщуються донизу, несе́птовані, зрідка з однією септою в нижній частині, безбарвні, прості, на кінцях гачкуваті до спірально закручених (до одного оберту), кінчики не потовщені. Сумки по 5–12(–15), широкоеліпсоїдні, оберненояйцеподібні, товстостінні, на короткій ніжці, 50–75(–80) × 30–45(–50) мкм, (2–)4–5(–6)-спорові. Спори еліпсоїдні до яйцеподібних, (18–)20–26(–28) × 10–16(–20) мкм, безбарвні.

На численних видах роду *Salix* L. (*Salicaceae*), що належать до підродів *Chamaetia* (sect. *Myrtilloides*), *Salix* (sect. *Salicaster*, *Urbanianae*) і *Vetrix* (sect. *Cinerella*, *Incubaceae*, *Nigricantes*, *Subviminalis*, *Vetrix* та *Viminales*).

Поширення в Україні. На *Salix aurita* L. — ЗП, ЗУЛ, КЛ, ЦП, кол. Харківська губ. (Jaczewski, 1927; Morochkovskyi et al., 1969; Tykhonenko, Heluta, 2011; Heluta et al., 2018; Dudka et al., 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *S. caprea* L. — ГК, ЗЛс, ЗП, ЗУЛ, КЛ, ЛЛс, ЛП, МП, ПЗС, ПЛс, СРЛ, ХЛс, ЦП (Krupa, 1889; Bobyak, 1907; Namysłowski, 1909, 1914; Wróblewski, 1915; Tselle, 1925; Lavitska, 1939, 1949; Rayevska, Komaretska, 1949; Marchenko, 1963; Morochkovskyi et al., 1969; Solomakhina,

1977; Heluta, 1989, 1995; Solomakhina, Prudenko, 1998; Kuzub, 2000, 2001; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Dudka et al., 2009a, 2019; Korytnianska et al., 2010; Heluta et al., 2016, 2018, 2019; Heluta, Anishchenko, 2021; Lytvynenko et al., 2024). На *S. cinerea* L. — ЗП, ЛЗС, ЛП, МП, ПЛс, ХЛс, ЦП (Krupa, 1888; Hrodzinska, 1928; Heluta, 1989, 1995; Heluta et al., 2007, 2011; Holubtsova, 2008; Dudka et al., 2009a; Heluta, Anishchenko, 2021; Lytvynenko et al., 2024). На *S. myrsinifolia* Salisb. — ЗП, КЛ, ЛЛс, ЛП, ПЛс (Smitska, 1955, як *S. caprea*; Heluta, 1989, 1998; Heluta et al., 2001; Holubtsova, 2008; Dudka et al., 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *S. myrtillides* L. — ЛП (Heluta, 1989; Holubtsova, 2008). На *S. repens* L. — ЛЛс, МП (Namysłowski, 1914; Ganeshin, Bondartseva-Monteverde, 1922; Morochkovskyi et al., 1969; Heluta, Minter, 1998). На *S. rosmarinifolia* L. — ЛЗС, ЛЛс, ЛП, МП, ПЛс, ЦП (Raciborski, 1910; Morochkovskyi et al., 1969; Heluta, 1989, 1995; Heluta et al., 2007; Dudka et al., 2009a; Heluta, Anishchenko, 2021). На *S. silesiaca* Willd. — ЗП, КЛ (Heluta, 1989; Dudka et al., 2019). На *S. viminalis* L. — ЛП, МП (Namysłowski, 1914; Morochkovskyi et al., 1969; Holubtsova, 2008; Dudka et al., 2009a).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Білорусь, Велика Британія, Данія, Естонія, Італія, Латвія, Литва, Німеччина, Норвегія, Польща, Португалія, РФ, Румунія, Сербія, Словаччина, Туреччина, Угорщина, Україна, Фінляндія, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція, кол. Югославія; Азія: Азербайджан, Вірменія, Грузія, Індія, Іран, Казахстан, Китай, РФ (Далекий Схід, Сибір), Туреччина, Японія; Північна Америка: США.

Як зазначалося вище, в Україні представники роду *Salix* L. уражуються двома видами борошнесторосяних грибів — *Erysiphe capreae* та *E. salicis*, які відрізняються насамперед за довжиною та розміщенням придатків. Ми переглянули понад 70 зразків, зібраних на території Євразії. Виявилось, що обидва види приурочені до певних внутрішньородових таксонів верби на рівні секцій (табл. 1). Тому у випадках, коли мали лише літературні відомості, де гриби на вербі наводилися під застарілими назвами *Uncinula adunca* чи *U. salicis*, ми розподіляли їх за видами відповідно до наведеної нижче табл. 1.

5. *Erysiphe flexuosa* (Peck) U. Braun & S. Takam. — еризифе звивистопрідаткова

Erysiphe flexuosa (Peck) U. Braun & S. Takam., Schlechtendalia 4: 19. 2000 ≡ *Uncinula flexuosa*

Табл. 1. Приуроченість *Erysiphe capreae* та *E. salicis* до секцій роду *Salix*
 Table 1. Host preferences of *Erysiphe capreae* and *E. salicis* within sections of *Salix*

Вид роду <i>Salix</i>	Систематична приналежність рослини-живителя	Вид гриба	Кількість переглянутих зразків
<i>S. acutifolia</i> Willd.	subg. <i>Vetrix</i> sect. <i>Daphnoideae</i>	<i>E. salicis</i>	12
<i>S. alba</i> L.	subg. <i>Vetrix</i> sect. <i>Daphnoideae</i>	<i>E. salicis</i> ?	–
<i>S. aurita</i> L.	subg. <i>Vetrix</i> sect. <i>Cinerella</i>	<i>E. capreae</i>	4
<i>S. caprea</i> L.	subg. <i>Vetrix</i> sect. <i>Cinerella</i>	<i>E. capreae</i>	16
<i>S. cinerea</i> L.	subg. <i>Vetrix</i> sect. <i>Cinerella</i>	<i>E. capreae</i>	13
<i>S. fragilis</i> L.	subg. <i>Salix</i> sect. <i>Salix</i>	<i>E. salicis</i> ?	–
<i>S. myrsinifolia</i> Salisb.	subg. <i>Vetrix</i> sect. <i>Nigricantes</i>	<i>E. capreae</i>	10
<i>S. myrtilloides</i> L.	subg. <i>Chamaetia</i> sect. <i>Myrtilloides</i>	<i>E. capreae</i>	1
<i>S. purpurea</i> L.	subg. <i>Vetrix</i> sect. <i>Helix</i>	<i>E. salicis</i>	9
<i>S. repens</i> L.	subg. <i>Vetrix</i> sect. <i>Incubaceae</i>	<i>E. capreae</i> ?	–
<i>S. rosmarinifolia</i> L.	subg. <i>Vetrix</i> sect. <i>Incubaceae</i>	<i>E. capreae</i>	7
<i>S. silesiaca</i> Willd.	subg. <i>Vetrix</i> sect. <i>Vetrix</i>	<i>E. capreae</i>	1
<i>S. viminalis</i> L.	subg. <i>Vetrix</i> sect. <i>Viminales</i>	<i>E. capreae</i>	1
<i>S. vinogradovii</i> A.K. Skvortsov	subg. <i>Vetrix</i> sect. <i>Helix</i>	<i>E. salicis</i>	1

Peck, Trans. Albany Inst. 7: 215. 1872 ≡ *Uncinuliella flexuosa* (Peck) U. Braun, Nova Hedwigia 34(3–4): 712. 1981.

Мицелій двосторонній на листках, ліпше розвинений на верхньому боці листової пластинки, малопомітний на нижньому боці, сіруватий, округлими плямами, що зливаються в суцільний наліт і вкривають усю поверхню листової пластинки, з розгалужених лептованих гіф товщиною до 5 мкм. Апресорії лопатеві, розташовані по одній або супротивно в парах, до 8 мкм у поперечнику. Конідіеносці утворюються на верхівці материнської клітини чи трохи бокові, до 150 мкм завд., базальні клітини зігнуті чи навіть звивисті, до 70 мкм завд. Конідії утворюються по одній, видовженоеліпсоїдні, циліндричні, інколи до видовженобочкоподібних, з добре помітними краплями всередині, (25–)27–38(–40) × (9–)11–14(–17) мкм, співвідношення довжини до товщини в межах 2,1–3,1, проростки майже термінальні, середньої довжини (до 1,25 товщини конідії), їхні апресорії переважно лопатеві до багатолопатевих. Хазмотеції дуже численні, утворюються на обох боках листової пластинки, розкидані до зібраних у групи, темно-коричневі до чорних, напівкулясті, 100–150(–180) мкм у діаметрі. Клітини періоду неправильно багатокутні, до 30 мкм у поперечнику. Придатки двох типів — довгі і на кінцях закручені та короткі стержнеподібні:

перші більш чи менш екваторіальні, численні, по 20–40, інколи і більше, жорсткі чи дещо гнучкі, прямі, однак апікальна частина стержня придатка звивиста, часто гвинтоподібно скручена, за довжиною дорівнюють 0,5–1,5 діаметра хазмотеції, до 140 мкм, до 8 мкм за товщиною при основі, в апікальному напрямку потовщуються до 12 мкм, без перегородок, безбарвні або ж ледве забарвлені біля самої основи, на кінцях тісно закручені, дещо збільшені; придатки другого типу апікальні, більш чи менш численні, прості, стержнеподібні, прямі чи трохи зігнуті, трохи потоншуються в апікальному напрямку, безбарвні, несептовані, шорсткі, 34,0–42,5 мкм завд. Сумки по 5–20, частіше по 8–10, еліпсоїдні до оберненояйцеподібних, на короткій ніжці, (40–)60–70 × (25–)30–40 мкм, 6–8-спорові. Спори переважно видовженояйцеподібні чи видовженоеліпсоїдні, (12–)20–25(–30) × (8–)10–14(–16) мкм, майже безбарвні.

На видах родів *Aesculus* L. та *Sapindus* L. (*Sapindaceae*). Значно знижує декоративні якості рослин-живителів, що широко використовуються в озелененні населених пунктів України. Тип на *Aesculus hippocastanum* L., США.

Поширення в Україні. На *Aesculus* × *carnea* Zeyh. — ПЛс, ЦП (Heluta, Voytyuk, 2004). На *A. glabra* Willd. — ПЛс (Heluta, Voytyuk, 2004). На *A. hippocastanum* L. — ДЗЛС, ЗК, ЗЛс, ЗУЛ,

КЛ, ЛЗЛС, ЛЛс, ЛП, ПЗС, ПЛс, ХЛс, ЦП (Heluta, Voytyuk, 2004; Popov, Bondarenko-Borisova, 2007; Holubtsova, 2008; Bondarenko-Borisova, 2009; Dudka et al., 2009a, 2019; Korytnianska, Tovstukha, 2010; Korytnianska et al., 2012; Dmytruk, 2013; Heluta et al., 2016, 2019; Luchnikova, 2021). На *A. flava* Sol. (= *A. octandra* Marshall var. *virginica* Sargent), *A. pavia* L., *A. sylvatica* W. Bartram, *Aesculus* spp. — ПЛс (Heluta, Voytyuk, 2004).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Білорусь, Болгарія, Велика Британія, Іспанія, Італія, Литва, Німеччина, Норвегія, Польща, РФ, Сербія, Словаччина, Словенія, Туреччина, Угорщина, Україна, Франція, Хорватія, Чорногорія, Швейцарія; Азія: Туреччина; Північна Америка: Канада, США.

Північноамериканський вид, занесений в Європу наприкінці минулого століття (Ale-Agha et al., 2000; Bolay, 2000), а на початку поточного століття почав траплятися вже в багатьох європейських країнах — Австрії (Zimmermannová-Pastirčáková et al., 2002), Білорусі (Hirylovich, Lemeza, 2008; Lemeza et al., 2020, 2021), Болгарії (Denchev, 2008), Великій Британії (Jones, Baker, 2007; Henricot, 2009), Німеччині (Ale-Agha et al., 2008; Bresinsky, 2016; Schmidt, Braun, 2020), Норвегії (Talgø et al., 2011), Польщі (Piątek, 2002; Wołczańska, Mułenko, 2002; Zimmermannová-Pastirčáková et al., 2002; Ruszkiewicz-Michalska, Michalski, 2005), Словаччині (Zimmermannová-Pastirčáková, Pastirčák, 2002; Zimmermannová-Pastirčáková et al., 2002), Чехії (Zimmermannová-Pastirčáková et al., 2002), Франції (Zimmermannová-Pastirčáková et al., 2002), Хорватії (Zimmermannová-Pastirčáková et al., 2002) та Швейцарії (Zimmermannová-Pastirčáková et al., 2002). В Україні вперше був зареєстрований у 2002 р., у південній частині м. Київ, лише на двох деревах (Heluta, Voytyuk, 2004). Наступного року він траплявся вже по всьому Києву та в різних регіонах України, навіть у таких місцях, де висаджено було 1–2 дерева, за десятки кілометрів від інших дерев кінського каштана. Зараз звичайний гриб, який в Україні масово уражує різні види роду *Aesculus*, особливо *A. × carnea*.

6. *Erysiphe kenjiana* (Homma) U. Braun & S. Takam. — еризифе Кенджі

Erysiphe kenjiana (Homma) U. Braun & S. Takam., Schlechtendalia 4: 20. 2000 ≡ *Uncinula kenjiana*

Homma, Trans. Sapporo nat. Hist. Soc. 11(3): 172. 1930.

= *Uncinula ulmi* M.N. Kuznetsova, in Kravtsev, Izv. AN KazSSR, Sér. biol., 98(5): 120. 1950.

Мицелій переважно на верхньому боці листка, сіруватий, часто майже непомітний, нечіткими плямами, що зливаються в суцільний наліт, у випадку сильного ураження сірувато-білий, добре помітний, повністю вкриває поверхню листка, гіфи септовані, до 7 мкм завт. Апресорії лопатеві, багатолопатеві, розташовані супротивно парами. Конідієносці бічні, утворюються в більш чи менш центральній частині материнської клітини, до 85 мкм завдовжки, базальні клітини викривлені при основі, до 40 мкм завд. Конідії утворюються по одній, видовженоеліпсоїдні, до циліндричних, 23–34 × 12–17 мкм, відношення довжини до ширини в межах 1,5–2,5, проростки більш-менш термінальні, короткі, їхні апресорії лопатеві. Хазмотеції більш чи менш рівномірно розкидані по поверхні листка, коричневі, до темно-коричневих, напівкулясті, (50–)60–115(–125) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні до округлих, до 25 мкм у поперечнику. Придатки екваторіальні, по 8–20, жорсткі, прямі чи трохи зігнуті, порівняно короткі, дорівнюють 1,0–1,5 діаметра хазмотецію, інколи коротші, до 6,5 мкм завт. при основі, потоншуються доверху, несептовані, безбарвні, прості, кінцеві частини придатків дуже збільшені, 1,5(–2) рази згорнуті в широку спіраль, з потовщеними до 15 мкм її витками. Сумки по 4–8, широкоеліпсоїдні, оберненояйцеподібні, на короткій ніжці або без неї, 30–60(–65) × 25–30(–40) мкм, 2-спорові, дуже рідко 3-спорові. Спори переважно видовженояйцеподібні або еліпсоїднояйцеподібні, іноді еліпсоїдні, часто трохи зігнуті, (18–)24–30(–39) × (10–)14–20(–24) мкм, безбарвні.

На видах роду *Ulmus* L. (*Ulmaceae*). Тип на *U. pumila* L., Китай.

Поширення в Україні. На *Ulmus glabra* Huds. — ДЗЛС, ПЛс, ЦП (Heluta et al., 2009; Bondarenko-Borisova, Bulgakov, 2019). На *U. laevis* Pall. — ДЗЛС, ПЛс (Heluta et al., 2009; Bondarenko-Borisova, Bulgakov, 2019). На *U. minor* Mill. — ДЗЛС, ПЛс, ЦП (Heluta et al., 2009; Bondarenko-Borisova, Bulgakov, 2019). На *U. pumila* L. — ДЗЛС, ЛП, ПЗС, ПЛс, ЦП (Heluta et al., 2009; Korytnianska et al., 2012; Bondarenko-Borisova, Bulgakov, 2019).

Загальне поширення. Європа: Румунія, Україна; Азія: Вірменія, Казахстан, Китай, Корея, РФ (Далекий Схід), Узбекистан.

Східноазійський вид, уперше зареєстрований в Україні в 2007 р. в різних частинах м. Київ, наступного року знайдений і в м. Чернігів (Heluta et al., 2009). З 2009 р. трапляється в м. Одеса (Korytnianska et al., 2012), з 2017 р. — у м. Донецьк (Bondarenko-Borisova, Bulgakov, 2019). Виявлений також у Румунії (Chinan, 2019) та Угорщині (Molnár et al., 2025). Очевидно, гриб туди занесено з Півдня України. Протягом кількох років його розвиток у Києві був епіфітотійним, однак останніми роками трапляється він зрідка. На відміну від усіх чужоземних видів борошнисторосяних грибів, що потрапили до нас з Азії, не набув помітного поширення в європейських країнах, розташованих західніше України. Додамо, що в Європі на в'язях з давніх пір відомий інший вид секції *Uncinula* роду *Erysiphe* — *E. ulmi*.

7. *Erysiphe necator* Schwein. — еризифе виноградна

Erysiphe necator Schwein., Trans. Am. phil. Soc., New Series 4(2): 270. 1834 ≡ *Uncinula necator* (Schwein.) Burrill, in Ellis & Everhart, N. Amer. Pyren. (Newfield): 15. 1892.

= *Oidium tuckeri* Berk., Gard. Chron., London: 779. 1847 ≡ *Pseudoidium tuckeri* (Berk.) Y.S. Paul & J.N. Kapoor, Indian Phytopath. 38(4): 763. 1986.

Мицелій на супліддях, плодах, двосторонній на листках, білий, сіруватий, плямами, що зливаються в суцільний наліт і вкривають усю поверхню листової пластинки, тонкий, однак може утворювати дуже багате щільне конідіальне спороношення, складається з гіф товщиною до 5 мкм. Аперсорії лопатеві, до багатолопатемих, розташовані по одній або супротивно в парах. Анаморфа *Pseudoidium tuckeri*. Конідієносці утворюються на верхівці середньої частини материнської клітини або бічні, прямостоячі, дуже мінливі за довжиною від 40 до 400 мкм, базальні клітини звивисті в середній чи нижній частині, 25–160 мкм завд. Конідії утворюються по одній, можуть залишатися в ланцюжках, мінливі за формою і розмірами, видовженоеліпсоїдні, еліпсоїдно-циліндричні, до видовженобочкоподібних, інколи яйцеподібні, (22–)30–40(–48) × (12–)14–19(–22) мкм, співвідношення довжини до товщини в межах 1,5–2,5, проростки майже термінальні або термінальні,

від коротких до середньої довжини, їхні аперсорії багатолопатеми. Хазмотеції розкидані до зібраних у групи, темно-коричневі, напівкулясті, 80–120(–130) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні чи округлі, до 25 мкм у поперечнику. Придатки екваторіальні, по 10–40, переважно до 15, довгі і гнучкі, за довжиною дорівнюють (1–)2–5(–6) діаметрам хазмотецію, до 12 мкм завт. біля основи, септовані, з 4–9 перегородками, безбарвні у верхній і коричнюваті в нижній половині, прості, зрідка стержень придатка ділиться в нижній частині або ж при основі, на кінцях гачкуваті до спіральної тісно закручених чи майже гвинтоподібних, закінчення не потовщені. Сумки по 2–9, широкоеліпсоїдні, оберненояйцеподібні чи майже кулясті, переважно на короткій ніжці, 40–55(–70) × (25–)30–40(–45) мкм, 4–6-спорові, зрідка спор 7–8. Спори переважно еліпсоїдні, до яйцеподібних, 15–25 × (9–)10–13(–15) мкм, безбарвні.

На видах родів *Ampelopsis* Michx., *Cissus* L. та *Vitis* L. (*Vitaceae*). Небезпечний паразит виноградної лози. Тип на *Vitis labrusca* L., США.

Поширення в Україні. На *Cissus* sp. (анаморфа) — ПЛс. На *Vitis labrusca* L. — ЛЗЛС, ПЗС, ПЛс, ЦП (Dudka et al., 2009a; Korytnianska et al., 2010). На *V. labrusca* × *V. vinifera* L. — ЦП. На *V. sylvestris* C.C. Gmel. (анаморфа) — ГК, ПБК (Heluta, 1984, 1985, 1989; Kuzub, 2000; Dudka et al., 2004). На *V. vinifera* L. — ВЛс, ЗЛс, ЗП, ЗУЛ, КЛ, КрЛс, КрС, ЛЗС, ЛЛс, ПБК, ПЗС, ПЛс, ПС, ХЛс, ЦП (Jaczewski, 1910a, 1910b, 1917; Golubkov, 1916; Garbowski, 1924; Gutsevich, 1959; Shumakova, Kotikova, 1964; Zass, 1968; Heluta, 1984, 1985, 1989; Heluta et al., 1987; Heluta, Isikov, 1991; Kuzub, 2000; Dudka et al., 2004, 2009a, 2019; Prudenko, Dzhagan, 2008; Heluta et al., 2016, 2019; Khandyuk, 2020; Khandyuk, Velychko, 2020; Heluta, Anishchenko, 2021; Luchnikova, 2021; Lytvynenko et al., 2024). На *Vitis* spp. — ЗП, ЛЗЛС, ЛЛс, ПЗС, ЦП (Morochkovskiy et al., 1969; Heluta, 1989, 1995; Korytnianska et al., 2012, 2014b; Prylutskyi et al., 2017; Heluta, Anishchenko, 2021; Shkurko, 2021).

Загальне поширення. Скрізь в Європі, Азії, Африці, Північній Америці, Австралії й Океанії, де вирощується виноград.

Північноамериканський вид, занесений в Європу в середині XIX ст. Його блискавичне поширення призвело до знищення виноградників у Середземномор'ї, розорення виноградарських

господарств, голоду і стихійних соціальних потрясінь. Зараз в Україні є звичайним видом і, очевидно, трапляється набагато ширше, ніж наведено вище.

8. *Erysiphe prunastri* DC. — еризифе сливова

Erysiphe prunastri DC., Fl. franç. 6: 108. 1815 ≡ *Uncinula prunastri* (DC.) Sacc., Syll. Fung. 1: 7. 1882 ≡ *Uncinuliella prunastri* (DC.) V.P. Heluta, Ukr. Bot. Zhurn. 46(1): 70. 1989.

Мицелій двосторонній на листках, ліпше розвинений на верхньому боці листкової пластинки, білуватий, плямами, та малопомітний на нижньому боці, сіруватий, тонкий, павутинистий. Конідієносці і конідії не виявлені. Хазмотеції численні, утворюються на обох боках листкової пластинки, розкидані до зібраних у групи, темно-коричневі до чорних, напівкулясті, (78–) 85–140(–150) мкм у діаметрі. Клітини перидію нечіткі, неправильно багатокутні до округлих, до 20 мкм у поперечнику. Придатки двох типів — довгі і на кінцях закручені та короткі стержнеподібні: перші екваторіальні, порівняно численні, по 15–25, до 50, жорсткі до дещо гнучких, більш чи менш прямі, за довжиною дорівнюють 1,0–1,5(–2) діаметрам хазмотецію, до 6,5 мкм за товщиною при основі, в апікальному напрямку трохи потовщуються, особливо біля закрученої їхньої частини, несептовані, безбарвні, на кінцях гачкуваті до тісно закручених, переважно дещо збільшені; придатки другого типу на верхній частині плодового тіла, більш-менш численні на молодих плодових тілах, по 10–30, з віком їхня кількість помітно зменшується, прості, стержнеподібні, прямі чи погнуті, до зігнутих, трохи потоншуються в апікальному напрямку, безбарвні, несептовані, шорсткі, 10–35 мкм завд. Сумки по 5–18, частіше по 5–12, еліпсоїдні до видовжено оберненояйцеподібних, на короткій ніжці, (40–)60–70 × (25–)30–40 мкм, 6–7-спорові, зрідка спор 4–5 чи 8. Спори еліпсоїдні до яйцеподібних, 13–18(–20) × (8–)9–12 мкм, безбарвні.

На видах роду *Prunus* s. l. (*Rosaceae*). Тип на *P. spinosa* L., Франція.

Поширення в Україні. На *Armeniaca vulgaris* Lam. — ПКЛ. На *Prunus insititia* L. — ПБК (Jaczewski, 1927; Morochkovskyi et al., 1969; Dudka et al., 2004). На *P. spinosa* L. (incl. *P. moldavica* Kotov і *P. stepposa* Kotov) — ВЛс, ГК, ДЗЛс, ЗК, ЗЛс, ЗП, ЗУЛ, КЛ, КрЛс, ЛЗЛс, ЛЗс, ЛЛс, МП, ПБК,

ПЗЛс, ПКЛ, ПЛс, СЗЛс (Krupa, 1888; Bobyak, 1907; Namysłowski, 1910, 1914; Jaczewski, 1927; Bratus, 1949; Lavitska, 1949; Kryvoshey, 1958; Marchenko, 1963; Morochkovskyi et al., 1969; Heluta, 1989, 1998, 2000, 2005; Heluta, Zakordonets, 1989; Solomakhina, Prudenko, 1998; Tkachenko et al., 1998; Prydiuk, 2000; Dudka et al., 2004, 2009a, 2019; Heluta et al., 2007, 2016; Dzhagan et al., 2008; Korytnianska et al., 2014a; Prosyannikova et al., 2019; Heluta, Anishchenko, 2021; Hleb et al., 2023). На *Prunus* spp. — ГК, ЛЗс, ПБК.

Загальне поширення. Європа: Австрія, Бельгія, Білорусь, Болгарія, Велика Британія, Данія, Італія, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Польща, РФ, Румунія, Сербія, Словаччина, Угорщина, Україна, Фінляндія, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція; Азія: Азербайджан, Вірменія, Грузія, Індія, Іран, Казахстан, Киргизстан, Китай, РФ (Далекий Схід), Туреччина, Туркменістан, Узбекистан.

Вид раніше відносили до роду *Uncinula*, однак ми виявили, що його плодові тіла мають придатки двох типів — звичайні екваторіальні з загнутими верхівками та стержнеподібні, розташовані на верхній частині плодового тіла (Heluta, Zakordonets, 1989). Отже, він повинен був належати до іншого роду — *Uncinuliella*. З огляду на це ми запропонували нову комбінацію *Uncinuliella prunastri*. Однак у результаті молекулярно-філогенетичного дослідження борошнисторосяних грибів обидва роди та ще ряд інших були віднесені до роду *Erysiphe*, тому цей гриб зараз розглядається як *E. prunastri*. Він відомий на значній кількості представників роду *Prunus* s. l. (incl. *Armeniaca*, *Cerasus* та *Padus*), однак в Україні знайдений на рослинах, що належать до *Prunus* s. str., та лише один раз на *Armeniaca vulgaris*.

9. *Erysiphe salicis* DC. — еризифе вербова

Erysiphe salicis DC., in Lamarck & de Candolle, Fl. franç., Edn 3 (Paris) 2: 273. 1805 ≡ *Uncinula salicis* (DC.) G. Winter, Rabenh. Krypt.-Fl., Edn 2 (Leipzig) 1.2: 40. 1884.
= *Uncinula salicis* f. *salicis* Jacz. p.p., Karm. opred. gribov, 2. Muchn.-ros. griby (Leningrad): 385. 1927.

Мицелій двосторонній на листках, білий, плямами, що зливаються в суцільний наліт, часто цілком вкриває всю поверхню ураженої листкової пластинки, добре розвинений,

борошнистий, пізніше пливчастий, переважно щільний, гіфи до 8 мкм завт. Апресорії від дещо до чітко лопатевих, розташовані переважно по одній. Конідієносці утворюються на верхньому боці материнської клітини, більш чи менш у центральній її частині, прямі, до 110 мкм завд., базальні клітини циліндричні, до 45 мкм завд. Конідії утворюються по одній, видовженоеліпсоїдні, до майже циліндричних, (22–)25–37 (–40) × 10–18 мкм, відношення довжини до ширини в межах 1,7–2,7, проростки більш чи менш термінальні, короткі, їхні апресорії від цілих до лопатевих. Хазмотеції численні, розкидані або зібрані в групи, напівкулясті, вдавнені знизу, (90–)100–170 (–175) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні, дрібні, до 20 мкм у поперечнику. Придатки більш-менш екваторіальні, численні, до 100, прямі або дещо зігнуті, від плодового тіла відходять більш чи менш горизонтально, порівняно короткі, дорівнюють 0,5–2,0 діаметрам хазмотецію, зрідка довші, до 9 мкм завт., майже однакової товщини по всій довжині придатка або ж з помітними перетяжками і потовщеннями, несептовані, зрідка з однією септою в нижній частині, безбарвні чи трохи коричнюваті біля самої основи, прості, на кінцях гачкуваті до спірально закручених (до одного оберту), кінчики не потовщені. Сумки по 5–17, еліпсоїдні, оберненояйцеподібні, переважно на короткій ніжці або без неї, (40–)50–70 (–80) × (25–)30–50 (–55) мкм, 3–5-спорові. Спори еліпсоїдні до яйцеподібних, (16–)20–25 (–30) × (9–)10–16 мкм, безбарвні.

На численних видах роду *Salix* L. (*Salicaceae*), що належать до підродів *Salix* (sect. *Salix* і *Subalbae*) та *Vetrix* (sect. *Daphnoideae* і *Helix*). Тип на *Salix daphnoides* Vill., Швейцарія.

Поширення в Україні. На *Salix acutifolia* Willd. — ЛЗЛС, ЛЛс, ЛП, ПЛс, ХЛс (Lavitska, 1947, 1949; Morochkovskiy et al., 1969; Heluta, 1989, 1999a; Solomakhina, Prudenko, 1998; Prydiuk, 2000; Dzhagan et al., 2008; Holubtsova, 2008; Dudka et al., 2009a). На *S. alba* L. — ПЛс (Rayevska, Komaretska, 1949; Morochkovskiy et al., 1969; Solomakhina, Prudenko, 1998; Dzhagan et al., 2008). На *S. fragilis* L. (Morochkovskiy et al., 1969). На *S. purpurea* L. — ГК, ЗК, КЛ, КрЛс, ЛЗЛС, ЛЛс, ПБК, ПКЛ, ПЛс, Лс, ЦП (Wróblewski, 1913; Namysłowski, 1914; Morochkovskiy, 1956b; Marchenko, 1963; Morochkovskiy et al., 1969; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995; Tkachenko et al., 1998;

Dudka et al., 2004, 2009a, 2019; Kravchuk et al., 2019). На *S. vinogradovii* A.K. Skvortsov — ПЛс, ЦП (Prudenko, Dzhagan, 2008; Heluta et al., 2019).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Білорусь, Болгарія, Естонія, Іспанія, Італія, Латвія, Литва, Німеччина, Польща, Португалія, РФ, Румунія, Сербія, Угорщина, Україна, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція, кол. Югославія; Азія: Вірменія, Індія, Іран, Казахстан, Китай, РФ (Далекий Схід, Сибір), Туреччина, Японія; Північна Америка: Канада, США.

10. *Erysiphe salmonii* (Syd. & P. Syd.) U. Braun & S. Takam. — еризифе Салмона

Erysiphe salmonii (Syd. & P. Syd.) U. Braun & S. Takam., Schlechtendalia 4: 23. 2000 ≡ *Uncinula salmonii* Syd. & P. Syd. [as '*salmoni*'], Annls mycol. 11(2): 114. 1913.

Міцелій двосторонній на листках, у вигляді білих нечітких плям різного розміру, що зливаються в суцільний наліт і викривають усю поверхню листової пластинки, або сіруватий, добре розвинений на верхньому боці і малопомітний на нижньому боці листової пластинки, з більш чи менш прямих або трохи покручених гіф до 5,2 мкм завт. Апресорії цілісні або помірно лопатеві, розташовані по одній чи частіше супротивно в парах, 4,5–8 мкм у поперечнику. Конідієносці утворюються на верхівці середньої частини материнської клітини або бічні, прямостоячі, до 70 мкм завд., базальні клітини циліндричні, прямі, короткі, до 31 мкм завд. Конідії утворюються по одній, видовженоеліпсоїдні, еліпсоїдноциліндричні, до майже циліндричних, (22–)25–35 × 11–13 (–15) мкм, співвідношення довжини до товщини в межах 1,7–2,7, проростки термінальні, короткі, їхні апресорії багатолопатеві. Хазмотеції розкидані до зібраних у групи, темно-коричневі, напівкулясті, (70–)80–130 (–140) мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні, 8–18 мкм у поперечнику. Придатки екваторіальні, по 15–26 (–33), дещо жорсткі до гнучких, прямі до дугастих чи колінчато зігнутих, за довжиною дорівнюють 1,0–1,5 діаметра хазмотецію, до 137 мкм, до 7 мкм завтовшки біля основи, однакової товщини по всій довжині придатка або трохи потовщуються в напрямку до верхівки, до 9 мкм, несептовані або з однією перегородкою в базальній частині, безбарвні, прості, верхівки від загнутих до до щільно закручених, дещо

збільшені. Сумки по 4–9, еліпсоїднояцеподібні або еліпсоїднооберненояцеподібні, переважно на короткій ніжці, $38\text{--}51 \times 24\text{--}40$ мкм, (5–)6–7-спорові. Спори еліпсоїдні, до видовженояцеподібних, $12,0\text{--}22,5 \times 9\text{--}13$ мкм, безбарвні.

На видах родів *Fraxinus* L. та *Syringa* L. (*Oleaceae*). Тип на *Fraxinus sieboldiana* Blume, Японія.

Поширення в Україні. На *Fraxinus excelsior* L. — ДЗЛС, ЗЛс, ПЛс (Goychuk, Kulbanska, 2014; Heluta et al., 2017; Bondarenko-Borisova, Bulgakov, 2019; Yamaguchi et al., 2021). На *F. pennsylvanica* Marshall — ДЗЛС, ПЛс, ЦП (Heluta et al., 2017; Bondarenko-Borisova, Bulgakov, 2019; Yamaguchi et al., 2021). На *Fraxinus* sp. — ПЛс.

Загальне поширення. Європа: Австрія, Білорусь, Італія, Румунія, РФ, Словенія, Угорщина, Україна, Швейцарія; Азія: Азербайджан, Китай, Корея, РФ (Далекий Схід), Японія.

Східноазійський вид, який нещодавно, очевидно, на початку другого десятиліття поточного століття, був занесений до деяких країн Європи: у 2013 р. спочатку до РФ (Bulgakov, 2018; Burakova et al., 2022), потім Білорусі (Lemeza et al., 2020), Австрії (Beenken, Brodtbeck, 2020; Voglmayr et al., 2021; Hofbauer, Braun, 2023), Румунії (Chinan, Dascălu, 2021, 2022), Швейцарії (Dubach et al., 2021), Італії (Hofbauer, Braun, 2023), Словенії (Brglez et al., 2023) та Угорщини (Pintye et al., 2024). В Україні ми вперше виявили цей гриб у 2015 р., у центрі Києва та південно-західній його частині, а наступного року — на західній околиці (Heluta et al., 2017; Yamaguchi et al., 2021). У 2015 р. *E. salmonii* також було знайдено в м. Донецьк (Bondarenko-Borisova, Bulgakov, 2019). Тепер він щорічно спостерігається в Києві та на його околицях, був також виявлений нами в Канівському природному заповіднику, де масово уражував самосів *Fraxinus* sp. Вважаємо, що до цього виду належить і '*Uncinula fraxini*', наведена на *F. excelsior* для Тернопільської обл. (Goychuk, Kulbanska, 2014).

11. *Erysiphe ulmi* Castagne — еризифе в'язова

Erysiphe ulmi Castagne, Cat. pl. Marseille: 492. 1845.

= *Erysiphe clandestina* Biv., Stirp. rar. Sicilia 3: 20, 1815 ≡ *Uncinula clandestina* (Biv.) J. Schröt., Pilze Schles. 2: 245. 1893.

= *Uncinula bivonae* Lév., Ann. Sci. Nat., Bot., Sér. 3, 15: 151. 1851.

Міцелій двосторонній на листках, у вигляді сіруватих нечітких плям різного розміру, добре розвинений на верхньому боці і малопомітний на нижньому боці листової пластинки, спочатку борошнистий, пізніше тонкий павутинистий, з гіф до 8 мкм завт. Аapresорії лопатеві, розташовані переважно по одній. Конідіеносці утворюються на верхівці материнської клітини або бічні, розташування може бути як центральним, так і зміщеним до краю клітини, прямостоячі, до 150 мкм завд., базальні клітини циліндричні, зігнуті при основі, до 50 мкм завд. Конідії утворюються по одній, видовженоеліпсоїдні, еліпсоїдноциліндричні, $(25\text{--})30\text{--}45\text{--}(50) \times 10\text{--}15\text{--}(20)$ мкм, співвідношення довжини до товщини в межах 1,9–2,9, проростки більш чи менш термінальні, короткі, їхні apresорії багатолопатеві. Хазмотеції численні, переважно зібрані в групи, темно-коричневі, напівкулясті, $(60\text{--})75\text{--}105\text{--}(120)$ мкм у діаметрі. Клітини перидію неправильно багатокутні, до 25 мкм у поперечнику. Придатки екваторіальні, не дуже численні (до 25), жорсткі, прямі до трохи зігнутих, за довжиною дорівнюють 1,0–1,5 діаметра хазмотецію, зрідка дещо довші або коротші, до 6,5 мкм завт. біля основи, потовщуються в напрямку до верхівки, до 12 мкм, несептовані, безбарвні, прості, верхівки тісно закручені, помітно збільшені. Сумки по 3–6, широко еліпсоїднооберненояцеподібні, переважно на короткій ніжці, $(35\text{--})40\text{--}60 \times 30\text{--}40\text{--}(45)$ мкм, 2-спорові, зрідка спор 3. Спори еліпсоїдні, до яйцеподібних, $(16\text{--})23\text{--}33 \times (10\text{--})13\text{--}18\text{--}(25)$ мкм, безбарвні.

На видах роду *Ulmus* L. (*Ulmaceae*). Тип на *Ulmus* sp., Франція.

Поширення в Україні. На *Ulmus glabra* Huds. (incl. *U. elliptica* K. Koch) — ГК, КрЛс, ПЗЛС, ПЛс (Lavitska, 1939; Morochkovskiy et al., 1969; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Prosyannikova et al., 2016; Prosyannikova, Ivakhnenko, 2020). На *U. laevis* Pall. — ГК, КрС, ЛЗЛС, ЛЗС, ПЛс, ПС (Isikov, 1977; Heluta et al., 1987, 1992; Heluta, 1989; Prydiuk, 2000; Dudka et al., 2004, 2009a; Kravchuk et al., 2018). На *U. minor* Mill. (incl. *U. carpinifolia* Kupr. ex Suckow, *U. suberosa* Moench) — ЛЗС, ПБК, ПЗЛС, ПЗС, ПЛс (Lavitska, 1949; Radzievskiy, 1952; Vasilyeva, 1960; Morochkovskiy et al., 1969; Heluta et al., 1987, 1992; Heluta, 1989, 1999b; Heluta, Isikov, 1991; Solomakhina, Prudenko, 1998; Dudka et al., 2004, 2009a; Dzhanag et al., 2008; Korytnianska et al., 2012). На *U. pumila* L. — ПЗЛС,

ПЗС (Korytnianska, Popova, 2014; Korytnianska et al., 2014b). На *Ulmus* spp. — ГК, ЗЛс, КрЛс, ЛЗС, ПБК, ПЗЛС, ПЛс, ЦП (Radzievskyi, 1952; Heluta et al., 1987, 2016; Kuzub, 2000, 2001; Gorkovenko, Prosyannikova, 2014).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Бельгія, Білорусь, Болгарія, Велика Британія, Іспанія, Італія, Литва, Німеччина, Польща, Португалія, РФ, Румунія, Сербія, Словаччина, Угорщина, Україна, Франція, Чехія, Швейцарія; Азія: Азербайджан, Вірменія, Грузія, Ізраїль, Індія, Іран, Казахстан, Киргизстан, Китай, Корея, РФ (Далекий Схід, Сибір), Туреччина, Узбекистан, Японія; Африка: Алжир, Туніс; Північна Америка: Канада, США.

З Азербайджану на *Ulmus minor* описано гриб *Uncinula clandestina* f. *ulmi-foliaceae* Dzhaif., який зараз розглядається як *Erysiphe ulmi* var. *ulmi-foliaceae* (Dzhaif.) U. Braun (Braun, Cook, 2012). Він відрізняється від наведеного нами *E. ulmi* var. *ulmi* лише більшою кількістю сумкоспор — їх переважно по 3–4, зрідка по 2 в сумці. У переліку регіонів, де поширений цей різновид, вказується і Крим. Однак переглянуті нами кримські зразки мають все ж таки переважно 2-спорові сумки. Додамо, що на в'язах в Україні відносно недавно поширився східноазійський вид *E. kenjiana*, однак він дуже легко відрізняється за будовою придатків, які мають спіральні закінчення з товстими витками.

Таким чином, для України ми наводимо 11 видів секції *Uncinula* роду *Erysiphe*. Однак зазначимо, що у "Визначнику грибів України" (Morochkovskyi et al., 1969) знаходимо ще *Uncinula mori* Miyake [= *Erysiphe mori* (Miyake) U. Braun & S. Takam.], вказану для шовковиці. Це азійський вид і його знахідка в Україні є дуже сумнівною. Зразок відсутній, опис матеріалу не оригінальний, а повністю скопійований з монографії А.А. Ячевського (Jaczewski, 1927). Наявність виду в Україні не підтверджена жодною додатковою його знахідкою. Нам відомо декілька випадків, коли *Acer tataricum* L. помилково визначали як шовковицю. Очевидно, так сталося і при визначенні цього гриба. Найвірогідніше, що невідомі дослідники, які подали інформацію авторам визначника, мали справу не із загадковим *E. mori*, а зі звичайним *Sawadadea tulasnei* (Fuckel) Homma, поширеним в Україні на клені татарському, і в якого верхівки придатків також закручені.

ДОТРИМАННЯ ЕТИЧНИХ НОРМ

Автор повідомляє про відсутність будь-якого конфлікту інтересів.

ORCID

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

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Abasova L.V., Aghayeva D.N., Takamatsu S. 2018. Notes on powdery mildews of the genus *Erysiphe* from Azerbaijan. *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, 8(1): 30–53. <https://doi.org/10.5943/cream/8/1/3>
- Akhundov T.M. 1979. *Mycoflora of the Nakhichevan ASSR*. Baku: Elm, 168 pp. [Ахундов Т.М. 1979. *Микофлора Нахичеванской АССР*. Баку: Элм, 168 с.]
- Ale-Agha N., Braun U., Feige B., Jage H. 2000. A new powdery mildew disease on *Aesculus* spp. introduced in Europe. *Cryptogamie, Mycologie*, 21(2): 89–92.
- 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.
- Amano (Hirata) K. 1986. *Host range and geographical distribution of the powdery mildew fungi*. Tokyo: Japan Scientific Societies Press, 741 p.
- Beenken L., Brodtbeck T. 2020. First record of *Erysiphe salmonii* causing powdery mildew on *Fraxinus ornus* in Switzerland. *New Disease Reports*, 42: 22. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2020.042.022>
- Benois Ch.A., Karpova-Benois E.I. 1973. *Parasitic fungi of Yakutia*. Novosibirsk: Nauka (Siberian branch), 336 pp. [Бенуа К.А., Карпова-Бенуа Е.И. 1973. *Паразитные грибы Якутии*. Новосибирск: Наука (Сибирское отделение), 336 с.]
- Blumer S. 1967. *Echte Mehltäupilze (Erysiphaceae). Ein Bestimmungsbuch für die in Europa vorkommenden Arten*. Jena: Gustav Fischer, 436 S.
- Bobyak H. 1907. Supplements to the mycology of Eastern Galicia. Fungi in the vicinity of Berezhany. *Zbirnyk matematychno-pryrodopysnolikarskoi sektiі 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.]

- Bolay A. 2000. L'oidium des marronniers envahit la Suisse. *Revue Suisse de Viticulture Arboriculture Horticulture*, 32(6): 311–313.
- Bolay A. 2013. Les champignons parasites des plantes vasculaires des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève. *Boissiera*, 66: 1–147.
- Bondarenko-Borisova I.V. 2009. The most common diseases of ornamental plants in the Donetsk Region and methods for their control. *Industrial botany*, 9: 204–212. [Бондаренко-Борисова И.В. 2009. Наиболее распространенные болезни декоративных растений в Донецкой области и методы их контроля. *Промышленная ботаника*, 9: 204–212.]
- Bondarenko-Borisova I.V., Bulgakov T.S. 2019. Dendrotrophic powdery mildews (*Erysiphaceae*) of Donetsk city agglomeration (Donetsk Region). *Industrial botany*, 19(1): 34–46. [Бондаренко-Борисова И.В., Булгаков Т.С. 2019. Дендротрофные мучнисторосяные грибы (*Erysiphaceae*) Донецкой городской агломерации (Донецкая область). *Промышленная ботаника*, 19(1): 34–46.]
- Bratus V.N. 1949. The main diseases of tree species of the Bakhchisarai forestry of the Crimean Region. In: *Trudy Kievskogo selskokhozyaystvennogo instituta*, 5: 270–279. [Братусь В.Н. 1949. Главнейшие болезни древесных пород Бахчисарайского лесхоза Крымской области. *Труды Киевского сельскохозяйственного института*, 5: 270–279.]
- Braun U. 1987. A monograph of the *Erysiphales* (powdery mildews). *Beihefte zur Nova Hedwigia*, 89: 1–700.
- Braun U., Cook R.T.A. 2012. Taxonomic manual of the *Erysiphales* (powdery mildews). Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 707 pp.
- Braun U., Takamatsu S., Heluta V., Limkaisang S., Divarangkoon R., Cook R., Boyle H. 2006. Phylogeny and taxonomy of powdery mildew fungi of *Erysiphe* sect. *Uncinula* on *Carpinus* species. *Mycological Progress*, 5(3): 139–153.
- Bresinsky A. 2016. Echte Mehltäupilze (*Erysiphales*) in Bayern — eine vorläufige Übersicht. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft*, 86: 163–212.
- Brglez A., Piškur B., Ogris N. 2023. First report of *Erysiphe salmonii* on *Fraxinus ornus* and *F. excelsior* in Slovenia. *New Disease Reports*, 47: e12159. <https://doi.org/10.1002/ndr2.12159>
- Bukhalo A.S. 1961. Mycological studies in the forests of the region of the middle part of the Vorskla River course. *Ukrainian Botanical Journal*, 18(1): 104–113. [Бухало А.С. 1961. Мікологічні дослідження в лісах району середньої течії р. Ворскли. *Український ботанічний журнал*, 18(1): 104–113.]
- Bulgakov T.S. 2018. Invasions of alien phytopathogenic fungi in the south of the European part of Russia in the 21st century: powdery mildew fungi on trees and shrubs. In: *X Chteniya pamyati O.A. Kataeva. Dendrobiontnye bespozvonochnye zhivotnye i griby i ikh rol v lesnykh ekosistemakh, t. 2. Fitopatogennye griby, voprosy patologii i zashchity lesa: materialy mezhdunarodnoy konferentsii (Sankt-Peterburg, 22–25 oktyabrya 2018)*. Sankt-Peterburg: SPbGLTU, pp. 11–12. [Булгаков Т.С. 2018. Инвазии чужеродных фитопатогенных грибов на юге европейской части России в XXI веке: мучнисторосяные грибы на деревьях и кустарниках. В кн.: *Х Чтения памяти О.А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах, т. 2. Фитопатогенные грибы, вопросы патологии и защиты леса: материалы международной конференции (Санкт-Петербург, 22–25 октября 2018)*. Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, с. 11–12.]
- Bunkina I.A. 1978. *Powdery mildew fungi (family Erysiphaceae) of the Far East*. Vladivostok: Far Eastern State University, 150 pp. (Manuscript deposited in VINITI on February 20, 1978, No. 581-78 Dep.) [Бункина И.А. 1978. *Мучнисторосяные грибы (сем. Erysiphaceae) Дальнего Востока*. Владивосток: Дальневосточный государственный университет, 150 с. (Рукопись деп. в ВИНТИ 20 февр. 1978 г., N 581-78 Деп.)]
- Burakova I.Yu., Gureev A.P., Amineva E.Yu., Rzhavsky S.G., Popov V.N. 2022. Analysis of sequencing chromatograms for the identification of ash fungal pathogens in the territory of Voronezh. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*, 22(2): 214–223. [Буракова И.Ю., Гуреев А.П., Аминев Е.Ю., Ржевский С.Г., Попов В.Н. 2022. Анализ хроматограмм секвенирования для идентификации грибковых патогенов ясеня на территории г. Воронежа. *Сорбционные и хроматографические процессы*, 22(2): 214–223.]
- Burdyukova 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 komplekсы Chernomorskogo gosudarstvennogo biosfernogo zapovednika*. Kyiv: 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.]
- Chen G.-q., Han S.-j., Lai Y.-q., Yu Y.-n., Zheng R.-y. 1987. *Flora Fungorum Sinicorum*. Vol. 1. *Erysiphales*. China: Science Press, 552 pp.
- Chinan V.-C. 2019. First report of *Erysiphe kenjiana* causing powdery mildew of elm in Romania. *Forest Pathology*, 49(6): e12548. <https://doi.org/10.1111/efp.12548>
- Chinan V.-C., Dascălu M.M. 2021. First report of *Erysiphe salmonii* causing powdery mildew on *Fraxinus excelsior* in Romania. *Journal of Plant Disease and Protection*, [Preprint] [Accessed 5 October 2021] <https://doi.org/10.1007/s41348-021-00519-x>
- Chinan V.-C., Dascălu M.M. 2022. First report of *Erysiphe salmonii* causing powdery mildew on *Fraxinus excelsior* in Romania. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129: 193–196. <https://doi.org/10.1007/s41348-021-00519-x>
- Chinan V.-C., Mânzu C.C. 2021. First report of *Erysiphe arcuata* on *Carpinus betulus* in Romania. *Journal of Plant Pathology*, 103: 405. <https://doi.org/10.1007/s42161-020-00739-4>

- Darsaraei H., Khodaparast S.A., Mousanejad S., Asgari B., Aliabadi F., Sajedi S. 2021a. A taxonomic revision of *Erysiphe* sect. *Uncinula* (Erysiphaceae, Helotiales) in Iran. *Mycologia Iranica*, 8(2): 51–65. <https://doi.org/10.22092/MI.2022.358858.1218>
- Darsaraei H., Khodaparast S.A., Takamatsu S., Abbasi M., Asgari B., Sajedi S., Götz M., Liu S.-Y., Feng J., Bradshaw M., Bulgakov T., Braun U. 2021b. Phylogeny and taxonomy of the *Erysiphe adunca* complex (Erysiphaceae, Helotiales) on poplars and willows. *Mycological Progress*, 20: 517–537. <https://doi.org/10.1007/s11557-021-01688-7>
- Denchev C.M. 2008. New records of fungi, fungus-like organisms, and slime moulds from Europe and Asia: 1–6. *Mycologia Balcanica*, 5: 93–96.
- Didukh Ya.P., Shelyag-Sosonko Yu.R. 2003. Geobotanical zoning of Ukraine and adjusting territories. *Ukrainian Botanical Journal*, 60(1): 6–17. [Дідух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. 2003. Геоботанічне районування України та суміжних територій. *Український ботанічний журнал*, 60(1): 6–17.]
- Dmytruk Yu. 2013. Powdery mildew fungi on woody plants and green spaces of the city of Mykolaiv. In: *Molod i postup biologii: zbirnyk tez VIII Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii studentiv i aspirantiv (16–19 kvitnya 2013, Lviv)*. Lviv, 2013, pp. 114–115 [Дмитрук Ю. 2013. Борющисторосяні гриби на деревних рослинах у зелених насадженнях міста Миколаєва. У зб.: *Молодь і поступ біології: збірник тез VIII Міжнародної наукової конференції студентів і аспірантів (16–19 квітня 2013, Львів)*. Львів, 2013, с. 114–115.]
- Dubach V., Beenken L., Bader M., Odermatt O., Stroheker S., Hölling D., Vögtli I., Augustinus B.A., Queloz V. 2021. Waldschutzüberblick 2020. *WSL Berichte*, 107: 1–57.
- Dudka I.O., Heluta V.P., Andrianova T.V., Hayova V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Prydiuk M.P., Holubtsova Yu.I., Kryvomaz T.I., Dzhanagan V.V., Leontyev D.V., Akulov O.Yu., Syvokon O.V. 2009a. *Fungi of reserves and national nature parks of the Left Bank of Ukraine*. Vol. 2. Kyiv: Aristey, 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., Леонт'єв 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., Prydiuk M.P., Holubtsova Yu.I., Andrianova T.V., Karpenko K.K. 2009b. *Fungi and fungi-like organisms of the Desniansko-Starohutskyi National Nature Park*. Sumy: Universtyetska knyha, 223 pp. [Дудка І.О., Придюк М.П., Голубцова Ю.І., Андріанова Т.В., Карпенко К.К. 2009б. *Гриби та грибоподібні організми Національного природного парку "Деснянсько-Старогутський"*. Суми: Університетська книга, 223 с.]
- Dudka I.O., Heluta V.P., Prydiuk M.P., Tykhonenko Yu.Ya., Akulov O.Yu., Hayova V.P., Zyкова M.O., Andrianova T.V., Dzhanagan V.V., Shcherbakova Yu.V. 2019. *Fungi of reserves and national nature 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., Андріанова Т.В., Джаган В.В., Щербакова Ю.В. 2019. *Гриби заповідників і національних природних парків Українських Карпат*. Київ: Наукова думка, 215 с.]
- Dudka I.O., Heluta V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Andrianova T.V., Hayova V.P., Prydiuk M.P., Dzhanagan V.V., Isikov V.P. 2004. *Fungi of nature zones of Crimea*. Kyiv: Fitosociocentr, 452 pp. [Дудка І.О., Гелюта В.П., Тихоненко Ю.Я., Андріанова Т.В., Гайова В.П., Придюк М.П., Джаган В.В., Ісіков В.П. 2004. *Гриби природних зон Криму*. Київ: Фітосоціоцентр, 452 с.]
- Dzhanagan V.V., Prudenko M.M., Heluta V.P. 2008. *Fungi of the Kaniv Nature Reserve*. Kyiv: Kyivskyi universytet, 271 pp. [Джаган В.В., Пруденко М.М., Гелюта В.П. 2008. *Гриби Канівського природного заповідника*. Київ: Київський університет, 271 с.]
- Fakirova V.I. 1991. *Fungi of Bulgaria*. Vol. 1. *Erysiphales*. Sofia: Publishing House of the Bulgarian Academy of Sciences, 154 pp. [Факирова В.І. 1991. *Гриби в България*. Том 1. *Разред Erysiphales*. София: Изд-во на Българската академия на науките, 154 с.]
- Farr D.F., Bills F.G., Chamuris G.P., Rossman E.Y. 1989. *Fungi on plants and plant products in the United States*. St. Paul: APS Press, 1252 pp.
- Ganeshin S.S., Bondartseva-Monteverde V.N. 1922. To the mycological flora of the Poltava Province. Fungi collected by S.S. Ganeshin in 1916–1917 and identified by V.N. Bondartseva-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. Ганешиным в 1916–1917 гг. и обработанные В.Н. Бондарцевой-Монтеверде. *Материалы по микологическому обследованию России*, 5(4): 1–32.]
- Garopenko N.I., Akhmedova F.G., Ramazanova S.S., Sagdullaeva M.Sh., Kirgizbaeva Kh.M. 1983. *Flora of fungi of Uzbekistan*. Vol. 1. *Powdery mildew fungi*. Tashkent: FAN, 362 p. [Гапоненко Н.И., Ахмедова Ф.Г., Рамазанова С.С., Сагдуллаева М.Ш., Киргизбаева Х.М. 1983. *Флора грибов Узбекистана*. Т.1. *Мучнисторосяные грибы*. Ташкент: ФАН, 362 с.]
- 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 trimestriel de la Société Mycologique de France*, 39(4): 227–260.
- Golovin P.N. 1949. *Mycoflora of Central Asia*. Vol. 1. *Powdery mildew fungi*. Tashkent: Publishing house of the Academy of Sciences of the Uzbek SSR, 145 p. [Головин П.Н. 1949. *Микофлора Средней Азии*. Том 1. *Мучнисторосяные грибы*. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 145 с.]

- Golubkov A. 1916. Materials on the mycological flora of the Kherson province. *Materialy po mykologicheskomu 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. Obligate-parasitic mycobiota of plants in the Tash-Dzhargan tract (Crimea, Ukraine). In: *Biologichni doslidzhennya — 2014: Zbirnyk naukovykh prats V Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh uchenykh i studentiv (Zhytomir, 4–5 bereznya 2014)*. Zhytomir: Vydavnytstvo ZhDU im. I. Franka, pp. 34–38. [Горковенко А.А., Просяникова И.Б. 2014. Обязатно-паразитическая микобиота растений урочища Таш-Джарган (Крым, Украина). В зб.: *Біологічні дослідження — 2014: Збірник наукових праць V Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів (Житомир, 4–5 березня 2014)*. Житомир: Видавництво ЖДУ ім. І. Франка, с. 34–38.]
- Gorlenko M.V. 1983. *Powdery mildew fungi of the Moscow region. Family Erysiphaceae*. Moscow: Moscow State University Publishing House, 73 p. [Горленко М.В. 1983. Мучнисторосяные грибы Московской области. Семейство Erysiphaceae. Москва: Изд-во МГУ, 73 с.]
- Goychuk A.F., Kulbanska I.M. 2014. Etiology of common ash diseases in Podolia, Ukraine. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya Lisivnytstvo ta dekoratyvne sadivnytstvo*, 198(1): 221–227. [Goychuk A.F., Kulbanska I.M. 2014. Etiology of common ash diseases in Podolia, Ukraine. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія Лісівництво та декоративне садівництво*, 198(1): 221–227.]
- Grigaliūnaitė B. 1990. *Powdery mildew fungi of Latvia*. Vilnius: Mokslas, 88 p. [Тригальюнайте Б. 1990. Мучнисторосяные грибы Латвии. Вильнюс: Мокслас, 88 с.]
- Gutsevich S.A. 1959. History of the study of the fungal flora of Crimea. *Vestnik Leningradskogo universiteta. Seriya biologii*, 15(3): 56–65. [Гуцевич С.А. 1959. История изучения флоры грибов Крыма. *Вестник Ленинградского университета. Серия биологии*, 15(3): 56–65.]
- Havrylo O.I. 1999. Powdery mildew fungi (Erysiphales) of the northern part of the Kharkiv Forest Steppe. *Ukrainian Botanical Journal*, 56(4): 434–440. [Гаврило О.І. 1999. Борошнисторосяні гриби (Erysiphales) північної частини Харківського Лісостепу. *Український ботанічний журнал*, 56(4): 434–440.]
- Heluta V.P. 1984. Powdery mildew fungi (Erysiphaceae) of the Yalta Mountain-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 борошнисторосяних грибів (Erysiphaceae) Карадагського державного заповідника. *Український ботанічний журнал*, 42(5): 36–39.]
- Heluta V.P. 1989. *Flora of fungi of Ukraine. Powdery mildew fungi*. Kyiv: Naukova Dumka, 256 pp. [Гелюта В.П. 1989. *Флора грибів України. Мучнисторосяные грибы*. Киев: Наукова думка, 256 с.]
- Heluta V.P. 1995. Species composition of powdery mildew fungi of the Central Polissia 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. 1998. Powdery mildew fungi (Erysiphales) of the Carpathian Biosphere Reserve. *Ukrainian Botanical Journal*, 55(1): 66–74. [Гелюта В.П. 1998а. Борошнисторосяні гриби (порядок Erysiphales) Карпатського біосферного заповідника. *Український ботанічний журнал*, 55(1): 66–74.]
- 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. 1999а. 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. 1999б. Борошнисторосяні гриби (Erysiphales) Південного берега Криму. *Український ботанічний журнал*, 56(5): 478–483.]
- Heluta V.P. 2000. Powdery mildew fungi (Erysiphales) of the Mountain Crimea. 2000. *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. 2005. Powdery mildew fungi (Erysiphales) of the Luhansk Nature Reserve. In: *Zbirnyk naukovykh prats Luhanskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya Biologichni nauky. Spetsialnyi vypusk "Bioriznomanitnist Luhanskoho pryrodnoho zapovidnyka NAN Ukrainy"*, 56(79): 93–109. [Гелюта В.П. 2005. Борошнисторосяні 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. 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 борошнисторосяних 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. 2023a. A critical revision of the powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) of Ukraine: *Erysiphe* sect. *Erysiphe*. *Ukrainian Botanical Journal*, 80(1): 21–63. [Гелюта В.П. 2023a. Критичний перегляд видового складу борошністоросяних грибів (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) України: *Erysiphe* sect. *Erysiphe*. *Український ботанічний журнал*, 80(1): 21–63.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.01.021>
- Heluta V.P. 2023b. A critical revision of the powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) of Ukraine: *Erysiphe* sect. *Microsphaera*. *Ukrainian Botanical Journal*, 80(3): 199–250. [Гелюта В.П. 2023b. Критичний перегляд видового складу борошністоросяних грибів (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) України: *Erysiphe* sect. *Microsphaera*. *Український ботанічний журнал*, 80(3): 199–250.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.03.199>
- Heluta V.P., Anishchenko I.M. 2021. Powdery mildew fungi (*Erysiphales*, *Ascomycota*) of the Western Polissia of Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 78(6): 381–398. [Гелюта В.П., Аніщенко І.М. 2021. Борошністоросяні гриби (*Erysiphales*, *Ascomycota*) Західного Полісся України. *Український ботанічний журнал*, 78(6): 381–398.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj78.06.381>
- 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. Борошністоросяні гриби Державного Нікітського ботанічного саду. *Український ботанічний журнал*, 48(4): 68–71.]
- Heluta V.P., Voytyuk S.O. 2004. *Uncinula flexuosa* Peck, a new species of powdery mildew fungus (*Erysiphales*) for Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 61(5): 17–25. [Гелюта В.П., Войтюк С.О. 2004. *Uncinula flexuosa* Peck — новий для України вид інвазійного борошністоросяного гриба (*Erysiphales*). *Український ботанічний журнал*, 61(5): 17–25.]
- Heluta V.P., Zakordonets O.A. 1989. Morphological features of *Uncinuliella prunastri* (DC.) Gel. *Ukrainian Botanical Journal*, 46(1): 70–73. [Гелюта В.П., Закордонєць О.А. 1989. Морфологічні особливості *Uncinuliella prunastri* (DC.) Gel. *Український ботанічний журнал*, 46(1): 70–73.]
- Heluta V.P., Hayova V.P., Tykhonenko Yu.Ya. 2016. Powdery mildews, xylophilic ascomycota and rust fungi of the 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. 2016. Борошністоросяні, ксилотрофні сумчасті та іржасті гриби Національного природного парку "Подільські Товтри". У 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 the 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.P., Merezko T.O., Smyk L.V. 1992. Micromycetes of the Askanian Dendrological Park. *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., Takamatsu S., Siahaan S.A.S. 2017. *Erysiphe salmonii* (*Erysiphales*, *Ascomycota*), another East Asian powdery mildew fungus introduced to Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 74(3): 212–219.
- Heluta V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Umanets O.Yu. 2007. Powdery mildew and rust fungi of the Volzhyn Forest (Black Sea Biosphere Reserve of the National Academy of Sciences of Ukraine). *Ukrainian Botanical Journal*, 64(5): 693–702. [Гелюта В.П., Тихоненко Ю.Я., Уманець О.Ю. 2007. Борошністоросяні та іржасті гриби Волижиного лісу (Чорноморський біосферний заповідник НАН України). *Український ботанічний журнал*, 64(5): 693–702.]
- Heluta V.P., Takamatsu S., Voytyuk S.O., Shiroya Y. 2009. *Erysiphe kenjiana* (*Erysiphales*), a new invasive fungus in Europe. *Mycological Progress*, 8: 367–375. <https://doi.org/10.1007/s11557-009-0610-8>
- Heluta V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Burdyukova 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.І., Дудка І.А. 1987. *Паразитные грибы степной зоны Украины*. Киев: Наукова думка, 279 с.]
- Heluta V.P., Hayova V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Malanyuk V.B., Slobodyan O.M. 2011. Fungi of the 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., Prydiuk M.P., Zykova M.O., Tykhonenko Yu.Ya., Shevchenko M.V., Akulov O.Yu., Mnyukh O.V. 2019. Fungi of the 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.]
- 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., Mikhailyuk T.I., Petlovanyi O.A., Khymyn M.V., Tsarenko P.M. 2001. *Lyubche tract. 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., Петльований

- О.А., Химин М.В., Царенко П.М. 2001. Заказник "Любче". Природні умови, біорізноманітність, збереження та управління. Київ, 224 с.]
- Henricot B. 2009. Recently introduced diseases of ornamental plants. *The Plantsman*, December 2009: 216–223.
- Hirylovich I.S. 2016. *Powdery mildew fungi (order Erysiphales) of Belarus* [Electronic resource]. Minsk: BGU, 360 pp. [Гирилович И.С. 2016. Мучнисторосяные грибы (порядок Erysiphales) Беларуси [Электронный ресурс]. Минск: БГУ, 360 с.]
- Hirylovich I.S., Lemeza N.A. 2008. Fungi of the order *Erysiphales* in the Minsk Upland. In: *Modern Mycology in Russia*. Vol. 2. *Proceedings of the 2nd Congress of Mycologists of Russia*. Moscow: National Academy of Mycology, pp. 58–59. [Гирилович И.С., Лемеза Н.А. 2008. Грибы порядка *Erysiphales* на территории Минской возвышенности. В сб.: *Современная микология в России*. Т. 2. *Материалы 2-го Съезда микологов России*. Москва: Национальная академия микологии, с. 58–59.]
- Hleb R., Heluta V., Vysotska O., Bezsmertna O., Merlenko N., Gerasymchuk G., Derkach V., Babytskiy A. 2023. Fungi and fungi-like organisms of the Kiverts National Nature Park "Tsumanska Pushcha". *Plant Introduction*, 97/98: 3–17. <https://doi.org/10.46341/PI2022014>
- Hofbauer W.K., Braun U. 2023. New discoveries of powdery mildew species from Austria and Italy. *Schlechtendalia*, 40: 272–277.
- Holubtsova Yu.I. 2008. *Phytotrophic micromycetes of the northeastern part of Ukraine*. Sumy: SumDPU im. A.S. Makarenka, 188 p. [Голубцова Ю.И. 2008. Фітотрофні мікроміцети північно-східної частини України. Суми: СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 188 с.]
- Hrodzinska V.P. 1928. Materials for the mycoflora of Bila Tserkva district. *Trudy Bilotserkivskoho krajeznavchoho tovarystva*, 4. [Гродзінська В.П. 1928. Матеріали до грибної флори Білоцерківщини. Труды Білоцерківського краєзнавчого товариства, 4.]
- Isikov V.P. 1977. Phytopathogenic fungi on trees and shrubs in steppe Crimea. *Ukrainian Botanical Journal*, 34(4): 417–420. [Исиков В.П. 1977. Фітопатогенні гриби на деревах та чагарниках у степовому Криму. Український ботанічний журнал, 34(4): 417–420.]
- Jaczewski A.A. 1910a. *Plant Diseases*. Vol. 1. Saint Petersburg, 450 pp. [Ячевский А.А. *Болезни растений*. Т. 1. Санкт-Петербург, 450 с.]
- Jaczewski A.A. 1910b. *Yearbook of information about diseases and injuries of cultivated and wild plants*. 5th year — 1909. Saint Petersburg, 259 pp. [Ячевский А.А. 1910b. Ежегодник сведений о болезнях и повреждениях культурных и дикорастущих растений. 5-й год. — 1909. Санкт-Петербург, 259 с.]
- Jaczewski A.A. 1917. *Yearbook of information about diseases and injuries of cultivated and wild plants*. 7th–8th years. — 1911–1912. Saint Petersburg, 463 pp. [Ячевский А.А. Ежегодник сведений о болезнях и повреждениях культурных и дикорастущих растений. 7–8-й годы. — 1911–1912. Санкт-Петербург, 463 с.]
- Jaczewski A.A. 1927. *Fungi Pocket Guide*. Issue 2. *Powdery mildew fungi*. Leningrad, 1927, 626 pp. [Ячевский А.А. 1927. Карманный определитель грибов. Выпуск 2. Мучнисто-росяные грибы. Ленинград, 1927, 626 с.]
- Jage H., Klenke F., Kummer V. 2010. Neufunde und bemerkenswerte Bestatigungen von phytoparasitischen Kleinpilzen in Deutschland — *Erysiphales* (Echte Mehltauipilze). *Schlechtendalia*, 21: 1–141.
- Jones D.R., Baker R.H.A. 2007. Introductions of non-native plant pathogens into Great Britain, 1970–2004. *Plant Pathology*, 56: 891–910. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01619.x>
- Junell L. 1967. *Erysiphaceae* of Sweden. *Symbolae Botanicae Upsalienses*, 19(1): 1–117.
- Khandyuk T.V. 2020. *Micromycetes of the city of Buryn and its surroundings*. Qualification work for obtaining a master's degree. Sumy: A.S. Makarenko Sumy State Pedagogical University, 109 pp. [Хандюк Т.В. 2020. Мікроміцети м. Буринь та його околиць. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра. Суми: Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, 109 с.]
- Khandyuk T.V., Velychko N.V. 2020. *Ascomycota* of the left bank of the Seim River (Sumy Region). In: *Modern achievements of nature sciences: materials of the All-Ukrainian student scientific and practical conference (for young scientists, students, master's students, postgraduate students) (April 29–30, 2020, Poltava)*. Poltava: V.G. Korolenko Poltava National Pedagogical University, p. 284–287. [Хандюк Т.В., Величко Н.В. 2020. Сумчасті гриби (*Ascomycota*) лівобережжя річки Сейм (Сумська область). У зб.: *Сучасні досягнення природничих наук: матеріали Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції (для молодих науковців, студентів, магістрантів, аспірантів) (29–30 квітня 2020 р., Полтава)*. Полтава: Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка, с. 284–287.]
- Kharkevych H.S. 1949. Materials for the mycoflora of the botanical garden of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. *Studentski naukovі pratsi, Kyivskiyi 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. Materials for the mycoflora of the Stalin Region. *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.]
- Korytnianska V.G., Popova O.M. 2014. Obligate-parasitic phytotrophic fungi of the Danube Biosphere Reserve of the National Academy of Sciences 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.]
- Korytnianska V.H., Popova O.M., Drabyniuk H.V. 2014a. Powdery mildew and rust fungi of the Bug Gard National Nature Park. *Chornomorski Botanical Journal*, 10(4): 488–498. [Коритнянська В.Г., Попова О.М., Драбинюк Г.В. 2014а. Борошністороссяні та іржаві 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. 2014б. 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 botanical garden of I.I. Mechnikov Odessa National University. *Chornomorski Botanical Journal*, 6(2): 259–264. [Коритнянська В.Г., Ткаченко Ф.П., Товстуха Н.І., Русанов В.А. 2010. Борошністороссяні гриби (*Erysiphales*) ботанічного саду Одеського національного університету імені І.І. Мечникова. *Чорноморський ботанічний журнал*, 6(2): 259–264.]
- Korytnianska V.G., Tovstukha N.I. 2010. On the spread of *Erysiphe flexuosa* (Peck) U. Braun et Takam., the causative agent of powdery mildew of horse chestnut in Ukraine. *Ahrarnyi visnyk Prychornomor'ya*, 52: 1–7. [Коритнянська В.Г., Товстуха Н.І. 2010. До поширення *Erysiphe flexuosa* (Peck) U. Braun et Takam. — збудника борошністої роси гіркокаштану звичайного в Україні. *Аграрний вісник Причорномор'я*, 52: 1–7.]
- Korytnianska V.G., Tovstukha N.I., Popova O.M. 2012. Obligate-parasitic phytotrophic fungi of some parks and squares of the city of Odessa. *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.]
- Kravchuk E.A., Prosyannikova I.B. 2013. The parasitic phytotrophic mycobiota of a nature monument of national importance "Agarmyshsky forest" (Crimea, Ukraine). In: *Aktualni problemy botaniky ta ekolohii. Materialy mizhnarodnoi konferentsii molodykh uchenykh (Shcholkine, 18–22 chervnya 2013)*. Kyiv: Fitosotsiotsentr, pp. 45–46. [Кравчук Е.А., Просьянникова І.Б. 2013. The parasitic phytotrophic mycobiota of a nature monument of national importance "Agarmyshsky forest" (Crimea, Ukraine). У зб.: *Актуальні проблеми ботаніки та екології. Матеріали міжнародної конференції молодих учених (Щолкіне, 18–22 червня 2013)*. Київ: Фітосоціоцентр, с. 45–46.]
- Kravchuk E.A., Prosyannikova I.B., Repetskaya A.I., Kadochnikova V.I. 2018. Phytotrophic parasitic mycobiota of the Agarmysh Forest nature monument (Republic of Crimea). *Ekosistemy*, 15(45): 41–48. [Кравчук Е.А., Просьянникова І.Б., Репецкая А.І., Кадочникова В.І. 2018. Фітотрофна паразитическая микобіота пам'ятника природи "Агармышский лес" (Республика Крым). *Экосистемы*, 15(45): 41–48.]
- Kravchuk E.A., Prosyannikova I.B., Repetskaya A.I., Kadochnikova V.I. 2019. Obligate-parasitic fungi of the Bakla regional nature monument, Republic of Crimea, Russia. *Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya*, 5[71](1): 74–84. [Кравчук Е.А., Просьянникова І.Б., Репецкая А.І., Кадочникова В.І. 2019. Облігатно-паразитные грибы регионального 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.
- Krupa J. 1889. Zapiski mykologiczne przewaznie z okolic Lwowa i z Karpat Stryjskich. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej*, 23: 141–169.
- Kruse J., Lotz-Winter H., Piepenbring M., Sandau H. 2020. Pilze im Botanischen Garten Frankfurt am Main — Beitrag zur Kenntnis der Artenvielfalt der Pilze und pilzähnlichen Organismen. *Zeitschrift für Mykologie*, 86(1): 37–76.
- Kryvoshey M.S. 1958. Fungal diseases of tree and shrub species of the Ternopil Region. *Ukrainian Botanical Journal*, 15(2): 81–87. [Кривошей М.С. 1958. Грибні хвороби деревних та чагарникових порід Тернопільської області. *Український ботанічний журнал*, 15(2): 81–87.]
- Kuzub V.V. 2000. Species diversity of phytotrophic ascomycetes of the Yalta Mountain-forest Nature Reserve. *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. Obligate-parasitic fungi (*Erysiphales* and *Uredinales*) of the Yalta Mountain-forest Nature Reserve. *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.]
- Lavitska Z.H. 1939. Materials for the flora of *Erysiphaceae* in the vicinity of Kyiv. *Kyivskiy derzhavnyi universytet im. T.H. Shevchenka. Studentski naukovyi 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. Materials for the distribution of species of the genus *Cicinnobolus* Ehrenb. in Kyiv Region. *Zbirnyk prats Kanivskoho bioheohrafichnogo zapovidnyka*, 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. The main parasitic fungi of the region of the Kaniv Biogeographical Reserve. *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.]
- Lemeza N.A., Hirylovich I.S., Dasko Ya.S. 2020. Phytopathogenic micromycetes in the city of Kalinkovichi. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*, 1: 55–60. [Лемеза Н.А., Гирилович И.С., Дасько Я.С. 2020. Фитопатогенные микромицеты на территории г. Калинковичи. *Журнал Белорусского государственного университета. Биология*, 1: 55–60.] <https://doi.org/10.33581/2521-1722-2020-1-55-60>
- Lemeza N.A., Hirylovich I.S., Yatsevich A.S. 2021. Phytopathogenic micromycetes in the city of Oshmyany. In: *Aktualnye problemy izucheniya i sokhraneniya fito- i mikrobioty. Materialy IV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, priurochennoy k 100-letiyu kafedry botaniki (Minsk, 31 maya 2021)*. Minsk: BGU, pp. 117–120. [Лемеза Н.А., Гирилович И.С., Яцевич А.С. 2021. Фитопатогенные микромицеты на территории города Ошмяны. В сб.: *Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микробиоты. Материалы IV международной научно-практической конференции, приуроченной к 100-летию кафедры ботаники (Минск, 31 мая 2021)*. Минск: БГУ, с. 117–120.]
- Luchnikova S.A. 2021. *Ascomycetes of the city of Sumy and its surroundings*. Qualification work for obtaining a bachelor's degree. Sumy: A.S. Makarenko Sumy State Pedagogical University, 45 pp. [Лучникова С.А. 2021. *Аскомицети м. Суми та його околиць*. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра. Суми: Сумський державний педагогічний університет ім. А.С. Макаренка, 45 с.]
- Lytvynenko Yu., Vakal A., Stepanets I. 2024. Phytopathogenic micromycetes of the botanical garden of A.S. Makarenko Sumy State Pedagogical University. *Slobzhanskyi naukovyi visnyk. Seriya Pryrodnychi nauky*, 2: 16–23. [Литвиненко Ю.І., Вакал А.П., Степанець І.М. 2024. Фітопатогенні мікромицети ботанічного саду Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка. *Слобожанський науковий вісник. Серія Природничі науки*, 2: 16–23.]
- Marchenko P.D. 1963. Materials for the flora of powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*) of the Soviet Carpathians and Transcarpathia. In: *Zbirnyk robot aspirantiv Lvivskoho derzhavnogo universytetu. Pryrodnychi nauky*. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoho universytetu, pp. 81–92. [Марченко П.Д. 1963. Матеріали до флори борошнисто-росяних грибів (*Erysiphaceae*) радянських Карпат та Закарпаття. У кн.: *Збірник робіт аспірантів Львівського державного університету. Природничі науки*. Львів: Видавництво Львівського університету, с. 81–92.]
- Molnár O., Seress D., Borostyán K., Pintye A., Németh M.Z. 2025. *Erysiphe kenjiana*: a newly arrived alien species causing powdery mildew on *Ulmus* trees in Hungary. *Journal of Plant Disease Protection*, 132: 56. <https://doi.org/10.1007/s41348-024-01053-2>
- Morochkovskiy S.F. 1953. Fungal diseases of tree and shrub species of the botanical park in Askania-Nova. *Ukrainian Botanical Journal*, 10(3): 62–66. [Морочковський С.Ф. 1953. Грибні хвороби деревних та чагарникових порід ботанічного парку в Асканія-Нова. *Ботанічний журнал АН УРСР*, 10(3): 62–66.]
- Morochkovskiy S.F. 1956a. Mycoflora of field protection forest plantations in the Siversky Dinets region. In: *XIII scientific session. Section of biology: abstracts of reports*. Kyiv: Kyiv University Publishing House, pp. 108–110. [Морочковський С.Ф. 1956a. Мікофлора ползахисних лісонасаджень в районі Сіверського Дінця. У зб.: *XIII наукова сесія. Секція біології: Тези доповідей*. Київ: Видавництво Київського університету, с. 108–110.]
- Morochkovskiy S.F. 1956b. Materials for the mycoflora of the Khomutovsky Steppe Reserve. *Ukrainian Botanical Journal*, 13(3): 74–86. [Морочковський С.Ф. 1956b. Матеріали до мікофлори заповідника Хомутовський степ. *Український ботанічний журнал*, 13(3): 74–86.]
- Morochkovskiy S.F., Zerova M.Ya., Lavitska Z.H., Smitska M.F. 1969. *Book on the identification of fungi of Ukraine*. Vol. 2. *Ascomycetes*. Kyiv: Naukova Dumka, 517 pp. [Морочковський С.Ф., Зерова М.Я., Лавітська З.Г., Сміцька М.Ф. 1969. *Визначник грибів України*. Т. 2. *Аскомицети*. Київ: Наукова думка, 517 с.]
- Muilenko W., Piątek M., Wołczańska A., Kozłowska M., Ruszkiewicz-Michalska M. 2010. Plant parasitic fungi introduced to Poland in modern times. Alien and invasive species. *Biological Invasions in Poland*, 1: 49–71.
- Namysłowski B. 1909. Zapiski grzyboznawcze z Krakowa, Gorlic i Czarnej Hory. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej*, 2: 3–30.
- Namysłowski B. 1910. Zapiski z wycieczek mycologicznych odbytych w r. 1907. *Kosmos*, 35: 1023–1031.
- Namysłowski B. 1914. Sluzowze i grzyby Galicji i Bukowiny. *Pamiętnik Fizyograficzny*, 22(4): 1–151.
- Pastirčáková K., Takamatsu S., Shiroya Y., Pastirčák M. 2008. European hornbeam powdery mildew *Erysiphe arcuata* in Slovakia. *Journal of Phytopathology*, 156: 597–601. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2008.01408.x>
- Paulech C. 1995. *Flóra Slovenska. X/1. Mycota (Huby). Ascomycetes (Vreckaté). Erysiphales (Múčnatkovatváre)*. Bratislava: VEDA, Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 294 pp.
- Piątek M. 2002. *Erysiphe flexuosa*, a new for Poland powdery mildew causing disease of *Aesculus hippocastanum*. *Phytopathologia polonica*, 24: 67–71.
- Pintye A., Molnár O., Soos A.Z., Seress D., Agoston J., Németh M.Z. 2024. Powdery mildew of ash trees caused by the non-native *Erysiphe salmonii* in Hungary. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 5 pp. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00854-1>
- Plantae non vasculares, fungi et bryopsida Orientis Extremi Sovietici. Fungi*. Vol. 2. *Ascomycetes. Erysiphales, Clavicipitales, Heliciales*. 1991. Leningrad: Nauka, 394 pp. [Низшие растения, грибы и мохообразные советского Дальнего Востока. *Грибы*. Т. 2. *Аскомицеты. Эризифальные, клавиципитальные, гелоциальные*. 1991. Ленинград: Наука, 394 с.]

- Popov G.V., Bondarenko-Borisova I.V. 2007. On the resistance of common horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) to pests and diseases in the South-East of Ukraine. *Industrial Botany*, 7: 252–258 [Попов Г.В., Бондаренко-Борисова И.В. 2007. Об устойчивости конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) к вредителям и болезням на Юго-Востоке Украины. *Промышленная ботаника*, 7: 252–258].
- Potebnia A.A. 1916. *Fungal parasites of higher plants in Kharkov and adjacent provinces*. Issue 2. *Ascomycetes*. Kharkov: Izdanie Kharkovskoy oblastnoy s.-kh.opytnoy stantsii, pp. 121–251. [Потебня А.А. 1916. *Грибные паразиты высших растений Харьковской и смежных губерний*. Вып. 2. *Сумчатые грибы*. Харьков: Издание Харьковской областной с.-х. опытной станции, с. 121–251.]
- Prosyannikova I.B., Ivakhnenko A.S. 2020. Inventory of the species composition of phytotrophic obligate-parasitic micromycetes of the Naukovyi landscape-recreational park of regional significance. *Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. 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. Биология. Химия*, 6[72](2): 182–194.]
- Prosyannikova I.B., Novikova T.M., Kravchuk E.A. 2016. Phytotrophic parasitic mycobiota of Ayu-Kaya mountain (Balaklava, Republic of Crimea). *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.]
- Prosyannikova I.B., Kravchuk E.A., Repetskaya A.I., Kadochnikova V.I. Inventory of the species composition of phytotrophic obligate-parasitic micromycetes of the Forest Oak Grove Levadki reserved tract. 2019. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii*, 228: 234–249. [Просьянникова И.Б., Кравчук Е.А., Репецкая А.И., Кадочникова В.И. 2019. Инвентаризация видового состава фитотрофных облигатно-паразитных микромицетов заповедного урочища "Лесная дубовая роща "Левадки". *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*, 228: 234–249.]
- Prudenko M.M., Dzhagan V.V. 2008. Long-term monitoring of fungi in the Kaniv Reserve. *Zapovidna sprava v Ukraini*, 14(2): 11–14. [Пруденко М.М., Джаган В.В. 2008. Багаторічний моніторинг грибів у Канівському заповіднику. *Заповідна справа в Україні*, 14(2): 11–14.]
- Prydiuk N.P. 2000. Ascomycetes of the Dnipro-Orel Nature Reserve. *Mikologiya i fitopatologiya*, 34(4): 1–9. [Придюк Н.П. 2000. Аскомицеты Днепровско-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.
- Raciborski M. 1910. *Mycotheca polonica* (Część II i III, NN 51–150). *Kosmos*, 25(7/9): 768–781.
- Radzievskiy H.G. 1952. Fungal diseases of tree and shrub species of the Izmail Region. *Botanichnyi zhurnal AN URSS [Ukrainian Botanical Journal]*, 9(3): 66–71. [Радзівський Г.Г. 1952. Грибні хвороби деревних і чагарникових порід Ізмаїльської області. *Ботанічний журнал АН УРСР*, 9(3): 66–71.]
- Ranković B.R. 2002. *Gljive reda Erysiphales i njihovi paraziti u Srbiji*. Kragujevac: Prirodno-matematički fakultet of University of Kragujevac, 156 pp.
- Rayevska I.O., Komaretska K.M. 1949. To the study of the mycoflora of the Kaniv Biogeographical Reserve. *Naukovi zapysky, Kyivskiy universytet*, 8(6): 51–62. [Раєвська І.О., Комарецька К.М. 1949. До вивчення мікофлори Канівського біогеографічного заповідника. *Наукові записки, Київський університет*, 8(6): 51–62.]
- Ruszkiewicz-Michalska M., Michalski M. 2005. Phytopathogenic micromycetes in Central Poland. I. *Peronosporales* and *Erysiphales*. *Acta Mycologica*, 40(2): 223–250.
- Sała B. 1985. *Flora Polska. Grzyby (Mycota)*. T. 15. *Workowce (Ascomycetes). Maczniakowe (Erysiphales)*. Warszawa; Kraków: Państwowe wydawnictwo naukowe, 248 pp.
- Sandu-Ville C. 1967. *Ciupercile Erysiphaceae din România*. Bucuresti: Editura Academiei Republicii Socialiste România, 358 pp.
- Schmidt A., Braun U. 2020. Asexual morphs of powdery mildew species (*Erysiphaceae*) — new and supplementary morphological descriptions and illustrations. *Schlechtendalia*, 37: 30–79.
- Sharma N.D., Khare C.P. 1995. *A check-list and selected bibliography of powdery mildew fungi of India*. Jabalpur: Department of Mycology and Plant Pathology J.N. Agriculture University, 204 pp.
- Shin H.D. 2000. *Erysiphaceae of Korea*. Suwon: National Institute of Agricultural Science and Technology, 320 pp.
- Shkurko T.M. 2021. *Phytotrophic fungi of the forest park zones of the city of Myrhorod and its surroundings*. Qualification work for obtaining a bachelor's degree. Sumy: A.S. Makarenko Sumy State Pedagogical University, 63 pp. [Шкурко Т.М. 2021. *Фітотрофні 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.]
- Shumakova A.A., Kotikova G.Sh. 1964. Mildew and oidium. *Trudy VNIIZRa*, 22: 347–350. [Шумакова А.А., Котикова Г.Ш. 1964. Мильдю и оидиум. *Труды ВНИИЗРА*, 22: 347–350.]
- Simonian S.A. 1996. *Mycoflora of Armenia*. VII. *Powdery mildew fungi of Armenia (Erysiphales)*. Yerevan: Publishing House of the Academy of Sciences of Armenia, 385 pp. [Симонян С.А. 1996. *Микофлора Арменії*. VII. *Мучнисторосяні гриби Арменії (пор. Erysiphales)*. Єреван: Издательство АН Арменії, 385 с.]

- Smitska M.F. 1955. Fungal diseases of tree and shrub species of beech forests of Zakarpattia Region. *Botanichnyi zhurnal AN USSR [Ukrainian Botanical Journal]*, 12(4): 87–92. [Сміцька М.Ф. 1955. Грибні хвороби деревних та чагарникових порід букових лісів Закарпатської області. *Ботанічний журнал АН УРСР*, 12(4): 87–92.]
- Solomakhina V.M. 1977. Micromycetes of biogeocenoses of the Kaniv Reserve. Message I. *Visnyk Kyivskoho universytetu. Seriya biologii*, 19: 115–117. [Соломахіна В.М. 1977. Мікроміцети біогеоценозів Канівського заповідника. Повідомлення I. *Вісник Київського університету. Серія біології*, 19: 115–117.]
- Solomakhina V.M., Prudenko M.N. 1998. Fungi (Mycobiota) of the Kaniv reserve. *Pratsi Kanivskoho zapovidnyka*, 11: 5–107. [Соломахіна В.М., Пруденко М.Н. 1998. Гриби (Мycobiota) Канівського заповідника. *Праці Канівського заповідника*, 11: 5–107.]
- Talgø V., Sundheim L., Gjørsum H., Herrero M., Suthaparan A., Toppe B., Stensvand A. 2011. Powdery mildews on ornamental trees and shrubs in Norway. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 5(1): 86–92.
- Tiupova T., Novgorodsky A. 2022. The first records of the powdery mildew fungus *Erysiphe arcuata* U. Braun, V.P. Heluta & S. Takam. in Ternopil region. In: *Materialy vseukrainskoi naukovoï konferentsii "Stan i bioriznomanittya ekosystem Shatskoho natsionalnoho pryrodnoho parku ta inshykh pryrodokhoronnykh terytorii" (Lviv, 8–11 veresnya 2022)*. Lviv: SPOLOM, pp. 134–135. [Тюпова Т., Новгородський А. 2022. Перші знахідки борошністоросяного гриба *Erysiphe arcuata* U. Braun, V.P. Heluta & S. Takam. в Тернопільській області. У зб.: *Матеріали всеукраїнської наукової конференції "Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку та інших природоохоронних територій" (Львів, 8–11 вересня 2022)*. Львів: СПОЛОМ, с. 134–135.]
- Tkachenko V.S., Didukh Ya.P., Genov A.P., Dudka I.O., Wassser S.P., Boyko M.F., Vetrova Z.I., Navrotska I.L., Partyka L.Ya., Heluta V.P., Smyk L.V., Tykhonenko Yu.Ya., Merezko T.O., Burdyukova L.I., Soldatova I.M. 1998. *Ukrainian Nature Steppe Reserve. 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.]
- Tselle M.O. 1925. *Fungal diseases of plants in the Kyiv Region in 1923–1924*. Kyiv: Kyivska stantsiya zakhystu roslyn vid shkidnykiv (STAZRO), 28 pp. [Целле М.О. 1925. *Грибні хвороби рослин на Київщині в 1923–24 рр.* 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. Борошністороссяні та іржаві гриби Природного заповідника "Горгани". *Український ботанічний журнал*, 68(6): 853–864.]
- Vajna L. 2006. Powdery mildew caused by *Erysiphe carpinicola* on *Carpinus betulus* in Hungary: the first European report. *Plant Pathology*, 55: 575–575. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01415.x>
- Vajna L. 2007. A gyertyán (*Carpinus betulus*) *Erysiphe arcuata* okozta lisztharthatbetegsége Magyarországon. *Novényvédelem*, 43(6): 227–230.
- Vasjagina M.P., Kuznetsova M.N., Pisareva N.F., Schwarzman S.R. 1961. *Flora of non-vascular plants of Kazakhstan*. Vol. 3. *Powdery mildew fungi*. Alma-Ata: Publishing house of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR, 460 pp. [Васягина М.П., Кузнецова М.Н., Писарева Н.Ф., Шварцман С.Р. 1961. *Флора споровых растений Казахстана*. Т. 3. *Мучнистороссяні гриби*. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 460 с.]
- Vasilyeva L.I. 1960. Materials for the flora of fungi of the southern coast of Crimea. *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.]
- Vasilyeva L.I., Mitrofanova O.V. 1974. The main diseases of ornamental shrubs of Crimea and measures to control them (methodological guidelines). Yalta: State Nikitsky Botanical Garden, 40 pp. [Васильева Л.И., Митрофанова О.В. 1974. *Главнейшие болезни декоративных кустарников Крыма и меры борьбы с ними (методические указания)*. Ялта: Государственный Никитский ботанический сад, 40 с.]
- Voglmayr H., Jaklitsch W.M., Kirisits T. 2021. First report of powdery mildew caused by *Erysiphe salmonii* on *Fraxinus excelsior* and *F. ornus* in Austria. *New Disease Reports*, 44: e12049. <https://doi.org/10.1002/ndr2.12049>
- Wolczańska A. 2007. First report of *Erysiphe carpinicola* s. l. (perfect state) in Poland. *Plant Pathology*, 56: 354. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01544.x>
- Wolczańska A., Mullen W. 2002. New collections of powdery mildews (*Erysiphales*) in Poland. *Polish Botanical Journal*, 47(2): 215–222.
- Wróblewski A. 1913. Przyczynek do znajomości grzybów Pokucia. I. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej*, 47: 147–178.
- 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 Fizjograficznej*, 49: 92–126.
- Yakovlyeva A.P. 2020. Ascomycetes of the valley of the Derna River (Trostanets district, Sumy Region). In: *Teoretychni ta prykladni aspekty doslidzhen z biologii, heohrafiï ta khimii: materialy III Vseukrainskoi naukovoï konferentsii studentiv ta molodykh uchennykh (Sumy, 30 kvitnya 2020)*. Sumy: FOP Tsioma S.P., pp. 63–67. [Яковлева А.П. 2020. Сумчасті гриби долини р. Дернова (Тростянецький район, Сумська область). *Теоретичні та прикладні аспекти досліджень*

- з біології, географії та хімії: матеріали III Всеукраїнської наукової конференції студентів та молодих учених (Суми, 30 квітня 2020). Суми: ФОП Цьома С.П., с. 63–67.]
- Yamaguchi Y., Meeboon J., Heluta V.P., Liu Sh., Feng J., Takamatsu S. 2021. Phylogeny and taxonomy of *Erysiphe* species (powdery mildew: *Erysiphaceae*) occurring on the ash trees (*Fraxinus* spp.). *Mycoscience*, 62: 115–123. <https://doi.org/10.47371/mycosci.2020.11.009>
- Zass E.K. 1968. Variability of morphological characters of conidia of the fungus *Uncinula necator* (Schw.) Burr. *Mikologiya i fitopatologiya*, 29(4): 279–284. [Засс Е.К. 1968. Изменчивость морфологических признаков конидий гриба *Uncinula necator* (Schw.) Burr. *Микология и фитопатология*, 29(4): 279–284.]
- Zimmermannová-Pastirčáková K., Adamska I., Błaszczowski J., Bolay A., Braun U. 2002. Epidemic spread of *Erysiphe flexuosa* (North American powdery mildew of horse-chestnut) in Europe. *Schlechtendalia*, 8: 39–45.
- Zimmermannová-Pastirčáková K., Pastirčák M. 2002. *Erysiphe flexuosa* — a new species of powdery mildew for Slovakia. *Biologia, Bratislava*, 57(4): 437–440.
- 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.

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

V.P. HELUTA

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

Abstract. This article continues a series of publications providing critical reviews of the species composition of powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*, *Helotiales*, *Ascomycota*) of Ukraine and their distribution patterns within the country. The article deals with species of *Erysiphe* sect. *Uncinula*. This section includes representatives of the genus having fruiting bodies with mostly simple appendages differentiated from the mycelium and ending in distinctly uncinately or even subhelical apices. In the article, a list of 11 species of sect. *Uncinula* recorded in Ukraine, their distribution by regions of Ukraine, as well as a key for identification are provided. The most common species frequently occurring in many regions of Ukraine are native *Erysiphe adunca* and *E. prunastri*. Some species, such as *E. arcuata*, *E. capreae*, *E. flexuosa*, *E. necator* and *E. ulmi*, were recorded much less often. *Erysiphe australiana*, *E. kenjiana* and *E. salmonii* found only in 1–4 regions are considered rare species. Most species of sect. *Uncinula* are alien in Ukraine, and were introduced relatively recently, within a century, or even during recent decades.

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



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.03.212>

RESEARCH ARTICLE

A fundamental shift in the distribution pattern of *Hermanssonia centrifuga* (Meruliaceae, Basidiomycota): new evidence from Ukraine

Ostap M. BOHOSLAVETS ^{1*} , Mariia V. SHEVCHENKO ¹ , Kateryna I. FEDOROVA ²,
Mykhailo I. FOMENKO ¹ , Mykola P. PRYDIUK ¹ 

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

² Tereshchenkivska Str., Kyiv 01601, Ukraine

² Facebook group "Fungi of Ukraine", Ukraine

* Author for correspondence: ostapbohoslavets@gmail.com

Abstract. We report the first Ukrainian records of *Hermanssonia centrifuga* (Meruliaceae) outside the Carpathian region. Traditionally, the species has been considered restricted to boreo-montane forest vegetation and climatic conditions. Its discovery in the plain part of the country highlights the recently reported fundamental change in the distribution pattern of the fungus. The importance of the records, ecology and taxonomy of the species are briefly discussed. We hypothesise that the species reached the northern part of Ukraine through the densely forested cross-border region of Polissia, and that the hemi-boreal primeval woodlands of the Białowieża Forest (Belarus, Poland) represent the most likely dispersal centre.

Keywords: citizen science, distribution, new records, *Phlebia* s. l., Polissia, *Polyporales*, wood-inhabiting fungi

Introduction

In recent years, Ukrainian mycology and biodiversity studies overall are becoming more and more reliant on observations made by non-professionals (Prylutskyi, Kapets, 2024). Amateur-collected data have already significantly contributed to the knowledge of the distribution of some legally protected species, revealing numerous localities which were unlikely to have been visited by a few professional mycologists in the country (Shevchenko et al., 2019, 2021; Heluta et al., 2022). These efforts are crucial

for the national biodiversity assessment and provide invaluable information about previously unknown biodiversity hotspots requiring legal protection (Peter et al., 2021; Prylutskyi, Kapets, 2024).

Despite the platform's technical limitations, the Facebook citizen science community "Fungi of Ukraine" ("Гриби України", <https://www.facebook.com/groups/1054204501266549/>) remains the primary source of amateur-collected locality data used for the majority of Ukrainian mycological publications (Prylutskyi, Kapets, 2024). This article continues a series of publications on the distribution

ARTICLE HISTORY. Submitted 18 April 2025. Revised 21 May 2026. Published 30 June 2026

CITATION. Bohoslavets O.M., Shevchenko M.V., Fedorova K.I., Fomenko M.I., Prydiuk M.P. 2026. A fundamental shift in the distribution pattern of *Hermanssonia centrifuga* (Meruliaceae, Basidiomycota): new evidence from Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 83(3): 212–222. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.03.212>

© M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, 2026

© Publisher PH "Akademperiodyka" of the NAS of Ukraine, 2026

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

patterns of noteworthy basidiomycetes (see Heluta, 2018, 2019; Heluta, Zykova, 2018, 2019; Heluta et al., 2019; Shevchenko et al., 2019, 2021; Popova, 2021; Prydiuk, Balahura, 2021; Makarenko, Heluta, 2023; Prydiuk, Fedorova, 2023; Hayova, 2024; Martyniuk et al., 2024; Prydiuk, Safina, 2024; Tkachenko, Prydiuk, 2026) and is another example of a fruitful collaboration between professional mycologists and the members of this community.

The diversity of the aphyllorphoroid fungi in Ukraine remains insufficiently studied, except for the small number of territories exposed to focused research. Undoubtedly, the City of Kyiv and its closest environs represent one of these relatively well-surveyed areas in the country. The earliest records of aphyllorphoroid fungi here date back to the second half of the 19th century (Valts, Rishavi, 1871) and have continued since then until today (Ivanenko, 2020; Heluta et al., 2024). According to the biogeographical zonation commonly applied in Ukrainian mycological publications (Heluta, 1989), the territory of the city is divided into four major regions: the Central (Right-Bank) Polissia, the Left-Bank Polissia, the Right-Bank Forest-Steppe and the Left-Bank Forest-Steppe. The heterogeneity of the natural conditions within this relatively small area is a premise of its high fungal diversity. Furthermore, the geographical proximity to leading centres of Ukrainian mycological research and well-developed logistical infrastructure make the city's urban forests convenient model areas for representing their entire biogeographical region. Over a century of mycological studies in Kyiv city forests has led to a relatively complete understanding of the composition of local species, especially regarding macrofungi that are recognisable in the field.

In this regard, the first record of *Hermanssonia centrifuga* (P. Karst.) Zmitr., a conspicuous and easily identifiable corticioid fungus (Eriksson et al., 1981; Bernicchia, Gorjón, 2010; Zíbarová, Pouska, 2020), in one of the city forests of Kyiv is most probably a sign of the change in the distribution pattern of this species rather than a result of insufficient surveying. Over the last decade, this rather typical species of the primeval and old-growth spruce-dominated forests has begun to spread into the lowland habitats in Central Europe (Tejklóvá, Zíbarová, 2020; Zíbarová, Pouska, 2020; Tejklóvá, Zíbarová, 2023; Zíbarová et al., 2024). The discovery of *H. centrifuga* in the plain part of Ukraine likewise appears, on a local scale, to reflect this recent expansion trend.

Hermanssonia, introduced as a monotypic genus in 2018, was named in honour of the Swedish mycologist J. Hermansson, who studied the diversity and taxonomy of various fungal groups in Northern Europe (Zmitrovich, 2018). Today, the genus is represented by two genetically and morphologically related species: *Hermanssonia centrifuga* (P. Karst.) Zmitr. and recently described *H. fimbriata* Z.B. Liu & Y.C. Dai (Liu et al., 2022).

Originally, *Hermanssonia centrifuga* was described as a species within *Phlebia* (as *P. centrifuga* P. Karst.) and is still regarded as a part of the genus by many researchers (Tejklóvá, Zíbarová, 2020; Komonen et al., 2021; Moor et al., 2021; Sum et al., 2024), as well as by the MycoBank database (<https://www.mycobank.org/>). Either way, the genera *Hermanssonia* and *Phlebia* are closely related and, along with non-poroid representatives of *Merulius*, *Mycoacia*, *Mycoaciella* and some other genera within *Meruliaceae*, are often referred to as the "phlebioid fungi" or *Phlebia* s. l. (Nakasone, Burdsall, 1984; Nakasone, 1997, 2002; Parmasto, Hallenberg, 2000; Bernicchia, Gorjón, 2010; Holec et al., 2015; Liu et al., 2022; Zhao et al., 2023). This paraphyletic group (Motato-Vásquez et al., 2022; Zhao et al., 2023) is characterised by gelatinous to corneous fruitbodies, palisade-like hymenium with densely arranged narrowly clavate basidia, hyaline thin-walled spores with no reaction in IKI, bipolar mating system and astatocoenocytic nuclear behaviour (Larsson et al., 2004; Bernicchia, Gorjón, 2010).

Based on the newly available records of *Hermanssonia centrifuga* in Ukraine, the present study aims to update its distribution pattern within the country and propose a hypothesis regarding the species' probable dispersal centre.

Materials and Methods

The specimen was discovered by K.I. Fedorova during a casual walk through the territory of the Darnytsia Forest Park Municipal Enterprise in Kyiv on 15 October 2024. After the discovery, the location was revisited, and the development of the fruitbody was carefully documented during several weeks. On 26 October 2024, the specimen was collected and dried at room temperature. Identity of the find was confirmed by both micromorphological examination and molecular analysis. The following year, on 14 November 2025, another locality was discovered by Dr. M.V. Shevchenko during the complex

biodiversity survey of the Ivankiv territorial community. Although the collected material unmistakably exhibited diagnostic characters of the species, the dried fruitbody turned out to be sterile due to contamination with a mycophilic fungus.

Microscopic structures of the fruitbodies were studied in 5% KOH solution. Spore sizes are given based on 20 measurements. Basidia sizes are provided based on 10 measurements. In the descriptions of the microscopic features, the following abbreviations are used: av. W = average width of basidiospores; av. L = average length of basidiospores; Q = length/width ratio of basidiospores; av. Q = average length/width ratio of basidiospores. Specimens are deposited in the Fungarium of the National Herbarium of Ukraine at the M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, Kyiv (KW-M).

The species was identified according to Hansen and Knudsen (1997), Bernicchia and Gorjón (2010). The scientific name is provided according to the *Index Fungorum* database (<https://www.index-fungorum.org/>). The maps (Figs 3, 4) were created using QGIS 3.28.0 software.

DNA extraction was performed using the Bio-core Spin-Food DNA-50 extraction kit (Biocore Technology, Ukraine). During lysis 4 µL of Proteinase K (Qiagen, Germany) were added to each sample immediately before use; after that samples were incubated at 55 °C for 3 hours. Other steps were performed following the manufacturer's instructions. The nrITS region was amplified using ITS1-F (Gardes, Bruns, 1993) and ITS4 (White et al., 1990) primers with DreamTaq Green PCR Master Mix 2X (Thermo Fisher Scientific Baltics, Lithuania) following the standard protocol (White et al., 1990). The PCR product was sequenced at Macrogen Europe (Amsterdam, the Netherlands). Species identification was confirmed by BLAST analysis against *GenBank* (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) and *UNITE* (<https://unite.ut.ee>) databases.

Results

Hermanssonia centrifuga (P. Karst.) Zmitr., *Folia Cryptog. Petropolitana* (Sankt-Peterburg) 6: 100. 2018 — Figs. 1, 2.

≡ *Phlebia centrifuga* P. Karst., *Meddn Soc. Fauna Flora fenn.* 6: 10. 1881.

GenBank accession number: PZ390507

Fruitbody thin, up to 3 mm thick, annual, resupinate, rubbery, waxy, forming irregular merging

patches on substrate. Hymenophore phlebioid, radially wrinkled at the early stages of development, but becomes tuberculate upon merging, white to cream-coloured; pinkish near the edge when young. With age, the fruitbody turns pale dirty orange to straw-coloured. Margin fimbriate, at first strikingly pinkish to lilac, becomes faded with age.

Hyphal system monomitic, hyphae densely interwoven and difficult to discern, 2–3 µm in diameter, clamped at all septa, thin-walled, hyaline. Hymenium without cystidia or any other sterile elements. Basidia 23–27 × 5–6 µm, narrow, 4-spored, basally clamped. Basidiospores (6.8–)7–9.4 × 2.5–3.2 µm, Q = 2.1–3.3, av. L = 7.97 µm, av. B = 3.11 µm, av. Q = 2.58; cylindrical, smooth, thin-walled, hyaline. No amyloid or dextrinoid reaction in hyphae, basidia or basidiospores.

Specimens examined: Kyiv City, Desnianskyi District, Darnytsia Forest Park Municipal Enterprise, Darnytsia forestry, quarter 41, Darnytsia river valley, N 50°29'09", E 30°37'09", 110 m a.s.l., human-influenced alluvial forest with *Acer platanoides* L., *A. negundo* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Betula* sp. and *Populus tremula* L., on the naturally fallen trunk of *Betula* sp., 26.10.2024 (KW-M71508), leg. K.I. Fedorova, det. O.M. Bohoslavets (Fig. 3); Kyiv Region, Vyshhorod District, Ivankiv territorial community, environs of Stanishivka village, Stolychnyi Forest Office Branch of the State Specialised Forest Enterprise "Forests of Ukraine", Ivankivske Forestry Management Unit, Obukhovychi forestry, quarter 16, Murava river terrace, N 50°56'23", E 29°43'38", 160 m a.s.l., mature human-influenced forest with *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L. and *Betula pendula* Roth., on the naturally fallen trunk of *Pinus sylvestris*, 14.11.2025 (KW-M71865), leg. et det. M.V. Shevchenko.

Other known localities: Ivano-Frankivsk Region, Nadvirna District, vicinity of the village of Zelena, Gorgany Nature Reserve, Ancient and Primeval Beech Forests of the Carpathians and Other Regions of Europe UNESCO World Heritage Site, Dzhurdzhynets stream valley, N 48°28'27", E 24°18'31", 1020 m a.s.l., primeval spruce forest in lower part of the forest belt on rich soil, on saw cut surface of naturally fallen trunk of *Picea abies* (L.) H. Karst. 46 cm in diameter, 07.10.2021 (KW-M71506), leg. et det. O.M. Bohoslavets; N 48°28'19", E 24°18'33", 1040 m a.s.l., on underside of fallen trunk of *Picea abies* 29 cm in diameter, 18.10.2022, not. O.M. Bohoslavets; N 48°28'36", E 24°18'11",



Fig. 1. Development of the fruitbodies of *Hermanssonia centrifuga* (KW-M71508). A: fruitbodies emerging as bright pink to lilac, small fimbriate patches on the substrate; B: individual patches growing radially; C: individual basidiomata starting to merge as they grow, the hymenophore displays a distinct radially wrinkled pattern; D: upon merging, the radial texture of the hymenophore becoming less evident with the margins getting paler; E: tuberculate hymenophore surface after incorporating the initially separate radially wrinkled fruitbodies; F: fruitbody turning pale dirty orange to straw-coloured with age, although a characteristic pinkish tint and radially structured parts of the hymenophore remain visible

1020 m a.s.l., on underside of fallen trunk of *Picea abies* 53 cm in diameter, 18.10.2022, not. O.M. Bohoslavets; outside the Ancient and Primeval Beech Forests of the Carpathians and Other Regions of

Europe UNESCO World Heritage Site, N 48°28'49", E 24°17'13", 815 m a.s.l., near-natural spruce forest in lower part of the forest belt on rich soil, on saw cut surface of fragment of naturally fallen trunk of

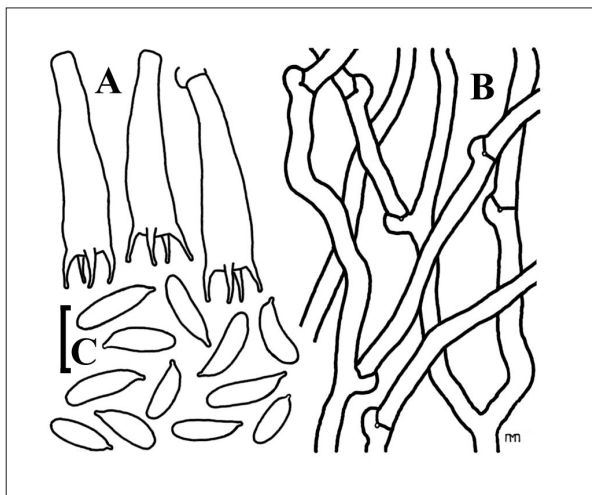


Fig. 2. Microscopic features of *Hermanssonia centrifuga* (KW-M71506). A: basidia; B: hyphae with clamps; C: spores. Bar: 10 μ m

Picea abies 30 cm in diameter, 30.09.2022, not. O.M. Bohoslavets; Kosiv District, vicinity of the village of Yavoriv, N 48°15'59", E 24°58'15", 660 m a.s.l., highly fragmented man-influenced spruce forest in lower part of the forest belt on rich soil, on saw cut surface of naturally fallen trunk of *Picea abies* 60 cm in diameter, 24.08.2022, not. O.M. Bohoslavets (Bohoslavets, Prydiuk, 2023). *Zakarpatska* (*Transcarpathian*) Region, Rakhiv District, vicinities of the village of Dilove, Bilyi Potik stream valley, October 1935 (PRM26184, PRM23688, PRM23690), leg. et det. A. Pilát; vicinities of the village of Kostylyvka, Lishchynka stream valley, August 1936 (PRM28595, PRM28662, PRM28723, PRM29017, PRM29052, PRM34351, PRM34352), leg. et det. A. Pilát; vicinities of the town of Rakhiv, August 1937 (PRM489124, PRM492071), leg. et det. A. Pilát; Berlebash stream valley, August 1937 (PRM488260, PRM488602, PRM488737, PRM488799, PRM497193), leg. et det. A. Pilát (Pilát, 1940); Tia-chiv District, vicinities of the village of Mala Uholka, Carpathian Biosphere Reserve, Uholka-Shyrokyy Luh protected massif, Ancient and Primeval Beech Forests of the Carpathians and Other Regions of Europe UNESCO World Heritage Site, primeval beech forest, N 48°15'48", E 23°37'06", 680 m a.s.l., 11.09.2013 (CWU(MYC)6742), leg. et det. O.V. Ordynets (Savchenko et al., 2024).

General distribution. Europe: Austria, Belarus, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Czech Republic, Estonia, Finland, France, Germany,

Greece, Italy, Latvia, Lithuania, North Macedonia, Norway, Poland, RF, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Ukraine (Eriksson et al., 1981; Hallenberg, 1984; Lanquetin, Meyer, 1991; Zervakis et al., 1998; Dämon, 2001; Wojewoda, 2003; Yurchenko, 2003; Bernicchia, Gorjón, 2010; Karadelev et al., 2018; Gross et al., 2020; GBIF, 2026–onward). Asia: Iran, Japan, Nepal, RF (Hjortstam, Ryvarden, 1984; Franzén et al., 2006; Hallenberg, 1981; GBIF, 2026–onward). North America: Canada, USA (Cooke, 1956; Hallenberg, 1984).

Discussion

Traditionally, the ecology of *Hermanssonia centrifuga* has been described as rather specialised, with a strong association with the old-growth boreo-montane spruce-dominated forests (Eriksson et al., 1981; Nordén, Larsson, 2000; Holec et al., 2015). Consequently, the species was regarded as a reliable indicator of the conservation value of such ecosystems (Kotiranta, Niemelä, 1993; Parmasto, Parmasto, 1997; Tortić, 1998; Dvořák et al., 2017). In terms of substrate specialization, *H. centrifuga* shows a clear preference for the coniferous deadwood, especially *Picea* spp. (Eriksson et al., 1981; Hansen, Knudsen, 1997; Dvořák et al., 2017), but is also known from wood of various angiosperms and gymnosperms (Cooke, 1956; Hallenberg, 1981, 1984; Tortić, 1998; Zervakis et al., 1998; Holec et al., 2015). These characteristics are consistent with all previous records of the fungus from the Ukrainian Carpathians (Pilát, 1940; Bohoslavets, Prydiuk, 2023; Savchenko et al., 2024), but do not align well with our finds of *H. centrifuga* in human-influenced forests of the nemoral zone.

The phenomenon of the recent spread of *Hermanssonia centrifuga* outside of well-preserved natural forests with *Picea* is well-documented in the Czech Republic and Slovakia (Tejklová, Zíbarová, 2020, 2023; Zíbarová, Pouska, 2020; Zíbarová et al., 2024). As a consequence, the conservation status of the species in the most recent edition of the Red List of Fungi (macromycetes) of the Czech Republic has changed from Endangered (Holec, Beran, 2006) to Least Concern (Zíbarová et al., 2024). Moreover, *H. centrifuga* is listed among the species, which have clearly become more widespread in the country, contrary to most fungi on the list, which have been reassessed based on a more comprehensive approach to the threat evaluation (Zíbarová et al., 2024).

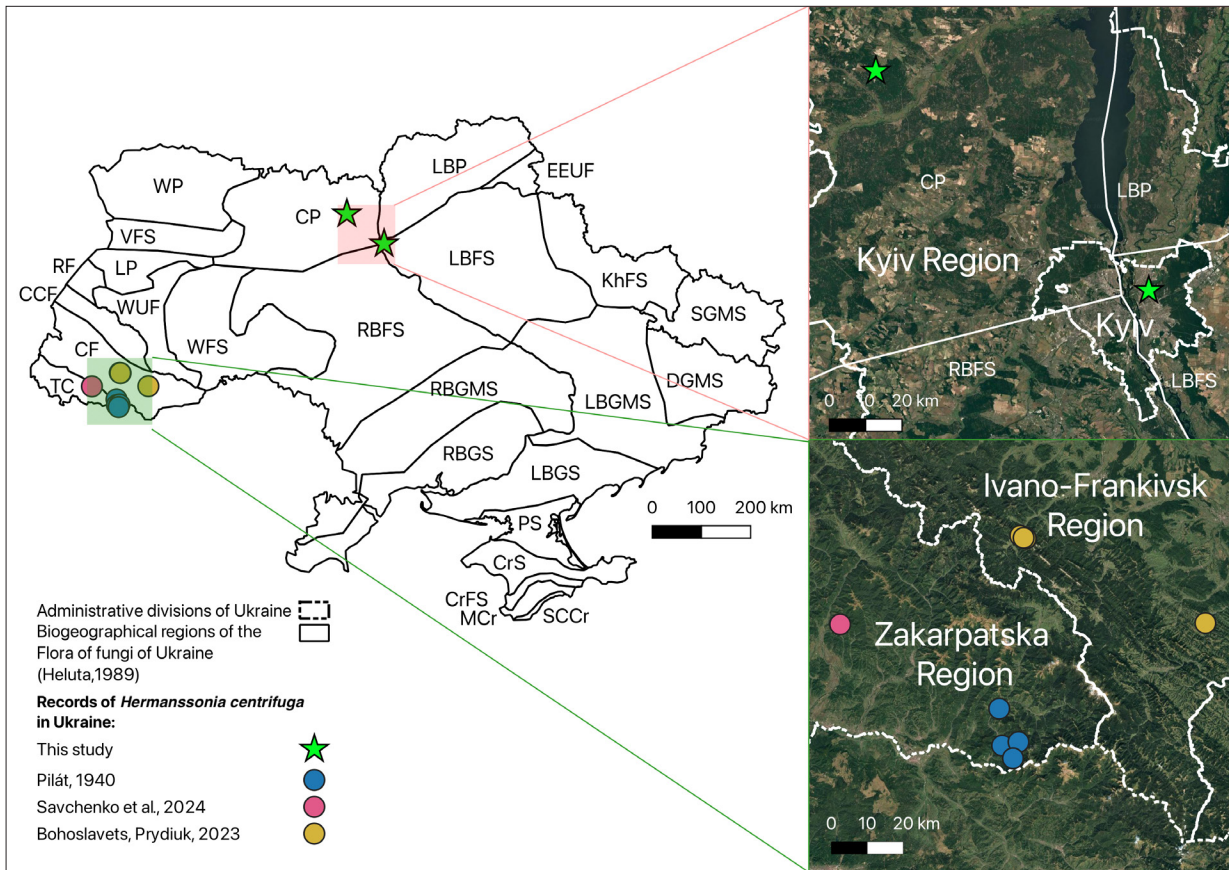


Fig. 3. Records of *Hermanssonia centrifuga* in Ukraine. Regions of the *Flora of Fungi of Ukraine* (Heluta, 1989) are given as follows: CF — Carpathian Forests, CP — Central (Right-Bank) Polissia, CCF — Cis-Carpathian Forests, CrFS — Crimean Forest-Steppe, CrS — Crimean Steppe, DGMS — Donetsk Grass-Meadow Steppe, EEUF — East European (Central Russian) Upland Forests, KhFS — Kharkiv Forest-Steppe, LBGMS — Left-Bank Grass-Meadow Steppe, LBGS — Left-Bank Grass Steppe, LBFS — Left-Bank Forest-Steppe, LBP — Left-Bank Polissia, LP — Lesser Polissia, MCr — Mountain Crimea, PS — Polynovyi (*Artemisia*) Steppe, RBGMS — Right-Bank Grass-Meadow Steppe, RBGS — Right-Bank Grass Steppe, RBFS — Right-Bank Forest-Steppe, RF — Roztochchia Forests, SCCr — South Coast of Crimea, SGMS — Starobilsk Grass-Meadow Steppe, TC — Transcarpathia, VFS — Volyn (Volhynian) Forest-Steppe, WFS — Western Forest-Steppe, WP — Western Polissia, WUF — Western Ukrainian Forests

The reasons for the shift in the distribution pattern of the fungus remain unclear. Tejklová and Zíbarová (2023) hypothesise that the recent emergence of some boreo-montane fungi in lowland habitats may be caused by changes in modern forestry (primarily concerning the increase in deadwood volume and shadiness in forest stands) and additionally facilitated by microclimate similarities between montane ravine ecosystems and lowland alluvial valleys. Dispersal peculiarities of *Hermanssonia centrifuga* could also contribute to the phenomenon. Nordén and Larsson (2000) have shown that basidiospore dissemination of the species is rather efficient, and it is unlikely that the distribution of the

fungus is limited by dispersal distance. As a result, there are prospects for the establishment of *H. centrifuga* in suitable habitats, including human-made forests with sufficient amounts of deadwood (Nordén, Larsson, 2000). It is worth noticing, however, that the transformed localities discussed in this article are not characterised by a significant amount of dead wood anyhow comparable to the old-growth boreo-montane forests.

However efficient the spore dispersal of the species might be, vitality and spread of airborne propagules are limited by solar radiation and temperature fluctuations, especially in the case of species with thin-walled hyaline basidiospores (Ingold,

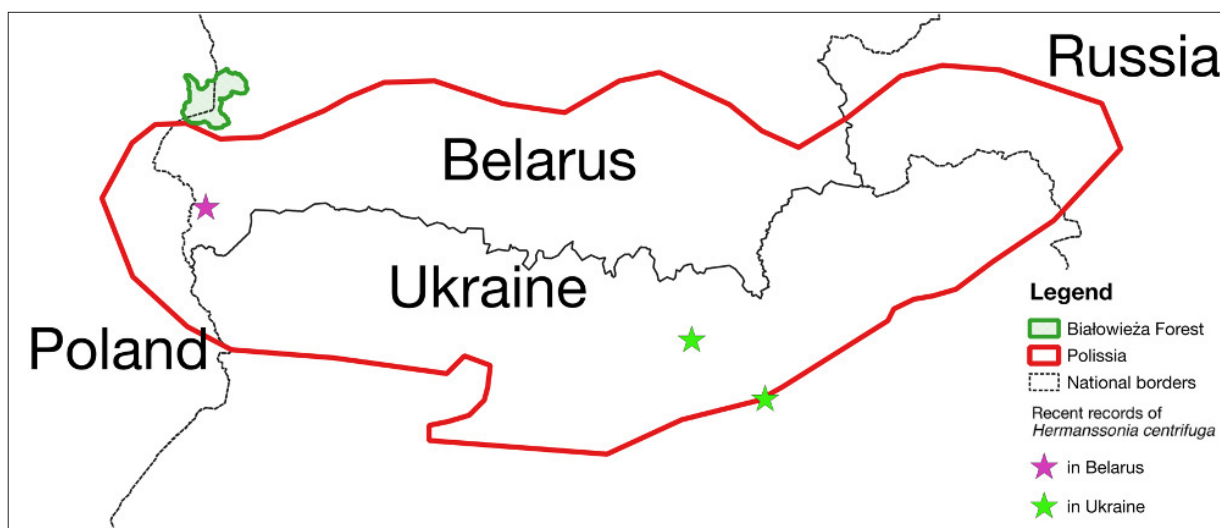


Fig. 4. Hypothetical spread of *Hermanssonia centrifuga* from the Białowieża Forest region through the Polissia region. The borders of Polissia are schematically given according to Barbarych (1977) and Dementyev et al. (1977)

1971; Norros et al., 2015). According to Nordén and Larsson (2000), basidiospore deposition is most efficient in the range of 100 m around a fruitbody of *Hermanssonia centrifuga*. As fruitbody formation in basidiomycetes requires somatogamy between two viable spores, the probability of such an encounter declines dramatically even with a moderate increase in distances from the nearest fruitbodies. Population genetic studies of *H. centrifuga* in the Northern Europe (Franzén et al., 2007) have shown the moderate genetic differentiation among populations inhabiting fragmented and isolated habitats, with the highest levels of divergence observed in populations located furthest from areas of continuous habitat. This differentiation is increased by the limited gene flow, enabling the genetic drift in the isolated populations.

Overall, the distribution of wood-inhabiting fungi is heavily reliant on habitat connectivity (Abrego et al., 2015), so it is very likely that the species has reached its newly discovered localities through a continuous biodiversity corridor, or at least through a near-continuous step-stone one.

The Darnytsia Forest Park Municipal Enterprise, where *Hermanssonia centrifuga* was first discovered in the plain part of Ukraine, is located in the north-westernmost part of the Left-Bank Forest-Steppe, immediately adjacent to the Left-Bank Polissia region (Fig. 3). The locality of the second record is likewise situated in the northern part of the country

(Central Polissia). Considering the presumed area of origin of the discovered populations, we hypothesise that the spread of the species has reached the region through the densely forested cross-border region of Polissia, rather than from its previously known habitats in the Ukrainian Carpathians, as such a dispersal route would require the species to traverse the heavily transformed and largely deforested forest-steppe terrains.

Polissia (also transliterated from several languages as Polissya, Polesie, Polesia, etc.) is a vast lowland area within the East European Plain, occupying mainly the river basin of the Prypiat River and parts of the catchment areas of the Western Bug, Desna and Dnipro rivers. It is stretching across the Ukrainian-Belarusian border, additionally occupying smaller adjacent parts of Poland and RF. Significant part of the region is covered with wetlands and nemoral forests, composed primarily of *Pinus sylvestris* and *Quercus robur* (Barbarych, 1977; Dementyev et al., 1977).

At the northern limits of the Belarusian and Polish parts of Polissia in the hemiboreal zone lays the Białowieża Forest—a cross-border UNESCO World Heritage site, protecting the largest remainder of the primeval forest once covering the European Plain (Fig. 4). This vast woodland is an important biodiversity hotspot and a refugium for many dead-wood-associated species confined to primeval forests (Holec et al., 2025). *Hermanssonia centrifuga*

is known from both Belarusian and Polish parts of the Białowieża Forest since the second half of the 20th century (Kamarova, 1965; Wojewoda, 2003; Yurchenko, 2003). In our opinion, local hemiboreal primeval forests might represent a dispersal centre, from which newly discovered populations from Northern Ukraine originate. A recent amateur record of *H. centrifuga* in the western part of Belarusian Polissia (<https://www.gbif.org/occurrence/6130368382>) may support our hypothesis.

We presume that, in the nearest future, the spread of *Hermanssonia centrifuga* to the lowland habitats may have an impact on the geographically isolated montane populations of the fungus in Central and Eastern Europe. Due to significant expansion of the distribution range, the genetic isolation of those populations and the consequent processes of their gradual divergence may be reduced by the increased gene flow within the continuous or interlinked habitats.

The first records of *Hermanssonia centrifuga* in the plain part of Ukraine extend the knowledge about the change in the distribution pattern of the species and highlight the importance of a comprehensive study of distribution of corticioid fungi in the country. In the next few years, we expect more finds of the species outside the Carpathian region. Further extensive monitoring of the potential localities of *H. centrifuga* by professional mycologists and amateurs is a premise of accurate reevaluation of its ecological preferences.

Acknowledgments

Authors would like to express their sincere gratitude to the administration and all members of the Facebook citizen science community "Fungi of Ukraine" ("Гриби України", <https://www.facebook.com/groups/1054204501266549/>) for their continuous efforts in documenting fungal diversity across the country. We also would like to thank Dr. Sci. Biol. I.I. Moysiienko and O.V. Vasyliuk for the organising the field survey, V.D. Gorodchanina for assistance with editing the illustrations and P.S. Tiestov for providing the locality data from the forest taxation materials. Dr. A.R. Atamanchuk, Dr. V.V. Dzhanagan and A.V. Pluzhnyk are acknowledged for kindly providing their herbarium specimens for critical examination, and Dr. T.V. Andrianova for her valuable advice during the manuscript preparation.

We are deeply grateful to the anonymous reviewers and the Editorial Board of the *Ukrainian Botanical Journal* for their helpful comments and suggestions.

ETHICS DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

O.M. Bohoslavets  <https://orcid.org/0009-0003-2773-3079>
 M.V. Shevchenko  <https://orcid.org/0000-0001-9173-7662>
 M.I. Fomenko  <https://orcid.org/0000-0002-5095-7252>
 M.P. Prydiuk  <https://orcid.org/0000-0001-5083-014X>

REFERENCES

- Abrego N., Bässler C., Christensen M., Heilmann-Clausen J. 2015. Implications of reserve size and forest connectivity for the conservation of wood-inhabiting fungi in Europe. *Biological Conservation*, 191: 469–477. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.07.005>
- Barbarych A.I. (ed.). 1977. *Geobotanic Zonation of the Ukrainian SSR*. Kyiv: Naukova Dumka, 304 pp. [Барбарич А.І. (ред.). 1977. *Геоботаничне районування Української РСР*. Київ: Наукова думка, 304 с.]
- Bernicchia A., Gorjón S.P. 2010. *Corticiaceae* s. l. In: *Fungi Europaei*. Vol. 12. Alassio: Edizioni Candusso, 1008 pp.
- Bohoslavets O.M., Prydiuk M.P. 2023. New records of rare wood-inhabiting fungi from the Ukrainian Carpathians. *Czech Mycology*, 75(1): 61–83. <https://doi.org/10.33585/cmy.75105>
- Cooke W.B. 1956. The genus *Phlebia*. *Mycologia*, 48(3): 386–405.
- Dämon W. 2001. Die corticioiden Basidienpilze des Bundeslandes Salzburg (Österreich): Floristik, Lebensräume und Substratökologie. *Bibliotheca Mycologica*, 189: 1–413.
- Dementyev V.A., Shklyar A.Kh., Yakushko O.F., Romanovskiy N.T. (eds.). 1977. *Geography of Belarus*. Minsk: Vysheyschaya shkola, 320 pp. [Дементьев В.А., Шкляр А.Х., Якушко О.Ф., Романовский Н.Т. (ред.). 1977. *География Белоруссии*. Минск: Высшая школа, 320 с.]
- Dvořák D., Vašutová M., Hofmeister J., Beran M., Hošek J., Běťák J., Burel J., Deckerová H. 2017. Macrofungal diversity patterns in central European forests affirm the key importance of old-growth forests. *Fungal Ecology*, 27: 145–154. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2016.12.003>
- Eriksson J., Hjortstam K., Ryvarden L. 1981. *The Corticiaceae of North Europe*. Vol. 6. *Phlebia-Sarcodontia*. Oslo: Fungiflora, pp. 1051–1276.

- Franzén I., Slippers B., Vasiliauskas R., Stenlid J. 2006. Development of microsatellite markers for the red-listed wood-decay fungus *Phlebia centrifuga*. *Molecular Ecology Notes*, 6: 870–872. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2006.01381.x>
- Franzén I., Vasaitis R., Penttilä R., Stenlid J. 2007. Population genetics of the wood-decay fungus *Phlebia centrifuga* P. Karst. in fragmented and continuous habitats. *Molecular Ecology*, 16(16): 3326–3333. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294x.2007.03394.x>
- Gardes M., Bruns T.D. 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes — application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology*, 2: 113–118.
- GBIF. 2026–onward. *Hermanssonia centrifuga*. In: GBIF Occurrence Download. (Accessed 15 May 2026). <https://doi.org/10.15468/dl.9n8sk7>
- Gross A., Blaser S., Senn-Irlet B. 2020. *SwissFungi — Records Database for the Fungi of Switzerland* (Version 1.0) (dataset). <https://doi.org/10.16904/ENVIDAT.136>
- Hallenberg N. 1981. Synopsis of wood-inhabiting *Aphyllphorales* (Basidiomycetes) and *Heterobasidiomycetes* from N. Iran. *Mycotaxon*, 12: 473–502.
- Hallenberg N. 1984. Compatibility between species of *Corticaceae* s. l. from Europe and North America. *Mycotaxon*, 21: 335–388.
- Hansen L., Knudsen H. (eds.). 1997. *Nordic macromycetes: heterobasidioid, aphyllphoroid and gastromycetoid basidiomycetes*. Vol. 3. Copenhagen: Nordsvamp, 444 pp.
- Hayova V. 2024. *Artomyces microsporus* (Auriscalpiaceae), a rare species that may be confused with *A. pyxidatus*. *Ukrainian Botanical Journal*, 81(4): 271–277. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj81.04.271>
- Heluta V.P. 1989. *Flora of fungi of Ukraine. Ascomycetes. Erysiphales*. Kyiv: Naukova Dumka, 488 pp. [Гелюта, В.П. 1989. Флора грибів України. Мучнисторосяні гриби. Київ: Наукова думка, 256 с.]
- Heluta V.P. 2018. Distribution of a rare fungus *Pseudoboletus parasiticus* (Boletales, Basidiomycota) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 75(6): 528–532. [Гелюта В.П. 2018. Поширення в Україні рідкісного гриба *Pseudoboletus parasiticus* (Boletales, Basidiomycota). *Український ботанічний журнал*, 75(6): 528–532]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.06.528>
- Heluta V.P. 2019. Distribution of *Phallus hadriani* (Phallales, Basidiomycota) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 76(1): 24–30. [Гелюта В.П. 2019. Поширення в Україні *Phallus hadriani* (Phallales, Basidiomycota). *Український ботанічний журнал*, 76(1): 24–30]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj76.01.024>
- Heluta V.P., Zykova M.O. 2018. Distribution of *Clathrus archeri* (Phallales, Basidiomycota), a fungus to be excluded from the Red Data Book of Ukraine, within the country. *Ukrainian Botanical Journal*, 75(2): 137–142. [Гелюта В.П., Зикова М.О. 2018. Поширення в Україні *Clathrus archeri* (Phallales, Basidiomycota) — гриба, що має бути виключеним з Червоної книги України. *Український ботанічний журнал*, 75(2): 137–142.]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.02.137>
- Heluta V.P., Assyov B., Hayova V.P. 2019. Distribution and preliminary assessment of a rare fungus *Hemileccinum depilatum* (Boletales, Basidiomycota) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 76(5): 427–433. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj76.05.427>
- Heluta V.P., Zykova M.O. 2019. Distribution of some species of *Phallales* (Basidiomycota) listed in the *Red Data Book of Ukraine*. *Ukrainian Botanical Journal*, 76(2): 152–161. [Гелюта В.П., Зикова М.О. 2019. Поширення в Україні деяких видів *Phallales* (Basidiomycota), включених до Червоної книги України. *Український ботанічний журнал*, 76(2): 152–161.]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj76.02.152>
- Heluta V.P., Zykova M.O., Hayova V.P., Prydiuk M.P., Shevchenko M.V. 2022. An update to the species list of fungi in the *Red Data Book of Ukraine*. *Ukrainian Botanical Journal*, 79(3): 154–168. [Гелюта В.П., Зикова М.О., Гайова В.П., Придюк М.П., Шевченко М.В. 2022. Деякі зміни до списку видів грибів, включених до Червоної книги України. *Український ботанічний журнал*, 79(3): 154–168.]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.03.154>
- Heluta V.P., Prydiuk M.P., Tykhonenko Yu.Ya., Zykova M.O., Hayova V.P., Andrianova T.V., Shevchenko M.V. 2024. *Fungi of the Right Bank Polissya of Ukraine*. Ed. V.P. Heluta. Kyiv: Naukova Dumka, 488 pp. [Гелюта В.П., Придюк М.П., Тихоненко Ю.Я., Зикова М.О., Гайова В.П., Андріанова Т.В., Шевченко М.В. 2024. *Гриби Правобережного Полісся України*. За ред. В.П. Гелюти. Київ: Наукова думка, 488 с.]. <https://doi.org/10.15407/978-966-00-1953-9>
- Hjortstam K., Ryvarden L. 1984. Some new and notheworthy *Basidiomycetes* (Aphyllphorales) from Nepal. *Mycotaxon*, 20(1): 133–151.
- Holec J., Beran M. (Eds.). 2006. Červený seznam hub (makromycetů) České republiky. *Příroda*, 24: 1–282.
- Holec J., Kříž M., Pouzar Z., Šandová M. 2015. Boubínský prales virgin forest, a Central European refugium of boreal-montane and old-growth forest fungi. *Czech Mycology*, 67(2): 157–226. <https://doi.org/10.33585/cmy.67204>
- Holec J., Běťák J., Dvořák D., Kříž M., Beran M., Matouš J., Kolényová M., Krzyściak-Kosińska R., Kučera T. 2025. Report from a mycodiversity hotspot — macrofungi on decaying trunks of Norway spruce in the Białowieża virgin forest, Poland. *Czech Mycology*, 77(2): 121–154. <https://doi.org/10.33585/cmy.77202>
- Ingold C.T. 1971. *Fungal Spores. Their Liberation and Dispersal*. Oxford: Clarendon Press, 302 pp.
- Ivanenko O.M. 2020. *Aphyllphoroid fungi of the Kyiv Plato*. The PhD thesis, speciality 03.00.21 Mycology. Kyiv, 230 pp. (manuscript). [Іваненко О.М. 2020. *Афілофороїдні гриби Київського плато*. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 03.00.21 "Мікологія". Київ, 230 с. (рукопис).]

- Kamarova E.P. 1965. On the flora of wood-rotting fungi of the family *Meruliaceae* in Belarus. *Proceedings of the Belarusian SSR Academy of Sciences. Series Biological Sciences*, 4: 37–40. [Камарова Э.П. 1965. Да флоры дрэваразбуряючых грыбоў Беларусі з сям'і *Meruliaceae*. *Весці Акадэміі навук Беларускай ССР. Серыя біялагічных навук*, 4: 37–40.]
- Karadelev M., Rusevska K., Kost G., Mitic Kopanja D. 2018. Checklist of macrofungal species from the phylum *Basidiomycota* of the Republic of Macedonia. *Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium*, 21: 23–112.
- Komonen A., Puumala I., Varkonyi G., Penttilä R. 2021. Wood-decaying fungi in old-growth boreal forest fragments: extinctions and colonizations over 20 years. *Silva Fennica*, 55(1): 10491. <https://doi.org/10.14214/sf.10491>
- Kotiranta H., Niemelä T. 1993. *Uhanalaiset käävät Suomessa (Threatened polypores in Finland)*. In: *Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja. Sarja B*. Vol. 17. Helsinki: Painatuskeskus, pp. 1–116.
- Lanquetin P., Meyer M. 1991. Récolte de *Phlebia centrifuga* Karst. en Savoie et étude des mycéliums. *Bulletin de la Fédération Mycologique Dauphiné-Savoie*, 123: 9–12.
- Larsson K.-H., Larsson E., Kõljalg U. 2004. High phylogenetic diversity among corticioid homobasidiomycetes. *Mycological Research*, 108(9): 983–1002. <http://doi.org/10.1017/S0953756204000851>
- Larsson K.-H., Spirin V., Ryvarden L., Larsson E. 2025. Reclassification of eleven corticioid basidiomycetes with nine typifications. *Fungal Systematics and Evolution*, 16(1): 1–28. <https://doi.org/10.3114/fuse.2025.16.1>
- Læssøe T., Petersen J.H. 2019. *Fungi of Temperate Europe*. Princeton, Oxford: Princeton University Press, 1715 pp.
- Liu Z.-B., Zhang J.-L., Papp V., Dai Y.-C. 2022. Taxonomy and phylogeny of *Meruliaceae* with descriptions of two new species from China. *Journal of Fungi*, 8(5): 501. <https://doi.org/10.3390/jof8050501>
- Makarenko Ya.M., Heluta V.P. 2023. Distribution of the rare fungus *Chlorophyllum agaricoides* (Agaricales, Basidiomycota) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 80(2): 136–142. [Макаренко Я.М., Гелюта В.П. 2023. Поширення в Україні рідкісного гриба *Chlorophyllum agaricoides* (Agaricales, Basidiomycota). *Український ботанічний журнал*, 80(2): 136–142.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.02.136>
- Martyniuk P.Y., Prylutskyi O.V., Marques G. 2024. The first record of *Xerocomus silwoodensis* (Boletaceae) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 81(2): 155–161. [Мартинюк П.Є. Прилуцький О.В., Маркес Г. 2023. Перша знахідка *Xerocomus silwoodensis* (Boletaceae) в Україні. *Український ботанічний журнал*, 81(2): 155–161.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj81.02.155>
- Moor H., Nordén J., Penttilä R., Siitonen J., Snäll T. 2021. Long-term effects of colonization-extinction dynamics of generalist versus specialist wood-decaying fungi. *Journal of Ecology*, 109: 491–503. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13526>
- Motato-Vásquez V., Westphalen M., Gugliotta A. 2022. *Phlebiodontia rajchenbergii* gen. et sp. nov. (Polyporales, Meruliaceae) from the Brazilian Atlantic Forest based on morphological and molecular evidence. *Lilloa*, 59: 305–330. <https://doi.org/10.30550/j.lil/2022.59.S/2022.09.26>
- Nakasone K.K. 1997. Studies in *Phlebia*. Six species with teeth. *Sydowia*, 49: 49–79.
- Nakasone K.K. 2002. *Mycoaciella*, a synonym of *Phlebia*. *Mycotaxon*, 81: 477–490.
- Nakasone K.K., Burdsall H.H. 1984. *Merulius*, a synonym of *Phlebia*. *Mycotaxon*, 21: 241–246.
- Nordén B., Larsson K.-H. 2000. Basidiospore dispersal in the old-growth forest fungus *Phlebia centrifuga* (Basidiomycetes). *Nordic Journal of Botany*, 20(2): 215–219. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2000.tb01572.x>
- Norros V., Karhu E., Nordén J., Vähätalo A.V., Ovaskainen O. 2015. Spore sensitivity to sunlight and freezing can restrict dispersal in wood-decay fungi. *Ecology and Evolution*, 5(16): 3312–3326. <https://doi.org/10.1002/ece3.1589>
- Parmasto E., Hallenberg N. 2000. A taxonomic study of phlebioid fungi (Basidiomycota). *Nordic Journal of Botany*, 20: 105–118.
- Parmasto E., Parmasto I. 1997. Lignicolous *Aphyllphorales* of old and primeval forests in Estonia. 1. The forests of northern Central Estonia with a preliminary list of indicator species. *Folia Cryptogamica Estonica*, 31: 38–45.
- Peter M., Diekötter T., Höffler T., Kremer K. 2021. Biodiversity citizen science: Outcomes for the participating citizens. *People and Nature*, 3(2): 294–311. <https://doi.org/10.1002/pan3.10193>
- Pilát A. 1940. Hymenomycetes Carpatum orientalium. *Acta Musei Nationalis Pragae. Series B*, 2(3): 37–80.
- Popova O.M. 2021. Distribution of *Pisolithus arhizus* (Boletales, Basidiomycota), a rare fungus in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 78(2): 139–144. [Попова О.М. 2021. Поширення в Україні рідкісного виду *Pisolithus arhizus* (Boletales, Basidiomycota). *Український ботанічний журнал*, 78(2): 139–144.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj78.02.139>
- Prydiuk M.P., Balahura O.M. 2021. First records of representatives of the genus *Lysurus* (Phallaceae, Basidiomycota) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 78(6): 399–406. [Придюк М.П., Балагура О.М. 2021. Перші в Україні знахідки представників роду *Lysurus* (Phallaceae, Basidiomycota). *Український ботанічний журнал*, 78(6): 399–406.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj78.06.399>
- Prydiuk M.P., Fedorova K.I. 2023. The second record of a rare fungus *Flammulina ononidis* (Physalacriaceae) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 80(5): 431–435. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj80.05.431>
- Prydiuk M.P., Safina N.V. 2024. The first record of *Arrhenia chlorocyanea* (Hygrophoraceae) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 81(1): 36–39. [Придюк М.П., Сафіна Н.В. 2024. Перша знахідка *Arrhenia chlorocyanea* (Hygrophoraceae) в Україні. *Український ботанічний журнал*, 81(1): 36–39.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj81.01.036>
- Prylutskyi O., Kapets N. 2024. State-of-the-Art of iNaturalist as a source of data on Ukrainian fungi. *Citizen Science: Theory and Practice*, 9(1): 25. <https://doi.org/10.5334/cstp.717>

- Savchenko A., Ordynets A., Prylutskyi O., Yatsiuk I. 2024. V.N. Karazin Kharkiv National University herbarium (CWU), Department of Mycology and Plant Resistance (dataset). <https://doi.org/10.15468/KUSPI6>
- Shevchenko M.V., Heluta V.P., Hayova V.P. 2019. Distribution and conservation status of *Grifola frondosa* (Polyporales, Basidiomycota) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 76(2): 144–151. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj76.02.144>
- Shevchenko M.V., Heluta V.P., Zykova M.O., Hayova V.P. 2021. Current distribution data for the red-listed species of aphylloroid fungi in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 78(1): 47–61. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj78.01.047>
- Sum W.C., Ebada S.S., Muema J.M., Kellner H., Mándi, A., Kurtán T., Stadler M. 2024. Hermansones A and B: Bioactive naphthazarin congeners from the European crust fungus *Hermanssonia centrifuga*. *Fitoterapia*, 179: 106261. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2024.106261>
- Tejklóvá T., Zíbarová L. 2020. A contribution to the knowledge of lignicolous fungi of Podunajská nížina Lowland (Slovakia) 2. *Catathelasma*, 21: 5–148.
- Tejklóvá T., Zíbarová L. 2023. Parallels between funga composition of lowland alluvial and (sub)montane ravine forests. In: *Abstracts of lectures and posters. 8th Czech-Slovak Mycological Conference Nitra, Slovakia, September 21–24, 2023. Catathelasma*, 22: 29.
- Tkachenko F.P., Prydiuk M.P. 2026. New finds of the rare fungus *Battarreia phalloides* (Agaricales, Basidiomycota) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 83(1): 54–59. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.01.054>
- Tortić M. 1998. An attempt to a list of indicator fungi (Aphyllorales) for old forests of beech and fir in former Yugoslavia. *Folia Cryptogamica Estonica*, 33: 139–146.
- Valts Ya.Ya., Rishavi L.A. 1871. List of collections of myxomycetes and fungi collected by A.S. Rohovych, Ya.Ya. Valts and L. Rishavi. *Mémoires de la Société des Naturalistes de Kiew*, 2(2): 187–195. [Вальц Я.Я., Ришави Л.А. 1871. Список коллекций миксомицетов и грибов, собранных А.С. Роговичем Я.Я. Вальцем и Л. Ришави. *Записки Киевского Общества Естествоиспытателей*, 2(2): 187–195.]
- White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. Eds M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninsky, T.J. White. New York: Academic Press, pp. 315–322.
- Wojewoda W. 2003. *Checklist of Polish Larger Basidiomycetes*. Kraków: W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, 812 pp.
- Yurchenko E.O. 2003. Annotated list of non-poroid Aphyllorales of Belarus. *Mycotaxon*, 86: 37–66.
- Zervakis G., Dimou D., Balis C. 1998. A check-list of the Greek macrofungi including hosts and biogeographic distribution: I. *Basidiomycotina*. *Mycotaxon*, 66: 273–336. <https://doi.org/10.5962/p.415468>
- Zhao C., Qu M., Huang R., Karunarathna S.C. 2023. Multi-Gene phylogeny and taxonomy of the wood-rotting fungal genus *Phlebia* sensu lato (Polyporales, Basidiomycota). *Journal of Fungi*, 9(3): 320. <https://doi.org/10.3390/jof9030320>
- Zíbarová L., Pouska V. 2020. New records of corticioid fungi in the Bohemian Forest (Czech Republic). *Czech Mycology*, 72(2): 109–150. <https://doi.org/10.33585/cmy.72201>
- Zíbarová L., Kolényová M., Tejklóvá T., Zehnálek P. 2024. Červený seznam hub (makromycetů) České republiky. *Příroda*, 46: 1–92.
- Zmitrovich I.V. 2018. Conspectus systematis Polyporacearum v. 1.0. *Folia Cryptogamica Petropolitana*, 6: 3–145.

Істотні зміни в поширенні *Hermanssonia centrifuga* (Meruliaceae, Basidiomycota): нові відомості з України

О.М. БОГОСЛАВЕЦЬ ¹, М.В. ШЕВЧЕНКО ¹, К.І. ФЕДОРОВА ²,
М.І. ФОМЕНКО ¹, М.П. ПРИДЮК ³

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

² Фейсбук-спільнота "Гриби України", Україна

Реферат. Повідомляється про перші знахідки *Hermanssonia centrifuga* (Meruliaceae) на території України за межами Карпатського регіону. Традиційно цей вид вважався приуроченим до бореомонтанних лісових угруповань і кліматичних умов. Його виявлення на рівнинній частині України свідчить про суттєві зміни у поширенні гриба. У статті коротко розглянуто значення знахідок, екологію і таксономічне положення виду. Ми припускаємо, що цей вид потрапив до північної частини України через Полісся — густо заліснений транскордонний регіон, а найімовірнішим центром його поширення є гемібореальні праліси Біловезької пущі (Білорусь, Польща).

Ключові слова: громадянська наука, дереворуйнівні гриби, нові знахідки, Полісся, поширення, *Phlebia* s. l., Polyporales



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.03.223>

RESEARCH ARTICLE

Популяції *Gymnospermium odessanum* (Berberidaceae) у природному та постмайнінговому ландшафтах Криворіжжя

Анатолій О. ПАВЛЕНКО * , Ольга О. КРАСОВА , Галина Н. ШОЛЬ 

Криворізький ботанічний сад, Національна академія наук України
вул. Ботанічна 50, Кривий Ріг 50089, Україна

* Автор для листування: anolpavl@gmail.com

Реферат. *Gymnospermium odessanum* — палеоендемік, реліктовий вид із вузьким диз'юнктивним ареалом, включений до Червоної книги України. Найпівнічніше з його відомих природних місцезростань розташоване в Кривому Розі, в межах урочища "Сланцеві скелі". Цей анклав виняткового фіторізноманіття зазнає рекреаційного пресингу, який посилюється з кожним роком. У 2014 р. було здійснено висадку бульбокореневищ *G. odessanum* у постмайнінговому ландшафті міста — на виведеному з експлуатації залізорудному відвалі. Впродовж 11 років здійснювався моніторинг щодо формування експериментальної інтродукційної популяції виду. У статті проведено порівняльний аналіз вікової структури та життєвості природної й штучно створеної популяцій. Показано, що спроби збереження рідкісного виду за умов постмайнінгового ландшафту цілком себе виправдовують. Надання цій території статусу ландшафтного техногенного заказника забезпечило б дієву охорону унікальної інтродукційної популяції.

Ключові слова: вікові спектри, віталітет, динаміка, життєвість, інтродукційна популяція, *Gymnospermium odessanum*

Вступ

Вивчення сучасного стану існування вразливого реліктового виду *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. (Krytska, Novosad, 2009) останнім часом знаходиться в центрі наукових інтересів європейських ботаніків. Поза межами України детальні дослідження виду проводилися в Румунії (Doroftei, Mierla, 2007; Chirila et al., 2025); декілька близьких видів, які іноді нарівні з *G. odessanum* вважаються підвидами *G. altaicum*

(Pall.) Spach, вивчалися в Албанії (Barina et al., 2015, 2017; Mahmutaj et al., 2015), Чорногорії (Caković et al., 2017) та Італії (Rosati et al., 2018).

В Україні багаторічні підсумки досліджень із таксономії, систематики, морфології, хорології, екотопології, популяційної біології, інтродукції та созології цього добруджинсько-бесарабсько-західнопричорноморського ендеміка узагальнені в монографії колективу авторів (Scherbakova et al., 2021). Ними встановлено, що найбільша кількість місцезнаходжень *G.*

ARTICLE HISTORY. Submitted 15 August 2025. Revised 29 May 2026. Published 30 June 2026

CITATION. Pavlenko A.O., Krasova O.O., Shol H.N. 2026. Populations of *Gymnospermium odessanum* (Berberidaceae) in natural and post-mining landscapes of the Kryvyi Rih area (Ukraine). *Ukrainian Botanical Journal*, 83(3): 223–234. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj83.03.223>

© M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, 2026

© Publisher PH "Akademperiodyka" of the NAS of Ukraine, 2026

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

odessanum відома з Миколаївської та Одеської областей (45 та 36); у Херсонській їх налічується 4, у Кіровоградській та Дніпропетровській — по одному. Нещодавно знайдено ще два малочисельні локалітети в Миколаївській та Дніпропетровській областях. Перший виявлений у заростях *Prunus spinosa* L. в балці Батрасовій на східному узбережжі Тилігульського лиману (Регіональний ландшафтний парк "Тилігульський") (Melnik et al., 2023), другий — на відслоненнях гранітів і мігматитів по лівому берегу річки Інгулець поблизу одного з житлових масивів Кривого Рогу (Trotner, 2020).

Для Кривого Рогу вид наводився наприкінці XIX століття І.Я. Акінфієвим під назвою *Leontice altaica* Pall. (Akinfiyev, 1894); під тією ж назвою пізніше на його зростання в околицях міста вказував М.І. Котов (Kotov, 1927). До недавнього часу вид вважали зниклим із території міста. Проте, у 2006 р. під час екскурсії учасниками VI Міжнародної конференції молодих дослідників вид було знайдено в заростях чагарників на кам'янистих відслоненнях геологічної пам'ятки природи "Сланцеві скелі" (Kucherevskiy, Shol, 2010). Пізніше на прилеглий території (яку ми називаємо урочищем "Сланцеві скелі") було виявлено 18 популяційних локусів виду (Smetana et al., 2014a).

За даними О.Ф. Щербакової, *G. odessanum* має сильну ценотичну стратегію та високі адаптивні можливості (Shcherbakova, 2008). Ймовірно, завдяки цьому інтродукційні експерименти з цим видом виявляються доволі успішними, навіть у випадках, коли еколого-ценотичні умови нових місцезростань відрізняються від природних і не є оптимальними. Так, на ботаніко-географічній ділянці "Степи України" Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України площа інтродукційної популяції *G. odessanum* становить 2075 м², що значно більше будь-якої з природних (Gritsenko, 2022). У Криворізькому ботанічному саду НАН України *G. odessanum* інтродукований у 2003 р. з околиць селища Березнегувате (Миколаївська обл.). На сьогодні вид утворив інтродукційну мікропопуляцію, генеративні особини якої щорічно проходять усі фенологічні фази розвитку та формують схоже насіння. Завдяки способу розповсюдження насіння (мірмекохорії) вид активно поширюється та збільшує займану територію. За підсумками успішності інтродукції *G.*

odessanum належить до стійких у культурі видів: 18 балів із 24-х (Shol, 2018).

Оскільки на Дніпропетровщині діє програма використання порушених земель гірничо-добувних підприємств в якості відновлюваних елементів екологічної мережі, актуальним напрямком збагачення фіторізноманіття постмаїнінгових територій (таких, що виникли після завершення видобування корисних копалин) стало привнесення созологічно цінних або-ригенних видів до екотопів, субстратні умови яких наближені до природних.

Метою нашого дослідження було порівняння вікової структури та життєвості популяцій *G. odessanum* на території урочища "Сланцеві скелі" і в постмаїнінговому ландшафті (відвал Першотравневого кар'єру).

Матеріали та методи

Територія Криворіжжя (Криворізького природничо-господарського регіону) знаходиться переважно на південних відрогів Придніпровської височини, що на південному заході повільно переходить у Причорноморську низовину (Kazakov et. al., 2005). За геоботанічним районуванням ця територія входить до складу Бузько-Дніпровського (Криворізького) округу різнотравно-злакових степів, байрачних лісів та рослинності гранітних відслонень Чорноморсько-Азовської степової підпровінції Понтичної степової провінції (Didukh, Shelyag-Sosonko, 2003). За останні півтора століття природні ландшафти регіону зазнали потужної техногенної трансформації внаслідок діяльності підприємств гірничо-металургійного комплексу. Ландшафти, де збереглася природна флора, займають 1,0–1,5% загальної площі Криворіжжя. Тому ландшафтно-технічні системи на сьогодні розглядаються як майбутні рефугіуми для або-ригенної флори та рослинності (Yarkov, 2007).

Популяція *G. odessanum* на території урочища "Сланцеві скелі" є найпівнічнішою серед відомих природних (47°56'22.0"N 33°23'17.0"E); інтродукційна – знаходиться за 23,3 км в північно-східному напрямку (48°07'29.3"N 33°34'03.1"E).

Створення інтродукційної популяції на залізничному відвалі Першотравневого кар'єру Північного гірничо-збагачувального комбінату здійснено на початку червня 2014 р. Для цього

використали бульбокореневища *G. odessanum*, випадково виявлені в зразках ґрунту, відібраних під час закладання екологічних профілів у балці Найденовій (Миколаївська обл.). З огляду на неможливість їхнього повернення до природного місцезростання та задля врятування діаспор охоронюваного виду, цей рослинний матеріал було вилучено та висаджено в 4-х локсах на відвалі.

Польові дослідження природної та інтродукційної популяції *G. odessanum* проводили в період 2015–2025 рр. Вікову структуру *G. odessanum* у межах урочища "Сланцеві скелі" вивчали в 2018 та 2021 роках, життєвість — у 2021 р. З-поміж відомих популяційних локусів (Smetana et al., 2014a) для дослідження було обрано той, який за екологічними умовами є найбільш подібним до відвальних: в екотонній смузі між куртиною *Ulmus carpinifolia* Suckov s. str. (*U. minor* Mill. s. l.) та петрофітно-степовим угрупованням на схилі східної експозиції.

Спостереження за чисельністю та станом рослин проводили з 2015 р. (за винятком 2017 та 2022 рр.). Ідентифікацію вікових станів особин проводили за О.І. Литвиненко (Lytvynenko, 2010) та О.Ф. Щербаковою зі співавторами (Scherbakova et al., 2021). Задля коректного порівняння даних підрахунок особин у природній та інтродукційній популяціях здійснювали в межах чотирьох облікових квадратів $0,5 \times 0,5$ м.

Морфологічний опис ґрунтових профілів та польова ідентифікація ґрунтів проведені О.О. Долиною зі співавторами (Krasova et al., 2016). Ґрунтові зразки відбирали з глибини 0–10 та 10–20 см; їхню підготовку здійснювали за стандартною методикою (Nakonechnyi, 2013); рН у водній витяжці визначали потенціометричним методом; щільний залишок у водній витяжці — зважуванням його на аналітичних терезах після фільтрування та випарювання вологи (Nakonechnyi, 2013).

Дослідження віталітетної структури проводили в квітні 2021 р. за методикою Ю.А. Злобіна (Zlobin, 2018). Зазвичай поділ особин на три категорії (високої, проміжної та низької якості) здійснюється за ключовими морфоструктурними ознаками. Як правило, таких ознак виділяють три, але для їхнього встановлення використовується значно більше морфопараметрів з наступним проведенням факторного аналізу об'єднаного масиву даних за методом головних

компонент. Однак, у випадку оцінки стану популяцій видів, що включені до "Червоної книги України" (Red Data Book..., 2009), вирішальне значення може мати застосування нешкодливих методів (існує думка, що така оцінка може успішно проводитися лише з опорою на один морфопараметр) (Skliar, 2012). З огляду на це, ми обрали три характеристики рослин генеративного віку: довжину надземної частини до листка квітконосного пагону, кількість квіток у суцвітті та площу поверхні листка (усіх сегментів другого порядку). Об'єм вибірки становив по 34 рослини у природній та штучно створеній популяціях. Площу листків визначали методом відбитків за І.В. Зубцовою (Zubtsova, 2020).

Кореляційні коефіцієнти між цими характеристиками незначні (найбільше значення за модулем 0,28), що дозволяє їх використовувати для об'єктивної оцінки віталітету обох популяцій. Спочатку значення ознак ранжували. Межі низького ("с"), середнього ("b") й високого ("a") класів віталітету знаходили за загальним середнім арифметичним для сукупної вибірки та за допомогою довірчих інтервалів, визначених за формулою:

$$\mu \pm t_{0,05} \cdot s_{\mu},$$

де μ — середнє арифметичне, $t_{0,05}$ — значення критерію Ст'юдента при $p = 0,05$, s_{μ} — помилка середнього арифметичного. До вищого класу "a" відносили особини зі значенням ознаки, більшим за $\mu + t_{0,05} \cdot s_{\mu}$; до нижчого класу віталітету "с" — ті, що мали значення менше, ніж $\mu - t_{0,05} \cdot s_{\mu}$; решта особин складала проміжний клас "b" (Zlobin, 2018). У складі кожної популяції встановлювали частку рослин *G. odessanum* різних класів віталітету та оцінювали величину індексу якості (Q) за формулою:

$$Q = \frac{1}{2} (a + b),$$

де a — частка особин класу "a" віталітету, b — частка особин класу "b" віталітету. Для встановлення ступеня процвітання або депресивності популяцій використовували формулу $I_q = (a + b) / 2c$. Популяції, в яких переважали особини вищого класу ($Q = \frac{1}{2} (a + b) > c$), відносили до процвітаючих, при однаковому траплянні особин усіх класів ($Q = \frac{1}{2} (a + b) = c$) — до рівноважних, а ті, в яких було більше рослин третього ("с") класу віталітету ($Q = \frac{1}{2} (a + b) < c$) — до депресивних (Zlobin, 2018).



Рис. 1. Популяції *Gymnospermium odessanum* у Кривому Розі. А: розташування на картосхемі інтродукційної популяції на відвалі Першотравневого кар'єру (1) та природної популяції в урочищі "Сланцеві скелі" (2); В: популяційний локус в урочищі "Сланцеві скелі", квітень 2021 р.; С: популяційний локус 2 на відвалі, квітень, 2015 р. (Krasova et al., 2016); D: популяційний локус 4 на відвалі, квітень, 2025 р.

Fig. 1. Populations of *Gymnospermium odessanum* in Kryvyi Rih. A: locations on the scheme map of the introduced population on the dump of the Pershotravnevyi quarry and the natural population in the tract "Slate Rocks"; B: population locus in the tract "Slate Rocks", April 2021; C: population locus 2 on the dump, April 2015 (Krasova et al., 2016); D: population locus 4 on the dump, April 2025

Назви рослин наводили переважно за базою даних Plants of the World Online (POWO, 2025–onward). Клімадіаграми побудовані на основі даних метеостанції "Davis 6152 C Vantage Pro 2", яка знаходиться на території Криворізького ботанічного саду Національної академії наук України, за методом Госсена-Вальтера (Method..., 2012).

Результати та обговорення

Досліджена природна популяція *G. odessanum* у центральній частині м. Кривого Рогу займає площу близько 100 м² (рис. 1А, 1В).

На момент вегетації виду загальне проективне покриття (ЗПП) трав'яного ярусу становило 50% (з переважанням *G. odessanum* і *Galium aparine* L.). Наприкінці травня величина ЗПП не змінилася; частки окремих видів у ньому становили: *Teucrium chamaedrys* L. — 20%; *Galium aparine* — 18%; *Vinca herbacea* Waldst. & Kit. — 4%; *Verbascum marschallianum* Ivanina & Tzvelev — 3%; *Thinopyrum intermedium* (Host) Barkworth & D.R. Dewey — 3%; *Festuca rupicola* Heuff. — 2%. Інші види (*Alyssum hirsutum* M. Bieb., *Delphinium consolida* L., *Erysimum diffusum* Ehrh., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Hieracium*

Таблиця 1. Характеристика локусів інтродукційної популяції *Gymnospermium odessanum* на відвалі Першотравневого кар'єруTable 1. Characterization of loci of the introduced population of *Gymnospermium odessanum* on the dump of Pershotravnevyi quarry

Локус	Екотопічні характеристики	Едафічні характеристики		
		глибина відбору зразка, см	реакція ґрунтового розчину, pH	сухий залишок (засоленість), %
1	Неглибока улоговина стоку на пологому схилі північної експозиції; примітивні фрагментарні кам'яністі ґрунти; підріст <i>Prunus cerasus</i> L. (зімкнутість 0,9)	0–10	7,70	0,18
		10–20	7,75	0,16
2	Пласка ділянка берми в оточенні сланцевих та кварцитових брил; примітивні фрагментарні кам'яністі ґрунти; під кроною <i>Prunus armeniaca</i> L. (рис. 1C)	0–10	7,68	0,38
		10–20	7,84	0,19
3	Пласка ділянка берми; примітивні фрагментарні суглинисті ґрунти; під кроною одиничного дерева <i>Ulmus carpinifolia</i>	Дані відсутні через знищення ділянки зсувом субстрату		
4	Невелика западина на бермі; примітивні фрагментарні суглинисті ґрунти; під кроною <i>Prunus armeniaca</i> (рис. 1D)	0–10	7,80	0,10
		10–20	6,85	0,09

umbellatum L., *Poa angustifolia* L., *Thalictrum minus* L. тощо) траплялися поодинокі.

Екотопічні та ценологічні характеристики чотирьох локусів на залізорудному відвалі мали суттєві відмінності (рис. 1C, 1D) (табл. 1).

Протягом перших чотирьох років розвитку особин у всіх локусах був цілком задовільним, проте, в подальшому в перших трьох із них розпочалися процеси деградації. Так, у локусі 1 скорочення чисельності рослин, очевидно, було спричинене сильним затіненням заростями *Prunus cerasus*. Майже 90%-ве відмирання рослин у локусі 2 з високою ймовірністю пов'язане з несприятливими змінами едафотопу. З 2018 р. почалося швидке руйнування великих кам'яних брил, у результаті чого тут утворився нещільний шар щебеню; у ході подальшого гіпергенезу гірських порід верхній шар ґрунту зазнав слабого засолення. Локус 3 був засипаний субстратом через зсув із прилеглого схилу.

Натомість екотопічні умови локусу 4 виявилися сприятливими для швидкого збільшення чисельності особин інтродукованого виду. Специфікою просторового розподілу рослин у цьому локусі є висока щільність особин у западині площею близько 1,5 м² та дифузне концентричне розташування окремих екземплярів навколо цього "згущення". Загальна площа локусу близько 15 м². У межах облікової площі (1 м²) в западині за 11 років чисельність особин збільшилась від 50 до 832 екземплярів.

У западині, де на момент квітання *G. odessanum* ЗПП становило 100%, на початку липня 2025 р. цей показник сягав лише 5%, переважно за рахунок сходів *Prunus armeniaca* і *Ulmus pumila* L. У периферійній частині локусу сформувалося рудеральне угруповання із ЗПП 60%, де домінували *Bromus japonicus* Thunb. (15%), *B. squarrosus* L. (15%), та *Torilis japonica* (Houtt.) DC. (15%). Меншу частку складали *Delphinium consolida* (4%), *Seseli campestre* Besser (3%), *Verbascum lychnitis* L. (3%), *Vicia villosa* Roth (3%), *Achillea millefolium* L. (1%), *Camelina microcarpa* Andr. ex DC. (1%), *Coronilla varia* L. (1%), *Senecio vernalis* Waldst. & Kit. (1%), *Viola ambigua* Waldst. & Kit. (1%).

Особливістю популяції в природному ландшафті є незмінна загальна щільність особин *G. odessanum* на 1 м²: 917 — у 2018 р. та 915 — у 2021 р. При цьому перерозподіл вікових станів у спектрах виявився доволі суттєвим: якщо в 2018 р спектр був чітко вираженим лівостороннім, то через три роки спостерігається врівноваження чисельності вікових груп (рис. 2).

Динамічні зміни популяції дослідженого виду в постмаїнінговому ландшафті свідчать про її інвазійний характер у перші роки існування. Диференціація вікових станів у спектрах стає помітною з 2018 р. На цей момент абсолютну чисельну перевагу отримують проростки (52,6%). У наступні три роки формуються лівобічні спектри з максимумами на ювенільних

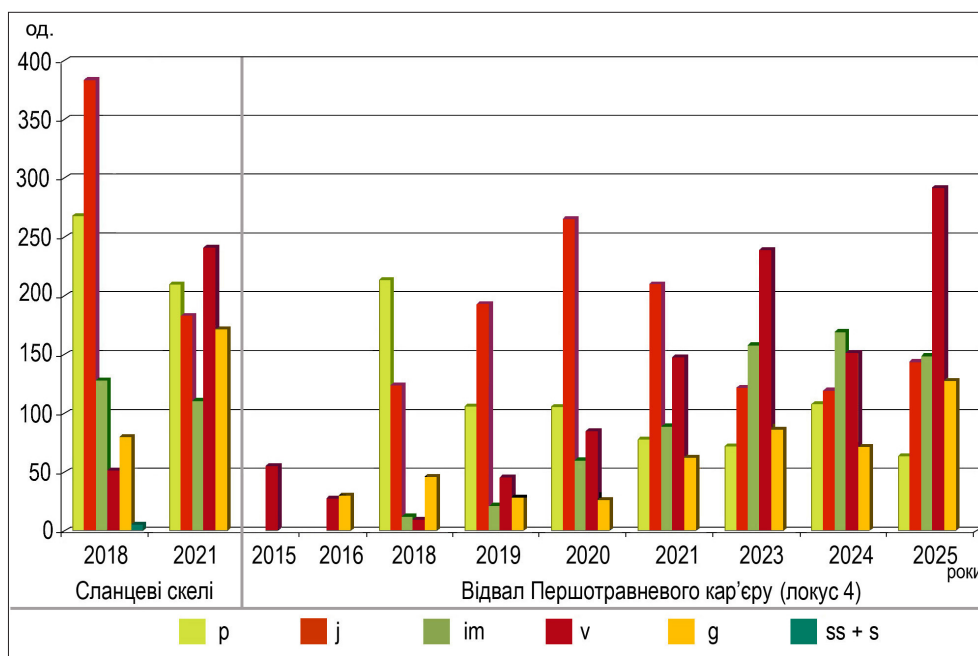


Рис. 2. Динаміка вікових спектрів популяцій *Gymnospermium odessanum* на "Сланцевих скелях" та залізорудному відвалі. Умовні позначення (вікові стани рослин): p — проростки; j — ювенільні; im — іматурні; v — віргінільні; g — генеративні; ss — субсенільні; s — сенільні

Fig. 2. Dynamics of age spectra of the population of *Gymnospermium odessanum* on the "Slate Rocks" and on the iron ore waste dump. Notation keys (age states of plants): p — seedlings; j — juvenile individuals; im — immature ones; v — virginal ones; g — generative; ss — subsenile ones; s — senile ones

особинах (рис. 2). У подальшому стрибкоподібно збільшується частка іматурних та віргінільних особин. Частка генеративних рослин змінюється з 11,5% (2024 р.) до 16,4% (2025 р.).

Із кліматодіаграм за дев'ять років спостережень видно, що температурні умови наприкінці березня — на початку травня, тобто на момент розвитку надземної частини рослин, мають суттєві відмінності (рис. 3). При цьому чіткої залежності варіювання чисельності та вікової структури популяцій від впливу погодних умов не виявляється. Зокрема, тривалі заморозки до середини березня 2018 р. не перешкодили розвитку великої кількості проростків в обох популяціях. Щодо впливу кількості опадів, то посушливий період у березні 2019 р. міг призвести до зменшення загальної чисельності інтродукційної популяції (з 436 до 393 особин), проте, дія ще більш тривалої посухи в 2020 р. не вплинула на розвиток рослин усіх вікових станів (порівняно з 2019 р. чисельність популяції збільшилася на 149 особин). За останні три роки моніторингу спостерігалася така картина: за сприятливих погодних умов у

2023 р. налічували 707 особин; за посушливих весняних місяців у 2024 р. — 649, а в 2025 р. — 832 особини. Тож, імовірно, динамічні зміни популяції лише частково зумовлені погодними умовами, а більшою мірою — внутрішньовидовими відносинами між особинами.

Щільність обох досліджених популяцій дуже висока: як зазначено вище, 915–917 особин на 1 м² на "Сланцевих скелях" та 832 — на відвалі (2025 р.). При цьому середній показник щільності досліджених популяцій в Україні коливається в широких межах — від 21,9 до 896,7 особин на 1 м² (Scherbakova et. al., 2021). Отримані нами дані свідчать про сприятливі екологічні умови існування популяцій, насамперед — достатнє ґрунтове зволоження навесні для масового проростання насіння та виживання проростків.

Успішному розвитку рослин наступних онтогенетичних станів сприяє невисока конкуренція з боку інших трав'яних видів.

Сукупність отриманих нами морфометричних показників дозволяє також обчислити

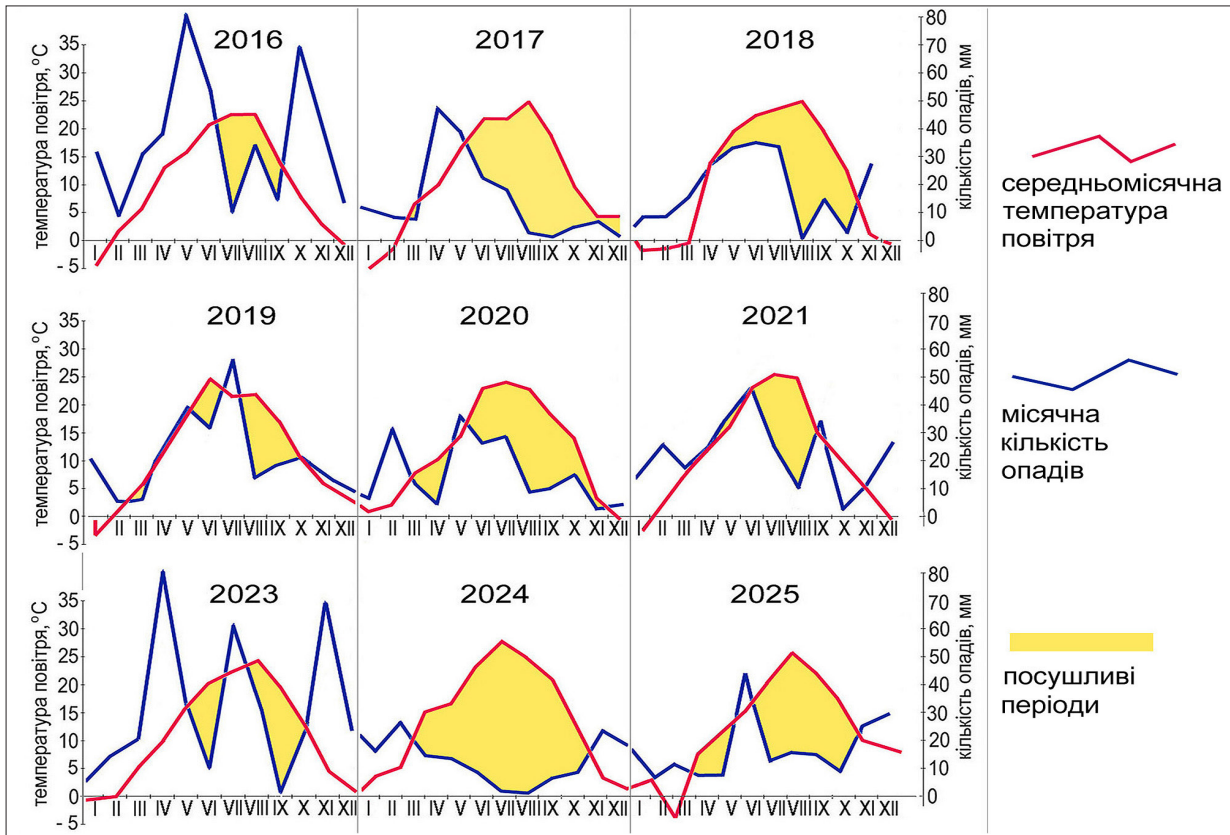


Рис. 3. Кліматдіаграми за період 2016–2025 рр. (за виключенням 2022 р.)

Fig. 3. Climate diagrams for the period of 2016–2025 (except 2022)

параметри життєвості (віталітету). Як відомо, на відміну від життєздатності популяції, яка означає визначення її довготривалої перспективи і базується на багаторічних даних, оцінка її життєвості може проводитися на основі короткотривалих досліджень (Кууак, 2014).

Задля підтвердження незалежності характеристик, обраних для дослідження віталітетної структури (загальна довжина квітконосного пагону, кількість квіток у суцвітті, загальна площа поверхні одного листка), були розраховані коефіцієнти кореляції (КК) між ними. Для популяції на відвалі Першотравневого кар'єру — між довжиною квітконосного пагону та кількістю квіток у суцвітті КК складав 0,28; між довжиною квітконосного пагону та площею листкової пластинки: $-0,14$; між кількістю квіток у суцвітті та площею листкової пластинки: $-0,21$. КК для популяції на "Сланцевих скелях": між довжиною квітконосного пагону та кількістю квіток у суцвітті: 0,23; між довжиною квітконосного

пагону та площею листкової пластинки: $-0,10$; між кількістю квіток у суцвітті та площею листкової пластинки: $-0,03$. Як видно, рівень кореляції в усіх випадках є низьким, що свідчить про незалежність ознак та дозволяє використовувати таку їхню сукупність для віталітетного аналізу обох популяцій.

Виявлено, що морфометричні характеристики рослин зі "Сланцевих скель" помітно перевищують аналогічні показники особин з популяції на відвалі (табл. 2).

У результаті оцінки віталітету конкретних особин встановлено розмірні межі морфометричних параметрів для кожного класу віталітету (табл. 3).

Популяція на відвалі Першотравневого кар'єру є рівноважною ($Q = 0,22$), на "Сланцевих скелях" — процвітаючою ($Q = 0,38$) (табл. 4).

Незважаючи на формальну рівноважність відвальної популяції, частка особин класу "с" в ній найвища (55%). За припущенням О.В.

Таблиця 2. Морфометричні ознаки генеративних особин *Gymnospermium odessanum*Table 2. Morphometrical characters of generative individuals of *Gymnospermium odessanum*

Популяція	Параметри	$\bar{X}$	σ	$\pm S_{\bar{x}}$	V, %	P, %	lim
"Сланцеві скелі"	Площа листкової пластинки, см ²	13,5	4,0	0,4	15,1	3,1	7,6–15,1
	Кількість квіток на квітконосі, од.	8,6	2,3	0,2	26,6	2,8	4,0–14,0
	Довжина генеративного пагону, см	11,4	1,7	0,2	29,7	1,6	5,8–26,7
Відвал Першотравневого кар'єру	Площа листкової пластинки, см ²	13,3	3,9	0,7	29,3	5,3	4,6–12,0
	Кількість квіток на квітконосі, од.	7,3	2,5	0,4	34,2	5,5	2,0–12,0
	Довжина генеративного пагону, см	5,7	1,4	0,2	24,6	3,5	4,7–12,1

Таблиця 3. Розмірні межі параметрів класів віталітету для двох популяцій *Gymnospermium odessanum*Table 3. Size ranges of parameters of vitality classes for two populations of *Gymnospermium odessanum*

Параметр	"Сланцеві скелі" (межі класів)			Відвал Першотравневого кар'єру (межі класів)		
	"а"	"б"	"с"	"а"	"б"	"с"
Площа листкової пластинки, см ²	11,9–15,1	11,1–11,8	7,6–11,0	10,4–12,0	9,9–10,3	4,6–9,8
Кількість квіток на квітконосі, од.	9,0–14,0	8,1–8,9	4,0–8,0	7,6–12,0	6,5–7,5	2,0–6,4
Довжина генеративного пагону, см	14,4–26,7	12,7–14,3	5,8–12,6	9,1–12,1	8,3–9,0	4,7–8,2

Таблиця 4. Віталітетні характеристики двох популяцій *Gymnospermium odessanum*Table 4. Vitality characteristics of two populations of *Gymnospermium odessanum*

Локалітет	Клас віталітету			Показник якості (Q)	Віталітетний тип
	"а"	"б"	"с"		
"Сланцеві скелі"	0,38	0,38	0,24	0,38	Процвітаючий
Відвал Першотравневого кар'єру	0,34	0,11	0,55	0,22	Рівноважний

Зибенко (Zybenko, 2013), наявність у популяції переважної кількості особин найнижчого класу, так званої групи резерву, ймовірно, пов'язана з необхідністю забезпечення стійкості популяції та контролю за розмірами екологічної ніші.

Слід зауважити що спроби збереження раритетних видів шляхом створення їхніх осередків у постмайнінгових ландшафтах цілком себе виправдовують в умовах регіону зі дестабілізованим середовищем. Розвиток туризму в

промисловому Криворіжжі створює загрозові наслідки для природних екосистем. Так, після створення однойменного геологічного парку "Сланцеві скелі" (2021 р.) у результаті збільшення рекреаційного навантаження на території урочища в 2025 р. вже не було зафіксовано відомих п'яти мікролокалітетів дослідженого виду. Анклав "дикої" природи в місті з кожним роком усе сильніше потерпає від рекреації, тому стан популяції *G. odessanum* (як і низки інших

раритетних видів) потребує постійного моніторингу. Водночас на постмайнінгових територіях відмічено 40 видів фітобіоти, які охороняються на різних рівнях. Серед них 32 види рослин оселилися спонтанно, 4 — натуралізувалися після привнесення під час рекультиваційних експериментів, ще 4 — розселилися обома шляхами (Pavlenko et al., 2020). Постмайнінгові ландшафти наразі зазнають значно меншого антропогенного втручання, аніж залишки природних.

У цьому аспекті відвал Першотравневого кар'єру являє собою зразок формування вторинного ландшафтного та біотичного різноманіття на порушених землях. Тут ростуть шість видів вищих судинних рослин, включених до Червоної книги (Red Data Book..., 2009): *Astragalus dasyanthus* Pall., *Crambe maritima* L., *Stipa capillata* L., *S. lessingiana* Trin. & Rupr., *S. pulcherri-ma* K. Koch., *S. ucrainica* P.A. Smirn. та чотири — до Червоної книги Дніпропетровської області: *Centaurea orientalis* L., *Inula helenium* L., *Linaria biebersteinii* Besser, *Thymus* × *dimorphus* Klovov & Des.-Shost. (Red Data Book..., 2010). Свого часу було поставлено питання щодо створення тут ландшафтного техногенного заказника (Smetana et al., 2014b). Надання охоронного статусу постмайнінговому об'єкту належним чином забезпечувало б збереження унікальної інтродукційної популяції *G. odessanum*.

Висновки

Таким чином, порівняльне дослідження двох популяцій *G. odessanum* дозволило розкрити специфіку та спільні риси їхньої вікової та віталітетної структури. Нами вперше отримано інформацію щодо можливості успішного розвитку і самопідтримання популяції виду, створеної шляхом висаджування бульбокореневищ в екотопах постмайнінгового ландшафту. Найсприятливішим екотопом для формування інтродукційної популяції стала невелика западина з примітивними суглинистими ґрунтами та помірним затіненням кронами дерев і кущів. Водночас високий вміст кам'янисто-щебенистої фракції в субстраті, навіть незначне засолення

та зменшення рівня освітленості виявилися негативними чинниками для існування рослин. Як природна, так і інтродукційна популяції відзначаються високою щільністю особин, що, очевидно, спричинено оптимальними екологічними умовами, насамперед достатнім ґрунтовим зволоженням навесні для масового проростання насіння та виживання проростків.

Вікові спектри обох популяцій в усі роки спостережень є лівобічними. Динаміка популяції в постмайнінговому ландшафті свідчить про її інвазійний характер у перші роки існування. Диференціація вікових станів у спектрах стала помітною з 2018 р.; на цей момент абсолютну чисельну перевагу отримали проростки (52,6%). У наступні три роки формувалися лівобічні спектри з максимумами на ювенільних особинах. Частка генеративних рослин в останній рік спостережень збільшилася до 16,4%. Установлено помітне перевищення морфометричних показників рослин зі "Сланцевих скель" щодо аналогічних показників з популяції на відвалі, завдяки чому популяція в природному ландшафті виявилася процвітаючою ($Q = 0,38$), а відвальна — рівноважною ($Q = 0,22$).

Оскільки посилення рекреаційного навантаження на території урочища "Сланцеві скелі" вже призвело до втрати п'яти мікролокалітетів популяції *G. odessanum*, спроби збереження цього виду в умовах ландшафтних новоутворень техногенно навантаженого регіону цілком виправдані. Отже, надання відвалу Першотравневого кар'єру статусу ландшафтного техногенного заказника в майбутньому забезпечило б дієву охорону унікальної інтродукційної популяції раритетного виду на межі природного ареалу.

ДОТРИМАННЯ ЕТИЧНИХ НОРМ

Автори повідомляють про відсутність будь-якого конфлікту інтересів.

ORCID

А.О. Павленко  <https://orcid.org/0000-0003-1156-8737>

О.О. Красова  <https://orcid.org/0000-0003-3035-5614>

Г.Н. Шоль  <https://orcid.org/0000-0003-1504-7023>

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Akinfiev I.Ya. 1894. A brief preliminary report on the botanical research of the Verkhnedneprovskiy uезд of Ekaterinoslav province in 1894. *Travaux de la Société des Naturalistes à l'Université Imperiale de Kharkow*, 28: 265–278. [Акинфиев И.Я. 1894. Краткий предварительный отчет о ботанических исследованиях Верхнеднепровского уезда Екатеринославской губернии в 1894 году. *Труды общества испытателей природы при Харьковском университете*, 28: 265–278.]
- Barina Z., Pinter B., Pifko D. 2015. Morphometrical studies on *Gymnospermium scipetarum* and *G. maloi* (Berberidaceae). *Wulfenia*, 22: 209–220.
- Barina Z., Caković D., Pifko D., Schönswetter P., Somogyi G., Frajman B. 2017. Phylogenetic relationships, biogeography and taxonomic revision of European taxa of *Gymnospermium* (Berberidaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 184: 298–311. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/box028>
- Caković D., Stešević D., Jovičević M. 2017. New chorological data for some rare plants in Montenegro. In: *The Proceedings of 7th International Symposium of Ecologists (4–7 October 2017, Sutomore, Montenegro)*. Sutomore, pp. 29–37.
- Chirila S.D., Doroftei M., Mierla M. 2025. Phytosociology, ecology, and distribution of *Gymnospermium odessanum* in Romania. *Plant Ecology and Evolution*, 158(1): 100–110. <https://doi.org/10.5091/plecevo.144212>
- Didukh Ya.P., Shelyag-Sosonko Yu.R. 2003. Geobotanical zoning of Ukraine and adjacent territories. *Ukrainian Botanical Journal*, 60(1): 6–17. [Дідух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. 2003. Геоботаничне районування України та суміжних територій. *Український ботанічний журнал*, 60(1): 6–17.]
- Doroftei M., Mierla M. 2007. *Gymnospermium altaicum* in Northern Dobrogea. *Brukenenthal Acta Musei*, 3(1): 6–12.
- Gritsenko V.V. 2022. The current state of the introduction coenopopulation of *Gymnospermium odessanum* on the botanical-geographical plot “Steppes of Ukraine” at the M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. *Plant Introduction*, 93/94: 3–17. <https://doi.org/10.46341/PI2021017>
- Kazakov V.L., Paranko I.S., Smetana M.H., Shypunova V.O., Kotsiuruba V.V., Kalinichenko O.O. 2005. *Natural geography of the Kryvyi Rih Ore Basin*. Kryvyi Rih: Oktan-Print, 156 pp. [Казаков В.Л., Паранько І.С., Сметана М.Г., Шипунова В.О., Коцюрба В.В., Калініченко О.О. *Природніча географія Кривбасу*. Кривий Ріг: Окта-Принт, 2005, 156 с.]
- Kotov M.I. 1927. Botanical and geographical essay on the valley of the river Inhulets. *Proceedings of the Agricultural Scientific Committee of Ukraine. Botany Section*. Kharkiv. 1(3): 17–61. [Котов М.І. 1927. Ботаніко-географічний нарис долини р. Інгульця. *Труди сільськогосподарського наукового комітету України. Ботанічна секція*, 1(3): 17–61.]
- Krasova O.O., Smetana O.M., Dolyna O.O., Holovenko Ye.O., Taran Ya.V., Pavlenko A.O. 2016. Conservation of rare ephemeroïds in technogenic biocentres of Kryvorizhzhia. In: *Problems of biodiversity restoration and conservation in Ukraine: Proceedings of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference*. Poltava, pp. 87–90. [Красова О.О., Сметана О.М., Долина О.О., Головенко Є.О., Таран Я.В., Павленко А.О. 2016. Збереження рідкісних ефемероїдів у техногенних біоцентрах Кривбасу. В зб.: *Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття України: Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції*. Полтава, с. 87–90.]
- Krytska L.L., Novosad V.V. 2009. *Gymnospermium odessanum*. In: *Red Data Book of Ukraine. Plant Kingdom*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Globalconsulting, p. 341. [Крицька Л.Л., Новосад В.В. 2009. *Gymnospermium odessanum*. В кн.: *Червона книга України. Рослинний світ*. Ред. Я.П. Дідух. Київ: Глобалконсалтинг, с. 341.]
- Kucherevskiy V.V., Shol H.N. 2010. Species of the *Red Data Book of Ukraine* in the Right Bank Steppe of the Dnieper and in the culture of the Kryvyi Rih Botanical Garden. In: *The Plant Kingdom in the Red Data Book of Ukraine: implementation of the Global Strategy for Plant Conservation. Proceedings of International conference (11–15 October 2010, Kyiv)*. Kyiv: Alterpress, pp. 122–127. [Кучеревський В.В., Шоль Г.Н. 2010. Види Червоної книги України на Правобережному степовому Придніпров'ї та в культурі Криворізького ботанічного саду. В зб.: *Рослинний світ у Червоній книзі України: впровадження Глобальної стратегії збереження рослин. Матеріали Міжнародної конференції (11–15 жовтня 2010 р., Київ)*. Київ: Альтерпрес, с. 122–127.]
- Kuyak V.H. 2014. Vitality as an integral indicator of plant population state. *Studia Biologica*, 8(3–4): 273–284. [Кияк В.Г. 2014. Життєвість (віталітет) як інтегральний показник стану популяції у рослин. *Біологічні студії*, 8(3–4): 273–284.]
- Lytvynenko O.I. 2010. Biological determination of *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. as an ephemeroïd geophyte. *Chornomorski Botanical Journal*, 6(3): 352–364. [Литвиненко О.І. 2010. Біологічна детермінованість *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. як ефемероїдного геофіта. *Чорноморський ботанічний журнал*, 6(3): 352–364.]
- Mahmutaj E., Shuka L., Xhulaj M., Hoda P., Mersinllari M. 2015. Rare and endemic plants in the southern mountain ecosystems of Albania, their threats and diversity. *Albanian Journal of Agriculture Sciences*, 14(1): 1–10.
- Melnik R.P., Melnychuk S.S., Hrubyi M.V., Diachenko O.V. 2023. Conditions of the populations of some rare ephemeroïds in the territory of the Regional Landscape Park “Tyligulsky” (Mykolaiv Region, Ukraine). *Chornomorski Botanical Journal*, 19(4): 390–396. [Мельник Р., Мельничук С., Грубий М., Дяченко О. 2023. Стан популяцій деяких рідкісних ефемероїдів на території Регіонального ландшафтного парку “Тигігульський” (Миколаївська область, Україна). *Чорноморський ботанічний журнал*, 19(4): 390–396.] <https://doi.org/10.32999/ksu1990-553X/2023-19-4-5>
- Method of climate diagrams according to Gossen–Walter: Practical guide*. 2012. Compiled by O.I. Spirin. Kharkiv: KHNAUE, 38 pp. [Метод кліматодіаграм за Госсеном–Вальтером: Практичний посібник. 2012. Укладач О.І. Спирін. Харків: ХНАУЕ, 38 с.]

- Nakonechnyi Yu.I. 2013. *Practical guide on soil science and soil geography: a textbook*. Lviv: Ivan Franko Lviv National University, 374 pp. [Наконечний Ю.І. 2013. *Практикум з ґрунтознавства і географії ґрунтів: навчальний посібник*. Львів: Львівський Національний університет, імені Івана Франка, 374 с.]
- Pavlenko A.O., Krasova O.O., Korshykov I.I., Baranets M.O. 2020. Sozophytes in post-mining landscapes of the Kryvyi Rih Basin. *Bulletin of the Odesa National University. Series Biology*, 25(1(46)): 23–41. [Павленко А.О., Красова О.О., Коршиков І.І., Баранець М.О. 2020. Созофіти у постмайнінгових ландшафтах Кривбасу. *Вісник Одеського національного університету. Серія Біологія*, 25(1(46)): 23–41.] [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.1\(46\).205802](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.1(46).205802)
- Red Data Book of Dnipropetrovsk Region. Plants. 2010. Ed. A.P. Travleev. Dnipropetrovsk: VVK Balans-Klub, 500 pp. [Червона книга Дніпропетровської області (рослинний світ). 2010. Ред. А.П. Травлєєв. Дніпропетровськ: ВВК Баланс-Клуб, 500 с.]
- Red Data Book of Ukraine. Plant Kingdom. 2009. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Globalconsulting, 912 p. [Червона книга України. Рослинний світ. 2009. Ред. Я.П. Дідух. Київ: Глобалконсалтинг, 912 с.]
- POWO. 2025–onward. *Plants of the World Online*. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Available at: <https://powo.science.kew.org/> (Accessed 14 August 2025).
- Rosati L., Coppi A., Farris E., Fascetti S., Becca G., Peregrym M., Tan K., Federico Selvi F. 2018. The genus *Gymnospermium* (Berberidaceae) in Italy: identity and relationships of the populations at the western limit of the genus range. *Plant Bio-systems*. <https://doi.org/10.1080/11263504.2018.1549613>
- Scherbakova O.F. 2008. *Rare flora fund of Kodyma-Yelanets Pobuzhzhia (population and zoological aspects)*. Cand. Sci. Diss. Abstract. Kyiv, M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, 25 pp. [Щербакова О.Ф. 2008. *Раритетний флорофонд Кодима-Єланецького Побужжя (популяційні та зоологічні аспекти)*. Автореф. дис. ... канд. біол. наук.: спец. 03.00.05 "Ботаніка". Київ, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 25 с.]
- Scherbakova O.F., Novosad V.V., Krytska L.I., Lytvynenko O.I., Melnyk V.I. 2021. *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht.: systematics, morphology, chorology, ecotology, phylogeny, population biology, introduction, zoology. Kyiv, 185 pp. [Щербакова О.Ф., Новосад В.В., Крицька Л.І., Литвиненко О.І., Мельник В.І. 2021. *Голонасінник одеський — Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht.: систематика, морфологія, хорологія, екотопологія, філогенія, структура популяції, інтродукція, созологія. Київ: Національний науково-природничий музей НАН України, 185 с.]
- Shol H.N. 2018. Assessment of the success of the introduction of rare and endangered plant species into the Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine. *Plant Introduction*, 2: 20–27. [Шоль Г.Н. 2018. Оцінка успішності інтродукції рідкісних та зникаючих видів рослин у Криворізький ботанічний сад НАН України. *Інтродукція рослин*, 2: 20–27.]
- Skliar Yu.L. 2012. Vitality structure of coenotic populations of *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) Kuntze (Menyanthaceae) in Desniansko-Starogutskyi National Nature Park. *Ukrainian Botanical Journal*, 69(2): 203–210. [Віталітетна структура ценопопуляцій *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) Kuntze (Menyanthaceae) у Національному природному парку "Деснянсько-Старогутський". *Український ботанічний журнал*, 69(2): 203–210.]
- Smetana O.M., Krasova O.O., Dolyna O.O., Taran Ia.V., Korzhov D.M. 2014a. Characteristics of *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. habitats in the Ingulets basin. *Nature Reservation*, (1)20: 55–59. [Сметана О.М., Красова О.О., Долина О.О., Таран Я.В., Коржов Д.М. 2014а. *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht. у басейні Інгульця: ценотична та едафічна приуроченість. *Заповідна справа*, (1)20: 55–59.]
- Smetana O.M., Krasova O.O., Dolyna O.O., Yaroshchuk Yu.V., Taran Ya.V., Holovehko Ye.O. 2014b. Justification for the creation of the technogenic reserve "Pershotravnevyi". *Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian-Economic University*, 1(33): 162–166. [Сметана О.М., Красова О.О., Долина О.О., Ярошчук Ю.В., Таран Я.В., Головенко Є.О. 2014б. Обґрунтування створення техногенного заказника "Першотравневий". *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*, 1(33): 162–166.]
- Trotner V.V. 2020. Records of threatened plant and fungi species in steppe regions of Ukraine in 2019–2020. *Records of protected species of plants, animals and fungi in Ukraine. Series Conservation Biology in Ukraine*. Issue 19. Vinnytsia: Tvory, pp. 544–574. [Тротнер В.В. 2020. Знахідки червонокнижних видів рослин та грибів в степових областях України в 2019–2020 рр. *Знахідки видів рослин, тварин та грибів, що знаходяться під охороною, в Україні. Серія: "Conservation Biology in Ukraine"*. Вип. 19. Вінниця: Твори, с. 544–574.]
- Yarkov S.V. 2007. Mining-industrial landscapes of the Kryvyi Rih Ore Basin as refugia of zonal vegetation. Geographical studies of Kryvorizhzhia. In: *Physical geography, economic and social geography, geocology, historical geography, geography teaching: Proceedings of the departmental scientific research topics*. Issue 2. Kryvyi Rih: Publishing House, pp. 42–43. [Ярков С.В. 2007. Гірничо-промислові ландшафти Кривбасу як рефугіуми зональної рослинності. Географічні дослідження Кривбасу. В зб.: *Фізична географія, економічна і соціальна географія, геоecологія, історична географія, викладання географії: Матеріали кафедральних науково-дослідних тем*. Вип. 2. Кривий Ріг: Видавничий дім, с. 42–43.]
- Zlobin Yu.A. 2018. An algorithm for assessing the vitality of plant individuals and the vitality structure of phytopopulations. *Chornomorski Botanical Journal*, 14(3): 213–226. [Злобін Ю.А. 2018. Алгоритм оцінки віталітету особин рослин і віталітетної структури фітопопуляцій. *Чорноморський ботанічний журнал*, 14(3): 213–226]. <https://doi.org/10.14255/2308-9628/18.143/2>

- Zubtsova I.V. 2020. *Population analysis of medicinal plants in the floodplains of the rivers of the Krolevets-Glukhiv Geobotanical Region*. Cand. Sci. Diss., specialty 03.00.05 "Botany". Kyiv, M.G. Kholodny Institute of Botany of NAS of Ukraine, 485 pp. (manuscript). [Зубцова І.В. 2020. Популяційний аналіз лікарських рослин заплавл річок Кролевецько-Глухівського геоботанічного району. Дис. ... канд. біол. наук: наук. спец. 03.00.05 "Ботаніка". Київ, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 485 с. (рукопис).]
- Zybenko O.V. 2013. Ontogenetic and vitality structures of *Pseudolysimachion viscosulum* (Klokov) Tzvelev (Veronicaceae) populations in steppe phytocenoses of the South-East of Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 70(1): 22–26. [Зибенко О.В. 2013. Онтогенетична та віталітетна структури ценопопуляцій *Pseudolysimachion viscosulum* (Klokov) Tzvelev (Veronicaceae) у природних фітоценозах на Південному Сході України. *Український ботанічний журнал*, 70(1): 22–26.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj70.01.022>

Populations of *Gymnospermium odessanum* (Berberidaceae) in natural and post-mining landscapes of the Kryvyi Rih area (Ukraine)

A.O. PAVLENKO, O.O. KRASOVA, H.N. SHOL
Kryvyi Rih Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine,
50 Botanichna Str., Kryvyi Rih 50089, Ukraine

Abstract. *Gymnospermium odessanum* is a paleoendemic, a relict species with a narrow disjunctive range, listed in the *Red Data Book of Ukraine*. The northernmost of its known natural habitats is located in Kryvyi Rih, within the Slate Rocks tract. This enclave of exceptional phytodiversity is subject to continuously growing recreational pressure. In 2014, tubers of *G. odessanum* were planted in the post-mining landscape of the city, on a decommissioned iron ore dump. For 11 years, we monitored the formation of an experimental introduced population of the species. The article provides a comparative analysis of the age structure and vitality of natural and artificially created populations. It is demonstrated that attempts to preserve a rare species in the conditions of a post-mining landscape are fully justified. Granting this area the status of a technogenic landscape reserve would ensure the efficient protection of this unique introduced population.

Keywords: age spectra, dynamics, *Gymnospermium odessanum*, introduced population, viability, vitality

