



УКРАЇНСЬКИЙ БОТАНІЧНИЙ ЖУРНАЛ



ISSN 2415-8860 (Online)
ISSN 0372-4123 (Print)

UKRAINIAN BOTANICAL JOURNAL
An international journal for botany & mycology

2018 • 75 • 1



"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, повідомлення та інші матеріали публікуються в таких основних розділах: "Загальні проблеми, огляди та дискусії", "Систематика, флористика, географія рослин", "Гриби і грибоподібні організми", "Геоботаніка, екологія, охорона рослинного світу", "Червона книга України", "Флористичні знахідки", "Мікологічні знахідки", "Структурна ботаніка", "Фізіологія, біохімія, клітинна та молекулярна біологія рослин", "Гербарна справа", "Історія науки", "Хроніка", "Ювілейні дати", "Втрати науки", "Рецензії та новини літератури", "Дослідники фітобіоти та мікобіоти України".

Статті друкуються українською, англійською та російською мовами

The *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. Original articles, short communications and other contributions are published in sections "General Issues, Reviews and Discussions", "Plant Taxonomy, Geography and Floristics", "Fungi and Fungi-like Organisms", "Vegetation Science, Ecology, Conservation", "The Red Data Book of Ukraine", "Floristic Records", "Mycological Records", "Structural Botany", "Plant Physiology, Biochemistry, Cell Biology and Molecular Biology", "Herbarium Curation", "History of Science", "News and Views", "Anniversary Dates", "In Memoriam", "Reviews and Notices of Publications", "Explorers of Plants and Fungi of Ukraine".

Publication languages: Ukrainian, English and Russian

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор – Сергій Л. МОСЯКІН

Заступники головного редактора – Ганна В. БОЙКО,
Віра П. ГАЙОВА

Раїса І. БУРДА, Соломон П. ВАСЦЕР,
Філіп ВЕРЛООВ (Бельгія), Василь П. ГЕЛЮТА,
Зігмонтас ГУДЖИНСКАС (Литва), Яків П. ДІДУХ,
Дмитро В. ДУБИНА, Олена К. ЗОЛОТАРЬОВА,
Сергій Я. КОНДРАТЮК, Єлізавета Л. КОРДЮМ,
Ірина А. КОРОТЧЕНКО, Ірина В. КОСАКІВСЬКА,
Кароль МАРГОЛЬД (Словаччина), Евіатар ЕВО (Ізраїль),
Віктор І. ПАРФЬОНОВ (Білорусь), Петер РЕЙВЕН (США),
Марина М. СУХОМЛІН, Сусуму ТАКАМАЦУ (Японія),
Микола М. ФЕДОРОНЧУК, Олександр Є. ХОДОСОВЦЕВ,
Петро М. ЦАРЕНКО, Ілля І. ЧОРНЕЙ,
Мирослав В. ШЕВЕРА, Юрій Р. ШЕЛЯГ-СОСОНКО,
Наталія М. ШИЯН, Богдан ЯЦКОВЯК (Польща)
Відповідальний секретар Марія Д. АЛЕЙНИКОВА

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief – Sergiy L. MOSYAKIN

Associate Editors – Ganna V. BOIKO
Vera P. HAYOVA

Raisa I. BURDA, Ilya I. CHORNEY, Yakiv P. DIDUKH,
Dmytro V. DUBYNA, Mykola M. FEDORONCHUK,
Zigmantas GUDŽINSKAS (Lithuania), Vasyl P. HELUTA,
Bogdan JACKOWIAK (Poland), Olexander E. KHODOSOVTSSEV,
Sergei Ya. KONDRATYUK, Elisaveta L. KORDYUM,
Iryna A. KOROTCHENKO, Iryna V. KOSAKIVSKA,
Karol MARHOLD (Slovakia), Eviatar NEVO (Israel),
Victor I. PARFENOV (Belarus), Peter RAVEN (USA),
Yuriy R. SHELYAG-SOSONKO, Myroslav V. SHEVERA,
Natalia M. SHYIAN, Maryna M. SUKHOMLYN,
Susumu TAKAMATSU (Japan), Petro M. TSARENKO,
Filip VERLOOVE (Belgium), Solomon P. WASSER,
Olena K. ZOLOTAREVA
Editorial Assistant – Mariya D. ALEINIKOVA

На першій сторінці обкладинки: крейдяні відслонення на території відділення "Крейдова флора"
Українського степового природного заповідника Національної академії наук України.
Фото Сергія Лиманського

Front page: chalk outcrops in the Kreidova Flora branch, Ukrainian Steppe Nature Reserve,
National Academy of Sciences of Ukraine. Photo by Serhii Lymanskyi

✉ Редакція "Українського ботанічного журналу"
Інститут ботаніки НАН України
вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна

(044) 235-41-82
secretary_ubzh@ukr.net
<https://ukrbotj.co.ua>

УКРАЇНСЬКИЙ 2018 • 75 • 1

БОТАНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

UKRAINIAN BOTANICAL JOURNAL

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ • ЗАСНОВАНИЙ 1921 р. • SCIENTIFIC JOURNAL • PUBLISHED SINCE 1921

З М І С Т

Систематика, флористика, географія рослин

- Мосякін С.Л. Нотатки про австралійські види *Salsola* (*Chenopodiaceae*) та визнання *Salsola sabrinae*, nom. et stat. nov. 3
Мельник В.І., Шиндер О.І., Несин Ю.Д. Поширення *Cypripedium calceolus* (*Orchidaceae*) в Україні 20

Гриби і грибоподібні організми

- Ходосовцев О.Є., Дармостук В.В. Нові для України види лишайників та ліхенофільних грибів з мергелістих вапняків Північного Причорномор'я 33

Геоботаніка, екологія, охорона рослинного світу

- Ємельянова С.М. Синтаксономія класу *Lemnetaea* долини Південного Бугу 38
Головенко Є.О., Коршиков І.І. Видове різноманіття та особливості поширення лишайників у кар'єрно-відвальних комплексах Криворіжжя 50
Одукалець І.О., Коротка І.А., Пашкевич Н.А., Любінська Л.Г., Горбняк Л.Т. Трансформація рослинного покриву та зміна екологічних умов під впливом насаджень *Pinus sylvestris* (*Pinaceae*) в Національному природному парку "Подільські Товтри" 59

Червона книга України

- Кобів Ю. *Luzula spicata* (*Juncaceae*) в Українських Карпатах: на межі зникнення 70

Мікологічні знахідки

- Шевченко М.В. Цікаві знахідки кортиціоїдних грибів в Ічнянському національному природному парку 77

Фізіологія, біохімія, клітинна та молекулярна біологія рослин

- Онойко О., Михайленко Н., Сиваш О., Довбиш К. Вміст пігментів ксантофілового ряду в рослинах різних ярусів широколистяного лісу 84

Ювілейні дати

- Радченко В.Г., Мосякін С.Л., Тохтарь В.К., Ільїнська А.П., Протопопова В.В., Шевера М.В., Пашкевич Н.А.
Бойко Г.В. Раїса Іванівна Бурда (до 75-річчя від дня народження) 94

Втрати науки

- Заїменко Н.В., Буюн Л.І., Ковальська Л.А., Іванніков Р.В., Гапоненко М.Б., Вахрушкін В.С. Остання подорож.
Світлій пам'яті Тетяни Михайлівни Черевченко (11.01.1929 – 25.06.2017) 99
Дубина Д.В. Світлій пам'яті видатного вченого Бориса Михайловича Міркіна (16.07.1937 – 09.08.2017) 104

СОДЕРЖАНИЕ

Систематика, флористика, география растений

- Мосякин С.Л. Заметки об австралийских видах *Salsola* (*Chenopodiaceae*) и обнаружение *Salsola sabrinae*,
nom. et stat. nov. 3
- Мельник В.И., Шиндер А.И., Несын Ю.Д. Распространение *Cypripedium calceolus* (*Orchidaceae*) в Украине 20

Грибы и грибоподобные организмы

- Ходосовцев А.Е., Дармостук В.В. Новые для Украины виды лишайников и лишенофильных грибов с
мергельных известняков Северного Причерноморья 33

Геоботаника, экология, охрана растительного мира

- Емельянова С.Н. Синтасономия класса *Lemnetea* долины Южного Буга. 38
- Головенко Е.А., Коршиков И.И. Видовое разнообразие и особенности распространения лишайников в
карьерно-отвалных комплексах Криворожья 50
- Одукалец И.А., Короткая И.А., Пашкевич Н.А., Любинская Л.Г., Горбняк Л.Т. Трансформация растительного
покрова и изменение экологических условий под влиянием насаждений *Pinus sylvestris* (*Pinaceae*) на
территории Национального природного парка "Подольские Товтры". 59

Красная книга Украины

- Кобив Ю. *Luzula spicata* (*Juncaceae*) в Украинских Карпатах: на грани исчезновения 70

Микологические находки

- Шевченко М.В. Интересные находки кортициоидных грибов в Ичнянском национальном природном парке 77

Физиология, биохимия, клеточная и молекулярная биология растений

- Онойко Е., Михайленко Н., Сиваш А., Довбыш Е. Содержание пигментов ксантофиллового ряда в растениях
разных ярусов широколиственного леса 84

Юбилейные даты

- Радченко В.Г., Мосякин С.Л., Тохтарь В.К., Ильинская А.Ф., Протопопова В.В., Шевера М.В., Пашкевич Н.А.,
Бойко А.В. Раиса Ивановна Бурда (к 75-летию со дня рождения) 94

Потери науки

- Заименко Н.В., Булон Л.И., Ковальская Л.А., Иванников Р.В., Гапоненко М.Б., Вахрушкин В.С. Последнее
путешествие. Светлой памяти Татьяны Михайловны Черевченко (11.01.1929 – 25.06.2017). 99
- Дубина Д.В. Светлой памяти известного ученого Бориса Михайловича Миркина (16.07.1937 – 09.08.2017). 104



doi: 10.15407/ukrbotj75.01.003

Notes on Australian species of *Salsola* (*Chenopodiaceae*) and validation of *Salsola sabrinae*, nom. et stat. nov.

Sergei L. MOSYAKIN

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine
2, Tereshchenkivska Street, Kyiv (Kiev) 01004, Ukraine
s_mosyakin@hotmail.com

Mosyakin S.L. Notes on Australian species of *Salsola* (*Chenopodiaceae*) and validation of *Salsola sabrinae*, nom. et stat. nov. Ukr. Bot. J., 2018, 75(1): 3–19.

Abstract. Taxonomic opinions on Australian taxa of *Salsola* sensu stricto (*Chenopodiaceae*) are analyzed in a historical context. It is concluded, based on available evidence, that the genus is probably represented in Australia and adjacent regions of southeasternmost Asia by several (4–5 or more) native species, including the currently recognized *S. australis* R. Br. (also naturalized in southwestern North America and southern Africa) and supposedly related taxa (*S. macrophylla* R. Br., *S. brachypteris* Moq., *S. australis* var. *strobilifera* (Benth.) Domin, etc.); the presence of introduced Eurasian species cannot be excluded as well. The new name *Salsola sabrinae* Mosyakin is proposed for the native Australian taxon originally described as *S. tragus* L. subsp. *grandiflora* S. Rilke (non *S. grandiflora* Link ex Steud.) and reported mainly from northern tropical and subtropical regions of Australia (northern Western Australia, Northern Territory, and Queensland). It is emphasized that further dedicated morphological, molecular phylogenetic, and phylogeographic studies are needed, in comparison with Eurasian species, for achieving a reliable taxonomic scheme for Australian/Australasian species of *Salsola* and for clarifying issues of their immigration to and diversification in Australia.

Keywords: Australia, biogeography, *Chenopodiaceae*, nomenclature, *Salsola*, *Salsoloideae*, taxonomy

Introduction

The present contribution is the continuation of two articles recently published in the *Ukrainian Botanical Journal* (Mosyakin, 2017a, 2017b), in which I already commented on some Australian taxa of *Salsola* L. sensu stricto (*Chenopodiaceae*). *Salsola* is accepted here in its narrow circumscription, following recent molecular phylogenetic findings, partly corroborated by morphological and anatomical data (see Akhani et al., 2007; Wen et al., 2010; Wen, Zhang, 2011; Voznesenskaya et al., 2013; Kadereit et al., 2014; Hernández-Ledesma et al., 2015; Schüssler et al., 2017, and references therein), and nomenclatural stabilization of the taxonomic application of this generic name (Mosyakin et al., 2014, 2017; Mosyakin, 2017a) due to its conservation with *S. kali* L. as the conserved type (Wilson, 2017).

After considering taxonomic and nomenclatural aspects of the names *Salsola macrophylla* R. Br. and *S. brachypteris* Moq., I stated that "the amazing morphological diversity of Australian *Salsola* does not fit just one native species now recognized as *S. australis*.

Judging from specimens and images I have seen, and from other available evidence (Mueller, 1891; Wilson, 1984; Rilke, 1999; Borger et al., 2008; Chinnock, 2010, etc.), there are at least five native Australian species of *Salsola* (plus probably one or two introduced ones?)" (Mosyakin, 2017b: 524). In the present follow-up article I consider these and some other native Australian taxa in more detail and provide arguments in favor of the species status of one taxon described as an infraspecific entity (subspecies) from Australia in the end of the 20th century (Rilke, 1999).

Australian taxa of *Salsola*: a brief overview of taxonomic history

Native Australian plants belonging to *Salsola* were for the first time observed and collected by Joseph Banks and his party at Bay of Inlets and the Endeavour River (northern Queensland) in 1770 (17 June – 4 August 1770?) during Captain James Cook's first voyage round the world in the HMS *Endeavour* (see Banks et al., 1905; Pearson, 2005, etc.). They were probably the first Europeans who visited the east coast of Australia. However, earlier visits to that region by some Portuguese and/or Dutch exploration expeditions, results of

© S.L. MOSYAKIN, 2018

which were mainly kept secret due to the rivalry of European nations in discovery and colonization of new lands, cannot be excluded (see overviews in Pearson, 2005; Magidovich, Magidovich, 2009, etc.), as well as occasional early visitations of native peoples from southeastern Asia (Pearson, 2005; Bean, 2007). In any case, these earlier visits (if we assume that they indeed occurred) left no scientific results in botany; they also can hardly be accepted as possible factors of introduction of *Salsola* to Australia, and thus we can safely assume that the *Salsola* plants observed by Banks in 1770 were native.

The plants observed by Banks and later reported as *S. kali* sensu lato were without fruits and their real identity remained uncertain. A color image of "*S. kali*" is available from *Banks' Florilegium* produced by Alecto Historical Editions (<https://www.alecto-historical-editions.com/products/ahe-banks-prints-261>; see also Banks et al., 1905). This image is based on sketches and notes by Sydney Parkinson, the natural history illustrator of the expedition, who died during the voyage of fever contracted in Java (Pearson, 2005) but before that managed to produce 955 drawings, of which 280 had been converted into full-color watercolors, with botanical notes. Banks later "commissioned five artists to work up Parkinson's field sketches to finished portraits and, for the next thirteen years, employed eighteen engravers to create exquisite copper plate engravings capturing every detail from the original watercolours. By 1784, 743 plates had been completed, but, for a variety of reasons, Banks delayed publication" (see <https://www.alecto-historical-editions.com/pages/a-voyage-of-discovery>). Black-and white images were first published in 1905 (Banks et al., 1905, edited by J. Britten).

The first two Australian taxa of *Salsola* presumably different from their Eurasian relatives were described by Robert Brown in 1810. Brown, a keen observer and experienced botanist who was definitely familiar with European members of the *S. kali* aggregate, did not hesitate to give species rank to two taxa that he observed and collected in Australia. He described these two entities as *S. australis* R. Br. and *S. macrophylla* R. Br. (Brown, 1810: 411), providing the following diagnoses:

"1. *S. australis*, herbacea glabra ramosissima, foliis subulatis spinosis divaricatis, bracteis longioribus perianthio solitario; fructiferi alis membranaceis venosis. (J. M.) v. v.

2. *S. macrophylla*, suffruticosa erecta glabra glauca, foliis subulatis spinosis divaricatis basi triquetra, bracteis divaricatis, perianthii fructiferi alis membranaceis. (T.) v. v."

In these diagnoses, "v. v." (*vidi vivo*) means that Brown observed the living plants during his travel as the naturalist aboard the HMS *Investigator* in 1801–1803 (Flinders, 1814; Chapman et al., 2001–onward; Vallance et al., 2001; Pearson, 2005, etc.). The abbreviations "J. M." and "T." indicate the regions where the plants were observed and collected (see Brown, 1810: vi–vii; Chapman et al., 2001–onward; Vallance et al., 2001, etc.) in South Australia (*S. australis*) and Queensland, the East Coast of Australia (*S. macrophylla*). The type specimens are preserved in BM* and K, and their digital images are available online:

Salsola australis: <http://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.specimen.bm001015878> (lectotype); <http://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.specimen.k000899587> (isolectotype);

Salsola macrophylla: <https://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.specimen.bm000016766> (holotype).

Unfortunately, later researchers mainly ignored Brown's taxa and often accepted all Australian plants of *Salsola* as *S. kali* L. sensu latissimo (Bentham, 1870; Mueller, 1891; Boerlage 1900; Banks et al., 1905; Diels, Pritzel, 1905; Ulbrich, 1934; Backer, 1949; Wilson, 1984; Walsh, 1996, and many others), or recently also as *S. tragus* L. sensu lato (Duretto, Morris, 2011; Walsh, Messina, 2015). However, there were also some exceptions.

Moquin-Tandon (1840, 1849) recognized both *S. macrophylla* and *S. australis* but commented that the latter might be a variety of *S. kali* ("An praecedentis varietas?" – Moquin-Tandon, 1849: 188). He also described from Java (now Indonesia) a new species, *S. brachypteris* Moq. (Moquin-Tandon, 1840: 147; see also Mosyakin, 2017b), and later reported it from Timor and Australia (Moquin-Tandon, 1849: 189). Before that, Spanoghe (1841: 345) listed for Timor only "*S. tragus* Linn."

Lehmann (1844: 637) recognized *S. macrophylla* and reported that Preiss collected this species in 1838 in a sandy area near the mouth of the Swan River, Western Australia: "In arenosis inter frutices ad ostium fluvii Cygnorum, Decembri a. 1838. Herb. Preiss. No. 2396". That was probably the first documented record of a *Salsola* from Western Australia. A duplicate of this collection is also deposited in the Turczaninow historical herbarium (KW-TURCZ) at the National Herbarium of Ukraine (KW – Herbarium of the M.G. Kholodny Institute of Botany). This specimen (KW001002890) is represented by a terminal or lateral branch ca. 18 cm

* Here and below, herbarium acronyms are given according to *Index Herbariorum* (Thiers 2018–onward).

long, with two shorter secondary branches, and has the following label: "*Salsola macrophylla* R. Br. / **nom. pro S. australi habeo!** / Nova Hollandia / Preiss. n. 2396 / **Remittenda**" [the words in bold were added to the original label later, in darker ink]. The plant is definitely not conspecific with *S. tragus* or *S. kali*.

J.D. Hooker (1853: 215–216) recognized *S. australis* and reported it for the North Island of New Zealand. He also mentioned *S. brachypteris* in his discussion on the tropical Australian flora (Hooker, 1859: xlvi). Mueller (1854) initially listed for Victoria *S. australis* but later accepted the name *S. kali* for all Australian plants of the genus (Mueller, 1891; see below). Miquel (1855: 1021–1022) reported for the former Dutch East Indies (now Indonesia) and Australia two species, *S. australis* (Timor and Australia; including the misapplied name *S. tragus* auct. listed in synonymy) and *S. brachypteris* (Java, Timor, and Australia). He placed these taxa in different sections (*Salsola* sect. *Kali* Dumort. and sect. *Soda* Dumort., respectively), and distinguished them mainly by their perianth wings: "Alae dilatatae scariosae, perigoni disco vulgo longiores" (*S. australis*) and "Alae brevissimae unguiformes cartilagineae" (*S. brachypteris*). Fawcett (1885: 515) also listed for the flora of Timor both *S. australis* and *S. brachypteris*.

Bentham (1870: 207) recognized in Australia only *S. kali* and added the following note: "I can discover nothing to separate the Australian specimens from the European form even as a variety". Despite that note, he himself described two new varieties, *S. kali* var. *leptophylla* Benth. and var. *strobilifera* Benth. (Bentham, 1870: 207), and validated a new combination, *S. kali* var. *brachypteris* (Moq.) Benth. (Bentham, 1870: 208). Domin (1921: 627–628) used the name *S. australis* (including *S. macrophylla*, which he considered to be a form or variety), proposed a new combination *S. australis* var. *strobilifera* (Benth.) Domin, and briefly mentioned Bentham's var. *leptophylla* and var. *brachypteris*.

Bunge (1880) in his biogeographical analysis of *Chenopodiaceae*, which was amazingly profound for the state of knowledge of the family in those times, noted that the Australian flora contains only two members of "*Spirolobeae*", including one species of *Salsola*, which he accepted as *S. kali*. In particular, he commented that "[t]wo [members of] *Spirolobeae*, *Suaeda maritima* and *Salsola Kali*, most likely migrated [rather] late into the coastal areas through human traffic, but were already so modified by local conditions that the former was distinguished as a distinct species, *Suaeda australis*, while the latter gave reasons for establishment of three

allegedly separate species: *Salsola australis* R. Br., *macrophylla* R. Br., and *brachypteris* Moq., which were rightly merged again by Bentham" (English translation of: Bunge, 1880: 20**).

Various opinions on the native versus introduced status of *Salsola* (accepted as *S. tragus*, with *S. kali* cited as a misapplied name) in Australia were summarized by Bean (2007: 18). Keighery (2010: 300) listed *S. kali* for the Pilbara region (Western Australia) among eight weedy "pan-tropical or cosmopolitan" species with uncertain native/alien status (also listed with this status by Groves et al., 2003) and commented that "[t]hese taxa were most likely introduced before European settlement by Macassan fishermen from Indonesia or by birds from south-eastern Asia (Bean 2007)". However, for a species of *Salsola*, nothing in the article by Bean (2007) suggests that hypothesis (which may be true for some other species). In his further discussion Keighery (2010), following Borger et al. (2008) and Borger and Scott (2009), accepted *S. australis* as a native species and excluded it from the list of naturalized plants of the Pilbara region.

Extended synonymy and further details on the historical usage of various names applied to Australian representatives of *Salsola* can be found in Wilson (1984), Borger and Scott (2009), and the *Australian Plant Name Index* and *Australian Plant Census* (Council of Heads of Australasian Herbaria, 2006–onward).

***Salsola* in New Zealand: native/alien status and taxonomy still uncertain?**

Early researchers of the flora of New Zealand quite often accepted the name *Salsola australis* (Hooker, 1853; Adams, 1883, 1897; Armstrong, 1879; Petrie, 1885, 1895; Diels, 1897; Laing, Blackwell, 1906, etc.). In 1870 Kirk (1870) did not list any species of *Salsola* naturalized in New Zealand in the Auckland area, but later Cheeseman (1883: 291) reported *S. kali* growing in that area: "Shores of Waitemata and Manukau, not uncommon. Rare at the Thames. (Europe)" (see also Esler, Astridge, 1987). Petrie (1885: 454) in his report of the occurrence of *Zoysia pungens* Willd. (a synonym of *Z. matrella* (L.) Merr. sensu lato; however, New

** Original text in German (Bunge, 1880: 20): "Die zwei *Spirolobeen*: *Suaeda maritima* und *Salsola Kali* sind höchst wahrscheinlich erst spät durch Menschenverkehr in die Küstengegenden eingewandert, jedoch durch locale Bedingungen bereits so weit modificirt, dass die erstere als besondere Art, als *Suaeda australis* unterschieden wurde, während die letztere Veranlassung zur Aufstellung dreier angeblich selbstständiger Arten gab: *Salsola australis* R. Br., *macrophylla* R. Br. und *brachypteris* Moq. welche aber mit Recht von Bentham wieder eingezogen sind".

Zealand plants are now accepted as *Z. pauciflora* Mez) and *S. australis* in the Central Otago area of the South Island even suggested that "I think it probable that these littoral plants [both *Zoysia* and *Salsola*?—S.M.] have survived in this region of New Zealand since a sea of middle Tertiary age filled up the Manuherikia, Ida, and Maniototo valleys". However, later he (Petrie, 1895: 572) commented that *S. australis* in Otago was "spreading rather rapidly, and most likely introduced". Cheeseman (1906: 587) reported *S. kali* for the North and South Islands with the following note: "Not uncommon on sandy shores from the North Cape southwards, but probably introduced. <...> A widely dispersed plant in most temperate and tropical regions, but of very doubtful nativity in New Zealand. It is a true native of Australia, however".

In recent publications *Salsola* was considered alien in New Zealand; in particular, Sykes (1982) reported two species as *S. kali* and *S. ruthenica* Iljin (nom. illeg., a synonym of *S. tragus*). The new checklist of the New Zealand flora lists two species, *S. kali* (naturalized alien) and *S. tragus* (casual alien; with *S. ruthenica* and *S. pestifer* A. Nelson cited in synonymy) (Schönberger et al., 2017). It is not clear yet which species of *Salsola* in fact occur (or occurs?) in New Zealand.

***Salsola tragus* and Australian taxa: recent studies and taxonomic changes**

Following the publication by Botschantzev (1974), who accepted *S. australis* and cited *S. tragus* subsp. *iberica* Sennen & Pau, *S. pestifer* A. Nelson, *S. ruthenica* Iljin (nom. illeg.), and *S. kali* subsp. *austroriparica* Aellen as its synonyms, the name *S. australis* was widely applied (as we know now, misapplied) in the late 1970s–1990s to the most widespread and often weedy species of *Salsola*, now properly known as *S. tragus* due to its lectotypification and epitypification (see discussion in Rilke, 1999). The recent attempt (Michalková, Letz, 2014) to restore the usage of the Linnaean epithet "*tragus*" for a Mediterranean coastal taxon (widely known as *S. pontica* (Pall.) Degen or *S. tragus* subsp. *pontica* (Pall.) S. Rilke, and now accepted as *S. squarrosa* Steven ex Moq., with three subspecies; see Mosyakin, 2017b) is not taxonomically and nomenclaturally justified (see comments on typification in Rilke, 1999; Mosyakin, 2017a). The application of *S. australis* as the accepted name for the species now recognized as *S. tragus* gradually faded away after publications by Tzvelev (1993, 1996), Mosyakin (1996, 2003b), and Rilke (1999). The status of the native Australian *S. australis* (also known as alien in California and southern Africa) as a species morphologically and

genetically distinct from *S. tragus* was firmly established only after publications of Hrusa and Gaskin (2008), Borger et al. (2008), Borger and Scott (2009), and Ayres et al. (2009), which were partly based on earlier results reported by Ryan and Ayres (2000) and other authors (Ryan et al., 2007; Gaskin et al., 2006).

Thus, the name *S. australis* has become definitely accepted for an Australian taxon after conclusive publications of North American researchers (Hrusa, Gaskin, 2008; Ayres et al., 2009) who identified and studied that taxon introduced in California, and also proved its identity with *S. kali* subsp. *austroriparica* Aellen (Aellen, 1961: 27) described from Namibia, where it is most probably introduced from Australia. Hrusa and Gaskin (2008) also identified and described a new hexaploid taxon, *S. ryanii* Hrusa & Gaskin, which originated in California from hybridization of two aliens, the diploid *S. australis* and the tetraploid *S. tragus*. Now this newly emerged invasive hexaploid is rapidly spreading in California (Welles, Ellstrand, 2016a) and may be expected in adjacent areas. As we can assume from available evidence (Hrusa, Gaskin, 2008; Ayres et al., 2009; Smith et al., 2013), the real patterns of hybridization and emerging speciation in *Salsola* in California may be even more complicated than it was expected before (see Welles, Ellstrand, 2016b) because hybridization with another Eurasian alien, *S. paulsenii* Litv. (see overview in Mosyakin, 2017a), is also involved. Furthermore, *Salsola gobicola* Iljin, a stabilized hybrid of *S. tragus* and *S. paulsenii*, is reported spreading in the US Southwest (Mosyakin, 2003b; Hrusa, Gaskin, 2008; Hrusa, 2009, 2012; Cipra, Fuhrmann, 2012; Smith et al., 2013, etc.) and Mexico (Hrusa, 2012).

Recent Australian studies (Borger et al., 2008, 2009; Borger, Scott, 2009; Chinnock, 2010) demonstrated considerable morphological and genetic diversity of *Salsola* in Australia. Despite that, the authors refrained from nomenclatural conclusions and continued using the name *S. australis* in a wide sense for all native Australian taxa, in accordance with the statement of Chinnock (2010: 78) that "until there is a detailed Australia-wide molecular/taxonomic study of the complex undertaken I consider it foolhardy to try and apply any of the infraspecific names that have been previously proposed under the misapplied names like *S. kali* or *S. tragus*". As a consequence, in recent Australian floras and databases the Australian taxon (in fact, taxa) is accepted either as *S. tragus* (e.g., Duretto, Morris, 2011; Walsh, Messina, 2015) or, more commonly, as *S. australis* sensu lato (e.g., Wightman, Short, 2011; Biggs, Parker, 2013; Jacobs, Murray, 2013;

Northern Territory Herbarium, 2013—onward; Wilson, Chinnock, 2013; Council of Heads of Australasian Herbaria, 2006—onward, etc.).

Morphological diversity of *Salsola* in Australia

After Brown (1810) and Bentham (1870), the morphological diversity of Australian "*Salsola kali*" has been noted by Ferdinand von Mueller (1891), who illustrated the species (or, better to say, the species aggregate) in the 9th decade of his *Iconography of Australian salsolaceous plants*. In Plate XC [90] he provided, obviously with the intention to demonstrate patterns of variability of that taxon, rather accurate drawings of plants and their parts, including those of three fruits enclosed in winged perianth segments. All illustrated fruits have perianth segments with large and rather well-developed wings also on the two inner tepals, which seems to be a rather consistent character of many (or all?) native Australian taxa of *Salsola* (Figure, C). In addition, tips of tepals above the wing plane in the illustrated specimens are very diverse: short and lax, exposing the fruit (Pl. 90, 7, left-hand image), medium-length and somewhat conic (upper central image), and elongated, forming a long but rather lax and not condensed column (right-hand image) somewhat similar to that observed in *S. paulsenii* Litv. or *S. ikonnikovii* Iljin (see Iljin, 1936; Rilke, 1999; Zhu et al., 2003, etc.). However, in contrast to Australian taxa, in these and other Asian species the wings on inner tepals are much reduced in size, very narrow and often subulate; the column formed by perianth tips above the wings is narrower and stiffer than in Australian plants. For most of Eurasian taxonomists who worked on *Salsola* (see Iljin, 1936; Aellen, 1960–1961, 1964; Grubov, 1966; Aellen, Akeroyd, 1993; Rilke, 1999; Freitag, 2001; Mosyakin, 2003b; Zhu et al., 2003; Sukhorukov, 2014; Brullo et al., 2014a, 2014b), such pronounced morphological differences were sufficient enough for recognizing good and distinct species, most of which were also recognized by Rilke (1999) in her detailed taxonomic account of *Salsola* sensu stricto. However, in Australia these morphological differences were usually ignored, or at least not reflected in accepted taxonomy.

The morphological polymorphism of "*S. kali*" in Australia was noted by several researchers after Mueller (1891). In particular, Wilson (1984: 316) in his treatment of *Chenopodiaceae* in the *Flora of Australia* also commented on polymorphism of Australian "*S. kali*" sensu latissimo. However, his comments contain some misleading synonymy and because of that his note is cited below in full, with my explanatory comments in square brackets.

"A polymorphic species. Australian material was considered by Aellen (1971 in sched.) to belong to the following taxa: *S. kali* subsp. *tragus* (L.) Nyman [sensu auct., corresponding to *S. tragus* subsp. *pontica* sensu Rilke, now Pontic-Mediterranean *S. squarrosa*, not yet confirmed for Australia – S.M.], *S. kali* subsp. *austroriparica* Aellen [now *S. australis* sensu stricto – S.M.], and *S. kali* subsp. *ruthenica* (Iljin) Soó [now *S. tragus* sensu stricto, to be expected in Australia as an alien species, but not yet confirmed – S.M.]. Botschantzev, *op. cit.*, (1969, 1974), recognised the first of these as a distinct species, *S. tragus* L. [in fact, in 1969 Botschantzev mentioned obscure names "*S. tragus* Torner" and *S. caroliniana* Walter, and in his article of 1974 applied (most probably misapplied) the name *S. caroliniana* to the coastal short-winged or wingless species now accepted as *S. squarrosa* – S.M.], and the other two as synonyms of *S. australis* R. Br. [which Botschantzev in 1974 erroneously accepted as the priority name for the taxon previously known as *S. pestifer* A. Nelson, *S. ruthenica* Iljin (nom. illeg.), and *S. iberica* (Sennen & Pau) Botsch. ex Czerep.; in 1969 he called that species "*S. iberica* Sennen & Pau" (nom. inval.); now accepted as *S. tragus* sensu proprio – S.M.]. *Salsola kali* in the strict sense is not found in Australia. According to Aellen (1961, 1964) subsp. *tragus* [*S. tragus* subsp. *pontica* sensu Rilke, now *S. squarrosa* – S.M.] may be distinguished from subsp. *ruthenica* by the bracteoles being swollen and connate at the base and the tepals having small or no wings. These distinctions are not readily observable in Australian material, most of which is best placed in *S. kali* subsp. *ruthenica* [now a synonym of *S. tragus* sensu stricto; in fact, most of Australian specimens probably belong to *S. australis* – S.M.]" (Wilson, 1984: 316).

Recent molecular and morphological studies of Australian taxa of *Salsola* (especially Borger et al., 2008; Chinnock, 2010) indicate that there are at least five (and most probably more) entities presumably native to Australia. Borger et al. (2008) by using molecular and partly morphological approaches demonstrated that four rather distinct lineages of *Salsola* can be recognized in the southwest of Western Australia, which are clearly separated from the studied sample of tetraploid *S. tragus* sensu stricto (from California). Of these four Australian lineages (all diploids), group A plants were identified as corresponding to *S. australis* sensu stricto, group D was reported as corresponding to the original description of *S. macrophylla*, and plants of groups B and C remained unclassified, but Borger et al. (2008: 607) mentioned that "both match the description of the former *S. kali*



Figure. A: Isotype (PERTH02618168) of *Salsola sabrinae* Mosyakin (= *S. tragus* L. subsp. *grandiflora* S. Rilke). Full-size digital image and collection data are available from <http://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.specimen.perth02618168> and <http://avh.ala.org.au/occurrences/1f824d56-0e88-416e-a7e4-40018aff5307>;

B: fragment of the isotype showing fruits with long tips of tepals above the wings;

C: fragment of Plate XC [90] in Mueller (1891) showing diverse perianth segments in immature (Fig. 5) and mature (Fig. 7) fruits of Australian representatives of *Salsola*. The lower right perianth (in Fig. 7 of Mueller, 1891; "fruit-bearing calyces") with long tips of tepals above the wings most probably corresponds to *S. sabrinae* or a similar form; other drawings represent *S. australis* and other Australian taxa. Images of PERTH02618168 used with the permission of the Western Australian Herbarium, Department of Biodiversity, Conservation and Attractions (accessed on 6 February 2018)

var. *strobilifera* Benth. recognised by Wilson (1984)". No further taxonomic and nomenclatural decisions were proposed.

Chinnock (2010) analyzed patterns of morphological diversity and variability of *S. australis* sensu latissimo in Australia and illustrated some of the revealed morphology-based entities with field photographs. He preliminarily recognized several morphotypes, for which informal names (not the names of taxa!) were proposed. In particular, Chinnock (2010) listed and described the following entities: *S. australis* subsp. "Coastal", subsp. "Compact", subsp. "Glaucous", subsp. "Lucid", subsp. "Pubescent", and subsp. "Strobilifera". Taxonomic identity of most of those entities remains problematic, but at least three (or four) of them probably already have nomenclaturally available names and should be treated as species.

That is especially true for the "Strobilifera" morphotype, also discussed and listed by Rilke (1999: 131) as an informal and unranked entity *S. tragus* "strobilifera". Wilson (1984: 316) provided the following comment on that morphotype: "The name *S. kali* var. *strobilifera* has frequently been applied to collections in which the fruits are congested in globular to ovoid spikes <...>. Aellen (1971 in sched.) considered that this variant was a monstrosity that arose independently in different subspecies. Strobiliferous collections are certainly polymorphic and most also have branches with the normal flower arrangement. It is unclear whether or not a distinct taxon is involved". Typical "Strobilifera" plants are apparently restricted to Australia (see Rilke, 1999); they correspond, at least in part, to *S. kali* var. *strobilifera* Benth. (*S. australis* var. *strobilifera* (Benth.) Domin), but preliminary data of Borger et al. (2008) indicate that there are two genetically distinct but morphologically similar "strobiliferous" lineages, and it is not yet clear to which of those the Bentham's name should be properly applied. Because of that I consider it better to postpone the recognition of this peculiar morphotype as a distinct species, awaiting further research. Meanwhile, the valid name *S. australis* var. *strobilifera* (see Domin, 1921: 628 [alternative pagination: p. 74]) can be provisionally applied to such forms.

***Salsola tragus* subsp. *grandiflora*, a morphologically (and ecologically?) distinct native taxon from Australia**

Rilke (1999) reported for Australia only one species, *S. tragus* L. (sensu lato, with *S. australis* cited as a synonym), including subsp. *tragus* and subsp. *pontica* (Pall.) S. Rilke native to Eurasia and northern Africa. The names of two taxa described from Australia

(*S. macrophylla* R. Br.) and Java (*S. brachypteris* Moq.) were cited as synonyms of *S. tragus* subsp. *pontica* (Rilke, 1999: 133). However, Mosyakin (2017b) demonstrated that these two species names are definitely not applicable to the Pontic-Mediterranean coastal plants, for which the name *S. tragus* subsp. *pontica* was accepted by Rilke. Instead, both *S. macrophylla* and *S. brachypteris* are most probably native Australian/Australasian taxa related to *S. australis*. The species-rank priority name *S. squarrosa* Steven ex Moq. (Moquin-Tandon, 1849: 190) has been restored for the Pontic-Mediterranean taxa, and new nomenclatural combinations *S. squarrosa* subsp. *pontica* (Pall.) Mosyakin and subsp. *controversa* (Tod. ex Lojac.) Mosyakin have been proposed (Mosyakin, 2017b: 528).

In addition to two subspecies of *S. tragus* considered introduced in Australia, Rilke (1999) also reported for Australia two other entities, one informal and unranked (*S. tragus* "strobilifera", more or less corresponding to *S. kali* L. var. *strobilifera* Benth. and *S. australis* subsp. "Strobilifera" sensu Chinnock, see above), and another, which she validly described as the new subspecies *S. tragus* subsp. *grandiflora* S. Rilke. She provided for subsp. *grandiflora* the following diagnosis in Latin (Rilke, 1999: 136):

"Differt a subsp. *tragus* floris grandioris; tepalis 3–4,5(5) mm longis, 1,2–1,5 mm latis, marginibus papillois, exterioribus 3–5nervis, inferioribus 1–3nervis. Antheris 1,2–1,9 mm longis, lobis triangularis 0,09–0,18 mm longis, thecis e basi 1/2–3/5 disjunctis. Fructibus alatis 7–10 mm diametro; lobis tepalorum supra alarum 2–3 mm longis, membranaceis, conniventibus, columnam erectam formantibus, columna fere longa quam aliis".

A somewhat more detailed description in German has been also provided. In particular, Rilke (1999: 136) emphasized that plants of subsp. *grandiflora* have large flowers with tepals 3.0–4.5(5) mm long and 1.2–1.5 mm wide, papillose at margins; outer tepals with 3–5 nerves, inner ones with 1–3 nerves; anthers 1.2–1.9 mm long (as opposed to mainly (0.6) 0.8–1.4 (rarely more) mm long in *S. tragus* subsp. *tragus*). Fruits are winged, 7–10 mm in diameter; with tips of tepals above the wings membranous, inclining together, forming an upright column almost as long as wings.

Rilke (1999: 136) also provided additional comments on that taxon (here given in English translation): "This taxon differs by its unusually large tepals, large anthers, and a relatively long column formed by the tepal tips in fruit. Many plants have relatively short bracts and bracteoles, and sometimes the latter are shorter than the

flowers. However, its morphological differentiation is not (yet) very advanced. Enlargement of flower organs also occurs in *S. tamamschjanae* and occasionally in *S. tragus* subsp. *tragus*. Geographic differentiation is only beginning to emerge, as the large-flowered populations are predominantly distributed in the subtropical northern part of the Australian continent. The occurrence of subsp. *grandiflora* in Australia, where its source group was introduced in the 17th century at the earliest, can be viewed as an indication of rapid speciation. The evolution of this taxon was probably driven by polyploidization***.

However, no chromosome number data have been reported for this taxon yet. All presumably native Australian taxa and morphotypes of *Salsola* studied so far were diploids with $2n = 18$ (Borger et al., 2008; Hrusa, Gaskin, 2008; Ayres et al., 2009).

Chinnock (2010: 77) reported *S. australis* subsp. "Lucid" from the Newman area (Pilbara region, northern part of Western Australia, almost at the Tropic of Capricorn) and noted that this entity "is a dense rounded glabrous (or occasional scattered hairs on branch) shrub with shiny branches and leaves. It is commonly 40 to 80 cm tall but very large plants to 1.6 m tall and 3.2 m across were also observed (Fig. 6). It is characterised by having very shiny leaves and branches and in addition, the developing fruits, unlike other forms of *S. australis* observed, were coloured deep rose in the lower halves of wings (Fig. 7). The size dimensions of these larger plants greatly exceed those given by Wilson (1984) and Borger & Scott (2009) for the species". Judging from that brief description, and especially from the close-up photograph of a branch with fruits (Chinnock, 2010: 78, Fig. 7), *S. australis* subsp. "Lucid" is identical with *S. tragus* subsp. *grandiflora*, which is recognized here as *S. sabrinae*.

*** Original text in German (Rilke, 1999: 136): "Diese Sippe unterscheidet sich durch ungewöhnlich große Tepalen, große Antheren und eine relativ lange, von den Tepalenspitzen an der Frucht gebildete Säule. Viele Pflanzen haben relativ kurze Brakteen und Brakteolen, manchmal sind letztere kürzer als die Blüten. Doch ist die morphologische Differenzierung (noch) nicht sehr weit fortgeschritten. Eine Vergrößerung von Blütenorganen kommt auch bei *S. tamamschjanae* und vereinzelt bei *S. tragus* subsp. *tragus* vor. Eine geographische Differenzierung beginnt sich abzuzeichnen, da die großblütigen Sippen überwiegend im subtropischen Norden des australischen Kontinents verbreitet sind. Das Auftreten der subsp. *grandiflora* in Australien, wohin die Stammsippe frühestens in 17. Jahrhundert eingeschleppt worden ist, kann als Indiz für eine rasche Sippenbildung gewertet werden. Möglicherweise ist Polyploidisierung der Motor für die Entwicklung dieser Sippe".

Validation of the new name, and nomenclatural remarks

Salsola sabrinae Mosyakin, nom. et stat. nov. ≡ *Salsola tragus* L. subsp. *grandiflora* S. Rilke, Biblioth. Bot. 149: 135 (description on page 136). 1999 (non *Salsola grandiflora* Link ex Steud., Nomencl. Bot., ed. 2, 2: 502. 1841).

Type (holotype, see Rilke, 1999: 135): Western Australia, Home Valley, banks of Pentecost River, 15°43' S 127°51' E, 29.5.1988, Jacobs & Wilson NSW-209283 (NSW, image available from <http://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.specimen.nsw209283>, isotypes in B and PERTH – <http://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.specimen.perth02618168>, Figure, A, B).

Informal (invalid) name applied to *S. sabrinae*:

Salsola australis R. Br. subsp. "Lucid" Chinnock, J. Adelaide Bot. Gard. 24: 77. 2010, nom. inval. (not intended as a taxon name, provisional; Art. 36.1(b) of the ICN: McNeill et al., 2012; see Chinnock, 2010: 77–78).

Published images: Chinnock (2010: 78, Figs. 6 and 7), as *Salsola australis* R. Br. subsp. "Lucid". Probably also Mueller (1891: Plate XC [90], Fig. 7, right-hand image).

Distribution (data probably incomplete): tropical and subtropical regions of Australia: Western Australia (north), Northern Territory, Queensland (see Rilke, 1999; Chinnock, 2010).

Habitats: open sandy or sandy-clayey areas: sand dunes, sandy river banks, roadsides, disturbed and ruderal sandy habitats.

The name *Salsola grandiflora* Link ex Steud. (Steudel, 1841: 502) was validly published with the reference to "S. Soda. Brot.", which can be interpreted as indirect reference to the Latin description of *Salsola soda* sensu Brot. (Fl. Lusit. 1: 404. 1804), non L. (Brotero, 1804). Consequently, the epithet "*grandiflora*" cannot be used for another species in *Salsola* because of the existing earlier homonym (Art. 53.1 of the ICN: McNeill et al., 2012). The new name is given to the Australian species in recognition of the valuable contributions of Sabrina Rilke to the taxonomy of *Salsola* (Rilke, 1999).

Most probably Rilke validated that taxon as a subspecies of *S. tragus* because she was hypnotized (as well as almost all other researchers) by the opinion that all taxa of *Salsola* occurring in Australia are just alien species that recently migrated from Eurasia during the European colonization of the continent. Now we know for sure that there are native taxa of *Salsola* occurring in Australia, and several of them, including *S. sabrinae*, deserve the species rank.

Morphological peculiarities of *Salsola sabrinae*: possible ecological explanations?

It is interesting to hypothesize on the possible adaptive significance of the peculiar characters of the fruiting perianth of *S. sabrinae*, especially its unusually large wings and a long column formed by perianth tips above the wings. Rilke (1999) reported that subsp. *grandiflora* prefers mostly open and often disturbed sandy habitats, such as sand dunes, sandy river banks, roadsides, etc. In my opinion, the mentioned morphological features might be indeed adaptive for *Salsola* plants growing in open sandy habitats and under hot and dry environmental conditions.

A long column of perianth tips and usually large wings are also peculiar characters of some Eurasian species of *Salsola*, such as *S. paulsenii* Litv., *S. praecox* (Litv.) Iljin (= *S. kali* var. *praecox* Litv.; *S. paulsenii* subsp. *praecox* (Litv.) S. Rilke), and *S. ikonnikovii* Iljin (see Iljin, 1936; Grubov, 1966; Rilke, 1999; Zhu et al., 2003, etc.). All these taxa usually occur in open sandy areas in arid regions, where climatic conditions during the vegetation period of these plants are often hot and dry. It is possible that large tepals, with their upper parts covering the developing gynoeceum, protect it from dehydration due to high air temperatures and solar radiation (both direct and reflected from the sand surface). It is also possible that the long perianth tips may protect the gynoeceum against mechanical damage by sand grains moved by the wind.

Winged perianth in *Salsola* is an obvious morphological adaptation to anemochory, dispersal of fruits by wind (Rilke, 1999; Toderich et al., 2012; Sukhorukov, 2014; Sukhorukov et al., 2015). Species of *Salsola* are characterized by some balance of two syndromes and strategies of wind dispersal: (1) typical anemochory (also meteor-anemochory or anemo-meteorochory; wind-dispersed fruits enclosed in winged perianth – pterometeorochory in the strict sense) and (2) chamaechory (or chamae-anemochory; wind-assisted dispersal by rolling along the ground, tumbleweeds in *Salsola*) (van der Pijl, 1982; Vittoz, Engler, 2007). Thus, species with prominently winged tepals invest more in the typical anemochory (pterometeorochory) strategy, while in tumbleweed-forming species the direct dispersal of individual winged diaspores is probably less important, and their perianth wings are often smaller than in non-tumbleweed taxa. According to the aerodynamic classification of seed and fruit groups (Burrows, 1975), taxa of *Salsola* match group C ("plain winged seeds and fruits with a central or more or less central concentration of mass") and

group E ("seed-carrying tumble weeds"). Tumbleweed-forming species occur in several families of plants (such as *Amaranthaceae*, *Amaryllidaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Poaceae*, etc.), but, despite several recent studies (see Burrows, 1975; Becker, 1978; Baker et al., 2008, 2010; Damschen et al., 2014, Borger et al., 2007, etc.), some important details of this dispersal mechanism still remain insufficiently understood.

In some species of *Salsola*, fruits with both winged and almost wingless perianth segments can be often observed even on the same plant (heteroflory/heterocarp, dimorphism or polymorphism of diaspores: see Rilke, 1999; Sukhorukov, 2014, etc.). Probably these different types of fruits reflect different dispersal strategies, which are important for survival and propagation of plants in populations growing in fragmented and marginal habitats with rapidly changing and often unpredicted environmental conditions. *Salsola* species (or populations?) restricted to linear (in particular, coastal) habitats tend to have fruits with wingless or short-winged tepals, and that feature has its possible ecological explanations (see below). Widespread generalist species with ruderal life strategies, such as *S. tragus*, may in fact use two dispersal strategies: winged diaspores (mainly developing on the upper parts of the plant) are dispersed individually while wingless or short-winged diaspores (usually located closer to the plant base) remain on the plant until the end of the vegetation season and are dispersed from tumbleweeds moving over the ground.

Considering dispersal modes of different taxa of *Corispermum* L. having broadly winged or wingless fruits, I concluded that "species with winged fruits [diaspores] have selective advantages in those cases when suitable habitats occupy large areas and are easily accessible <...>. However, when such suitable areas are limited and surrounded by unfavorable habitats <...>, then this advantage turns into its opposite, and the selective press will favor narrow-winged or completely wingless forms and species. <...> "Tactical tasks" of dispersal at close distances and successful occupation of already colonized habitats and the "strategic tasks" of long-distance dispersal are implemented [at least in *Corispermum*] by the dynamic balance of two major types of anemochory—direct wind dispersal of fruits <...> and wind-assisted dispersal of the whole aboveground part of the plant (tumbleweed)" (translated from Ukrainian: Mosyakin, 2003c: 260–261).

There are three main hypotheses explaining advantages of dispersal in plants and dispersal-associated morphological and physiological adaptations (see

Howe, Smallwood, 1982; Eriksson, Kiviniemi, 1999; van Rheede van Oudtshoorn, van Rooyen, 1999; Schupp, 2011, etc.). The Directed Dispersal hypothesis assumes targeted dispersal of diaspores to predictably favorable locations, usually by some vector; it is not directly applicable to *Salsola*. The Colonization hypothesis suggests that populations obtain selective advantages because of their spatial expansion and dispersal to new or distant habitats. This hypothesis is directly applicable to many invasive species and plants with ruderal life strategies (Grime, 1977; Grime, Pierce, 2012), including species of *Salsola*. The Escape hypothesis (also Janzen–Connell hypothesis) emphasizes the advantages associated with escaping the vicinity of parent plants (see Howe, Smallwood, 1982; Eriksson, Kiviniemi, 1999; van Rheede van Oudtshoorn, van Rooyen, 1999; Schupp, 2011, etc.), such as reduced competition between parent and offspring plants, reduced chances of mortality in overcrowded habitats due to predation (herbivory) and pathogens, and reduced chances of gene exchange with close relatives. However, in the case of coastal plants of *Salsola* with short-winged or wingless perianth segments, these potential benefits of escaping the negative effects of the parent site are probably not so significant as compared to benefits of establishing and maintaining stable colonies in suitable linear (ribbon) coastal habitats in or near the parent site instead of wasting limited resources of available diaspores by their fruitless dispersal to unsuitable inland habitats, or just to the sea.

Judging from its morphology (in particular, prominently winged tepals), *Salsola sabrinae* should be a species well adapted to wind dispersal of individual diaspores (fruits enclosed in perianth), which are easily detached from the plant at maturity. Thus, it should rarely (or never?) form typical tumbleweeds easily separated from the root at senescence. However, tumbleweed formation in *Salsola* may also be partly dependent on environmental conditions.

In my opinion, *Salsola sabrinae* can be viewed as a morphological and ecological analogue of Eurasian psammophytic species, such as *S. paulsenii* and *S. praecox*, which are characterized by similar morphological adaptations of their perianth (large wings and long tips of tepals). Most probably these characters resulted from parallel evolution and developed independently in Australian and Eurasian psammophytes. *Salsola sabrinae* is easily distinguished from *S. paulsenii* and other Eurasian species in having larger wings on inner tepals, similar to those in *S. australis* sensu stricto.

The difference in the modes of formation of tumbleweeds in *S. tragus* and *S. australis* was also noted by Hrusa and Gaskin (2008). Seed/fruit dispersal characteristics of *S. australis* were studied in Australia (Borger et al., 2007) and compared with available data on *S. tragus* (Schmidt, Reeves, 1989; Stallings et al., 1995) and *S. paulsenii* (Young, Evans, 1979) obtained mainly in North America, but these studies were carried out only on Western Australian populations representing "the most common agricultural weed form that is found throughout Australia" (Borger et al., 2007: 413). Now it would be interesting to compare dispersal modes and characteristics of several Australian taxa differing in their morphology and ecology. Special comparative studies of dispersal modes and strategies in different species of *Salsola* using modern ecological approaches (see Bullock et al., 2006) may bring interesting results important for plant dispersal ecology, biogeography, and weed control.

Concluding remarks and tasks for the future

In their assessment of the origin and possible age of some Australian representatives of *Chenopodiaceae* Kadereit et al. (2005: 75) commented on *Salsola* that "[t]here can be no doubt that many Australian populations are offspring from introductions, but the species was already present at the beginning of the 18th century in Australia [in fact, no reliable records before 1770, see above—S.M.] and might have settled there just before the arrival of Europeans. <...> The species could have arrived by long-distance dispersal from the eastern part of its area, either from C Asia or from Pakistani Baluchistan". However, no special studies of Australian *Salsola* in comparison to Eurasian relatives have been done within that project and no specific evidence-based age estimates have been provided.

Anyway, considering the expected rates of evolution of annual (or short-lived perennial) plants of coastal, marginal and other rapidly changing dynamic habitats, we can conclude that even a comparatively short geological time span, e.g., since the late Pleistocene or even the early Holocene, was sufficient for emergence of several species of *Salsola* not less distinct from each other than many of their congeners readily and reliably recognized in Eurasia. Many other cases of spectacular and quite recent (in terms of the geological timescale) morphological and phylogenetic radiation of representatives of *Chenopodiaceae* in Australia, especially in better studied representatives of *Camphorosmeae* and *Salicornioideae*, were discussed in recent publications (see Shepherd et al., 2004, 2005; Cabrera et al., 2009, 2011; Kadereit, Freitag, 2011;

Kadereit et al., 2014; Piirainen et al., 2017; Mosyakin, Iamonico, 2017, and references therein). Phylogeny-based reconstructed migration patterns of many other taxa occurring in remote areas of the Southern Hemisphere also indicate that long-distance and/or step-stone dispersal events followed by fast evolutionary radiations played an important role in shaping the current patterns of geographical disjunctions and centers of diversity in vascular plants (see examples and case studies in Cain et al., 2000; Winkworth et al., 2002, 2015; Mosyakin et al., 2007; Stuessy et al., 2014; Mosyakin, Iamonico, 2017; Murphy, Crayn, 2017; Ebach, 2017, and references therein).

Australian records of fossil pollen of *Chenopodiaceae* are rich, and representatives of the family undoubtedly played an important role in the history of formation and development of Australian vegetation, but in most cases the fossil pollen grains were identified and reported only as "*Chenopodiaceae* pollen" or chenopod/amaranth pollen" (Kadereit et al., 2005; Martin, 2006; Macphail, 2007; Hill et al., 2017, etc.). Macrofossils of *Salsola* and other *Salsoleae* are extremely rare anywhere (see Kadereit et al., 2003; Akopian et al., 2008 and references therein), but, if found and identified in the Australian deposits dated by at least the Pleistocene or early Holocene, or in more recent pre-European archaeological sites, they will be undeniable evidence of the native status of *Salsola* in Australia. In a similar case of uncertain native/alien status of *Corispermum* in North America, fossil evidence (Betancourt et al., 1984), in combination with recognition of several rather diverse native taxa (see Mosyakin, 1995, 2003a), was the ultimate proof of pre-Columbian presence of the genus in the New World. Until now, no evidence of prehistoric uses of *Salsola* in Australia has been reported (see McConnell, 1998 and references therein). *Salsola* is also not mentioned in a historical inventory of useful plants of Australia and their uses by Indigenous people and European settlers (Maiden, 1889).

At present, three (or four, if *S. brachypteris* from Indonesia is also considered) native species of Australian *Salsola* have valid species-rank names: *S. australis* (which is now widely recognized), *S. macrophylla* (status uncertain, but most probably a distinct species related to *S. australis*), and *S. sabrinae* (accepted in the present article). Some additional native species (such as "Strobilifera" morphotypes, etc.) will be probably recognized following further research, and the presence of some Eurasian aliens (*S. tragus* and/or related taxa) cannot be excluded as well. A large-scale study is needed for representative Australian material,

selected Eurasian and newly emerged North American taxa, using molecular phylogenetic, phylogeographical, morphological and karyological approaches. It should also include field studies in populations in order to obtain information about infraspecific variability. Such study will clarify relationships with extra-Australian species, possible routes of colonization of the Australian continent by taxa of *Salsola*, the origin and divergence times of the Australian taxa, as well as their taxonomy. For comparison, special attention should be paid to Central Asian taxa, those occurring in southern (e.g., Pakistan: *S. paulsenii* and *S. praecox*, etc.) and eastern (diploid *S. collina* Pall., coastal East Asian *S. komarovii* Iljin) regions of Asia, as well as to widespread coastal and weedy species. Integral parts of this study should be (1) critical re-assessment of historical type specimens and other original material to ensure the proper application of names to Australian taxa to be recognized, and (2) re-evaluation of the rich Australian herbarium material in order to recheck and to define or re-define morphology-based entities, including those that so far escaped attention of earlier researchers (at least partly). The resulting numerous new identifications of *Salsola* collections in the Australian and other herbaria would become a reliable reference for scientists and other professionals interested in these plant species.

Acknowledgments

I am grateful to Prof. Helmut Freitag (University of Kassel, Germany) for discussing some issues of taxonomy and nomenclature of *Salsola*, and especially for his valuable comments on the manuscript, and to Prof. Ladislav Mucina (University of Western Australia, Perth, Western Australia, Australia) for providing preliminary information on some unusual Australian forms of *Salsola*. Dr. Catherine Borger (Department of Primary Industries and Regional Development (Agriculture and Food), Perth, Western Australia, Australia), Prof. Darren Crayn (James Cook University, Cairns, Queensland, Australia) and Dr. Neville Walsh (Royal Botanic Gardens Victoria, Melbourne, Victoria, Australia) provided copies of their valuable publications, and their help is gratefully acknowledged. Thanks are due to Dr. John Huisman (Western Australian Herbarium, Department of Biodiversity, Conservation and Attractions, Kensington, Western Australia, Australia) for his permission to reproduce here the digital image of the isotype (PERTH02618168). Prof. Helmut Freitag (University of Kassel, Germany) and Prof. Vasyly P. Heluta (M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine) kindly suggested better variants of translation of some

terms and phrases in German texts. Thanks are due to an anonymous reviewer for his/her useful comments on the manuscript.

REFERENCES

- Adams J. On the Botany of the Thames Goldfields. *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute*, 1883 [published 1884], 16: 385–393.
- Adams J. On the Botany of Hikurangi Mountain. *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute*, 1897 [published 1898], 30 (13 in New Ser.): 414–433.
- Aellen P. *Chenopodiaceae*. In: G. Hegi. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. Aufl. 2. München: Lehmann Verlag, 1960–1961 (Reprinted in 1979: Berlin; Hamburg: Paul Parey Verlag), Bd. 3, T. 2, pp. 533–747.
- Aellen P. Neue Chenopodiaceen aus Südwestafrika. *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung München*, 1961, 4: 21–31.
- Aellen P. *Salsola*. In: *Flora Europaea*. Eds. T.G. Tutin, V.H. Heywood, N.A. Burges, D.H. Valentine, S.M. Walters, D.A. Webb. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1964, vol. 1, pp. 104–107.
- Aellen P., Akeroyd J.R. *Salsola*. In: *Flora Europaea*. Ed. 2. Eds. T.G. Tutin, N.A. Burges, A.O. Chater, J.R. Edmondson, V.H. Heywood, D.M. Moore, D.H. Valentine, S.M. Walters, D.A. Webb. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1993, vol. 1, pp. 125–128.
- Akhani H., Edwards G., Roalson E.H. Diversification of the Old World *Salsola* s.l. (*Chenopodiaceae*): molecular phylogenetic analysis of nuclear and chloroplast data sets and a revised classification. *International Journal of Plant Sciences*, 2007, 168(6): 931–956. <http://dx.doi.org/10.1086/518263>
- Akopian J., Gabrielyan I., Freitag H. Fossil fruits of *Salsola* L. s.l. and *Halanthium* K. Koch (*Chenopodiaceae*) from Lower Pleistocene lacustrine sediments in Armenia. *Feddes Repertorium*, 2008, 119(3–4), 225–236. <http://dx.doi.org/10.1002/fedr.200811164>
- Armstrong J.B. A short sketch of the flora of the Province of Canterbury, with catalogue of species. *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute*, 1879 [published 1880], 12: 325–353.
- Ayres D., Ryan F.J., Grotkoo E., Bailey J., Gaskin J. Tumbleweed (*Salsola* section *Kali*) species and speciation in California. *Biological Invasions*, 2009, 11: 1175–1187. <http://dx.doi.org/10.1007/s10530-008-9380-5>
- Backer C.A. *Chenopodiaceae*. In: *Flora Malesiana*, series 1: Spermatophyta. Ed. C.G.G.J. van Steenis. Batavia: Noordhoff-Kolff N.V., 1949, vol. 4(2), pp. 99–106.
- Baker D.V., Beck K.G., Bienkiewicz B.J., Bjostad L.B. Forces necessary to initiate dispersal for three tumbleweeds. *Invasive Plant Science and Management*, 2008, 1(1): 59–65. <https://doi.org/10.1614/IPSM-07-009.1>
- Baker D.V., Withrow J.R., Brown C.S., Beck K.G. Tumbling: use of diffuse knapweed (*Centaurea diffusa*) to examine an understudied dispersal mechanism. *Invasive Plant Science and Management*, 2010, 3: 301–309.
- Banks J., Solander D. (with determinations by J. Britten). *Illustrations of Australian plants collected in 1770 during Captain Cook's voyage round the World in H.M.S. Endeavour*. London: Printed by order of the Trustees of the British Museum, sold by Longmans, 1905, vol. 3, pp. 77–102 + Pl. 244–318.
- Bean A.R. A new system for determining which plant species are indigenous in Australia. *Australian Systematic Botany*, 2007, 20: 1–43.
- Becker D.A. Stem abscission in tumbleweeds of the *Chenopodiaceae*: *Kochia*. *American Journal of Botany*, 1978, 65: 375–383.
- Bentham G. *Chenopodiaceae*. In: *Flora Australiensis: a description of the plants of the Australian territory*. London: Reeve and Co., 1870, vol. 5, pp. 150–208.
- Betancourt J.L., Long A., Donahue D.J., Jull A.J.T., Zabel T.H. Pre-Columbian age for North American *Corispermum* L. (*Chenopodiaceae*) confirmed by accelerator radiocarbon dating. *Nature*, 1984, 311: 653–655.
- Biggs L.J., Parker C.M. Updates to Western Australia's vascular plant census for 2012. *Nuytsia*, 2013, 23: 503–526.
- Boerlage J.G. *Handleiding tot de kennis der flora van Nederlandsch Indië. Beschrijving van de families en geslachten der Nederl. Indische phanerogamen*. Leiden: E.J. Brill, 1900, vol. 3(1), xxxi + 418 pp.
- Borger C.P.D., Scott J.K. The biology of Australian weeds. 55. *Salsola australis* R.Br. *Plant Protection Quarterly*, 2009, 24(4): 126–137.
- Borger C.P.D., Scott J.K., Walsh M., Powles S.B. Demography of *Salsola australis* populations in the agricultural region of south-west Australia. *Weed Research*, 2009, 49(4): 391–399. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3180.2009.00702.x>
- Borger C.P.D., Walsh M., Scott J.K., Powles S.B. Tumbleweeds in the Western Australian cropping system: seed dispersal characteristics of *Salsola australis*. *Weed Research*, 2007, 47: 406–414.
- Borger C.P.D., Yan G., Scott J.K., Walsh M., Powles S.B. *Salsola tragus* or *S. australis* (*Chenopodiaceae*) in Australia – Untangling the taxonomic confusion through random amplified microsatellite polymorphism (RAMP) and cytological analysis. *Australian Journal of Botany*, 2008, 56: 600–608. <http://dx.doi.org/10.1071/BT08043>
- Botschantzev V.P. The genus *Salsola* L., a short history of its development and dispersal. *Botanicheskii Zhurnal*, 1969, 54(7): 989–1001. [Бочанцев В.П. Род *Salsola* L., краткая история его развития и расселения. *Ботанический журнал*, 1969, 54(7): 989–1001].
- Botschantzev V.P. A synopsis of *Salsola* (*Chenopodiaceae*) from South and South-West Africa. *Kew Bulletin*, 1974, 29: 597–614. <http://dx.doi.org/10.2307/4108004>
- Brotero de Avellar F. *Flora lusitana, seu Plantarum, quae in Lusitania vel sponte crescunt, vel frequentius coluntur, ex florum praesertim sexibus systematice distributarum, synopsis*. Olissipone [Lisbon]: Typographia regia, 1804, vol. 1, xviii + 607 pp.
- Brown R. *Prodrromus florum Novae Hollandiae et Insulae Van-Diemen*. Londini [London]: Typis Richardi Taylor et socii, 1810, viii + pp. 145–590.
- Brullo C., Brullo S., Gaskin J.F., Giusso del Galdo G., Hrusa G.F., Salmeri C. A new species of *Kali* (*Salsoloideae*, *Chenopodiaceae*) from Sicily, supported by molecular analysis. *Phytotaxa*, 2015a, 201(4): 256–277. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.201.4.2>

- Brullo C., Brullo S., Iardi V., Giusso del Galdo G. *Kali dodecanesicum* (Chenopodiaceae, Salsoloideae) a new species from Greece. *Phytotaxa*, 2015b, 218(1): 61–68. <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.218.1.4>
- Bullock J.M., Shea K., Skarpaas O. Measuring plant dispersal: an introduction to field methods and experimental design. *Plant Ecology*, 2006, 186: 217–234. <http://dx.doi.org/10.1007/s11258-006-9124-5>
- Bunge A. Pflanzen-geographische Betrachtungen über die Familie der Chenopodiaceen. *Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg. 7e série*, 1880, 27(8): 1–36.
- Burrows F.M. Wind-borne seed and fruit movement. *New Phytologist*, 1975, 75: 405–418.
- Cabrera J.F., Jacobs S.W.L., Kadereit G. Phylogeny of the Australian *Camphorosmeae* (Chenopodiaceae) and the taxonomic significance of the fruiting perianth. *International Journal of Plant Sciences*, 2009, 170: 505–521.
- Cabrera J., Jacobs S.W.L., Kadereit G. Biogeography of *Camphorosmeae* (Chenopodiaceae): tracking the Tertiary history of Australian aridification. *Telopea*, 2011, 13(1–2): 313–326.
- Cain M.L., Milligan B.G., Strand A.E. Long-distance dispersal in plant populations. *American Journal of Botany*, 2000, 87(9): 1217–1227.
- Chapman A.R., Moore D.T., Rees R.G., Groves E.W. Robert Brown's Australian botanical specimens, 1801–1805, at the BM. Introductory notes to the botanical collection made by Robert Brown (1773–1858) in Australia, 1801–1805. 2001–onward. Available from <https://florabase.dpaw.wa.gov.au/brown/>, accessed 26 January 2018.
- Cheeseman T.F. The naturalized plants of the Auckland Provincial District. *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute*, 1982 [published 1883], 15: 268–298.
- Cheeseman T.F. *Manual of the New Zealand Flora*. Wellington: John Mackay, Government Printer, 1906, xxxvi + 1199 pp.
- Chinnock R.J. Some observations on *Salsola* L. (Chenopodiaceae) in Australia. *Journal of the Adelaide Botanical Garden*, 2010, 24: 75–79.
- Cipra J., Fuhrmann K. Understanding endangered plant species population changes at Eureka Dunes, Death Valley National Park. *Park Science*, 2012, 29(1): 62–68.
- Council of Heads of Australasian Herbaria. *National Species List (Australian Plant Name Index and Australian Plant Census)*, 2006–onward. *Salsola australis* R. Br. Available from <https://biodiversity.org.au/nsl/services/name/apni/60062/api/apni-format> and <https://id.biodiversity.org.au/name/apni/60062>, accessed 28 January 2018.
- Damschen E.I., Baker D.V., Bohrer G., Nathan R., Orrock J.L., Turner J.R., Brudvig L.A., Haddad N.M., Levey D.J., Tewksbury J.J. How fragmentation and corridors affect wind dynamics and seed dispersal in open habitats. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 2014, 111(9) 3484–3489. <https://doi.org/10.1073/pnas.1308968111>
- Diels L. Vegetations-Biologie von Neu-Seeland. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie*, 1897, 22: 202–300.
- Diels L., Pritzel E. *Fragmenta Phytographiae Australiae occidentalis*. Beiträge zur Kenntnis der Pflanzen Westaustraliens, ihrer Verbreitung und ihrer Lebens-Verhältnisse. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie*, 1905, 35: 55–662.
- Domin K. Beiträge zur Flora und Pflanzengeographie Australiens: 3. Abt.: Embryophyta siphonogama, pars II: Dicotyledoneae [1 Teil, 3 Abteilung, Lieferung 1]. *Bibliotheca Botanica*, 1921, Band 22, Heft 89¹: 555–643 [parallel pagination: 1–89].
- Duretto M.F., Morris D.I. *Amaranthaceae*, version 2011:1. In: *Flora of Tasmania Online*. Ed. M.F. Duretto. Hobart: Tasmanian Herbarium, Tasmanian Museum & Art Gallery, 2011, 29 pp. Available from: www.tmag.tas.gov.au/floratasmania and http://demol.tmag.tas.gov.au/treatments/families/Amaranthaceae/Amaranthaceae_2011_1.pdf, accessed 26 January 2018.
- EBach M.C. *Reinvention of Australasian Biogeography: Reform, Revolt and Rebellion*. Clayton South VIC, Australia: CSIRO Publishing, 2017, xii + 179 pp.
- Eriksson O., Kiviniemi K. Evolution of plant dispersal. In: *Life history evolution in plants*. Eds. T.O. Vuorisalo, P.K. Mutikainen. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999, pp. 215–238.
- Esler A.E., Astridge S.J. The naturalisation of plants in urban Auckland, New Zealand. 2. Records of introduction and naturalisation. *New Zealand Journal of Botany*, 1987, 25: 523–537.
- Fawcett W. *Apetalae* (pp. 515–518 in: *Prodromus Florae Timorensis: compiled in the Botanical Department of the British Museum*). In: H.O. Forbes. *A naturalist's wanderings in the Eastern archipelago. A narrative of travel and exploration from 1878 to 1883*. New York: Harper & Brothers, 1885, pp. 497–523.
- Flinders M. *A Voyage to Terra Australis: undertaken for the purpose of completing the discovery of that vast country, and prosecuted in the years 1801, 1802, and 1803 in His Majesty's ship the Investigator, and subsequently in the armed vessel Porpoise and Cumberland Schooner; with an account of the shipwreck of the Porpoise, arrival of the Cumberland at Mauritius, and imprisonment of the commander during six years and a half in that island*. London: G. and W. Nicol, 1814, vols. 1–2, with an Atlas (3 vols.).
- Freitag H. *Salsola*. In: *Flora of Pakistan*. Eds. S.L. Ali, M. Qaiser. Karachi: University of Karachi & St. Louis: Missouri Botanical [Garden] Press, 2001, No. 204, pp. 127–178.
- Gaskin J.F., Ryan F.J., Hrusa G.F., Londo J.P. Genotype diversity of *Salsola tragus* and potential origins of a previously unidentified invasive *Salsola* from California and Arizona. *Madroño*, 2006, 53(3): 244–251. [http://dx.doi.org/10.3120/0024-9637\(2006\)53\[244:GDOSTA\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.3120/0024-9637(2006)53[244:GDOSTA]2.0.CO;2)
- Grime J.P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist*, 1977, 111(No. 982): 1169–1194.
- Grime J.P., Pierce S. *The evolutionary strategies that shape ecosystems*. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd., 2012, xx + 240 pp.

- Groves R.H., Hosking J.R., Batianoff G.N., Cooke D.A., Cowie I.D., Johnson R.W., Keighery G.J., Lepschi B.J., Mitchell A.A., Moerkerk M., Randall R.P., Rozefelds A.C., Walsh N.G., Waterhouse B.M. *Weed categories for natural and agricultural ecosystem management*. Canberra: Bureau of Rural Sciences, 2003, iv + 194 pp.
- Grubov V.I. *Chenopodiaceae*. In: *Plantae Asiae Centralis*. Leningrad: Nauka, 1966, vol. 2, 134 pp. [Грубов В.И. *Chenopodiaceae*. В кн.: *Растения Центральной Азии*. Л.: Наука, 1966, т. 2, 134 с.]
- Hernández-Ledesma P., Berendsohn W.G., Borsch T., von Mering S., 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., Schlumpberger B.O., Uotila P. A taxonomic backbone for the global synthesis of species diversity in the angiosperm order *Caryophyllales*. *Willdenowia*, 2015, 45: 281–383. <http://dx.doi.org/10.3372/wi.45.45301>
- Hill R.S. (ed.). *History of the Australian vegetation: Cretaceous to Recent*. Adelaide: University of Adelaide Press, 2017, ix + 433 pp. (digital edition, available from www.adelaide.edu.au/press) [Original edition: Cambridge: Cambridge University Press, 1994].
- Hooker J.D. Flora Novæ-Zelandiæ [Alternative title: Flora of New Zealand]. Part 1. Flowering plants. In: *The botany of the Antarctic voyage of H.M. discovery ships Erebus and Terror in the Years 1839–1843: under the command of Captain Sir James Clark Ross*, vol. 2, part 1. London: Lowell Reeve, 1853, xxxix + 312 pp. + LXX tab.
- Hooker J.D. *On the flora of Australia: its origin, affinities, and distribution: being an introductory essay to the Flora of Tasmania*. London: Lovell Reeve, 1859, vii + cxviii pp.
- Howe H.F., Smallwood J. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1982, 13: 201–228.
- Hrusa G.F. *Salsola* [Jepson Manual Taxonomic Treatments: draft]. In: *Plant Pest Diagnostics Center Annual Report 2009*. Sacramento, California: California Department of Food & Agriculture, 2009, pp. 19–22. Available from <https://www.cdffa.ca.gov/plant/ppd/PDF/PPDC2009.pdf>, accessed 28 January 2018.
- Hrusa G.F. *Salsola*. In: Jepson Flora Project (eds.). *Jepson eFlora*, 2012–onward. Available from http://ucjeps.berkeley.edu/eflora/eflora_display.php?tid=11507, accessed 27 January 2018.
- Hrusa G.F., Gaskin J.F. The *Salsola tragus* complex in California (*Chenopodiaceae*): characterization and status of *Salsola australis* and the autochthonous allopolyploid *Salsola ryanii* sp. nov. *Madroño*, 2008, 55(2): 113–131. [http://dx.doi.org/10.3120/0024-9637\(2008\)55\[113:TSTCIC\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.3120/0024-9637(2008)55[113:TSTCIC]2.0.CO;2)
- Ilijin M.M. *Chenopodiaceae*. In: *Flora URSS*, Ed. V.L. Komarov. Moscow & Leningrad: Editio Academiae Scientiarum URSS, 1936, vol. 6, pp. 2–354. [Ильин М.М. *Chenopodiaceae*. В кн.: *Флора СССР*. Ред. В.Л. Комаров. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936, т. 6, с. 2–354].
- Jacobs S.W.L. (updated by L. Murray, 2013). *Salsola australis*. In: *New South Wales Online*. 2013–onward. Available from <http://plantnet.rbgsyd.nsw.gov.au/cgi-bin/NSWfl.pl?page=nswfl&lvl=sp&name=Salsola-australis>, accessed 26 January 2018.
- Kadereit G., Borsch T., Weising K., Freitag H. Phylogeny of *Amaranthaceae* and *Chenopodiaceae* and the evolution of C_4 photosynthesis. *International Journal of Plant Science*, 2003, 164: 959–986.
- Kadereit G., Freitag H. Molecular phylogeny of *Camphorosmeae* (*Camphorosmoideae*, *Chenopodiaceae*): Implications for biogeography, evolution of C_4 -photosynthesis and taxonomy. *Taxon*, 2011, 60: 51–78.
- Kadereit G., Gotzek D., Jakobs S., Freitag H. Origin and age of Australian *Chenopodiaceae*. *Organisms Diversity & Evolution*, 2005, 5: 59–80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ode.2004.07.002>
- Kadereit G., Lauterbach M., Pirie M.D., Arafah R., Freitag H. When do different C_4 leaf anatomies indicate independent C_4 origins? Parallel evolution of C_4 leaf types in *Camphorosmeae* (*Chenopodiaceae*). *Journal of Experimental Botany*, 2014, 65(13): 3499–3511. <https://doi.org/10.1093/jxb/eru169>
- Keighery G. The naturalised vascular plants of the Pilbara region, Western Australia. *Records of the Western Australian Museum, Supplement*, 2010, 78: 299–311.
- Kirk T. On the naturalized plants of New Zealand, especially with regard to those occurring in the Province of Auckland. *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute*, 1869 [published 1870], 2: 131–146.
- Laing R.M., Blackwell E.W. *Plants of New Zealand*. Christchurch: Whitcombe and Tombs Ltd., 1906, xii + 456 pp.
- Lehmann Ch. [J.G.C.]. *Plantae Preissianae sive Enumeratio plantarum quas in Australasia occidentali et meridionali-occidentali annis 1838–1841 collegit Ludovicus Preiss*. Hamburgi [Hamburg]: Sumptibus Meissneri, 1844, vol. 1, vii + 647 pp.
- Macphail M. *Australian Palaeoclimates: Cretaceous to Tertiary – A review of palaeobotanical and related evidence to the year 2000*. CRC LEME Special Volume Open File Report 151. Bentley, Western Australia: CRC LEME, 2007, 266 pp.
- Magidovich V.I., Magidovich I.P. *The Age of Great Discoveries: Period I, until the mid-16th century (Essays on the history of geographic discoveries)*. Moscow: Astrel', 2009, 462 pp. [Магидович В.И., Магидович И.П. *Эпоха великих открытий: I период, до середины XVI века (Очерки по истории географических открытий)*. М.: Мир энциклопедий Аванта+, Астрель, 2009. 462 с.]
- Maiden J.H. *The useful native plants of Australia (including Tasmania)*. London: Trubner and Co. & Sydney: Turner and Henderson, 1889, viii + 696 pp.
- Martin H.A. Cenozoic climatic change and the development of the arid vegetation in Australia. *Journal of Arid Environments*, 2006, 66: 533–563.
- McConnell K. The prehistoric use of *Chenopodiaceae* in Australia: evidence from Carpenter's Gap shelter 1 in the Kimberley, Australia. *Vegetation History and Archaeobotany*, 1998, 7: 179–188.
- McNeill J., Barrie F.R., Buck W.R., Demoulin V., Greuter W., Hawksworth D.L., Herendeen P.S., Knapp S., Marhold K., Prado J., Prud'homme van Reine W.F., Smith J.F., Wiersema J.H., Turland N.J. International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plants

- (Melbourne Code): Adopted by the Eighteenth International Botanical Congress, Melbourne, Australia, July 2011. *Regnum Vegetabile*, 2012, 154: 1–274.
- Michalková E., Letz D.R. *Salsola collina*, *S. kali* subsp. *ruthenica*, *S. soda*, *S. tragus*. In: K. Marhold (ed.), IAPT/IOPB chromosome data 18. *Taxon*, 2014, 63(6): 1390, E18–E20.
- Miquel F.A.W. *Flora van Nederlandsch Indie* [alternative Latin title: *Flora Indiae Batavae*]. Amsterdam: C.G. van der Post & Utrecht: C. van der Post Jr. & Leipzig: Fried. Fleischer, 1855, vol. 1(1), xxiv + 1116 pp. + XIV tab.
- Moquin-Tandon A. *Chenopodearum monographica enumeratio*. Parisii [Paris]: Sumptibus Victoris Masson, 1840, ix + 182 pp.
- Moquin-Tandon A. Ordo *Salsolaceae*. In: A. De Candolle. *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis*. Parisii [Paris]: Apud P.-J. Loss, Bibliopolam, 1849, vol. 13(2), pp. 41–219.
- Mosyakin S.L. New taxa of *Corispermum* L. (*Chenopodiaceae*), with preliminary comments on taxonomy of the genus in North America. *Novon*, 1995, 5(4): 340–353.
- Mosyakin S.L. A taxonomic synopsis of the genus *Salsola* L. (*Chenopodiaceae*) in North America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1996, 83: 387–395. <http://dx.doi.org/10.2307/2399867>
- Mosyakin S.L. *Corispermum*. In: *Flora of North America north of Mexico*. Ed. by Flora of North America Editorial Committee. New York; Oxford: Oxford University Press, 2003a, vol. 4, pp. 313–320.
- Mosyakin S.L. *Salsola*. In: *Flora of North America north of Mexico*. Ed. by Flora of North America Editorial Committee. New York; Oxford: Oxford University Press, 2003b, vol. 4, pp. 398–403.
- Mosyakin S.L. *Systematics, phytogeography and genesis of the family Chenopodiaceae* Vent. Dr. Sci. (Biol.) Dissertation: Київ, 2003c, 525 pp. [Мосякін С.Л. *Систематика, фітогеографія та генезис родини Chenopodiaceae* Vent. Дис. докт. біол. наук. Київ, 2003, 525 с.].
- Mosyakin S.L. The first record of *Salsola paulsenii* (*Chenopodiaceae*) in Ukraine, with taxonomic and nomenclatural comments on related taxa. *Ukrainian Botanical Journal* [Український ботанічний журнал], 2017a, 74(5): 409–420. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj74.05.409>
- Mosyakin S.L. Taxonomic and nomenclatural notes on Pontic-Mediterranean coastal and some Australasian taxa of *Salsola* (*Chenopodiaceae*). *Ukrainian Botanical Journal* [Український ботанічний журнал], 2017b, 74(6): 521–531. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj74.06.521>
- Mosyakin S.L., Bezusko L.G., Mosyakin A.S. Origins of native vascular plants of Antarctica: Comments from a historical phytogeography viewpoint. *Cytology and Genetics*, 2007, 41(5): 308–316. <https://doi.org/10.3103/S009545270705009X>
- Mosyakin S.L., Freitag H., Rilke S. *Kali* versus *Salsola*: the instructive story of a questionable nomenclatural resurrection. *Israel Journal of Plant Sciences*, 2017, 64: 18–30. <http://dx.doi.org/10.1080/07929978.2016.1256135>
- Mosyakin S.L., Iamonico D. Nomenclatural changes in *Chenopodium* (incl. *Rhagodia*) (*Chenopodiaceae*), with considerations on relationships of some Australian taxa and their possible Eurasian relatives. *Nuytsia*, 2017, 28: 255–271.
- Mosyakin S.L., Rilke S., Freitag H. Proposal to conserve the name *Salsola* (*Chenopodiaceae* s. str.; *Amaranthaceae* sensu APG) with a conserved type. *Taxon*, 2014, 63: 1134–1135. <https://doi.org/10.12705/635.15>
- Mueller F.J.H., von. *Second systematic index of the plants of Victoria, comprising those which were examined between September, 1853, and October, 1854* [Victoria – Second General Report of the Government Botanist on the vegetation of the Colony]. Melbourne: John Ferres, Government Printer, 1854, 20 pp.
- Mueller F. [F.J.H.], von. *Iconography of Australian salsolaceous plants*, 9 [ninth decade]. Melbourne: Robert S. Brain, Government Printer, 1891, tab. LXXXI–XC.
- Murphy D.J., Crayn D.M. Australian comparative phytogeography: A review. In: *Handbook of Australasian biogeography*. Ed. M.C. Ebach. Boca Raton (Florida, US); London (UK); New York: CRC Press, 2017, pp. 129–153.
- Northern Territory Herbarium (project management: I. Cowie, D. Lewis). *FloraNT – Northern Territory flora online*. Palmerston, N.T.: Department of Land Resource Management, 2013–onward. Available from <http://eflora.nt.gov.au/home>, accessed 4 February 2018.
- Pearson M. *Great Southern Land: the maritime exploration of Terra Australis*. Canberra: The Australian Government, Department of the Environment and Heritage, 2005, iv + 155 pp.
- Petrie D. Occurrence of *Zoysia pungens* (Willd.) in Central Otago. *New Zealand Journal of Science* 1885, 2(9): 454.
- Petrie D. List of the flowering plants indigenous to Otago, with indications on their distribution and range in altitude. *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute*, 1895 [issued 1896], 28 (11 in New Ser.): 540–591.
- Piirainen M., Liebisch O., Kadereit G. Phylogeny, biogeography, systematics and taxonomy of *Salicornioideae* (*Amaranthaceae/Chenopodiaceae*) – A cosmopolitan, highly specialized hygrophilous lineage dating back to the Oligocene. *Taxon*, 2017, 66(1): 109–132.
- Rilke S. Revision der Sektion *Salsola* s.l. der Gattung *Salsola* (*Chenopodiaceae*). *Bibliotheca Botanica*, 1999, 149: 1–190.
- Ryan F.J., Ayres D.R. Molecular markers indicate two cryptic, genetically divergent populations of Russian thistle (*Salsola tragus*) in California. *Canadian Journal of Botany*, 2000, 78: 59–67. <https://doi.org/10.1139/b99-160>
- Ryan F.J., Mosyakin S.L., Pitcairn M.J. Molecular comparisons of *Salsola tragus* from California and Ukraine. *Canadian Journal of Botany*, 2007, 85(2): 224–229. <https://doi.org/10.1139/B07-005>
- Schmidt S.K., Reeves F.B. Interference between *Salsola kali* L. seedlings: implications for plant succession. *Plant and Soil*, 1989, 116: 107–110.
- Schönberger I., Wilton A.D., Boardman K.F., Breitwieser I., Cochrane M., de Lange P.J., de Pauw B., Fife A.J., Ford K.A., Gibb E.S., Glenn D.S., Korver M.A., Novis P.M., Prebble J.M., Redmond D.N., Smissen R.D., Tawiri K. *Checklist of the New Zealand Flora – Seed Plants*. Lincoln, Manaaki Whenua – Landcare Research, 2017, 393 pp. <http://dx.doi.org/10.7931/P1D33B>

- Schupp E.W. Dispersal ability, plant. In: *Encyclopedia of biological invasions*. Eds. D. Simberloff, M. Rejmánek. Berkeley; Los Angeles; London: University of California Press, 2011, pp. 159–165.
- Schüssler C., Freitag H., Koteyeva N., Schmidt D., Edwards G., Voznesenskaya E., Kadereit G. Molecular phylogeny and forms of photosynthesis in tribe *Salsoleae* (*Chenopodiaceae*). *Journal of Experimental Botany*, 2017, 68(2): 207–223. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw432>
- Shepherd K.A., MacFarlane T.D., Waycott M. Phylogenetic analysis of the Australian *Salicornioideae* (*Chenopodiaceae*) based on morphology and nuclear DNA. *Australian Systematic Botany*, 2005, 18: 89–115.
- Shepherd K.A., Waycott M., Calladine A. Radiation of the Australian *Salicornioideae* (*Chenopodiaceae*) – based on evidence from nuclear and chloroplast DNA sequences. *American Journal of Botany*, 2004, 91: 1387–1397.
- Smith L., Hrusa G.F., Gaskin J.F. How many species of *Salsola* tumbleweeds (Russian thistle) occur in the Western USA? In: *Proceedings of the XIII International Symposium on Biological Control of Weeds, Waikoloa, Hawaii, USA, 11–16 September, 2011*. Hilo, USA: USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Institute of Pacific Islands Forestry, 2013, p. 177.
- Spanoghe J.B. *Prodromus florum timorensis* [Part 2]. *Linnaea*, 1841, 15: 314–350.
- Stallings G.P., Thill D.C., Mallory-Smith C.A., Lass L.W. Plant movement and seed dispersal of Russian thistle (*Salsola iberica*). *Weed Science*, 1995, 43: 63–69.
- Steudel E.T. *Nomenclator botanicus, seu: Synonymia plantarum universalis, enumerans ordine alphabetico nomina atque synonyma, tum generica tum specifica, et a Linnaeo et a recentioribus de re botanica scriptoribus plantis phanerogamis imposita*, Editio secunda ex novo elaborata et aucta [Ed. 2]. Stuttgartiae [Stuttgart] & Tubingae [Tubingen]: Typis et sumptibus J.G. Cottae, 1841, vol. 2, 810 pp. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.655>
- Stuessy T.F., König Ch., López Sepúlveda P. Paraphyly and endemic genera of oceanic islands: Implications for conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 2014, 100(1–2): 50–78.
- Sukhorukov A.P. *The carpology of the family Chenopodiaceae in relations to problems of phylogeny, systematics and diagnostics of its representatives*. Tula: Grif i K, 2014, 400 pp. [Сухоруков А.П. *Карпология семейства Chenopodiaceae в связи с проблемами филогении, систематики и диагностики его представителей*. Тула: Гриф и К., 2014, 400 с.]
- Sukhorukov A.P., Mavrodiev E.V., Struwig M., Nilova M.V., Dzhaliyeva K.K., Balandin S.A., Erst A., Krinitsyna A.A. One-seeded fruits in the Core Caryophyllales: Their origin and structural diversity. *PLoS ONE*, 2015, 10(2): e0117974 (38 pp.). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0117974>
- Sykes W.R. Checklist of dicotyledons naturalised in New Zealand. 14. *Chenopodiales* and *Polygonales*. *New Zealand Journal of Botany*, 1982, 20: 325–331.
- Thiers B. *Index Herbariorum*. A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. 2018–onward. Available from: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih>, accessed 26 January 2018.
- Toderich K.N., Shuyskaya E.N., Tana F., Ismail S., Gismatullina L.G., Li E.V. Adaptive fruit structural mechanisms of Asiatic *Salsola* species and its germplasm conservation and utilization. *Journal of Arid Land Studies*, 2012, 22(1): 73–76.
- Tzvelev N.N. Notes on *Chenopodiaceae* of Eastern Europe. *Ukrainian Botanical Journal*, 1993, 50(1): 78–85. [Цвелев Н.Н. Заметки о маревых Восточной Европы. *Український ботанічний журнал*, 1993, 50(1): 78–85].
- Tzvelev N.N. Tribe *Salsoleae*. In: *Flora Europae Orientalis*. Ed. N.N. Tzvelev. St. Petersburg: Mir i Semya-95, 1996, vol. 9, pp. 74–92. [Цвелев Н.Н. Триба *Salsoleae*. В кн.: *Флора Восточной Европы*. Ред. Н.Н. Цвелев. Санкт-Петербург: Мир и Семья-95, 1996, т. 9, с. 74–92].
- Ulbrich E. *Chenopodiaceae*. In: *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. Ed. 2. Eds. A. Engler, K. Prantl. Leipzig: Engelmann, 1994, vol. 16c, pp. 379–584.
- Vallance T.G., Moore D.T., Groves E.W. *Nature's investigator: the diary of Robert Brown in Australia, 1801–1805*. Canberra: Australian Biological Resources Study, 2001, xii + 666 pp.
- van der Pijl L. *Principles of dispersal in higher plants*. Ed. 3, revised and expanded. Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 1982, x + 216 pp.
- van Rheede van Oudtshoorn K., van Rooyen M.W. *Dispersal biology in desert plants*. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 1999, xii + 242 pp.
- Vittoz P., Engler R. Seed dispersal distances: a typology based on dispersal modes and plant traits. *Botanica Helvetica*, 2007, 117: 109–124.
- Voznesenskaya E.V., Koteyeva N.K., Akhiani H., Roalson E.H., Edwards G.E. Structural and physiological analyses in *Salsoleae* (*Chenopodiaceae*) indicate multiple transitions among C₃, intermediate, and C₄ photosynthesis. *Journal of Experimental Botany*, 2013, 64: 3583–3604. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/ert191>
- Walsh N.G. *Salsola*. In: *Flora of Victoria*. Eds. N.G. Walsh, T.J. Entwisle. Melbourne: Inkata Press, 1996, vol. 3, pp. 197–199.
- Walsh N.G., Messina A. (updated 2015). *Salsola tragus*. In: *VicFlora: Flora of Victoria online*. Royal Botanic Gardens Victoria, 2015–onward. Available from <https://vicflora.rbg.vic.gov.au/flora/taxon/f5bf6bf2-dbb2-40f4-ad3d-7331d7ad3358>, accessed 26 January 2018.
- Welles S.L., Ellstrand N.C. Rapid range expansion of a newly formed allopolyploid weed in the genus *Salsola*. *American Journal of Botany*, 2016a, 103(4): 663–667. <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.1500430>
- Welles S.R., Ellstrand N.C. Genetic structure reveals a history of multiple independent origins followed by admixture in the allopolyploid weed *Salsola ryanii*. *Evolutionary Applications*, 2016b, 9: 871–878. <https://dx.doi.org/10.1111%2Feva.12399>
- Wen Z.-B., Zhang M.-L., Zhu G.-L., Sanderson S.C. Phylogeny of *Salsoleae* s.l. (*Chenopodiaceae*) based on DNA sequence data from ITS, *psbB-psbH*, and *rbcL*, with emphasis on taxa of northwestern China. *Plant Systematics and Evolution*, 2010, 288: 25–42. <http://dx.doi.org/10.1007/s00606-010-0310-5>
- Wen Z.B., Zhang M.L. Anatomical types of leaves and assimilating shoots and carbon ¹³C/¹²C isotope

fractionation in Chinese representatives of *Salsola* s.l. (*Chenopodiaceae*). *Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 2011, 206(8): 720–730. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2010.11.015>

Wightman G.M., Short P.S. *Chenopodiaceae*. In: *Flora of the Darwin Region*. Eds. P.S. Short, I.D. Cowie. Palmerston, N.T.: Northern Territory Herbarium, Department of Natural Resources, Environment, the Arts and Sport, 2011, vol. 1, pp. 1–8. Available from: http://www.nt.gov.au/nreta/wildlife/plants_herbarium/index.html, accessed 3 February 2018.

Wilson K.L. Report of the General Committee: 20. *Taxon*, 2017, 66: 981. <https://doi.org/10.12705/664.15>

Wilson P.G. *Chenopodiaceae*. In: *Flora of Australia*. Ed. A.S. George. Canberra: Australian Government Publishing Service, 1984, vol. 4, pp. 81–317.

Wilson P.G., Chinnock R.J. *Chenopodiaceae* (version 1). In: *Flora of South Australia* (ed. 5). Ed. J. Kellermann. Adelaide: State Herbarium of South Australia, 2013, 111 pp. Available from: www.flora.sa.gov.au/ed5, accessed 26 January 2018.

Winkworth R.C., Hennion F., Prinzing A., Wagstaff S.J. Explaining the disjunct distributions of austral plants: the roles of Antarctic and direct dispersal routes. *Journal of Biogeography*, 2015, 42(7): 1197–1209.

Winkworth R.C., Wagstaff S.J., Gleny D., Lockhart P.J. Plant dispersal N.E.W.S. from New Zealand. *Trends in Ecology and Evolution*, 2002, 17(11): 514–520.

Young J.A., Evans R.A. Barbwire Russian thistle seed germination. *Journal of Range Management*, 1979, 32: 390–394.

Zhu G.L., Mosyakin S.L., Clemants S.E. *Chenopodiaceae*. In: *Flora of China*. Eds. Z.Y. Wu, P.H. Raven, D.Y. Hong. Beijing: Science Press & St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 2003, vol. 5, pp. 351–414.

Recommended for publication by Submitted 04.01.2018
Zigmantas Gudžinskas (revised 12.02.2018)

Мосякін С.Л. **Нотатки про австралійські види *Salsola* (*Chenopodiaceae*) та визнання *Salsola sabrinae*, nom. et stat. nov.** Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 3–19.

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна

В історичному контексті проаналізовані таксономічні погляди на австралійські таксони роду *Salsola* sensu stricto (*Chenopodiaceae*). На підставі наявних свідчень зроблено висновок про те, що цей рід, ймовірно, представлений в Австралії та прилеглих районах південно-східної Азії кількома (4–5 або більше) аборигенними видами, включаючи нині визнаний вид *S. australis* R. Br. (також натуралізований у південно-західній частині Північної Америки та Південній Африці) і, ймовірно, споріднені з ним таксони (*S. macrophylla* R. Br., *S. brachypteris* Moq., *S. australis* var. *strobilifera* (Benth.) Domin та інші);

наявність адвентивних євразійських видів також не виключена. Нова назва *Salsola sabrinae* Mosyakin запропонована для австралійського таксона, який був раніше описаний як *S. tragus* L. subsp. *grandiflora* S. Rilke (non *S. grandiflora* Link ex Steud.) і наводиться переважно для північних тропічних і субтропічних регіонів Австралії (північна частина Західної Австралії, Північна Територія та Квінсленд). Зазначено, що для розробки надійної таксономічної схеми для австралійських / австралазійських видів *Salsola* та для з'ясування питань їхньої міграції до Австралії та подальшої диверсифікації на цій території необхідні додаткові спеціальні морфологічні, молекулярно-філогенетичні та філогеографічні дослідження.

Ключові слова: *Chenopodiaceae*, *Salsola*, *Salsoloideae*, Австралія, біогеографія, номенклатура, систематика

Мосякин С.Л. **Заметки об австралийских видах *Salsola* (*Chenopodiaceae*) и обнаружение *Salsola sabrinae*, nom. et stat. nov.** Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 3–19.

Інститут ботаніки ім. Н.Г. Холодного НАН України
ул. Терещенковская, 2, Киев 01004, Украина

В историческом контексте проанализированы таксономические взгляды на австралийские таксоны рода *Salsola* sensu stricto (*Chenopodiaceae*). На основании имеющихся свидетельств, сделан вывод о том, что этот род, вероятно, представлен в Австралии и прилегающих районах Юго-Восточной Азии несколькими (4–5 или более) аборигенными видами, включая ныне признанный вид *S. australis* R. Br. (также натурализованный в юго-западной части Северной Америки и в Южной Африке) и, очевидно, родственные таксоны (*S. macrophylla* R. Br., *S. brachypteris* Moq., *S. australis* var. *strobilifera* (Benth.) Domin и другие); наличие адвентивных евразийских видов также не исключено. Новое название *Salsola sabrinae* Mosyakin предложено для австралийского таксона, который был ранее описан как *S. tragus* L. subsp. *grandiflora* S. Rilke (non *S. grandiflora* Link ex Steud.) и приводится в основном для северных тропических и субтропических регионов Австралии (северная часть Западной Австралии, Северная Территория и Квинсленд). Отмечено, что для разработки надежной таксономической схемы для австралийских / австралазийских видов *Salsola* и для прояснения вопросов их миграции в Австралию и дальнейшей диверсификации на этой территории необходимы дополнительные специальные морфологические, молекулярно-филогенетические и филогеографические исследования.

Ключевые слова: *Chenopodiaceae*, *Salsola*, *Salsoloideae*, Австралия, биogeография, номенклатура, систематика

Поширення *Cypripedium calceolus* (Orchidaceae) в Україні

Віктор І. МЕЛЬНИК, Олександр І. ШИНДЕР, Юрій Д. НЕСИН

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України

вул. Тимірязєвська, 1, Київ 01014, Україна

melnykviktor6@gmail.com

shinderoleksandr@gmail.com

Melnyk V.I., Shynder O.I., Nesyn Yu.D. **Distribution of *Cypripedium calceolus* (Orchidaceae) in Ukraine.** Ukr. Bot. J., 2018, 75(1): 20–32.

M.M. Gryshko National Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine

1, Tymiryazevska Str., Kyiv 01014, Ukraine

Abstract. Geographic distribution of a rare Eurasian boreal species, *Cypripedium calceolus*, in Ukraine is considered. Based on numerous literature sources, herbarium collections of 12 botanical institutions and materials of our field research, *C. calceolus* was reported from 225 localities in Ukraine, including 169 – from the plain part of Ukraine, 43 – from the Carpathian Mountains, and 14 – from the Crimean Mountains. In Ukraine this species occurs in the northern and western regions, mainly in the Polissya Lowland, western part of Volhynian-Podolian Upland, Roztochchia, the Carpathians and the Crimean Mountains. On the basis of generalized chorological information, a detailed schematic map of distribution of *C. calceolus* in Ukraine is presented. The southern border of the main range of *C. calceolus* in our country is outlined by the following towns: Gertsya–Hotyn–Kitayhorod –Letychiv–Berdychiv–Kozyatyn–Rzhyshev–Nizhyn–Poltava–Zmiiv. This species is very rare in the Dnipro Upland and Dnipro Lowland. The only report of the species occurrence on the Donets Ridge belongs to V. Taliev (1896), who found the plant in a nonflowering state and named as "*Cypripedium* sp." However, this location has never been confirmed later. The dynamics of the accumulation of chorological data on *C. calceolus* in Ukraine is presented. By the end of the 19th century, a total of 47 localities of this species were reported, in the 20th century 133 new localities were added, and in the current century – another 45. By now, the species disappeared from at least 29 localities. The largest number of vanished localities are known from Zhytomyr and Kyiv Polissya and the Dnipro Lowland. Due to present geographical distribution of this, albeit rare, but a wide-range species, consideration of *C. calceolus* as a Tertiary relict plant in Ukraine (Litvinov, 1891) is apparently erroneous.

Keywords: *Cypripedium calceolus*, range, Ukraine

Вступ

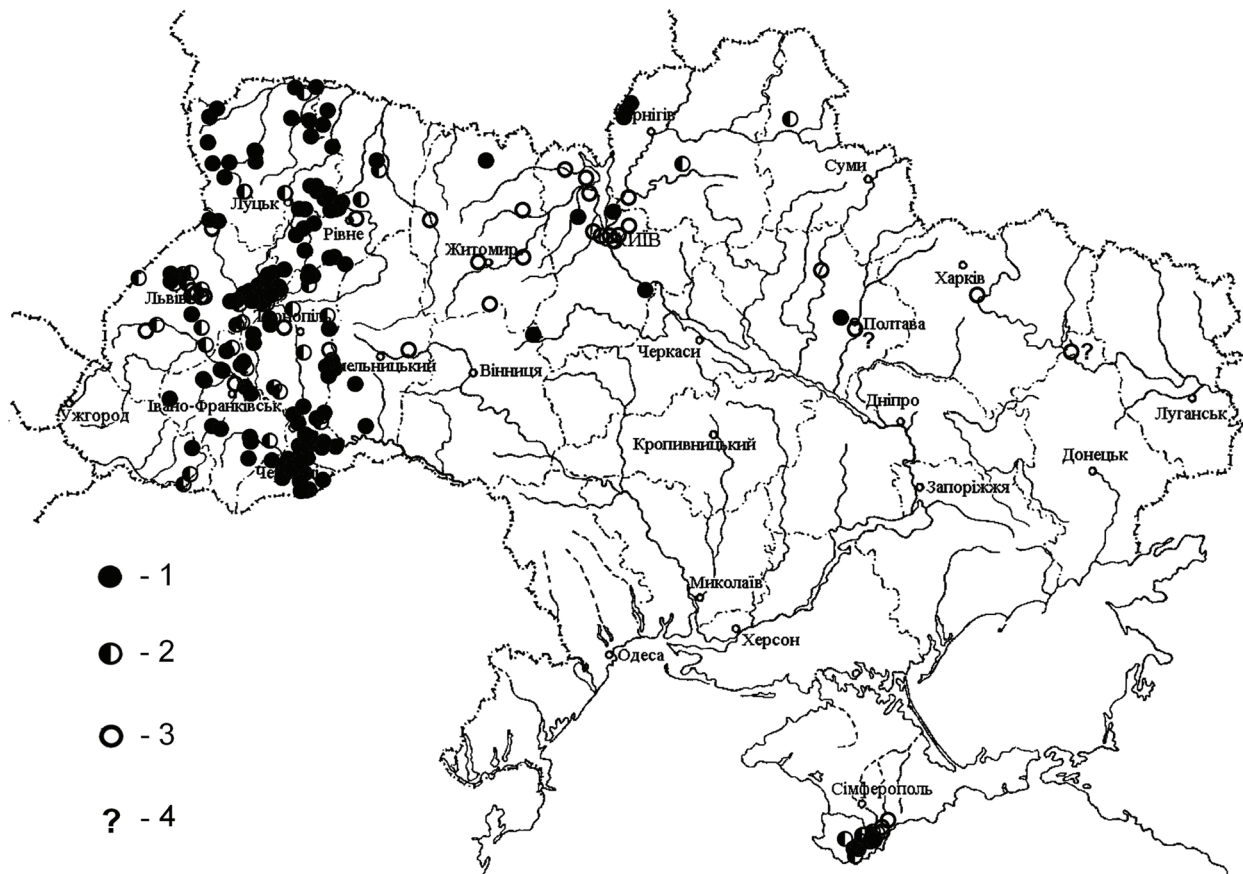
Cypripedium calceolus L. (Orchidaceae) – рідкісний вид у межах всього ареалу. Він внесений до Червоного списку Міжнародного Союзу Охорони Природи, Європейського Червоного списку, Бернської конвенції, конвенції CITES та до Червоних книг або списків видів, що потребують охорони в усіх країнах Європи, де він росте (Terschuren, 1999). Згідно рекомендації № 40 комітету Бернської конвенції, країни, які її підписали, взяли на себе зобов'язання з охорони та відтворення популяцій *C. calceolus*. У більшості країн Європи, де цей вид природно росте, детально вивчено його поширення, умови місцезростань і стан популяцій. На основі цього розроблено рекомендації з його охорони (Terschuren, 1999). В Україні узагальнені дані з хорології *C. calceolus* відсутні, а є лише відомості про поширення виду в окремих регіонах країни.

Недостатня вивченість поширення *C. calceolus* в Україні не сприяє ефективній охороні цього

виду в нашій країні. Літературні дані щодо розповсюдження його в межах всієї України є застарілими (Клеоров, 1935; Bordzilovskiy, 1950) і неповними (Vinichenko, 2007; Reshetyuk, 2008). Найбільш детально хорологічні особливості *C. calceolus* вивчені на заході України (Zagulskiy, 1993). У ряді праць висвітлене поширення виду в окремих регіонах: на Волинській височині, у Розточчі, Буковинському Прикарпатті, на Хотинській височині (Zagulskiy, 2001; Kagalo et al., 2004; Tkachuk, Begen, 2004; Tokaryuk, Chorney, 2009; Nykursaletal., 2012; Melnyk, Logvynenko, 2013). На Подільській височині й Поліській низовині описані окремі місцезнаходження виду (Kovalchuk, Klots, 1987; Khom'yak, Didukh, 2009). У 2007–2016 рр. ми досліджували поширення *C. calceolus* в Україні на основі літературних джерел, гербарних матеріалів та результатів власних польових досліджень.

Матеріали та методи

У ході роботи було опрацьовано матеріали 12 гербаріїв: KW, KWHA, KWU, LW, LWKS, YALT, LWS, LUU, VIN, LUM, BP і Рівненського обласного



Поширення *Cypripedium calceolus* в Україні: 1 – локалітети, виявлені після 1950 р.; 2 – до 1950 р.; 3 – зниклі локалітети; 4 – сумнівні локалітети

Distribution of *Cypripedium calceolus* in Ukraine: 1 – localities after 1950; 2 – localities before 1950; 3 – extinct localities; 4 – doubtful localities

краєзнавчого музею, а також, літературні джерела та матеріали власних польових досліджень. У даній статті огляд географічного поширення *C. calceolus* здійснено за фізико-географічним районуванням України (Marunych et al., 2003). В окремих випадках відомості різних авторів про знахідки досліджуваного виду в межах ймовірно однієї популяції (у сусідніх кварталах одного лісництва) розглядаються як один локалітет. На основі узагальнення хорологічного матеріалу створено картосхему поширення *C. calceolus* в Україні точковим методом (див. рисунок). У переліку локалітетів прийняті скорочення: л-во – лісництво, МР – міська рада, ок. – околиці, уроч. – урочище.

Результати та обговорення

Cypripedium calceolus – євразійський бореальний вид, ареал якого охоплює майже всю Європу (за винятком Нідерландів, Ірландії, Ісландії та деяких середземноморських країн), Сибір, Північний Казахстан, Центральну Азію, Північну Монголію, Північно-Східний Китай, Російський Далекий Схід, Японію та Корею (Meusel et al., 1965). В Україні вид поширений переважно на заході й півночі: у Карпатах, Розточчі, на Подільській височині, Поліссі, а поодинокі локалітети відомі з Придніпровської височини, Придніпровської низовини та Гірського Криму.

У межах Українського Полісся *S. calceolus* найбільш поширений в області Волинського Полісся. Вперше у регіоні вид було виявлено в околицях смт Цумань Ківерцівського р-ну Волинської обл. (Vandas, 1886). Дослідження, проведені в другій половині ХХ ст., підтвердили зростання *S. calceolus* поблизу Цумані (Baranskiy, 2005). У цей період була виявлена значна кількість нових локалітетів *S. calceolus* у регіоні. На Житомирському Поліссі цей вид поширений значно менше. У ХІХ і ХХ ст. його було зафіксовано у трьох локалітетах, які нині вважаються зниклими (Rogovich, 1869; Orlov, 2005). Нове місцезнаходження *S. calceolus* було виявлено в ХХІ ст. (Khom'yak, Didukh, 2009).

На території Київського Полісся у ХІХ – першій половині ХХ ст. *S. calceolus* був зафіксований з чотирьох місцезнаходжень, які нині вважаються зниклими (Rogovich, 1855; Rogovich, 1869; Kleorov, 1935; Bordzilovskiy, 1950; Smyk, 1989). Новий локалітет *S. calceolus* у регіоні знайдено в 2007 р. Ю.Д. Несиним на території Луб'янського л-ва (Бородянський р-н Київської обл.). Ще один локалітет зафіксовано нами на північно-західних околицях м. Києва, проте в останні роки ця популяція була знищена внаслідок забудови. На Чернігівському Поліссі у ХІХ – на початку ХХ ст. було виявлено кілька місцезнаходжень *S. calceolus* на лівобережних околицях м. Києва. Очевидно, на той час дарницька популяція *S. calceolus* була чисельною, оскільки для її охорони було створено пам'ятку природи (Bryzgalin, 1919). Єдиним локалітетом, збереженим до наших днів на лівобережжі Київської обл., вважається місцезнаходження в Дніпровсько-Деснянському заказнику (Andriyenko, Pryadko, 2006). У межах Чернігівської обл. за весь час флористичних досліджень виявлено 5 локалітетів *S. calceolus*, із яких три – в Ріпкинському р-ні (Vershkovskiy, 1915; Kleorov, 1935; Pryadko, 1982; Melnyk et al., 2006). Для Новгород-Сіверського Полісся в літературі наведена єдина вказівка *S. calceolus* з околиць м. Кролевець Сумської обл. (Bordzilovskiy, 1950). На Малому Поліссі наприкінці ХХ і початку ХХІ ст. було виявлено 4 локалітети цього виду (Zelinka et al., 1998; Melnyk et al., 2001; Melnyk, Glinska, 2010).

У цілому, за весь період флористичних досліджень в Українському Поліссі було виявлено 46 місцезнаходжень *S. calceolus*, у т. ч. 8 – у ХІХ ст., 5 – у першій половині ХХ ст., 26 – у другій його

половині, 7 – на початку ХХІ ст. (див. таблицю). Зростання *S. calceolus* у деяких локалітетах, зафіксованих у ХІХ і першій половині ХХ ст., в подальшому не підтвердилися, тому є підстави вважати, що він зник принаймні в 14 локалітетах.

Особливості поширення *S. calceolus* на українській частині Розточчя за літературними та гербарними даними узагальнив М.М. Загальський (Zagulskiy, 1993, 2001). Ураховуючи нові знахідки *S. calceolus*, на сьогоднішній день на Розточчі в межах України загалом відомо 23 місцезнаходження *S. calceolus*, з яких у ХІХ ст. виявлено 8, у першій половині ХХ ст. – 10, у другій його половині – 3. Протягом останніх 50 років було підтверджено ряд місцезнаходжень виду, виявлених у Розточчі в ХІХ ст. (Zagulskiy, 2001), тому можна вважати, що більшість відомих локалітетів *S. calceolus* у даному регіоні збереглися до наших днів (за винятком тих, що зростали на територіях сучасної забудови Львова).

Поширення *S. calceolus* на Волинській височині детально розглянуто в нашій попередній публікації (Melnyk, Logvynenko, 2013). У цьому регіоні за весь час ботанічних досліджень зафіксовано 15 місцезнаходжень *S. calceolus*, з яких 5, ймовірно, втрачені, оскільки вони не були підтверджені після 1950 р.

На території Правобережного Лісостепу більшість локалітетів *S. calceolus* відома із західної частини Подільської височини (Тернопільська обл. і північно-східні райони Львівської обл.). Відомості про місцезнаходження *S. calceolus* у цьому регіоні, які виявлені у ХІХ ст. і протягом ХХ ст., узагальнив М.М. Загальський (Zagulskiy, 1993). Деякі західноподільські місцезнаходження *S. calceolus*, зафіксовані в ХІХ – на початку ХХ ст., були підтверджені різними авторами в ході досліджень, проведених після 1950 р. (Zagulskiy, 1993). Після публікацій М.М. Загальського на Західному Поділлі було виявлено чимало нових локалітетів *S. calceolus*. Зокрема, у Львівській обл. кілька нових місцезнаходжень виду виявив В.М. Рало на Верхобузькому горбогір'ї (Ralo, 2003, 2012). Нами було відмічено нове місцезнаходження *S. calceolus* у Нараївському лісництві в Бережанському р-ні Тернопільської обл.

На території Східного Поділля *S. calceolus* трапляється значно рідше. Тут було виявлено лише чотири локалітети виду в Хмельницькій обл. (Rogovich, 1869; Kovalchuk, Klots, 1987; Vinichenko,

2007). В цілому, за весь період флористичних досліджень на Подільській височині виявлено 63 місцезнаходження *C. calceolus*. Принаймні три з них, датовані ХІХ – першою половиною ХХ ст., пізніше не були підтверджені та, ймовірно, вже зникли.

На Прут-Дністровському межиріччі найбільша кількість локалітетів *C. calceolus* відома з Хотинської височини у Чернівецькій обл. Детальна інформація про них наведена в роботі Т.Д. Никирси зі співавторами (Nykyrsa et al., 2012). Більша частина цих локалітетів була виявлена в ХХ – на початку ХХІ ст. і лише один – наприкінці ХІХ ст. Ще три локалітети *C. calceolus* відомі з інших районів Прут-Дністровського межиріччя, а загалом, у цьому регіоні зафіксовано 13 локалітетів виду.

На Придніпровській височині було виявлено чотири місцезнаходження *C. calceolus*. Причому вперше вид був виявлений у регіоні наприкінці ХІХ ст. в околицях м. Ржищів Кагарлицького р-ну Київської обл. (Vinichenko, 2007), а значно пізніше його було зафіксовано в південно-східних околицях розташованого неподалік с. Балико-Щучинка цього ж району (Lyubchenko, 1980; Synko, Rakov, 2003), тому ці дві вказівки можуть стосуватися одного локалітету.

На території Лівобережного Лісостепу у ХІХ – першій половині ХХ ст. було виявлено два локалітети *C. calceolus* на Полтавській рівнині (Illichevskiy, 1928) і один – на Середньоруській рівнині – з колишнього Зміївського повіту (Kovalevskiy, 1862). Слід відмітити, що С. Іллічевський висловлював сумніви стосовно достовірності виявлення виду в околицях с. Зінці біля м. Полтави (Illichevskiy, 1928). Нині всі ці локалітети вважаються зниклими, проте в новому столітті на Полтавській рівнині Д.А. Давидовим було знайдено єдиний існуючий у Лівобережному Лісостепу локалітет *C. calceolus* у Полтавській обл.

Єдина вказівка про зростання даного виду в Степовій зоні України відома з праці В.І. Талієва (Taliev, 1896), у якій під назвою "*Cypripedium* sp." наведена рослина, котру автор виявив у неквітучому стані в лісах на Святих горах із території Донецького кряжу. Пізніше це місцезнаходження ніким не було підтверджене.

В Українських Карпатах *C. calceolus* приурочений переважно до Буковинського та Покутського Прикарпаття. А.І. Токарюк та І.І. Чорней (Tokaryuk, Chorney, 2009), підводячи підсумки вивчення

поширення виду на Буковині, нараховують 41 місцезнаходження виду, з яких упродовж останніх 50 років підтверджено 38 (знахідки, зроблені в сусідніх кварталах одного лісового масиву, авторами приймалися як різні місцезнаходження). Для Покутського Прикарпаття наводиться загалом 19 локалітетів *C. calceolus*, з яких дев'ять виявлено в ХІХ – першій половині ХХ ст. На прикарпатській території Львівської обл. відоме єдине місцезнаходження *C. calceolus*, знайдене понад 100 років тому (Zagulskiy, 1994).

У високогір'ї Карпат відомо лише чотири локалітети *C. calceolus* з Рахівського р-ну Закарпатської обл. та Долинського р-ну Івано-Франківської обл. (Zagulskiy, 1993; Bunyak et al., 2008; Bunyak et al., 2010). Таким чином, за весь період флористичних досліджень в Українських Карпатах зафіксовано 42 локалітети *C. calceolus*, у т. ч. 14 знайдені в ХІХ – першій половині ХХ ст., 20 – у другій його половині, 8 – у ХХІ ст.

Всі локалітети *C. calceolus* із оглянутих вище регіонів знаходяться в межах основної європейської частини ареалу виду. Результати узагальнення хорології виду в Українських Карпатах і в рівнинній частині України дають змогу провести південну межу його поширення в нашій країні. Вона проходить приблизно вздовж населених пунктів: Герца–Хотин–Китайгород–Летичів–Бердичів–Козятин–Ржищів–Ніжин–Полтава–Зміїв. Відмітимо, що найбільше локалітетів *C. calceolus* в Україні зосереджено західніше меридіональної лінії Хотин–Сатанів–Рівне, котра приблизно відповідає межі між центральноєвропейською та східноєвропейською флористичними провінціями (Takhtajan, 1978).

На південь, більш, ніж за 500 км від окресленої вище межі суцільного поширення *C. calceolus* в Україні, розміщений кримський ексклав ареалу виду, приурочений до західної частини Головної та Внутрішньої гряд Кримських гір. У горах Криму загалом відомо 14 місцезнаходжень *C. calceolus*, причому, більшість з них (11) – були виявлені в ХІХ – на початку ХХ ст.

Таким чином, за весь період ботанічних досліджень в Україні зафіксовано 225 локалітетів *C. calceolus* (див. таблицю), з них у рівнинній частині налічується 169. На сьогодні принаймні 29 локалітетів є зниклими, найбільша їхня кількість відома з Житомирського й Київського Полісся та Придніпровської низовини.

Кількість локалітетів *Cypripedium calceolus* по природних регіонах України

Number of localities of *Cypripedium calceolus* in the natural regions of Ukraine

Природний регіон	Час виявлення, століття				Усього
	XIX	1 пол. XX	2 пол. XX	XXI	
Поліська низовина	8	5	26	7	46
Волинська височина	3	2	6	4	15
Подільська височина	17	13	14	19	63
Розточчя	8	10	3	2	23
Прут-Дністровське межиріччя	1	5	3	4	13
Придніпровська височина і Придніпровська низовина	2	2	3	1	8
Донецький край	1	–	–	–	1
Карпати	7	7	20	8	42
Кримські гори	–	11	3	–	14
Загалом в Україні					225

Д.І. Літвінов (Litvinov, 1891) відносив *C. calceolus* до третинних реліктів флори Східної Європи, акцентуючи увагу на генезисному зв'язку чернігівської популяції виду з рефугіумом на Середньоруській височині. Оскільки цьому автору був відомий лише один локалітет виду в Україні, на той час ця гіпотеза виглядала правдоподібно. На сьогодні наші знання про поширення виду в Україні якісно змінилися, тому віднесення цього рідкісного та широкоареального виду до третинних реліктів на території нашої країни є помилковим.

Вивчення географічного поширення *C. calceolus* в Україні проводилось нами в комплексі з дослідженнями умов місцезростань та стану популяцій даного виду. Ці питання, як і аналіз стану охорони *C. calceolus* в нашій країні, будуть представлені в наступних публікаціях.

Висновки

За весь період ботанічних досліджень в Україні зафіксовано 225 локалітетів *Cypripedium calceolus*, у т. ч. 169 – на території рівнинної частини України, 42 – у Карпатах, 14 – Кримських горах. Принаймні 29 локалітетів слід вважати на сьогодні зниклими. В Україні вид перебуває поблизу південної межі ареалу, яка в нашій країні проходить уздовж населених пунктів: Герца–Хотин–Китайгород–Летичів –Бердичів –Козятин –Ржищів –Ніжин –Полтава –Зміїв.

Перелік локалітетів *Cypripedium calceolus* в Україні

ПОЛІСЬКА НИЗОВИНА

Волинське Полісся

– **Волинська обл.** Ківерцівський р-н: окол. смт Цумань (Vandas, 1886); за 1 км від смт Цумань, Мошаницьке л-во, кв. 37, 38, заказник "Мошаницький" (Baranskyi,

2005); Звірівське л-во, мішаний ліс, 28.05.1935, С. Мацько (*LUM*); уроч. Ринва в ок. с. Озеро, 1985, В.К. Терлецький (*KW*); Ківерцівське л-во, кв. 113, 114, 119, 1986, В.К. Терлецький (*KW*); там само, кв. 36, 1988, В.К. Терлецький (*LUU*). **Ковельський р-н:** Радовичівське л-во, кв. 15, 16, заказник "Літинський", південні ок. с. Грушівка (Baranskyi, 2005); Ковельське л-во, кв. 22, 24, 30, заказник "Задібський", південні ок. с. Зелена (Baranskyi, 2005). **Любешівський р-н:** ок. с. Бучин уроч. Бучацька дача (Baranskyi, 2005); за 3,5 км східніше с. Дольськ, Сваловицька лісова дача, кв. 29 Любешівського л-ва (Terletskyi, 1985); НПП "Прип'ять-Стохід" (Vinichenko, 2007). **Любомльський р-н:** Любомльське л-во, кв. 14 (Terletskyi, 1985); ок. с. Мосир, кв. 8 Мосирського л-ва (Baranskyi, 2005). **Маневицький р-н:** кв. 10–11 ПЗ "Черемський", уроч. Кухів Груд, 2002, В.В. Конішук (*KI*) (Konishchuk, 2003). **Турійський р-н:** ок. сіл Дуліби й Турічани, заказник "Турічанський", кв. 8–12 лісовпорядкування (Vinichenko, 2007); між селами Переліска та Сушибаба (Davydovetal., 2014). **Шацький р-н:** ок. смт Шацьк, 06.07.1977, С.Д. Мельник (*LWS*); ок. с. Мельники, за 1 км західніше оз. Кримне (Baranskyi, 2005).

– **Рівненська обл.** Володимирецький р-н: Білоозерська філія природного заповідника "Рівненський" (Vinichenko, 2007). **Костопільський р-н:** ок. м. Костопіль, в долині р. Замчисько (Melnyk, 2000); заказник "Суський", Суське л-во, кв. 9–11 (Baranskyi, 2005). **Сарненський р-н:** ок. с. Тинне (Fedoseev, 1897); сел. Страшеве (Baranskyi, 2005); ок. с. Вирка, на Турецькій горі, 1987, Г.М. Антонова (*гербарій Рівненського краєзнавчого музею*).

Житомирське Полісся

– **Житомирська обл.** Житомирська МР: ок. м. Житомира (Rogovich, 1869). **Коростишівський р-н:** м. Коростишів (Orlov, 2005). **Малинський р-н:** за 4 км від м. Малина, в Слобідському л-ві (Orlov, 2005). **Овруцький р-н:**

уроч. Потеребухів рів у північно-західних ок. с. Старі Велідники, 20.05.2009, І.В. Хом'як, Я.П. Дідух (*КЖ*) (Khom'yak, Didukh, 2009).

Київське Полісся

– **Київ.** Святошинський р-н: місцевість Біличі, 24.06.1884, І. Шмальгаузен (*КЖ*); західніше оз. Святошинського, на краю Святошинського лісу, 14.06.2010, С.В. Віндюк, О.І. Шиндер (*КЖНА*) (*примітка*: в останні роки ця популяція була знищена внаслідок забудови).

– **Київська обл.** Бородянський р-н: західні ок. с. Луб'янка, у кв. 36, 37, 44, 45 Луб'янського л-ва (всього 7 локусів популяції на площі близько 60 га, із яких один уже зник), 05.2007, Ю.Д. Несин (*КЖНА*). Вишгородський р-н: с. Любимівка (колишні назви – Злодіївка, Мануїльськ) (Rogovich, 1869; Bordzilovskiy, 1950). Іванківський р-н: с. Дитятки (Bordzilovskiy, 1950). Поліський р-н: с. Романівка (Rogovich, 1855, 1869).

Чернігівське Полісся

– **Київ.** Деснянський р-н: на узліссі біля оз. Рибне, 11.05.1897, А. Ракозі (*КЖ*); на краю Плевхового болота (поблизу ст. Дарниця), 13.08.1897, А. Ракозі (*КЖ*); там само, 14.05.1907, С. Васильєв (*КЖ*); там само, 29.05.1914, Ю.М. Семенкевич (*КЖ*); на болоті за ст. Дарниця, по дорозі до с. Биківня, 24.06.1938, М.І. Котов (*КЖ*); ок. с. Биківня, в заболоченому суборі, 18.06.1938, М.І. Котов (*КЖ*).

– **Київська обл.** Броварський р-н: ок. м. Бровари, 1897, А. Ракозі (*LWS*). Вишгородський р-н: в Дніпровсько-Деснянському заказнику (Andriyenko, Pryadko, 2006).

– **Чернігівська обл.** Козелецький р-н: з ок. м. Остер (в Ошитківській дачі) (Verzhkovskiy, 1915). Ніжинський р-н: в ок. с. Вертіївка (Клеоров, 1935). Ріпкинський р-н: в уроч. Кінське з ок. с. Зубахи, 19.08.1979, Т.Л. Андрієнко, О.І. Прядко (*КЖ*) (Pryadko, 1982); в уроч. Волноша на захід від с. Зубахи (Pryadko, 1982); в уроч. Пушкарівське, за 0,5 км південніше с. Углова Рудня, 2005, О.О. Рак (*КЖНА*).

Новгород-Сіверське Полісся

– **Сумська обл.** Кролевецький р-н: ок. м. Кролевця (Bordzilovskiy, 1950).

Мале Полісся

– **Рівненська обл.** Здолбунівський р-н: в ок. с. Мости, 06.06.1995, В.М. Баточенко (*LW*). Острозький р-н: в ок. с. Теремне (Zelinka et al., 1998). Дубенський р-н: в ок. с. Кліпець (Melnyk et al., 2001).

– **Тернопільська обл.** Кременецький р-н: ур. Олексюки в ок. с. Хотівка (Melnyk, Glinka, 2010).

РОЗТОЧЧЯ

– **Львівська обл.** Городоцький р-н: с. Лівчиці (Zagulskiy, 1993). Територія Львівської МР (за (Zagulskiy, 1993)): уроч. Голоско; між Великими Кривчицями і уроч. Знесіння; уроч. гора Хом (Хомець); гора Лева (гора Піщана); уроч. Чотові скелі; смт Брюховичі; м. Винники, уроч. Донброва; м. Винники, уроч. Лисівка. Жовківський р-н (за (Zagulskiy, 1993)): між смт Брюховичі та с. Великі Грибовичі; с. Малі Грибовичі; ок. с. Стара Скварява; с. Плинськ. Яворівський р-н: смт Івано-Франкове (Zagulskiy, 1993); між с. Жорниська та смт Івано-Франкове (Zagulskiy, 1993); північні ок. смт Івано-Франкове, уроч. Червоний Камінь (Zagulskiy, 1993); східні ок. смт Івано-Франкове, кв. 29 Страдчанського л-ва, 16.06.2016, Н. Сичак, О. Кагало, І. Хомин (*LWKS*); смт Краковець (Zagulskiy, 1993); с. Ставки, уроч. Гострий Горб (Zagulskiy, 1993); с. Бірки (Zagulskiy, 1993); с. Верещиця, уроч. Верещиця (Zagulskiy, 1993); ок. м. Яворів (*KWU*, Кочан-Мокрицька, 1979); кв. 3 Верещицького л-ва (Ferents, Khomun, 2008); в уроч. Горбки, у кв. 5 і 6 лісовпорядкування в ок. с. Лелехівка (Ткачук, Vegen, 2004); у Страдчівському л-ві в ок. с. Лелехівка, (Ferents, Khomun, 2008). *Примітка*: дві останні вказівки, можливо, стосуються одного локалітету.

ВОЛИНСЬКА ВИСОЧИНА

– **Волинська обл.** Володимир-Волинський р-н: поблизу с. Верба (Pachoskiy, 1888). Луцький р-н: в уроч. Уляна поблизу м. Луцька, 16.06.1938, С. Мацько (*LUM*); ок. с. Воротнів, у заказнику "Воротнів" (Zagulskiy, 1993).

– **Львівська обл.** Сокальський р-н: ок. с. Скоморохи (Zagulskiy, 1993); ліс Ромош західніше с. Перетоки, 25.06.1985, М.М. Загальський (*LW*); там же, 24.05.1989, П.О. Вавриш (*LWKS*); там само (Sobko, 1989); там само, в лісі біля залізниці, 23.06.2012, І.П. Логвиненко (*КЖНА*); с. Поториця (Vinichenko, 2007).

– **Рівненська обл.** Дубенський р-н: ок. с. Білогородка (Zagulskiy, 1993). Млинівський р-н: ок. с. Каролінка (Reshetyuk, 2008); в уроч. Ужинець біля с. Улянівка, 24.05.2006, І.П. Карпович (Логвиненко) (*КЖНА*); ок. с. Владиславівка (Melnyk, Logvynenko, 2013); ок. с. Сморгва (Melnyk, Logvynenko, 2013). Радивилівський р-н: в уроч. Бараньє поблизу сіл Крупець та Михайлівка (Zagulskiy, 1993). Рівненський р-н: поблизу м. Рівне (Fedoseev, 1897); ок. с. Зоря, 06.1986, Г.М. Антонова (*гербарій Рівненського краєзнавчого музею*); ок. с. Сморгів (Melnyk, Logvynenko, 2013).

ПОДІЛЬСЬКА ВИСОЧИНА

Західне Поділля

– **Львівська обл.** Бродівський р-н: ок. с. Пеняки, пам'ятка природи "Пеняцька" (Zagulskiy, 1993); с. Пониковиця, уроч. Суходільський ліс (Zagulskiy, 1993); с. Суховоля, гора Макітра (Zagulskiy, 1993); між с. Підгірці та смт. Олесько Буського р-ну, гора Біла (Zagulskiy, 1993); урочища Пліснесько, Дзвінець і Городище в ок. с. Підгірці (Ralo, 2012). Жидачівський р-н: с. Бринці-Загірні (Zagulskiy, 1993); смт Журавно (Zagulskiy, 1993). Золочівський р-н: с. Черемошня, пам'ятка природи "Гора Свята" (Zagulskiy, 1993); там само, 05.07.2011, О. Кагало, Н. Паньків (LWKS); с. Білий Камінь, гора Жулицька (Zagulskiy, 1993); між селами Червоне та Стінка, гора Лиса (Zagulskiy, 1993); с. Гологори (Zagulskiy, 1993); с. Трудовач (Zagulskiy, 1993); с. Руда-Колтівська, гора Голодова (Zagulskiy, 1993); с. Сасів (Zagulskiy, 1993); с. Колтів (Zagulskiy, 1993); с. Лука (Zagulskiy, 1993); с. Білий Камінь, гора Сторожиха (Zagulskiy, 1993); с. Жуличі, гора Висока (цей пагорб разом із двома згаданими вище є вершинами одного пасма в пам'ятці природи "Жулицька гора, гора Сторожиха, гора Висока") (Zagulskiy, 1993); східні ок. с. Підлісся, пам'ятка природи "Підліська гора" (інші назви: г. Біла Гора, г. Шашкевича) (Zagulskiy, 1993); с. Митулин (Zagulskiy, 1993); с. Туркотин, гора Туркотинська (Zagulskiy, 1993); с. Зарваниця (Zagulskiy, 1993); за 3 км від с. Плугів у напрямі м. Золочів, у лісосмузі (Vinichenko, 2007); в уроч. Восьмаші в ок. с. Хмелева (Ralo, 2003); ок. с. Дерев'янки (Ralo, 2012); ок. с. Козаки (Ralo, 2012); гора Руда поблизу с. Руда (Ralo, 2012); гора Синьоха в ок. с. Бужок (Ralo, 2012); уроч. Діброва поблизу м. Глиняни (Ralo, 2012). Перемишлянський р-н: с. Заставки-Яблунів, гора Андрухова (Zagulskiy, 1993); гора Лиса (ймовірно, розташована між селами Болотня й Подусів) (Zagulskiy, 1993). Пустомитівський р-н: південно-східні ок. с. Підтемне, на узліссі бучини, 04.06.2005, І. Беднарська, Ю. Вербицький (LWKS).

– **Тернопільська обл.** Бережанський р-н: ок. м. Бережани (Zagulskiy, 1993); у кв. 28, 29, 33 Нараївського л-ва, 2001, В.І. Мельник, О.М. Корінько (KW); ок. с. Урмань, кв. 55 Урманського л-ва (Chernyak, Snyutsya, 2008); ок. с. Лапшин, уроч. Малинівка (Oliyar, Protsiy, 2012). Борщівський р-н (за Zagulskiy, 1993): ок. с. Вовківці, уроч. Турильче; с. Гермаківка; ок. с. Кривче, уроч. Муравінець; с. Нивра. Бучацький р-н (за Zagulskiy, 1993): м. Бучач; ок. м. Бучач, уроч. Зафедорем; с. Язловець. Гусятинський р-н: ок. с. Малі Бірки, кв. 58 Краснянського л-ва, товтра Пуща (Zagulskiy, 1993); ок. с. Крутилів, кв. 75 Краснянського л-ва, уроч. Сліпий яр, 27.05.1994, Н.М. Сичак, О.О. Кагало

(LWKS); північні ок. с. Крутилів, південніше санаторію "Товтри" (санаторій розташований у Сатанівському р-ні Хмельницької обл.), 30.04.2002, О. Кагало, Н. Скібіцька, О. Андреева (LWKS); кв. 32 Краснянського л-ва (Vinichenko, 2007). Заліщицький р-н: ок. с. Добрівляни, уроч. Обіжева (Zagulskiy, 1993); ок. с. Устечко, уроч. Пустельня (Mandzyuk, 2014); східні ок. с. Гиньківці, 12.05.2016, О.О. Кагало (LWKS). Зборівський р-н: ок. смт Залізці (Vinichenko, 2007). Козівський р-н: с. Глинна (Zagulskiy, 1993). Кременецький р-н: ок. с. Жолоби, гора Страхова (Zagulskiy, 1993); уроч. Тарнобір в ок. с. Великі Млинівці (Zelinka et al., 1998). Підволочиський р-н: ок. с. Тарноруда (Andrzhayovskiy, 1855); м. Скалат (Zagulskiy, 1993). Теребовлянський р-н: с. Струсів (Zagulskiy, 1993).

Східне Поділля

– **Хмельницька обл.** Городоцький р-н: в уроч. Кошарна з ок. с. Чорніводи, 13.05.1981, О.М. Кльоц (KW) (Kovalchuk, Klots, 1987); південно-західні ок. смт Сатанів (Vinichenko, 2007). Кам'янець-Подільський р-н: заказник "Совиний яр" у Приворотському л-ві з ок. с. Вихватнівці (Kovalchuk, Klots, 1987). Летичівський р-н: ок. м. Летичів (Rogovich, 1869).

ПРУТ-ДНІСТРОВСЬКЕ МЕЖИРІЧЧЯ

Хотинська височина (за Nykurs et al., 2012)

– **Чернівецька обл.** Заставнівський р-н: в ок. с. Малий Кучурів. Новоселицький р-н: в уроч. Городище на південній ок. с. Чорнівка; на лівому березі р. Гуків, у кв. 5, 7, 9 Садгирського л-ва; на правому березі р. Гуків, у кв. 19, 38, 71, 72 Чорнівського л-ва; на горі Берда біля с. Васловівці. м. Чернівці, Садгирський р-н: у кв. 50, 51 Садгирського л-ва. Хотинський р-н: в ок. м. Хотин; у кв. 2 і 20 Колінківецького л-ва поблизу с. Грозинці; в кв. 22 Рухотинського л-ва біля с. Рухотин; в ок. с. Гринячка, на хуторі Корнешти.

Інші райони Прут-Дністровського межиріччя

– **Івано-Франківська обл.** Тлумацький р-н: північно-східні ок. с. Буківна (Dmytrash-Vatseba, Shumska, 2016); долина Дністра в ок. с. Нижнів (Vinichenko, 2007).

– **Чернівецька обл.** Заставнівський р-н: ок. с. Погорилівка, 05.05.2006, О. Волуца, Г. Ларсен (CHER).

ПРИДНІПРОВСЬКА ВИСОЧИНА

– **Вінницька обл.** Козятинський р-н: с. Махаринці, 08.1982, Д.С. Осавлюк (VIN); там само, південні ок. с. Вернигородок, кв. 8 Козятинського л-ва, біля верхів'я долини р. Гуйва, заказник "Сестринівська дача", 19.05.2014, Є. Воробійов (KWHA).

– **Житомирська обл.** Бердичівський р-н: ок. с. Хмелище (Orlov, 2005).

– **Київська обл.** Кагарлицький р-н: в ок. м. Ржищів, 1896, Синьогуб (Vinichenko, 2007); південно-східні ок. с. Балико-Щучинка, 1978, В.М. Любченко (*KW*) (Lyubchenko, 1980); там само (Synko, Rakov, 2003). *Примітка*: всі ці вказівки можуть стосуватися одного локалітету.

ПОЛТАВСЬКА РІВНИНА

– **Полтавська обл.** Полтавський р-н: ок. с. Зінці (Shichevskiy, 1928) (*примітка*: автор вказує на певну сумнівність цього локалітету); ок. с. Бугаївка, 2009, Д.А. Давидов (*KW*). Шишацький р-н: ок. с. Хатки (Shichevskiy, 1928).

СЕРЕДНЬОРУСЬКА РІВНИНА

– **Харківська обл.** Колишній Зміївський повіт (Kovalevskiy, 1862) (*примітка*: ймовірно, локалітет було виявлено у Гомільшанському лісовому масиві у Зміївському р-ні).

ДОНЕЦЬКА ВИСОЧИНА

– **Донецька обл.** Слов'янський р-н: ок. м. Святогірськ, ліси на Святих горах (Taliev, 1896).

КАРПАТИ

Прикарпатська височина

– **Івано-Франківська обл.** Галицький р-н: ок. м. Галич, уроч. Галич Гора, 20.05.2006, О. Наконечний (*LWKS*); уроч. Бручева (Phytodiversity..., 2012); ок. м. Бурштин, гора Касова (Zagulskiy, 1993); с. Бовшів, уроч. Копирого (Zagulskiy, 1993); Калуський р-н: ок. с. Новиця, правий берег р. Лімниці (Zagulskiy, 1993); ок. с. Старий Угринів, правобережні схили долини р. Бережниця (Zagulskiy, 1993). Коломийський р-н: західні ок. с. Княздвір, уроч. Княжий двір ("Княздвірський" заказник), 07.07.1957, М.І. Котов, Т.Я. Омельчук (*LW*) (Zagulskiy, 1993) (*примітка*: цього ж локалітету стосуються літературні вказівки про зростання *S. calceolus* в ок. м. Коломий); уроч. Обувик (Zagulskiy, 1993); смт Печеніжин, 65 кв. Печеніжинського л-ва (Zagulskiy, 1993). Косівський р-н: дуже рідко у листяних лісах та на узліссях в НПП "Гуцульщина" (Phytodiversity..., 2012). Надвірнянський р-н: ок. м. Надвірна, уроч. Потоки, 2 кв. Надвірнянського л-ва (Zagulskiy, 1993); с. Ланчин (Zagulskiy, 1993). Снятинський р-н: с. Іллінці (Vinichenko, 2007). Тисменицький р-н: с. Вовчинець (Zagulskiy, 1993); с. Ганнусівка (Zagulskiy, 1993); с. Стриганці (Zagulskiy, 1993); східні ок. с. Побережжя, заказник "Козакова долина", стінка над р. Бистрицею (Dmytrash-Vatseba, Shumska, 2016).

– **Львівська обл.** Самбірський р-н: ок. м. Рудки (Zagulskiy, 1994).

– **Чернівецька обл.** Вижицький р-н: Вашківське л-во, кв. 11 (Tokaryuk, 2006). Герцаївський р-н: між селами Тернавка й Хряцька, буковий ліс, 25.05.2000, О.Д. Волуца (*CHER*) (Volutsa, Chorney, 2003). Глибоцький р-н: с. Валя Кузьмина, кв. 5–7, 9, 24, 34 (Tokaryuk, 2006); там само, кв. 15, 16, 27, 29 (Reshetyuk, 2008); с. Порубне, кв. 78 Кузьминського л-ва, 06.1993, І.І. Чорней (*CHER*); між смт Глибока і с. Червона Діброва (Tokaryuk, 2006); смт Глибока, уроч. Лази (Tkachuk, 1991); с. Нижні Синівці, кв. 39 і 50 Тернавського л-ва (Tokaryuk, 2006); с. Верхні Синівці, 22.08.1990, І.І. Чорней (*LW*); ок. с. Кам'янка, кв. 20 Верхньопетрівецького л-ва, 17.07.1963, З. Горохова (*CHER*); ок. с. Біла Криниця, кв. 41 Верхньопетрівецького л-ва, 15.07.1992, І.І. Чорней (*CHER*). Кіцманський р-н: с. Біла (Zagulskiy, 1993); с. Стрілецький Кут, кв. 8 і 9 Ревнянського л-ва (Zagulskiy, 93); там само, кв. 12 Ревнянського л-ва, 15.09.2004, А. Токарюк, О. Волуца (*CHER*). Сторожинецький р-н: між селами Спаська та Дубове, кв. 1, 3, 9, 10 Сторожинецького л-ва (Tokaryuk, 2006); с. Старі Бросківці, кв. 32 Сторожинецького л-ва, 19.05.2002, А.І. Токарюк (*CHER*); між селами Снячів і Кам'яна, 07.1998, І.І. Чорней (*CHER*); між селами Тисовець і Глибочок, кв. 10 Кучурівського л-ва, пам'ятка природи "Тисовий яр", 27.05.1975, В. Токарчук (*CHER*); там само, заповідне урочище "Маловатний" (*примітка*: кв. 12 і 13 Кучурівського л-ва), 01.06.2001, І.І. Чорней (*CHER*); там само, кв. 17 Кучурівського л-ва, 01.06.2001, І.І. Чорней (*CHER*); між селами Глибочок і Великий Кучурів, уроч. Вовчий яр, тисова ділянка, 11.08.2000, І. Чорней, В. Буджак (*CHER*); західні ок. с. Михальча, 9.05.1926, М. Guşuleac (*CHER*). м. Чернівці, Шевченківський р-н: уроч. Цецино (Zagulskiy, 1993); там само, кв. 22 Ревнянського л-ва, заказник "Цецино", в буковому лісі, 08.05.2002, І.І. Чорней, В.В. Буджак (*CHER*); там само, кв. 21 Ревнянського л-ва, 21.05.2003, А. Токарюк (*CHER*).

Високогір'я Карпат

– **Закарпатська обл.** Рахівський р-н: ок. с. Кобилецька Поляна (Zagulskiy, 1993); уроч. Вороноваті в ок. с. Луг, 06.1851, Wagner (*BP*); уроч. Зимір в ок. с. Лазешина, (Bunyak et al., 2008).

– **Івано-Франківська обл.** Долинський р-н: південно-західні ок. с. Старий Мизунь, в уроч. Хутір Глибокий (правий берег р. Мізунки біля гори Шавна) (Bunyak et al., 2010).

КРИМСЬКІ ГОРИ

– **АР Крим.** Алуштинська МР: гора Велика Чучель, 29.05.1916, Ваньков (*YALT*); Центральна котловина ("Кримський" природний заповідник), біля р. Альми, у сосновому лісі, 16.07.1955, М. Котов, А. Євзоров, В. Романов (*KW*); між Бабуган-Яйлою та хребтом

Синап-Даг, біля Космо-Даміановського монастиря (Zelenetskiy, 1906); там само, 25.05.1912, М. Савенков (KW); над м. Алуштою (Wulff, 1930); долина р. Алачук (Wulff, 1930). Бахчисарайський р-н: бучини північного макросхилу Головної гряди (Wulff, 1930); північний макросхил Кримських гір, 37 км по дорозі Ялта – Бахчисарай, у бучині, 20.08.1974, Г.С. Куковиця, Ю.Р. Шеляг-Сосонко, Я.П. Дідух (KW); уроч. Мангуп, 09.05.1916, Ваньков (YALT); ущелина Куру-Узень біля с. Соколине, 07.08.1907, Ваньков (YALT); східні ок. с. Соколине, джерело Керезлі (Wulff, 1930); долина р. Донга (Wulff, 1930). Ялтинська МР: спуск до Бабуган-Яйли, на Бахчисарайському шосе, 15.05.1907, Ваньков (YALT); схил г. Роман-Кош, 30.05.1916, Ваньков (YALT); ок. с. Оползневе, Грабовський (YALT).

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Andriyenko T., Pryadko O. Raryetna komponenta flory sudynnykh roslyn Ukrainського Polissya. In: *Fitoriznomanittya Ukrainського Polissya ta yogo okhorona*. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 2006, pp. 89–107. [Андрієнко Т.І., Прядко О.І. Раритетна компонента флори судинних рослин Українського Полісся. В кн.: *Фіторізнманіття Українського Полісся та його охорона*. Київ: Фітосоціоцентр, 2006, с. 89–107].
- Andrzheyovskiy A. *Zap. Imperat. obshch. selsk. khoz. Yuzh. Rossii*, 1855, 2: 63–78. [Андржейовский А. Ботанической очерк местностей лежащих между Бугомъ и Днестромъ отъ р. Збручи до Чернаго моря. *Зап. Императ. общ. сельск. хоз. Юж. России*, 1855, 2: 63–78].
- Baranskiy O. *Ridkisini ta znykayuchi vydy flory Volynського Polissya (khorologiya, ekologo-tsenotychni osoblyvosti, okhorona)*: Sand. Sci. Diss. Abstract. Kyiv, 2005, 20 pp. [Баранський О.Р. *Рідкісні та зникаючі види флори Волинського Полісся (хорологія, еколого-ценотичні особливості, охорона)*: автореф. дис. ... 03.00.05 "Ботаніка". Київ, 2005, 20 с.].
- Bordzilovskiy Ye. *Orchidaceae*. In: *Flora URSR*. Kyiv: Vydvo AN URSR, 1950, vol. 3, pp. 312–404. [Бордзіловський Є.І. *Orchidaceae* Lindl. В кн.: *Флора УРСР*. Київ: Вид-во АН УРСР, 1950, т. 3, с. 312–404].
- Bryzhalin I. *Okhorona rat'yatok pryrody na Ukraini*. Poltava, 1919, 31 pp. [Бризгалін І.А. *Охорона пам'яток природи на Україні*. Полтава, 1919, 31 с.].
- Bunyak V., Gnyezdylova V., Antkiv P. *Visn. Prykarp. Nats. Univ. Ser. Biologiya*, 2008, 9: 8–15. [Буняк В.І., Гнезділова В.І., Антків П.І. Аналіз флори урочища "Зимір" в передгір'ї Чорногори. *Вісн. Прикарпат. нац. ун-ту*. Сер. Біологія, 2008, 9: 8–15].
- Bunyak V., Gnyezdilova V., Makhovska L. In: *Roslynnyi svit u Chervoniy knyzi Ukrainy: vprovadzhennya Globalnoi strategii zberezhennya roslyn (The Plant Kingdom in the Red Data Book of Ukraine: Implementing the Global Strategy for Plant Conservation)*. Kyiv: Alterpress, 2010, pp. 66–68. [Буняк В.І., Гнезділова В.І., Маховська Л.І. Раритетний компонент флори урочища "Шавна" в Горнах. У зб.: *Рослинний світ у Червоній книзі України: впровадження Глобальної стратегії збереження рослин*. Київ: Альтерпрес, 2010, с. 66–68].
- Chernyak V., Synytsya G. *Ridkisini ta znykayuchi roslyny Ternopilshchyny z Chervonoї knygy Ukrainy*. Ternopil: Navchalna knyha, 2008, 224 pp. [Черняк В.М., Синиця Г.Б. *Рідкісні та зникаючі рослини Тернопільщини з Червоної книги України*. Тернопіль: Навч. книга, 2008, 224 с.].
- Davydov D., Daciuk V., Vynokurov D. *Visnyk Khark. Nats. Univ. Ser. Biology*, 2014, 20(1100): 258–264. [Давидов Д., Дацюк В., Винокуров Д. Нові локалітети рідкісних видів Волинської області (Україна). *Вісн. Харків. нац. ун-ту*. Сер. Біологія, 2014, 20(1100): 258–264].
- Deyneko S., Boyko S. In: *Rol pryrodno-zapovidnykh terytoriy Zakhidного Podillya ta Yury Oytsovskoi u zberezhenni biolohichного ta landshaftного riznomanittya*. Grymajliv; Ternopil: Lileja, 2003, pp. 251–256. [Дейнеко С., Бойко С. Природні місцезростання представників родини *Orchidaceae* району Кременецького горбогір'я. В зб.: *Роль природно-заповідних територій Західного Поділля та Юри Ойцовської у збереженні біологічного та ландшафтного різноманіття*. Гримайлів; Тернопіль: Лілея, 2003, с. 251–256].
- Dmytrash-Vatseba I., Shumska N. In: *Ridkisini roslyny i gryby Ukrainy ta pryleglykh terytoriy: realizatsiya pryrodookhoronnoi stratehii (Rare plants and Fungi of Ukraine and Adjacent Areas: Implementing Conservation Strategies)*. Kyiv: Palyvoda A.V. Press, 2016, pp. 70–75. [Дмитраш-Вацеба І.І., Шумська Н.В. Знахідки раритетних видів судинних рослин на території Бистрицько-Тлумацького Опілля. В зб.: *Рідкісні рослини і гриби України та прилеглих територій: реалізація природоохоронної стратегії*. Київ: Паливода А.В., 2016, с. 70–75].
- Fedoseev S. *Trudy Peterburg. obshch. estestvoispitateley*, 1897, 27: 39–42. [Федосеев С.К. К флоре Полесья. Несколько сведений о флоре окрестностей г. Ровно Вольнской губернии. В кн.: *Тр. Петербург. общ. естествоисп.*, 1897, 27: 39–42].
- Ferents N., Khomyn I. *Zapovidna sprava v Ukraini*, 2008, 14(1): 28–31. [Ференц Н.М., Хомин І.Г. Рідкісні види рослин проєктованого біосферного резервату "Розточчя". *Заповід. справа в Україні*, 2008, 14(1): 28–31].
- Fitoriznomanittya zapovidnykiv i natsionalnykh pryrodnykh parkiv Ukrainy. Ch. 2. Natsionalni pryrodni parky (Phytodiversity of nature reserves and national nature parks of Ukraine. Part 2. National nature parks)*. Eds V. Onyshchenko, T. Andriyenko. Kyiv: Phytosociocentre, 2012, 580 pp. [Фіторізнманіття заповідників і національних природних парків України. Ч. 2. Національні природні парки. За ред. В.А. Онищенко, Т.І. Андрієнко. Київ: Фітосоціоцентр, 2012, 580 с.].

- Illichevskiy S. In: *Zbirka, prysvyachena 30-richchyu Muzeyu. Poltava, 1928, vol. 1, pp. 141–226.* [Іллічевський С. Гербарій Полтавського державного музею. В зб.: *Збірка, присвячена 30-річчю музею. Полтава, 1928, т. 1, с. 141–226.*]
- Kagalo O., Zagulskiy M., Zelenchuk A., Sychak N. In: *Naukovi osnovy zberezheniya biotychnoi riznomanitnosti (Scientific principles of biodiversity conservation).* Lviv: Liga-Press, 2004, issue 6, pp. 66–81. [Кагало О.О., Загальський М.М., Зеленчук А.Т., Сичак Н.М. Судинні рослини державного заказника "Лиса гора та гора Сипуха" в Золочівському районі Львівської області. У зб.: *Наукові основи збереження біотичної різноманітності.* Львів: Ліга-Прес, 2004, вип. 6, с. 66–81].
- Khom'yak I., Didukh Ya. *Ukr. Bot. J.*, 2009, 66(6): 820–824. [Хом'як І.В., Дідух Я.П. Нова знахідка *Cypripedium calceolus* L. (*Orchidaceae*) на Житомирському Поліссі. *Укр. бот. журн.*, 2009, 66(6): 820–824].
- Khumyn M., Tuteyko V., Grytsay O., Zherish N., Nagalyuk V., Shumuk O., Trokhymuk V. *Pryrodno-zapovidnyi fond Volynskoi oblasti.* Lutsk: Inicial, 1999, 48 pp. [Химин М., Тугейко В., Грицай О., Жерш Н., Нагальук В., Шумук О., Трохимук В. *Природно-заповідний фонд Волинської області.* Луцьк: Ініціал, 1999, 48 с.].
- Kleopov Yu. *Orchidaceae.* In: *Flora URSS.* Kyiv: State farm literature Publ., 1935, pp. 327–344. [Клеопов Ю. *Orchidaceae.* В кн.: *Флора УРСР.* Київ: Вид-во радгосп. літ., 1935, с. 327–344].
- Konishchuk V. *Ukr. Bot. J.*, 2003, 60(3): 264–271. [Конішчук В.В. Рідкісні види рослин Черемського природного заповідника. *Укр. бот. журн.*, 2003, 60(3): 264–271].
- Kovalchuk S., Klots O. *Ukr. Bot. J.*, 1987, 44(2): 81–82. [Ковальчук С.І., Кльоц О.М. Нові знахідки *Cypripedium calceolus* L. на Подільській височині. *Укр. бот. журн.*, 1987, 44(2): 81–82].
- Kovalevskiy Y. *Katalog dikorastushchikh rasteniy, nakhodyashchikhsya v Zmievskom uезде Kharkovskoy gubernii.* Moscow, 1862, 60 pp. [Ковалевский И. *Каталог дикорастущих растений, находящихся в Змиевском уезде Харьковской губернии.* М., 1862, 60 с.].
- Lytvynov D. *Bull. Soc. Imper. Nat.*, 1891, 4: 322–434. [Литвинов Д.И. Геоботанические заметки о флоре Европейской России. *Бюл. об-ва естествоиспытателей*, 1891, 4: 322–434].
- Lyubchenko V. *Ukr. Bot. J.*, 1980, 37(1): 95–96. [Любченко В.М. Нові місцезростання рідкісних орхідних (*Orchidaceae*) в Середньому Придніпров'ї. *Укр. бот. журн.*, 1980, 37(1): 95–96].
- Mandzyuk L. In: *Roslynniy svit u Chervoniy knyzi Ukrainy: vprovadzheniya Globalnoi strategii zberezheniya roslin (Vegetable world in the Red Book of Ukraine: Implementing the Global Conservation Strategy plants).* Lviv, 2014, pp. 218–222. [Мандзюк Л.О. Природоохоронний статус видів Червоної книги України на території НПП "Дністровський каньйон". В зб.: *Рослинний світ у Червоній книзі України: впровадження Гло-*
- бальної стратегії збереження рослин.* Львів, 2014, с. 218–222].
- Marynych O., Parkhomenko H., Petrenko O., Shyshchenko P. *Ukr. Geograph. J.*, 2003, 1: 16–21. [Маринич О.М., Пархоменко Г.О., Петренко О.М., Шищенко П.Г. Удосконалена схема фізико-географічного районування України. *Укр. географ. журн.*, 2003, 1: 16–21].
- Melnik V., Savchuk R., Batochenko V. *Bot. Zhurn.*, 2001, 86(8): 112–119. [Мельник В.И., Савчук Р.И., Баточенко В.М. Растительный покров Острожской долины (Украина). *Бот. журн.*, 2001, 86(8): 112–119].
- Melnik V. *Redkie vidy flory ravninnykh lesov Ukrainy.* Kyiv: Fitosociocentr, 2000, 212 pp. [Мельник В.И. *Редкие виды флоры равнинных лесов Украины.* Киев: Фитосоциоцентр, 2000, 212 с.].
- Melnyk V., Glinska S. *Introduktsiya roslin,* 2010, 2: 3–9. [Мельник В.І., Глінська С.О. Нові відомості профлористичне різноманіття Кременецьких гір. *Інтродукція рослин*, 2010, 2: 3–9].
- Melnyk V., Logvynenko I. *Ukr. Bot. J.*, 2013, 70(6): 788–791. [Мельник В.І., Логвиненко І.П. Поширення та сучасний стан популяції *Cypripedium calceolus* L. (*Orchidaceae*) на Волинській височині. *Укр. бот. журн.*, 2013, 70(6): 788–791].
- Meusel H., Jäger E., Weinert E. *Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora.* Jena: G. Fischer Verlag, 1965, Bd 1, 582 pp.
- Nykyrsa T., Budzhak V., Tokaryuk A., Chorney I. Rarytetna flora. In: *Khotynska vysochyna.* Ed. V.P. Korzhuk. Chernivtsi: DrukArt, 2012, pp. 182–224. [Никирса Т.Д., Буджак В.В., Токарюк А.І., Чорней І.І. Раритетна флора. В кн.: *Хотинська височина.* Ред. В.П. Коржук. Чернівці: ДрукАрт, 2012, с. 182–224].
- Oliyar G. In: *Roslynniy svit u Chervoniy knyzi Ukrainy: vprovadzheniya Globalnoi strategii zberezheniya roslin (The Plant Kingdom in the Red Data Book of Ukraine: Implementing the Global Strategy for Plant Conservation).* Kyiv: Palyvoda A.V., 2012, pp. 272–274. [Оліяр Г.І. Поширення та сучасний стан популяції видів рослин Червоної книги України у Кременецьких горах (філія природного заповідника "Медобори"). В зб.: *Рослинний світ у Червоній книзі України: впровадження Глобальної стратегії збереження рослин.* Київ: Паливода А.В., 2012, с. 272–274].
- Oliyar G., Protsiv G. *Nauk. visn. nats. un-tu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy.* Ser. Lisivnytstvo ta dekorativne sadivnytstvo, 2012, 171(1): 131–134. [Оліяр Г.І., Проців Г.П. Флористичні особливості деяких урочищ Бережанського Опілля. *Наук. вісн. нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України.* Сер. Лісівництво та декоративне садівництво, 2012, 171(1): 131–134].
- Orlov O. *Ridkisi ta znykayuchi vydy sudynnykh roslin Zhytomirskoi oblasti.* Zhytomyr: Volyn, 2005, 296 pp. [Орлов О.О. *Рідкісні та зникаючі види судинних рослин Житомирської області.* Житомир: Волинь, 2005, 296 с.].

- Pachoskiy I. *Zap. Kiev. ob-va estestvoispyteley*, 1888, 9(1–2): 59–70. [Пачоский И. О флоре и фауне окрестностей г. Владимир-Вольнского Вольнской губернии. *Зан. Киев. об-ва естествоиспыт.*, 1888, 9(1–2): 59–70].
- Panțu Z. Contribuțiuni nouă la Orchidaceele din România. *Mem. Secț. Științ. Academia Română*. Ser. 3, 1934, 10(2): 15–46.
- Pryadko O. *Ukr. Bot. J.*, 1982, 39(5): 93–96. [Прядко О.И. Флористичні знахідки на території запроектованого Дніпровського природного парку. *Укр. бот. журн.*, 1982, 39(5): 93–96].
- Protoporova V., Mosyakin S. *Cypripedium calceolus*. In: *Chervona knyha Ukrainy. Roslynniy svit*. Ed. Ya. Didukh. Kyiv: Hlobalkonsaltnyh, 2009, pp. 164. [Протопопова В.В., Мосякін С.Л. Зозуліні черевички справжні. *Cypripedium calceolus*. У кн.: *Червона книга України. Рослинний світ*. Під ред. Я.П. Дідуха. Київ: Глобал-консалтинг, 2009, с. 164].
- Ralo V. *Scientific principles of biodiversity conservation*, 2003, 4: 95–102. [Рало В.М. Місцезростання рідкісних видів рослин на Верхобузькому пасмі (Північно-Західне Поділля). *Наук. основи збереження біотичної різноманітності*, 2003, 4: 95–102].
- Ralo V. *Roslynniy pokryv Verkhobuzhskogo gorbogirnogo pasma*, 2012. [Рало В.М. *Рослинний покрив Верхобузького горбогірного пасма*, 2012], available at: <http://florawestbug.com.ua> (accessed 30 December 2016).
- Reshetyuk O. *Zozulyni cherevychky (Cypripedium L.)*. Lutsk: Tverdunya, 2008, 156 pp. [Решетюк О.В. *Зозуліні черевички (Cypripedium L.)*. Луцьк: Твердиня, 2008, 156 с.].
- Rogovich A. *Obozrenie semennykh i vysshikh sporovykh rasteniy, vkhodyashchikh v sostav flory guberniy Kievskogo Uchebnogo Okruga*. Kiev: Izd-vo Kiev. Univ., 1869, 308 pp. [Рогович А.С. *Обозрение семенных и высших споровых растений, входящих в состав флоры губерний Киевского Учебного Округа*. Киев: Изд-во Киев. ун-та, 1869, 308 с.].
- Rogovich A. *Obozrenie sosudistykh i polusosudistykh rasteniy, vkhodyashchikh v sostav flory guberniy Kievskoy, Chernigovskoy i Poltavskoy*. Kiev, 1855, 147 pp. [Рогович А. *Обозрение сосудистых и полусосудистых растений, входящих в состав флоры губерний Киевской, Черниговской и Полтавской*. Киев, 1855, 147 с.].
- Romanuk Y. *Ryrodno-zarovidnyi fond Volynskoi oblasti*. Lutsk, 1987, 65 pp. [Романюк Й.Я. *Природно-заповідний фонд Волинської області*. Луцьк, 1987, 65 с.].
- Smyk H. *V kraju landysha i azalii. O prirode Ukrainського Polesya*. Ed. G.K. Smyk. Kiev: Urozhay, 1989, 208 pp. [В краю ландыша и азалии. О природе Украинського Полесья. Под. ред. Г.К. Смыка. Киев: Урожай, 1989, 208 с.].
- Sobko V. *Orkhideyi Ukrainy*. Kyiv: Naukova Dumka, 1989, 192 pp. [Собко В.Г. *Орхідеї України*. Київ: Наук. думка, 1989, 192 с.].
- Synko B., Rakov V. In: *Okhrana i kultivirovanie orkhidey*. Kharkov, 2003, pp. 45–47. [Синько Б., Раков В. Дослідження популяцій *Cypripedium calceolus* у Київській області поблизу м. Ржищева. В зб.: *Охрана и культивирование орхидей*. Харьков, 2003, с. 45–47.]
- Takhtajan A. *The floristic regions of the World*. Leningrad: Nauka, 1978, 248 pp. [Тахтаджян А.Л. *Флористические области Земли*. Л.: Наука, 1978, 248 с.].
- Taliev V. *Trudy obshch. ispytateley prirody Imper. Khark. Univ.*, 1896, 29: 283–298. [Талиев В. Краткий список растений, собранных в Изюмском уезде Харьковской губернии. *Тр. общ-ва испытат. природы Императ. Харьк. ун-та*, 1896, 29: 283–298].
- Terletskiy V., Okhrimovych V., Kudryk V. *Ukr. Bot. J.*, 1985, 42(2): 25–27. [Терлецький В.К., Охримович В.М., Кудрик В.В. Поширення деяких видів рідкісних рослин на Західному Поліссі. *Укр. бот. журн.*, 1985, 42(2): 25–27].
- Terschuren J. *Plan d'action en faveur de Cypripedium calceolus en Europe*. Strasbourg: Conseil de l'Europe, 1999, 67 pp.
- Tkachyk V. *Poshyrennya vydiv rodyny orkhidnykh (Orchidaceae) u Prykarpatti*. In: *Okhorona, vyvchennya i zbagachennya roslynnogo svitu*. Kyiv: Lybid, 1991, pp. 12–22. [Ткачик В.П. Поширення видів родини орхідних (Orchidaceae) у Прикарпатті. В кн.: *Охорона, вивчення і збагачення рослинного світу*. Київ: Либідь, 1991, с. 12–22].
- Tkachyk V., Begen I. *Nauk. visnyk Ukr. DLTU (Scientific Bull. of UNFU)*, 2004, 1(8): 351–355. [Ткачик В.П., Беген І.Б. Характеристика популяцій видів родини Orchidaceae Juss. урочища Горбки заповідника "Розточчя". *Наук. вісн. УкрДЛТУ*, 2004, 14(8): 351–355].
- Tokaryuk A.I. *Raryetnyi komponent flory Bukovynskoho Prykarpattya, yoho analiz ta okhorona*: Cand. Sci. Diss. Abstract. Chernivtsi, 2006, 21 pp. [Токарюк А.І. Раритетний компонент флори Буковинського Прикарпаття, його аналіз та охорона: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.05 "Ботаніка". Чернівці, 2006, 21 с.].
- Tokaryuk A., Chorney I. *Introduktsiya roslyn*, 2009, 2: 14–19. [Токарюк А.І., Чорней І.І. Стан ценопопуляцій *Cypripedium calceolus L. (Orchidaceae)* у Буковинському Прикарпатті. *Інтродукція рослин*, 2009, 2: 14–19].
- Tomaschek A. *Zur Flora der Umgebung Lembergs. Verhard. derkoris.-konig. zool. bot. Ges. Wien.*, 1862, 12: 869–966.
- Vandas K. *Ein Beitrag zur Kenntniss der Flora Wolhynien. Oester. Bot. Z.*, 1886, 34(34): 155–157; 192–195.
- Vanzar O., Romanuk V., Yelenchuk Yu. In: *Roslynniy svit u Chervoniy knyzi Ukrainy: vprovadzheniya Globalnoi strategii zberezhennya roslyn (Vegetable world in the Red Book of Ukraine: Implementing the Global Conservation Strategy plants)*. Lviv, 2014, pp. 88–91. [Ванзар О.М., Романюк В.В., Єленчук Ю.С. Фітоценологічна характеристика рослинних угруповань за участю *Atropa belladonna L.* у Чернівецькій

- області. В кн.: *Рослинний світ у Червоній книзі України: впровадження Глобальної стратегії збереження рослин*. Львів, 2014, с. 88–91].
- Vershkovskiy V. *Varshavskiy universitet. izvestiya*, 1915, 3: 1–11. [Вершковский В.Н. О некоторых растениях, собранных в области песков и области лесса Остерского уезда Черниговской губернии. *Варшав. университет. изв.*, 1915, 3: 1–11].
- Vinichenko T. *Roslyny Bernskoi konventsii v Ukraini (poshyrennya, ekologiya, tsenologiya ta okhорona*: Cand. Sci. Diss. Abstract. Kyiv, 2007, 21 pp. [Виніченко Т.С. *Рослини Бернської конвенції в Україні (поширення, екологія, ценологія та охорона)*: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.05 "Ботаніка". Київ, 2007, 21 с.].
- Volutsa O., Chorney I. *Naukovi osnovy zberezhennya biotychnoi riznomanitnosti*, 2003, 5: 21–25. [Волюца О.Д., Чорней І.І. Поширення рідкісних видів судинних рослин на південному сході Буковинського Передкарпаття (Герцаївський природний район). *Наук. основи збереження біотичної різноманітності*, 2003, 5: 21–25].
- Wulff E. *Flora Kryma*. Leningrad: Izd-vo Nykytsk. bot. sada, 1930, vol. 1, issue 3, 126 pp. [Вульф Е.В. *Флора Крима*. Л.: Изд-во Никит. бот. сада, 1930, т. 1, вып. 3, 126 с.].
- Zagulskiy M. *Bot. Zhurn.*, 1993, 78(8): 102–105. [Загальський М.Н. Распространение *Cypripedium calceolus* (*Orchidaceae*) в западных регионах Украины. *Бот. журн.*, 1993, 78(8): 102–105].
- Zagulskiy M. *Khorologiya, struktura populyatsiy ta okhорona orkhidnykh (Orchidaceae) zakhidnykh regioniv Ukrainy: zahidnykh regioniv Ukrainy (Cholology, population structure and Orchidaceae protection of western regions of Ukraine)*: Cand. Sci. Diss. Abstract. Lviv, 1994, 26 pp. [Загальський М.М. *Хорологія, структура популяцій та охорона орхідних (Orchidaceae) західних регіонів України*: дис. ...канд. біол. наук: 03.00.05 "Ботаніка". Львів, 1994, 26 с.].
- Zagulskiy M. *Ekologichnyi zbirnyk*, 2001, 7: 227–236. [Загальський М. Поширення та соціологічна оцінка орхідних (*Orchidaceae* Juss.) Українського Розточчя. *Екол. збір.*, 2001, 7: 227–236].
- Zelenetskiy N. *Zapysky Imperat. Novoros. Univ.*, 1906, 101: 49–526. [Зеленецький Н.М. Матеріали для флори Крима. *Зап. Императ. Новорос. ун-та*, 1906, 101: 49–526].
- Zelinka S., Mshanetska N., Barna M., Zelinka S., Shanatsda M. *Nauk. zap. Ternopilskogo Univ. Ser. Biologiya*, 1998, (3): 11–15. [Зелінка С.В., Мшанецька Н.В., Барна М.М., Зелінка С.М., Шанацда М.І. Конспект флори Кременецького філіалу державного природного заповідника "Медобори". *Наук. зап. Тернопільськ.ун-ту. Сер. Біологія*, 1998, (3): 11–15].

Рекомендує до друку
І.А. Коротченко

Надійшла 27.02.2017

Мельник В.І., Шиндер О.І., Несин Ю.Д. **Поширення *Cypripedium calceolus* (Orchidaceae) в Україні.** Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 20–32.

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України
вул. Тимірязєвська, 1, Київ 01014, Україна

Стаття присвячена з'ясуванню особливостей географічного поширення раритетного євразійського бореального виду *Cypripedium calceolus* на території України. За результатами опрацювання численних літературних джерел, гербарних фондів 12 ботанічних установ і матеріалів власних польових досліджень за весь період флористичного вивчення території України було зафіксовано 225 локалітетів виду, у т. ч. 169 – у рівнинній частині країни, 43 – у Карпатах, 14 – Кримських горах. Більшість із них сконцентрована переважно в північних і західних регіонах України, головним чином на Поліській низовині, західній частині Волино-Подільської височини, Розточчі, Прикарпатті, а також у горах Криму. На основі узагальнених хорологічних відомостей створено детальну картосхему поширення *C. calceolus* в Україні точковим методом. Південна межа основної частини ареалу виду в нашій країні проходить уздовж населених пунктів Герца–Хотин–Китайгород–Летичів–Бердичів–Козятин–Ржищів–Ніжин–Полтава–Зміїв. Вид найбільш рідкісний на Придніпровській височині та Придніпровській низовині. Єдина вказівка про зростання виду на території Донецького краю належить В.І. Талієву (1896), який виявлену ним рослину в невітучому стані навів під назвою "*Cypripedium* sp." Пізніше це місцезнаходження так і не було ніким підтвержене. Розкрито динаміку накопичення хорологічних відомостей про *C. calceolus* в Україні. До кінця XIX ст. загалом було виявлено 47 локалітетів виду, у XX ст. – 133 нових локалітети, а в новому столітті – 45. Щонайменше 29 місцезнаходжень виду на сьогоднішній день є зниклими. Найбільша кількість зниклих локалітетів відома з Житомирського й Київського Полісся та Придніпровської низовини. З огляду сучасного географічного поширення цього, хоча й рідкісного, але широкоареального виду, віднесення його до третинних реліктів у нашій країні є помилковим.

Ключові слова: *Cypripedium calceolus*, ареал, Україна

Мельник В.И., Шиндер А.И., Несын Ю.Д. **Распространение *Cypripedium calceolus* (Orchidaceae) в Украине.** Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 20–32.

Національний ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины
ул. Тимирязевская, 1, Киев 01014, Украина

Статья посвящена изучению особенностей географического распространения редкого и охраняемого евразийского бореального вида *Cypripedium calceolus* на территории Украины. В результате обработки многочисленных литературных источников, гербарных фондов 12 ботанических учреждений и материалов собственных полевых исследований за весь период флористического изучения территории Украины было зафиксировано 225 локалитетов вида, в т. ч. 169 – в равнинной части страны, 43 – в Карпатах, 14 – Крымских горах. Большинство из них сконцентрировано преимущественно в северных и западных регионах Украины, главным образом на Полесской низменности, западной части Волино-Подольской возвышенности, Расточье, в Прикарпатье, а также в горах Крыма. На основе обобщенного хорологического материала создана точечным методом подробная картосхема распространения *C. calceolus* в Украине. Южная граница основной части ареала вида в нашей стране проходит вдоль населенных пунктов Герца–Хотин–Китайгород–Летичев–Бердичев–Казатин–Ржищев–Нежин–Полтава–Змиев. Вид наиболее редкий на Приднепровской возвышенности и Приднепровской низменности. Единственное указание о виде на территории Донецкого края принадлежит В.И. Талиеву (1896), который найденное им в нецветущем состоянии растение привел под названием "*Cypripedium* sp." Позже это местонахождение так и не было никем подтверждено. Раскрыта динамика накопления хорологических сведений о *C. calceolus* в Украине. К концу XIX в. всего было выявлено 47 локалитетов вида, в XX в. – 133 новых локалитета, а в XXI в. – 45. Не менее 29 местонахождений вида на сегодняшний день следует считать исчезнувшими. Больше всего таких локалитетов известно с Житомирского и Киевского Полесья и Приднепровской низменности. Учитывая современное географическое распространение этого, хотя и редкого, но широкоареального вида, отнесение его к третичным реликтам в нашей стране является ошибочным.

Ключевые слова: *Cypripedium calceolus*, ареал, Украина



doi: 10.15407/ukrbotj75.01.033

New for Ukraine species of lichens and lichenicolous fungi from marl limestones in the Northern Black Sea Region

Olexander Ye. KHODOSOVTSSEV¹, Valeriy V. DARMOSTUK^{1,2}

¹Kherson State University

27, Universytetska Str., Kherson 73000, Ukraine

²Nyzhniodniprovskiy National Nature Park

18, Petrenka Str., Kherson 73000, Ukraine

valeriy_d@i.ua

Khodosovtsev O.Ye., Darmostuk V.V. **New for Ukraine species of lichens and lichenicolous fungi from marl limestones in the Northern Black Sea Region.** Ukr. Bot. J., 2018, 75(1): 33–37.

Abstract. During the recent field season, we focused on lichens and lichenicolous fungi of petrophytic steppe habitats. They are widespread within the Black Sea Lowland in Ukraine. The marl limestones and pure limestone pebbles are outcropped in the central parts of the steppe slopes. The stone surfaces are colonized by pioneer lichen communities where endolithic life forms are mostly imperceptible. The petrophytic steppe habitats are protected in Europe. Six new for Ukraine species of lichens and two species of lichenicolous fungi from these habitats are reported in the article. A lichenicolous fungus, *Acaroconium punctiforme*, is characterized by subglobose black pycnidia, ampuliform conidiogenous cells, enteroblastic broadly ellipsoid aseptate pale brown conidia and *Sarcogyne regularis* as a host. *Aspicilia subfarinosa* has chalky-white thallus with farinose, smooth surface with occasional small cracks. The lichenicolous fungus *Lichenochora wasseri* s. l. was found on *Xanthocarpia lactea*. It is a new host for this lichenicolous fungus. *Psorotichia montinii* has minutely areolate thin crustose to almost powdery blackish thallus, minute invisible apothecia with punctiform discs. *Verrucaria bernaicensis* is characterized by pale gray, epruinose, areolate or subsquamulose thallus, immersed perithecia, lacking involucrellum, and small ellipsoid ascospores. *Verrucaria papillosa* differs from *V. viridula* by its completely endolytic thallus and undeveloped involucrellum. *Verrucaria schindleri* is similar to *V. muralis*, but has dark exciple in the lower part. The localities in Ukraine, ecology and distribution data for the new records are provided.

Keywords: *Acaroconium*, *Aspicilia*, *Lichenochora*, *Psorotichia*, *Verrucaria*, Ukraine

Introduction

During the recent field season, we focused on the lichens and lichenicolous fungi of the petrophytic steppe habitats. These are within the Black Sea Lowland in Ukraine. Usually, the marl limestones or pure limestones pebbles are outcropped in the central parts of the steppe slopes. Over time, colonies of the pioneer lichen communities of endolithic life forms are mostly imperceptible. It is one of the first stages in biological weathering and pedogenesis. The complex of petrophytic steppe habitats is protected in Europe (Didukh et al., 2016). Six new for Ukraine species of lichens and two species of lichenicolous fungi from these habitats are presented in the article.

Materials and methods

Specimens were examined using standard light microscopy techniques with LOMO microscopes

© O.Ye. KHODOSOVTSSEV, V.V. DARMOSTUK, 2018

(MBS–1, Micromed–2) in water, 10% KOH (K), Lugol's iodine, directly (I) or after KOH pretreatment (K/I). We measured specimens in water to 0.2 µm accuracy for ascospores, conidia, asci, ascomatal cells and conidiogenous cells, and to 5 µm accuracy for ascomata. Measurements are given as (min–)mean–SD–mean+SD(–max). Photographs were taken with a Levenhuk C510 NG camera. All examined specimens are deposited in the lichenological herbarium of Kherson State University (*KHER*). The lichenicolous fungi are marked by asterisk "*". The names of lichens and lichenicolous fungi are given according to *Index Fungorum*, 2017 (<http://www.indexfungorum.org/>).

Results and discussion

**Acaroconium punctiforme* Kocourk. & D. Hawksw. (Figure, a–c)

Specimen examined. Ukraine. Zaporizhzhya Region, Melitopol District, Troyitska balka, 47°04'17.6" N

35°26'08.2" E, alt. 20 m, on apothecia and thallus of *Sarcogyne regularis*, on marl limestone pebbles, 23 October 2008, A. Khodosovtsev, T. Zavyalova (*KHER* 10845).

Our specimen is characterized by subglobose immersed black pycnidia 55–70 µm in diam., ampuliform conidiogenous cells and enteroblastic broadly ellipsoid aseptate pale brown conidia with 1–2 oil droplet, (5.6–)5.8–6.6(–7.4) × (3.0–)3.8–4.8(–5.2) µm (n = 20). This lichenicolous fungus was reported from the Czech Republic, Germany, Slovakia and USA (Kocourková, Hawksworth, 2008).

Aspicilia subfarinosa (J. Steiner) Şenkard. & Sohrabi

Specimens examined. Ukraine. AR Crimea, Sudak District, near Sudak, Dachnoe village, alt. 700 m, on limestone infected by *Lichenostigma* cf. *elongatum*, 7 May 2001, A. Khodosovtsev (*KHER* 289 as *Aspicilia farinosa*); Yalta, Nature Reserve "Cape Martyan", on limestone rocks, 15 September 1999, A. Khodosovtsev (*KHER* 404, 405 as *Aspicilia farinosa*); Mykolaiv Region, Yelanetsky District, Yelanetsky Nature Reserve, balka Prusakova, on limestone, 1 December 2007, T. Boiko (*KHER* 4134 as *Aspicilia farinosa*); Novoodesky District, Mykhaylivka village, Yelanetsky Nature Reserve, Mykhaylivsky Steppe, 47°23'56.2" N 31°37'23.5" E, alt. 16 m, on marl limestone pebbles, 26 May 2017, A. Khodosovtsev, V. Darmostuk (*KHER* 10801).

This species has chalky-white thallus with farinose, smooth surface with occasional very fine cracks. In Ukraine, it was collected under the name *Aspicilia farinosa* (Khodosovtsev, Redchenko, 2002). The epitype of the last species refers to genus *Lobothallia* (Nordin et al., 2010). *Aspicilia subfarinosa* is known from France, Israel, Iran, Iraq, Syria, Turkey (Şenkardeşler, Sohrabi, 2011).

**Lichenochora wasseri* S.Y. Kondr. s. l.

Specimen examined. Ukraine. Kherson Region, Novovorontsovsky District, Stara Osokorivka village, 47°27'24.4" N 33°50'59.3" E, alt. 50 m, on *Xanthocarpia lactea* (thallus), on marl limestone pebbles, 3 June 2017, A. Khodosovtsev, V. Darmostuk (*KHER* 10801).

The species forms black oval to pyriform perithecia, periphyses up to 25 µm long and up to 4 µm wide, unitunicate asci, 60–75 × 10–13 µm and ellipsoid 1-septate hyaline smooth walled strongly constricted at septum ascospores, (14.2–)15.0–17.2(–18.8) × (7.6–)8.2–9.2(–10.4) µm (n = 25). It fits well in the protologue of *L. wasseri* S.Y. Kondr. (Navrotskaya

et al., 1996), but has slightly smaller ascospores (250–360 × 250–300 µm vs. 230–280 × 200–250 µm in our specimen). Some specimens reported as "*Lichenochora* aff. *wasseri* S.Y. Kondr." on thallus of *Caloplaca* cf. *velana* from Spain (Navarro-Rosinés et al., 1998) differ by larger ascospores (10–)14–15.8–17(–20) × (6.5–)7–7.9–8.5(–9) µm. *Xanthocarpia lactea* is a new host. Previously, *L. wasseri* has been reported from Sweden, Israel (Navrotskaya et al., 1996) and Russia (Urbanavichus, Urbanavichene, 2014).

Psorotichia montinii (A. Massal.) Forssell

Specimen examined. Ukraine. Mykolaiv Region, Novoodesky District, Mykhaylivka village, Yelanetsky Nature Reserve, Mykhaylivsky Steppe, 47°23'56.2" N 31°37'23.5" E, alt. 16 m, on marl limestone pebbles, 26 May 2017, A. Khodosovtsev, V. Darmostuk (*KHER* 10846).

Minutely areolate thin crustose to almost powdery blackish thallus, minute invisible apothecia 80–120 µm in diam. with punctiform discs are diagnostic for this species. It was reported from Europe, Northern Africa and North America (Egea, 1996; Schultz, 2007; Schultz, Aptroot, 2008; Knežević, Mayrhofer, 2009; Wirth et al., 2010; Urbanavichus, Urbanavichene, 2011).

Verrucaria bernaicensis Malbr. (Figure, d–f)

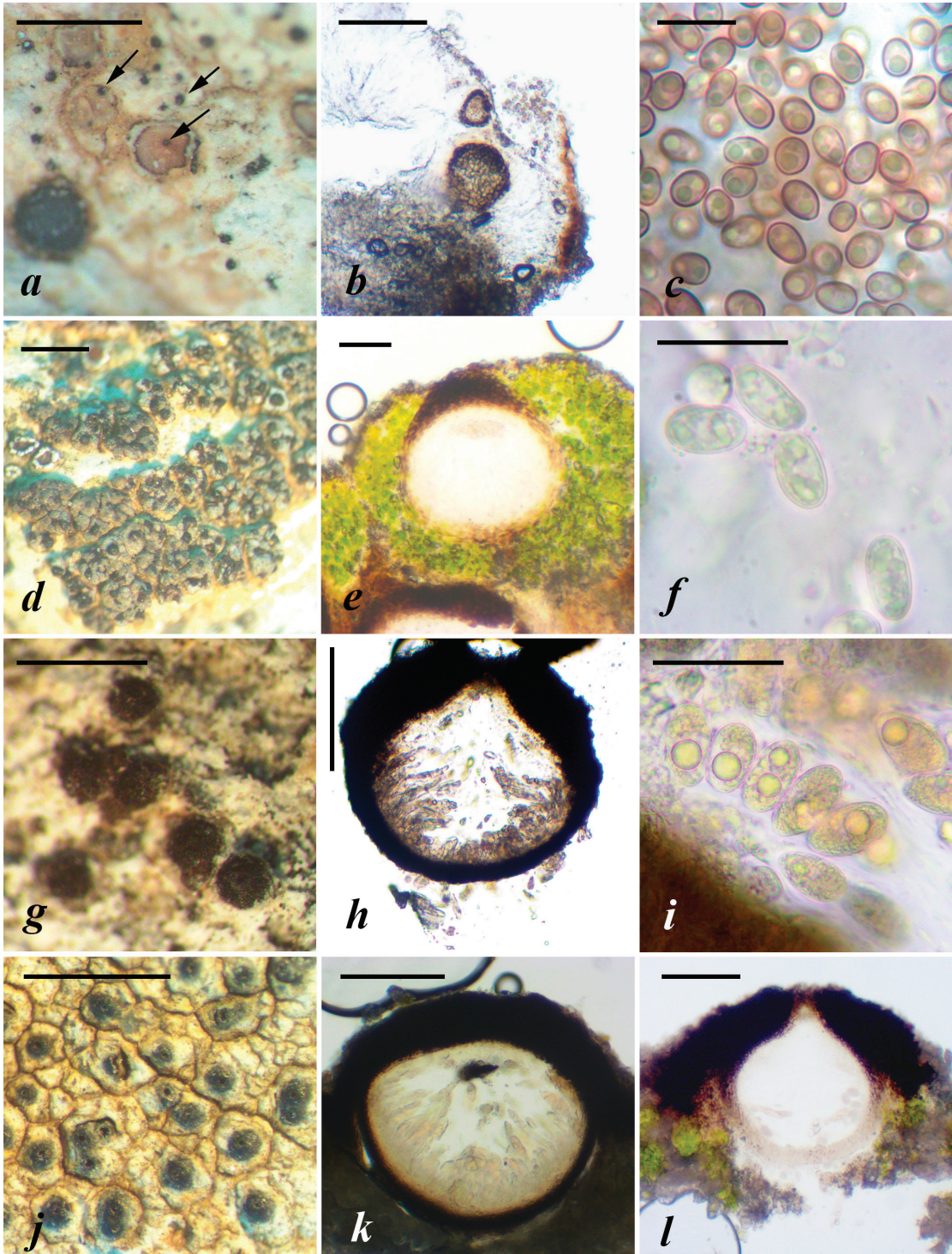
Specimen examined. Ukraine. Zaporizhzhya Region, Melitopol District, Troyitska balka, 47°04'17.6" N 35°26'08.2" E, alt. 20 m, on limestone pebbles, 23 October 2008, A. Khodosovtsev, T. Zavyalova (*KHER* 7359).

The species is characterized by pale gray, epuriose, areolate or subsquamulose thallus, immersed perithecia 0.2–0.3 mm diam., lacking involucrellum, and small, ellipsoid ascospores (8.2–)9.4–10.0–10.8(–11.6) × (6.5–)7–7.9–8.5(–9) µm. Previously, it was known in a few European countries (Malbranche, 1869; Liska et al., 2008; Roux, 2012), Asia (Urbanavichus, Urbanavichene, 2013) and North America (Breuss, 2007).

Verrucaria papillosa Ach. (Figure, g–i)

Specimen examined. Ukraine. Mykolaiv Region, Novoodesky District, Mykhaylovka village, Yelanets Nature Reserve, Mykhaylivsky Steppe, 47°23'56.2" N 31°37'23.5" E, alt. 16 m, on marly limestone pebbles, 26 May 2017, A. Khodosovtsev, V. Darmostuk (*KHER* 10804).

It is a widely distributed species in Europe, Asia, North America and Tasmania (Breuss, 2007). Sometimes it was synonymized with *Verrucaria viridula* (Orange, 2004), but the last one differs by usually



Acaroconium punctiforme: *a* – infected apothecia of *Sarcogyne regularis* (scale 1 mm), *b* – section through pycnidia (scale 100 μ m), *c* – conidia (scale 10 μ m). *Verrucaria bernaicensis*: *d* – general habit (scale 1 mm), *e* – section through perithecia (scale 100 μ m), *f* – ascospores (scale 10 μ m). *Verrucaria papillosa*: *g* – general habit (scale 1 mm), *h* – section through perithecia (scale 200 μ m), *i* – ascospores (scale 25 μ m). *Verrucaria schindleri* (KHER 10847): *j* – general habit (scale 1 mm), *k* – section through perithecia (scale 150 μ m). *Verrucaria muralis* (KHER 7563): *l* – section through perithecia (scale 150 μ m)

greenish brown to dark brown epilithic thallus, and a small apical involucrellum.

Verrucaria schindleri Servít (Figure, *j–k*)

Specimens examined. Ukraine. Mykolaiv Region, Bereznehuvate District, Prishyb village, 47°12'48.6" N 32°50'14.9" E, alt. 44 m, on marl limestone pebbles, 31 May 2017, A. Khodosovtsev, V. Darmostuk (*KHER* 10847); Novoodesky District, village Mykhaylivka, Yelanetsky Nature Reserve, Mykhaylivsky Steppe, 47°23'56.2" N 31°37'23.5" E, alt. 16 m, on marl limestone pebbles, 26 May 2017, A. Khodosovtsev, V. Darmostuk (*KHER* 10800); Kherson Region, Beryslav District, Dudchany village, 47°06'27.2" N 33°41'01.8" E, alt. 25 m, on marl limestone pebbles, 4 June 2017, A. Khodosovtsev, V. Darmostuk (*KHER* 10812); Novovorontsovsky District, Gavrylovka village, 47°12'01.3" N 33°49'59.8" E, alt. 41 m, on marl limestone pebbles, 30 July 2017, A. Khodosovtsev, V. Darmostuk (*KHER* 10811); Zaporizhzhya Region, Melitopol District, Troyitska balka, 47°04'17.6" N 35°26'08.2" E, alt. 20 m, on marl limestone pebbles, 23 October 2008, A. Khodosovtsev, T. Zavyalova (*KHER* 7362).

Additional specimen examined. *Verrucaria muralis* (Figure, *l*): Kherson Region, Beryslav District, near Mylove village, on limestone, 19 July 2008, A. Khodosovtsev, L. Gavrylenko (*KHER* 7563).

Verrucaria schindleri is very similar to *V. muralis*. The first species differs by blackish brown exciple even in thin sections. It is widely distributed in Europe (Servít, 1948; Söchting, Alstrup, 2008; Heiðmarsson et al., 2009; Wirth et al., 2010; Strasser et al., 2015) and poorly known in Northern America (Breuss, 2007).

Acknowledgments

Yakiv Didukh, Ganna Naumovich, Ivan Moysiyenko and Igor Pylypenko were of indispensable assistance during fieldwork excursions. This study was financially supported by the Ministry of Science and Education of Ukraine (Project No. 0116U004735).

REFERENCES

- Breuss O. *Verrucaria*. In: *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region*. Eds T.H. Nash III, C. Gries, F. Bungartz. Tempe: Arizona State Univ., 2007, vol. 3, pp. 335–377.
- Biotopes of the Crimean Mountains*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Interservis, 2016, 292 pp. [Біотопи Гірського Криму. Ред. Я.П. Дідух. Київ: ТОВ "НВП Інтерсервіс", 2016, 292 с.]
- Egea J.M. Catalogue of lichenized and lichenicolous fungi of Morocco. *Bocconea*, 1996, 6: 19–114.
- Heiðmarsson S., Alstrup V., Högnabba F., Motiejūnaitė J., Nordin A., Pykälä J., Suija A., Timdal E., Westberg M. Floristic news from the NLF Iceland excursion 2009. *Graphis Scripta*, 2009, 24: 19–25.
- Khodosovtsev A.Ye., Redchenko O.O. *Ukr. Bot. J.*, 2002, 59(1): 64–71. [Ходосовцев О.Є., Редченко О.О. Анотований список лишайників заповідника "Мис Марг'ян" (Україна). *Укр. бот. журн.*, 2002, 59(1): 64–71.]
- Knežević B., Mayrhofer H. Catalogue of the lichenized and lichenicolous fungi of Montenegro. *Phyton*, 2009, 48(2): 283–328.
- Kocourková J., Hawksworth D.L. *Acaroconium punctiforme* gen. sp. nov., a new lichenicolous coelomycete on *Acarospora* species and *Sarcogyne regularis*. *Lichenologist*, 2008, 40(2): 105–109.
- Liska J., Palice Z., Slavikova S. Checklist and Red List of lichens of the Czech Republic. *Preslia*, 2008, 80(2): 151–182.
- Malbranche A. Lichens de la Normandie ou Catalogue descriptif des Lichens de cette région, classés d'après la méthode du docteur Nylander. *Bull. Soc. Amis Sci. Natur. Musée de Rouen*, 1869: 335–369.
- Navarro-Rosinés P., Boqueras M., Roux C. Nuevos datos para el género *Lichenochora* (*Phyllochorales*, *Ascomycetes* liquenícolas). *Bull. Soc. Linn. Provence*, 1998, 49: 107–124.
- Navrotskaya I.L., Kondratyuk S.Ya., Wasser S.P., Nevo E., Zelenko S.D. Lichens and lichenicolous fungi new for Israel and other countries. *Israel J. Plant Sci.*, 1996, 44(2–3): 181–193.
- Nordin A., Savić S., Tibell L. Phylogeny and taxonomy of *Aspicilia* and *Megasporaceae*. *Mycologia*, 2010, 102(6): 1339–1349.
- Orange A. The *Verrucaria fuscella* group in Great Britain and Ireland. *Lichenologist*, 2004, 36(2): 173–182.
- Roux C. Liste des lichens et champignons lichénicoles de France. *Bull. Soc. Linn. Provence*, 2012, 16: 1–220.
- Şenkardeşler A., Sohrabi M. *Aspicilia subfarinosa*, the correct name for *A. substerilis*. *Mycotaxon*, 2011, 115(1): 99–106.
- Schultz M. *Psorotichia*. In: *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region*. Eds T.H. Nash III, C. Gries, F. Bungartz. Tempe: Arizona State Univ., 2007, vol. 3, pp. 279–284.
- Schultz M., Aptroot A. Notes on poorly known, small cyanobacterial lichens from predominantly wet tropical to subtropical regions. *Sauteria*, 2008, 15: 433–458.
- Servít M. Species novae generis lichenum *Verrucaria*. *Vestn. Kral. Ceske Spolecn. Nauk*, 1948, 10: 1–20.
- Söchting U., Alstrup V. *Danish lichen checklist*. København: Museum Tusulanum, 2008, 46 pp.
- Strasser E.A., Hafellner J., Stešević D., Geci F., Mayrhofer H. Lichenized and lichenicolous fungi from the Albanian Alps (Kosovo, Montenegro). *Herzogia*, 2015, 28(2): 520–544.
- Urbanavichus G., Urbanavichene I. New records of lichens and lichenicolous fungi from the Ural Mountains, Russia. *Folia Cryptogam. Estonica*, 2011, 48: 119–124.

Urbanavichus G., Urbanavichene I. New records of pyrenocarpous lichens from the NW Caucasus (Russia). *Herzogia*, 2013, 26: 123–129.

Urbanavichus G., Urbanavichene I. An inventory of the lichen flora of Lagonaki Highland (NW Caucasus, Russia). *Herzogia*, 2014, 27: 285–319.

Wirth V., Hauck M., von Brackel W., Cezanne R., de Bruyn U., Dürhammer O., Eichler M., Gnüchtel A., Litterski B., Otte V., Schiefelbein U., Scholz P., Schultz M., Stordeur R., Feuerer T., Heinrich D., John V. *Checklist of lichens and lichenicolous fungi in Germany*. Göttingen: Georg August Univ. Göttingen, 2010, 236 pp.

Recommended for publication by Submitted 27.11.2017
S.Ya. Kondratyuk

Ходосовцев О.Є.¹, Дармостук В.В.^{1,2} **Нові для України види лишайників та ліхенофільних грибів з мергелистих вапняків Північного Причорномор'я**. Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 33–37.

¹Херсонський державний університет
вул. Університетська, 27, Херсон 73000, Україна

²Національний природний парк
"Нижньодніпровський",
вул. Петренка, 18, Херсон 73000, Україна

Протягом останнього польового сезону досліджували лишайники і ліхенофільні гриби в петрофітних степових біотопах. Вони поширені в межах Причорноморської низовини, де в середній частині степових схилів вимиваються вапнякові та мергелисті камінці. Згодом їх колонізують піонерні лишайникові угруповання, де переважають ендолітні життєві форми. Комплекс петрофітних степових біотопів охороняється в Європі. У статті представлена інформація щодо знахідок шести нових для України видів лишайників і двох видів ліхенофільних грибів, знайдених в цих біотопах. Ліхенофільний гриб *Acaroconium punctiforme* характеризується субглобулярними чорними пікнідами, ампулоподібними конідиогенними клітинами, ентеробластичними широкоеліпсоїдними несептованими блідо-коричневими конідіями і зростає на *Sarcogyne regularis*. Лишайник *Aspicilia subfarinosa* має одноманітно-накипну білу слань з гладкою поверхнею і нерегулярними дуже дрібними тріщинками. Ліхенофільний гриб *Lichenochora wasseri* s. l. був виявлений на *Xanthocarpia lactea*, який є його новим господарем. *Psorotichia montinii* утворює дуже тонку, чорну слань, дрібні непомітні апотеції з точкоподібним диском. *Verrucaria bernaicensis* характеризується блідо-сірою, ареольованою, сланню, зануреними перитеціями і невеликими еліпсоїдними аскоспорами. *Verrucaria*

papillosa відрізняється від *V. viridula* повністю ендолітною сланню і нерозвиненим вкривальцем, *V. schindleri* схожий на *V. muralis*, але має темний ексципул у нижній частині. У статті також наведено всі місцезнаходження знайдених видів, їхні екологічні особливості та поширення в світі.

Ключові слова: *Acaroconium*, *Aspicilia*, *Lichenochora*, *Psorotichia*, *Verrucaria*, Україна

Ходосовцев А.Е.¹, Дармостук В.В.^{1,2} **Новые для Украины виды лишайников и лихенофильных грибов с мергелистых известняков Северного Причерноморья**. Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 33–37.

¹Херсонский государственный университет,
ул. Университетская, 27, Херсон 73000, Украина

²Национальный природный парк "Нижнеднепровский",
ул. Петренко, 18, Херсон 73000, Украина

В течение последнего полевого сезона изучали лишайники и лихенофильные грибы в петрофитных степных биотопах. Они распространены в пределах Причерноморской низменности, где в средней части степных склонов вымываются известняковые и мергелистые камешки. Со временем их колонизируют пионерные лишайниковые сообщества, где преобладают эндолитные жизненные формы. Комплекс петрофитных степных биотопов охраняется в Европе. В статье представлена информация о находках шести новых для Украины видов лишайников и двух видов лихенофильных грибов, найденных в этих биотопах. Лихенофильный гриб *Acaroconium punctiforme* характеризуется субглобулярными чёрными пикнидами, ампулообразными конидиогенными клетками, энтеробластическими широкоэллипсоидными несептированными бледно-коричневыми конидиями и произрастанием на *Sarcogyne regularis*. Лишайник *Aspicilia subfarinosa* имеет однообразно накипное белое слоевище с гладкой поверхностью и случайными очень мелкими трещинками. Лихенофильный гриб *Lichenochora wasseri* s. l. был обнаружен на *Xanthocarpia lactea*, который является его новым хозяином. *Psorotichia montinii* образует очень тонкое, черное слоевище, мелкие незаметные апотеции с точковидным диском. *Verrucaria bernaicensis* характеризуется бледно-серым, ареолированным, слоевищем, погруженными перитециями и небольшими эллипсоидными аскоспорами. *Verrucaria papillosa* отличается от *V. viridula* полностью эндолитным слоевищем и неразвитым покрывальцем, *V. schindleri* похож на *V. muralis*, но имеет темный эксципул в нижней части. В статье также приведены все местонахождения найденных видов, экологические особенности и распространение в мире.

Ключевые слова: *Acaroconium*, *Aspicilia*, *Lichenochora*, *Psorotichia*, *Verrucaria*, Украина



doi: 10.15407/ukrbotj75.01.038

Синтаксономія класу *Lemnetea* долини Південного Бугу

Світлана М. ЄМЕЛЬЯНОВА

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна
yemelianova.sv@gmail.com

Iemelianova S.M. **Syntaxonomy of the *Lemnetea* class in the Southern Bug valley.** Ukr. Bot. J., 2018, 75(1): 38–49.

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine
2, Tereshchenkivska Str., Kyiv 01004, Ukraine

Abstract. On the basis of modern approaches of quantitative data analysis, syntaxonomy of the *Lemnetea* class of the Southern Bug valley was developed. It has 10 associations from two unions and one order. It was established that the type and trophicity of water bodies, as well as their flow regime, are the leading factors of the territorial differentiation of the *Lemnetea* class plant communities. The highest syntaxonomical diversity of free-floating vegetation is characteristic of the upper and lower reaches of the Southern Bug River. In the middle reaches of the river valley, communities of *Lemnetea* occur mainly in anthropogenic ecotopes. Coenoflora the *Lemnetea* has been analyzed which includes 42 species of vascular plants belonging to 19 families and 29 genera. The leading families are *Lemnaceae*, *Potamogetonaceae*, *Hydrocharitaceae* and *Nymphaeaceae*. In the geographic spectrum of the coenoflora of the *Lemnetea*, the wide-range chorological elements predominate – plurizonal, circumpolar and indifferent species. Using DCA-ordination and ecological scales of Ya.P. Didukh, it has been established that the distribution of *Lemnetea* communities in hyperspace of abiotic factors occurs under their complex effect. At the same time, for some syntaxa, light regime of ecotope (*Stratiotetum aloidis*), variability of damping (*Lemnetum trisulcae*), organic elements content in water and bottom sediments (*Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae* and *Hydrocharitetum morsus-ranae*), carbonate content, soil acidity and total soil salt regimes of the trophotope (*Lemno gibbae-Wolffietum arrhizae*) are very important. The results of phytoindication analysis demonstrated that coenoses of the *Lemnetea* class in the valley of the Southern Bug River by the relation to soil acidity are neutrophilic, to the total salt regime are eutrophic, to carbonate content in a soil are carbonatophobic, and to nitrogen content in a soil are nitrophilic.

Keywords: Southern Bug, higher aquatic vegetation, syntaxonomy, ordination, phytoindication, phytodiversity, coenoflora, Ukraine

Вступ

Клас *Lemnetea* O. de Bolós et Masclans 1955 об'єднує космополітні угруповання вільноплаваючих на поверхні, рідше у товщі води, неукорінених рослин-плейстофітів. Синтаксономія класу залишається предметом тривалої наукової дискусії, підставою для якої є різні методичні підходи при виділенні класифікаційних одиниць різних рангів. У зв'язку із екологічними, адаптивними та динамічними особливостями плейстофітів та їхніх угруповань, а також невиразністю групи діагностичних видів до сьогодні триває перегляд синтаксономії *Lemnetea* (Dubyna, 2006). Однією із основних проблем у фітосоціології є існування різних, часом діаметрально протилежних, поглядів у трактуванні обсягу синтаксономічних одиниць, зокрема рангу асоціації. Під час класифікації наземних

типів рослинності зазвичай виділяють велику кількість дрібних асоціацій, які мають переважно регіональне значення і часто не відповідають її визначенню (Kuzemko, 2011). Угруповання вищої водної рослинності мають свою специфіку, яка зумовлена особливостями їхніх місцезростань, що призводить до значної екологічної та морфологічної варіабельності гідрофітів та перекриття їхніх екологічних амплітуд. На синтаксономічному рівні це проявляється через невиразність груп діагностичних видів або їхнє співпадання в ієрархії класифікаційних одиниць. Тому, існує декілька підходів до виділення асоціацій у межах даного типу організації рослинності, в т. ч. класі *Lemnetea* (Cherpinoga et al., 2013; Landucci et al., 2015). Так, перший із них передбачає об'єднання угруповань із різними, інколи домінуючими, схожими за екологією видами в рамках дуже широких за об'ємом синтаксонів (Berg et al., 2004). Прибічники

© С.М. ЄМЕЛЬЯНОВА, 2018

другого підходу, навпаки, приймають асоціації, виділені за певними комбінаціями макрофітів чи навіть їхніх життєвих форм, у дуже вузькому розумінні (Buchwald et al., 2000; Sburilino, 2008). Третій підхід передбачає виділення асоціацій здебільшого за ознакою домінування з урахуванням величини проективного покриття видів. Останній принцип зазвичай частіше використовується у більшості сучасних синтаксономічних зведень з *Lemnetea* (Valachovic et al., 1995; Rivas-Martínez et al., 2001; Rodwell et al., 2002; Dubyna, 2006; Sanda et al., 2008; Solomakha, 2008; Tzonev et al., 2009; Vegetace..., 2011; Chepinoga, 2015).

Поряд із різним розумінням авторами обсягу асоціації залишаються суперечливими також обсяг та структура безпосередньо класу. Так, позиції дослідників різняться щодо включення до *Lemnetea* угруповань *Ceratophyllion demersi* den Hartog et Segal 1964, які часто розглядають у складі ценозів прикріплених та вільноплаваючих гідатофітів, а також *Utricularion vulgaris* Passarge 1964. Останні або відносять до окремого класу *Utricularietea* den Hartog et Segal 1964, що об'єднує ценози усіх занурених хижих рослин, або у різних синтаксономічних рангах включають до *Potamogetonetea Klika* in Klika et Novák 1941. Крім того, дискусійним залишається ієрархічне положення та синтаксономічний статус угруповань дрібних занурених вільноплаваючих видів. Одні дослідники вказують на їхню чітку флористичну відокремленість та екологічну відмінність і виділяють у ранзі самостійного союзу *Lemnion trisulcae* den Hartog et Segal 1964. Інші стверджують, що названі ценози складаються із екологічно нестійких комбінацій плейстофітів і гідатофітів і відносять союз до синтаксономічних синонімів *Lemnion minoris* O. de Bolós et Masclans 1955.

Відповідно до найновіших синтаксономічних зведень (Mucina et al., 2016), система класу *Lemnetea* включає один порядок *Lemnetalia minoris* O. de Bolós et Masclans 1955 і три союзи – *Lemnion minoris* O. de Bolós et Masclans 1955, *Utricularion vulgaris* Passarge 1964 та *Stratiation* Den Hartog et Segal 1964.

В Україні класифікацію угруповань вільноплаваючої рослинності на флористичній основі вперше було проведено в 1981 р. (Dubyna, 1981). Пізніше, із розвитком синтаксономічних досліджень за принципами школи Ж. Браун-Бланке, угруповання класу *Lemnetea* були описані із різних територій держави. Незважаючи на

значний обсяг робіт, присвячених дослідженню вільноплаваючої рослинності України з позицій її класифікації на еколого-флористичних засадах, угруповання плейстофітів долини Південного Бугу у цьому аспекті практично залишилися поза увагою фітосоціологів. Синтаксони класу *Lemnetea*, виділені за методикою Ж. Браун-Бланке, наводяться лише для окремих ділянок долини й переважно в межах лісостепової зони (Kuzemko, Vashenyak, 2010; Chorna, 2013).

Метою роботи є проведення класифікації угруповань вільноплаваючої рослинності долини р. Південний Буг та виявлення особливостей їхньої синтаксономічної та екологічної диференціації.

Матеріали та методи

Матеріалами для досліджень слугували 178 геоботанічних описів, виконаних на пробних ділянках площею від 4 до 10 м² протягом 2006–2016 років відповідно до методологічних принципів фітосоціологічної школи Ж. Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964; Chytrý, Otypkova, 2003). Упорядкування геоботанічного матеріалу проводили шляхом створення бази даних у форматі TURBOVEG 2.79 (Hennekens, 2001), а їхню обробку – з використанням програмного пакету JUICE 7.0.83 (Tichý, 2002). Фітоценони виділяли за допомогою методу двохфакторного індикаторного аналізу видів (TWINSpan), зокрема його модифікованого алгоритму (Roleček et al., 2009), а також програмного пакету PC-ORD (McCune, Mefford, 2006). Рівень зрізу для "псевдовидів" становив 0, 5; 15; 25%. Діагностичні види синтаксонів визначалися відповідно до значень коефіцієнта вірності *phi* (Chytrý et al., 2002). Оскільки цей коефіцієнт залежить від співвідношення кількості описів того чи іншого фітоценону та їхньої загальної кількості, що залучена до аналізу, проведено вирівнювання груп описів. Статистична достовірність коефіцієнта визначалася за критерієм точності Фішера при $P < 0,001$. Для виявлення особливостей екологічної диференціації угруповань використано метод DCA-ординації (Hill, Gauch, 1980; Venables, Smith, 2011), для з'ясування екологічних оптимумів по відношенню до провідних факторів середовища – базовий статистичний аналіз у програмі STATISTICA 10.0 із застосуванням екологічних шкал Я.П. Дідуха (Didukh, 2011, 2012). Флористичні особливості угруповань встановлені за допомогою

Таблиця 1. Синоптична таблиця асоціацій класу *Lemnetea* долини р. Південний Буг
 Table 1. Synoptic table of associations of the *Lemnetea* class of the Southern Bug valley

Кількість описів	21	19	22	16	17	8	24	18	23	10
Кількість видів	26	30	30	24	21	26	30	28	26	19
Середня кількість видів в описі	7	6,2	6,5	8	7	5,6	7,3	7,6	6,9	5,2
Середнє значення загального проективного покриття ценозів	78	87	93	92	86	80	79	98	96	86
Д.в. асц. <i>Lemnetum trisulcae</i>										
<i>Lemna trisulca</i>	38*	—	7	—	—	—	47	26	29	—
Д.в. асц. <i>Lemnetum minoris</i>										
<i>Lemna minor</i>	—	27	27	—	10	—	—	10	—	10
Д.в. асц. <i>Lemno-Spirodeletum polyrrhizae</i>										
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	10	—	27	4	—	29	27	17	—	—
Д.в. асц. <i>Lemnetum gibbae</i>										
<i>Lemna gibba</i>	—	9	—	38	26	—	—	—	5	—
Д.в. асц. <i>Lemno gibbae-Wolffietum arrhizae</i>										
<i>Wolffia arrhiza</i>	—	—	—	—	63	—	—	—	—	—
Д.в. асц. <i>Salvinio natantis-Spirodeletum polyrrhizae</i>										
<i>Salvinia natans</i>	—	—	—	—	—	48	—	—	—	—
Д.в. асц. <i>Spirodeletum polyrrhizae</i>										
<i>Stuckenia pectinata</i>	—	—	5	—	—	—	45	—	—	—
Д.в. асц. <i>Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae</i>										
<i>Ceratophyllum demersum</i>	48	—	—	—	—	8	19	46	19	11
Д.в. асц. <i>Hydrocharitetum morsus-ranae</i>										
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	—	—	—	—	—	—	6	32	49	—
Д.в. асц. <i>Stratiotetum aloidis</i>										
<i>Stratiotes aloides</i>	—	—	—	—	—	—	—	13	—	49

* Числові значення дорівнюють *phi*-коефіцієнту, помноженому на 100, сірим кольором виділені діагностичні, темно-сірим — високо діагностичні види.

системно-структурного методу аналізу флор (Shelyah-Sosonko, Didukh, 1979). Для з'ясування географічної структури ценофлори використано класифікацію типів ареалів за просторовою трьохвимірною системою координат (Meusel et al., 1965). Екологічний аналіз здійснено за шкалами Я.П. Дідуха і П.Г. Плюти (Didukh, Plyuta, 1994; Didukh, 2011).

Назви синтаксонів наведені згідно до правил третього видання Міжнародного кодексу фіто-соціологічної номенклатури (ICPN) (Weber et al., 2000); номенклатура таксонів — за "Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist" (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999).

Результати та обговорення

Класифікаційна схема класу *Lemnetea* у долині р. Південний Буг загалом нараховує 10 асоціацій (табл. 1), які належать до 2 союзів та 1 порядку і на 47,6% відображають ценотичне різноманіття

вільноплаваючої рослинності України (Dubyna, 2006).

Lemnetea O. de Bolós et Masclans 1955

Lemnetalia minoris O. de Bolós et Masclans 1955

Lemnion minoris O. de Bolós et Masclans 1955

Lemnetum trisulcae den Hartog 1963

Lemnetum minoris von Soó 1927

Lemno-Spirodeletum polyrrhizae Koch 1954

Lemnetum gibbae Miyawaki et J. Tüxen 1960

Lemno gibbae-Wolffietum arrhizae Slavnić 1956

Salvinio natantis-Spirodeletum polyrrhizae Slavnić 1956

Spirodeletum polyrrhizae W. Koch 1954

Stratiotion den Hartog et Segal 1964

Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae Oberdorfer 1957

Hydrocharitetum morsus-ranae van Langendonck 1935

Stratiotetum aloidis Miljan 1933

Угрупування класу *Lemnetea* поширені в евтрофних замкнутих або слабкопроточних гідротопах з піщаними, мулистими та торф'яними донними відкладами, нейтральною чи слабколужною реакцією середовища. Вони найчастіше формуються на мілководних ділянках русел річок, у заплавах водоймах, затоках, старицях, ставках, водосховищах, меліоративних каналах та кар'єрах.

Порядок *Lemnetalia minoris* включає ценози вільноплаваючих на поверхні води неукорінених видів — плейстофітів прісних, збагачених органічними речовинами, водойм помірної зони Європи. Діагностичними видами є *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Lemna gibba* L., *L. minor* L., *L. trisulca* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid., *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimmer. Порядок у долині Південного Бугу представлений двома союзами — *Lemnion minoris* та *Stratiation*.

Союз *Lemnion minoris* об'єднує угруповання дрібних плейстофітів, які формуються у замкнутих або слабкопроточних відкритих або затінених гідротопах із високим ступенем трофності води. Він діагностується за флористичним ядром, до якого входять *Lemna gibba*, *L. minor*, *L. trisulca*, *Spirodela polyrrhiza*. Ценози союзу є типовими, часто трапляються у природних та штучних водоймах всієї долини Південного Бугу і належать до 7 асоціацій.

Найбільші площі у долині Південного Бугу займають угруповання *Spirodeletum polyrrhizae* та *Lemno-Spirodeletum polyrrhizae*. Вони приурочені здебільшого до евтрофних замкнутих, рідше — слабкопроточних, водойм із незначним коливанням рівня води, її товщею до 80 см, піщаними, мулисто-піщаними та мулистими донними відкладами. Ценози часто формуються на мілководних ділянках основного русла та його приток, заводях, а також у старицях, ставках, водосховищах, занедбаних меліоративних каналах та водоймах кар'єрів. Подібні екологічні умови характерні і для угруповань асоціації *Lemnetum minoris*. Проте, на відміну від попередніх, вони займають менші площі акваторій і трапляються здебільшого на мілководдях штучних водойм, а в межах природних екотопів формуються переважно на ділянках, захищених від вітру. Ценози названих синтаксонів відзначаються загальним проективним покриттям від 90 до 100% і налічують у своєму складі від 4–10 видів. Із них найвищу постійність мають плейстофіти, які формують густий наводний

ярус, підводний утворюють численні еугідатофіти з *Potamogetonetea* (*Ceratophyllum demersum* L., *Elodea canadensis* Michx., *Potamogeton lucens* L., *Stuckenia pectinata* (L.) Börner та ін.). На ділянках заростання характерними є включення гігоморфних та геломорфних рослин, що репрезентують *Phragmito-Magnocaricetea* (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Typha angustifolia* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmberg), рідше — *Bolboschoenetea maritimi*.

Угрупування асоціації *Lemnetum trisulcae* також досить поширені в долині Південного Бугу і є типовими для основного русла, стариць, ставків, водосховищ та занедбаних меліоративних каналів. Ценози займають мілководні ділянки з мулисто-піщаними, мулистими і мулисто-торф'яними донними відкладами, товщею води 30–80 см та значним коливанням її рівня протягом вегетації. Загальне проективне покриття угруповань досягає 90%. Загалом у їхньому складі відмічено 26 видів (від 6 до 10 в окремих описах). У ценозах асоціації досить добре виражені наводний та підводний яруси. У формуванні першого здебільшого беруть участь *Spirodela polyrrhiza*, *Lemna minor* та *Hydrocharis morsus-ranae*. Другий ярус утворює діагностичний вид *Lemna trisulca* спільно з окремими представниками *Potamogetonetea*. В угрупованнях, які зростають на незначній глибині, відмічені поодинокі макрофіти з *Phragmito-Magnocaricetea* (найчастіше *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus* L., *Phragmites australis*, *Glyceria maxima*, *Sagittaria sagittifolia* L. та ін.).

Угрупування асоціації *Lemnetum gibbae* у долині Південного Бугу поширені спорадично. Вони характерні для евтрофних замкнутих водойм з помірним коливанням рівня води, її товщею 20–50 см, мулистими та мулисто-торф'яними донними відкладами зі значною домішкою детриту. Найчастіше відмічені у неглибоких ізольованих заплавах водоймах (ставах, ровах, копанках). Загальне проективне покриття угруповань асоціації становить 80–90%, видова насиченість окремих ценозів змінюється в межах 6–11 видів. Вертикальна будова відзначається чіткою диференціацією на два яруси. Наводний спільно із діагностичним видом *Lemna gibba* найчастіше утворюють *Lemna minor* та *Spirodela polyrrhiza*. Підводний формують представники *Potamogetonetea* (*Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton trichoides* Cham. & Schlecht.,

P. lucens L., *P. crispus* L.), частка яких значно зростає на ділянках із надмірною трофністю води. Надводний ярус утворюється дуже рідко і здебільшого поодинокими видами-індикаторами процесів заболочування (*Rorippa amphibia* (L.) Besser, *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Iris pseudacorus* L., *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium emersum* Rehmman, *Butomus umbellatus*).

Значно рідше в долині Південного Бугу відмічені угруповання асоціації ***Lemno gibbae-Wolffietum arrhizae***. Екологічно вони подібні до ценозів ***Lemnetum gibbae***, проте віддають перевагу гідротопам із вищим ступенем мінералізації води та незначною її товщею, що добре прогривається. Флористичний склад ценозів відрізняється високою часткою термофільних видів – *Salvinia natans* (L.) All., *Vallisneria spiralis* L., *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) Kuntze, *Elodea canadensis*, а синморфологія угруповань – формуванням діагностичними видами щільного наводного ярусу, проективне покриття якого майже завжди досягає 100%. У зв'язку із цим підводний ярус дуже розріджений і утворений нечисленними видами, які здатні витримувати затінення (*Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton crispus* та ін.). Угруповання асоціації ***Lemno gibbae-Wolffietum arrhizae*** та ***Lemnetum gibbae*** занесені до "Червоного списку угруповань водних макрофітів України" (Dubyna et al., 1993) з категорією "3" і, як по всій території держави в долині Південного Бугу, їм загрожує надмірне антропогенне евтрофування та штучне коливання рівня води протягом вегетації внаслідок зарегулювання річкового стоку.

Угруповання асоціації ***Salvinio natantis-Spirodeletum polyrrhizae*** в долині р. Південний Буг є рідкісними. Вони зазвичай поширені у замкнутих та слабкопроточних евтрофних добре прогрітих водоймах з мулистими та мулисто-піщаними донними відкладами, де протягом вегетації рівень води змінюється помірно, а її товща не перевищує 20–40(60) см. Загальне проективне покриття ценозів асоціації становить 60–80%. В окремих описах зафіксовано не більше 10 видів. Вертикальна структура угруповань характеризується наявністю двох ярусів. Наводний, спільно із *Salvinia natans* та *Spirodela polyrrhiza*, утворюють *Lemna minor*, *L. gibba*, *Hydrocharis morsus-ranae*. Підводний ярус складають здебільшого *Ceratophyllum demersum*, рідше – *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach, *Elodea canadensis*, *Stuckenia pectinata*, *Potamogeton lucens*.

Угруповання асоціації також входять до переліку рідкісних на території України (категорія "3") і перебувають під загрозою зникнення (Dubyna et al., 1993).

Союз ***Stratiotion*** об'єднує угруповання крупних плейстофітів евтрофних і мезоевтрофних зі значною домішкою детриту замкнутих або слабкопроточних водойм. Його діагностичними видами є *Ceratophyllum demersum*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna trisulca*, *Stratiotes aloides*. Ценози ***Stratiotion***, як і союзу ***Lemnion minoris***, також є досить поширеними у долині Південного Бугу. Так, у верхній та нижній течії вони характерні як для природних, так і штучних водойм. Натомість, у межах середньої – приурочені переважно до екоотопів антропогенного походження, що зумовлено геоморфологічними та гідродинамічними особливостями долини річки на цій ділянці. На дослідженій території союз репрезентований трьома асоціаціями.

Угруповання ***Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae*** та ***Hydrocharitetum morsus-ranae*** є досить типовими для евтрофних замкнутих, рідше слабкопроточних водойм, з коливанням рівня води протягом вегетації, її товщею 40–100 см, мулистими і мулисто-торф'яними донними відкладами. Зазвичай ценози займають прибережні, захищені від вітру ділянки основного русла, рукавів і стариць, а також території водосховищ, ставків, меліоративних каналів, водойм колишніх торфорозробок. Їхнє загальне проективне покриття становить 80–90%. У ценозах відмічено від 6 до 12 видів. Угруповання асоціації характеризуються переважно дволярною структурою. Наводний ярус, крім *Hydrocharis morsus-ranae* та *Lemna minor*, складають інші види класу ***Lemnetea*** (*Lemna gibba*, *Spirodela polyrrhiza*, *Salvinia natans*), підводний утворює група представників ***Potamogetonetea***, найчастіше *Stuckenia pectinata*, *Potamogeton crispus*, *P. lucens*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum verticillatum* L. Види класу ***Phragmito-Magnocaricetea*** поодинокі трапляються в угрупованнях на незначній глибині або на ділянках заростання. Це переважно макрофіти-індикатори процесів заболочування, яке зумовлене екологічними особливостями місцезростань ценозів, зокрема швидким наростанням товщі донних відкладів та обмілінням водойм. Оптимальний розвиток ценозів ***Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae*** та ***Hydrocharitetum morsus-ranae*** відбувається також

Таблиця 2. Розподіл видів ценофлори класу *Lemnetea* долини р. Південний Буг за хорологічними групами
 Table 2. Distribution of species of the coenoflora of the *Lemnetea* class of the Southern Bug valley by chorological groups

Хорологічні групи								
Зональні	Показник		Регіональні	Показник		Кліматичні	Показник	
	к-ть видів	%		к-ть видів	%		к-ть видів	%
борео-меридіональна	8	19,0	космополітна	9	21,4	евриконтинентальна	2	4,8
борео-субмеридіональна	8	19,0	євразійська	9	21,4	євриокеанічна	13	30,9
борео-температна	1	2,4	євро-сибірська	4	9,6	індиферентна	27	64,3
плюризональна	14	33,3	європейська	1	2,4			
температно-меридіональна	4	9,6	циркумпольна	19	45,2			
температно-субмеридіональна	4	9,6						
температно-тропічна	3	7,1						

за умов незначного затінення, тому досить часто вони є контактними до смуг повітряно-водної рослинності.

Угруповання асоціації *Stratiotetum aloidis* у долині Південного Бугу поширені спорадично. Екологічно вони тяжіють до евтрофних замкнутих або слабкопроточних водойм з мулистоторф'яними і торф'яними донними відкладами, товщею води 70–100 см та відносно постійним її рівнем протягом вегетації. На території дослідження ценози *Stratiotetum aloidis* зафіксовані переважно у заболочених занедбаних меліоративних каналах та кар'єрах колишніх торфорозробок, значно рідше – у старицях і ставках. Угруповання асоціації характеризуються проективним покриттям 80–90%, невеликою кількістю видів (6–8) та переважно одноярусною будовою. Особливістю флористичної структури є значна участь видів вузької екологічної амплітуди – *Nymphaea candida* С. Presl, *Ceratophyllum submersum* L., *Utricularia minor* L., *Potamogeton compressus* L. та ін., суцільні ареали яких знаходяться у північніших регіонах.

Загалом при порівнянні синтаксономічного різноманіття класу *Lemnetea* досліджуваної території із долинами інших річок України (Kuzemko, 2003; Homlya, 2005; Vynokurov, 2011; Starovoytova, 2015) встановлено переважання фітоценотичного багатства, що пов'язано з різноманіттям фізико-географічних умов у долині Південного Бугу. Водночас тут не виявлено угруповань союзу *Utricularion vulgaris*, які характерні для інших лісостепових річок. Відсутність цих фітоценозів у долині р. Південний

Буг зумовлена змінами гідрологічного режиму, а також евтрофуванням та забрудненням водойм, що є основними факторами загроз для угруповань названого союзу. Також встановлено, що цено-таксономічна специфіка угруповань класу в долині р. Південний Буг виявляється в їхньому значному флористичному різноманітті за рахунок бореальних та температурних видів, які виступають діагностичними для синтаксонів різних рангів, а провідними факторами територіальної диференціації є тип, трофність водойм та режим їхньої проточності.

У формуванні ценозів класу *Lemnetea* у долині Південного Бугу загалом беруть участь 42 види вищих судинних рослин із 29 родів та 19 родин. Переважна їхня більшість належить до відділу *Magnoliophyta* (40 видів або 95,2% загальної кількості). У його межах частка однодольних складає 61,9%, дводольних – 33,3%, що загалом є характерним для вищої водної рослинності. Відділи *Polypodiophyta* та *Equisetophyta* нараховують по одному виду. Провідними у систематичному спектрі ценофлори *Lemnetea* є родини *Lemnaceae* та *Potamogetonaceae*, які налічують по 5 (11,9%) видів. По 3 (7,1%) представники у своєму складі мають *Hydrocharitaceae* та *Nymphaeaceae*. У спектрі зональних географічних елементів (табл. 2) ценозів вільноплаваючої рослинності долини р. Південний Буг найчисельнішими є широкоареальні хорологічні групи – плюризональна (14/33,3%), борео-субмеридіональна (8/19,0%) та борео-меридіональна (8/19,0%). За регіональними типами ареалів переважають циркумпольні (19/45,2%),

Таблиця 3. Розподіл видів ценофлори класу *Lemnetea* долини р. Південний Буг за екологічними групами залежно від екологічного фактору

Table 3. Distribution of species of the coenoflora of the *Lemnetea* class of the Southern Bug valley by ecological groups according to ecological factor

Екологічна група	Показник	
	к-ть видів	%
Кислотність ґрунту		
нейтрофільна	28	66,7
субацидофільна	12	28,5
базифільна	1	2,4
гіпербазифільна	1	2,4
Загальний сольовий режим ґрунту		
евтрофна	18	42,8
семіевтрофна	17	40,4
субглікотрофна	5	12
мезотрофна	2	4,8
Вміст карбонатів у ґрунті		
гемікарбонатобна	25	59,5
акарбонатобна	11	26,1
гемікарбонатобна	1	2,4
Вміст сполук азоту в ґрунті		
нітрофільна	26	61,9
гемінітрофільна	11	26,1
сунітрофільна	5	12

за градієнтом океанічності-континентальності – індіферентні (27/64,3%) види.

Екологічна структура ценофлори *Lemnetea* зумовлена умовами формування угруповань класу та відображає їхню специфіку. У спектрі екогруп (табл. 3) за фактором зволоження більшість складають гідрофіти (17/40,5%) та субгідрофіти (13/30,9%). За кислотним режимом трофотопу найбільшою є питома вага нейтрофілів (28/66,7%). За відношенням видів до загального сольового режиму екотопу переважають евтрофи (18/42,8%) та семіевтрофи (17/40,4%), до засвоєваних форм азоту – нітрофіли (26/61,3%), до карбонатності середовища – гемікарбонатобни (25/59,5%).

За результатами екологічної ординації синтаксонів *Lemnetea* видно, що виділити єдиний фактор, який визначав би їхню диференціацію за основними абіотичними градієнтами, досить важко. Це зумовлено евритопністю ценозів, їхньою екологічною спорідненістю, а також значним перекриттям екологічних амплітуд. Тому на розподіл синтаксонів у межах класу (рис. 1) визначальний вплив має комплекс чинників середовища. За окремими екологічними факторами

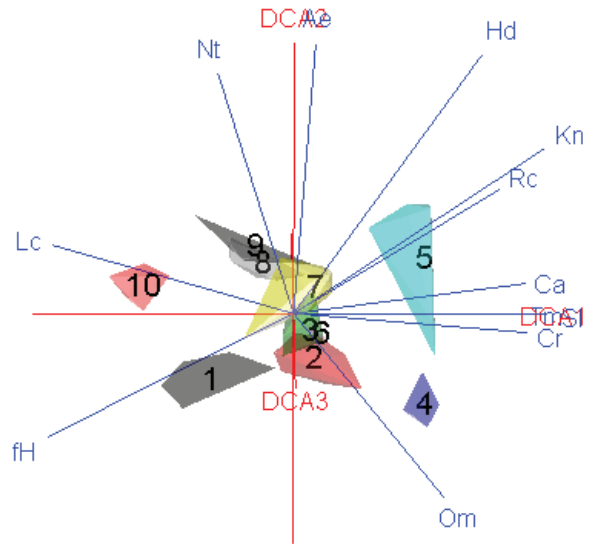


Рис. 1. Результати DCA-ординації угруповань класу *Lemnetea* долини р. Південний Буг.

Синтаксони: 1 – *Lemnetum trisulcae*, 2 – *Lemnetum minoris*, 3 – *Lemno-Spirodeletum polyrrhizae*, 4 – *Lemnetum gibbae*, 5 – *Lemno gibbae-Wolffietum arrhizae*, 6 – *Salvinio natantis-Spirodeletum polyrrhizae*, 7 – *Spirodeletum polyrrhizae*, 8 – *Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae*, 9 – *Hydrocharitetum morsus-ranae*, 10 – *Stratiotetum aloidis*.

Hd – вологість; fH – змінність зволоження; Rc – кислотність ґрунту; Sl – загальний сольовий режим ґрунту; Ca – вміст карбонатів у ґрунті; Nt – вміст сполук азоту в ґрунті; Ae – аерація ґрунту; Tm – терморезим; Om – омброрезим; Kn – континентальність клімату; Cr – криорезим; Lc – освітлення; DCA1, DCA2, DCA3 – осі ординації

Fig. 1. The DCA-ordination results of plant communities of the *Lemnetea* class of the Southern Bug valley.

Syntaxa: 1 – *Lemnetum trisulcae*, 2 – *Lemnetum minoris*, 3 – *Lemno-Spirodeletum polyrrhizae*, 4 – *Lemnetum gibbae*, 5 – *Lemno gibbae-Wolffietum arrhizae*, 6 – *Salvinio natantis-Spirodeletum polyrrhizae*, 7 – *Spirodeletum polyrrhizae*, 8 – *Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae*, 9 – *Hydrocharitetum morsus-ranae*, 10 – *Stratiotetum aloidis*.

Hd – soil water regime; fH – variability of damping; Rc – soil acidity; Sl – total soil salt regime; Ca – carbonate content in soil; Nt – nitrogen content in soil; Ae – soil aeration; Tm – thermoregime; Om – ombroregime; Kn – continentality of climate; Cr – cryoclimate; Lc – light; DCA1, DCA2, DCA3 – ordination axis

диференціюються лише деякі асоціації. Так, для угруповань *Stratiotetum aloidis* важливе значення має світловий режим екотопу, *Lemnetum trisulcae* – змінність зволоження протягом вегетації, *Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae* і *Hydrocharitetum*

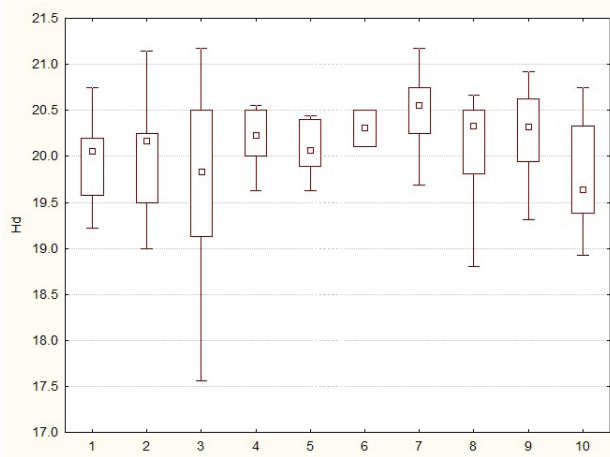


Рис. 2. Розподіл асоціацій класу *Lemnetea* за вологістю (Цифри по осі ординат на рис. 2–8 відповідають бальним значенням екологічного фактору, по осі абсцис – номерам асоціацій на рис. 1)

Fig. 2. Distribution of associations of the *Lemnetea* class by soil water regime

(Numbers along the ordinate axis in Fig. 2–8 correspond to point values of ecological factor, along the abscissa axis – to number of associations in Fig. 1)

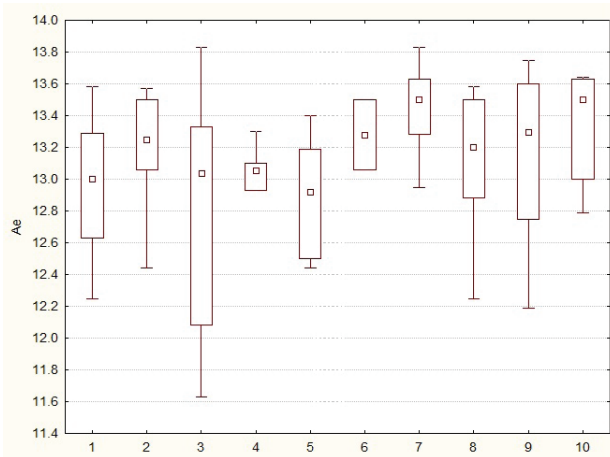


Рис. 3. Розподіл асоціацій класу *Lemnetea* за ступенем аерації ґрунту

Fig. 3. Distribution of associations of the *Lemnetea* class by soil aeration

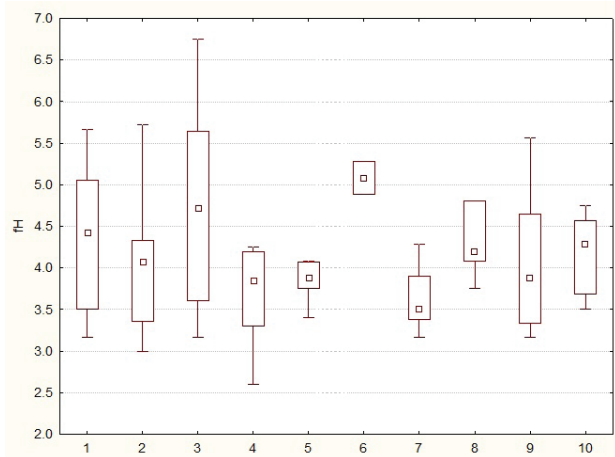


Рис. 4. Розподіл асоціацій класу *Lemnetea* за змінністю зволоження

Fig. 4. Distribution of associations of the *Lemnetea* class by variability of damping

morsus-ranae – вміст органічних речовин у товщі води та донних відкладах. На розвиток ценозів *Lemno gibbae-Wolffietum arrhizae* суттєво впливають кислотний та сольовий режим трофотопу, його карбонатність, а також ступінь континентальності клімату.

Результати фітоіндикаційного аналізу за основними показниками середовища засвідчили, що більшість угруповань вільноплаваючої рослинності долини р. Південний Буг розвиваються у досить вузькому діапазоні абіотичних чинників. Ценози класу *Lemnetea* є гідрофітними (рис. 2) і формуються за умов мінімальної аерації екотопу (рис. 3). Аналіз угруповань класу за змінністю зволоження виявив їхню гідроконтрастобфобність (рис. 4). Розподіл за кислотністю трофотопу засвідчив їхню нейтрофільність (рис. 5). Диференціація ценозів у координатах зміни загального сольового режиму середовища (рис. 6) показала, що всі вони формуються у водоймах із відсутніми ознаками засолення. Розподіл угруповань за вмістом карбонатів виявив їхню карбонатофобність (рис. 7), екологічна диференціація за вмістом азоту в середовищі – нітрофільність (рис. 8).

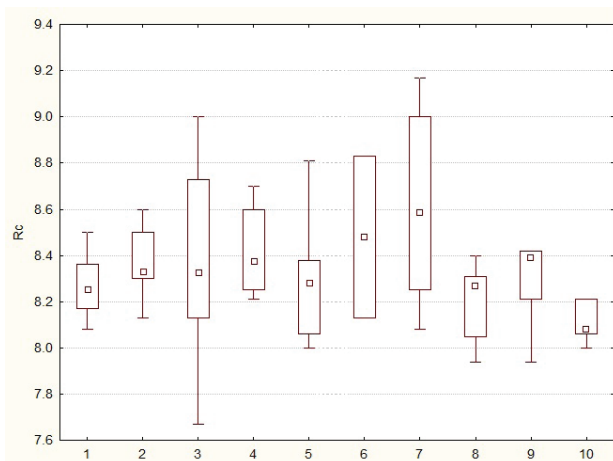


Рис. 5. Розподіл асоціацій класу *Lemnanea* за кислотністю ґрунту

Fig. 5. Distribution of associations of the *Lemnanea* class by soil acidity

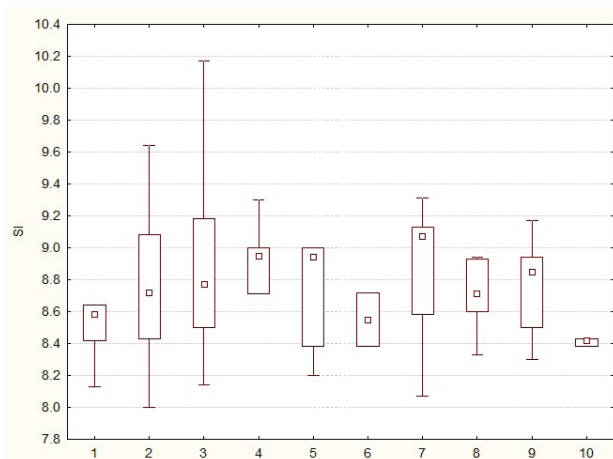


Рис. 6. Розподіл асоціацій класу *Lemnanea* за загальним режимом засолення ґрунту

Fig. 6. Distribution of associations of the *Lemnanea* class by total soil salt regime

Висновки

У долині р. Південний Буг клас *Lemnanea* представлений 10 асоціаціями, які належать до 2 союзів та 1 порядку, що на 46,7% репрезентують ценорізноманіття вільноплаваючої рослинності України. Порівняно із долинами інших річок України, в долині Південного Бугу угруповання класу *Lemnanea* відзначаються значним флористичним різноманіттям за рахунок бореальних та температних видів, а також загальним переважанням фітоценотичного багатства, що

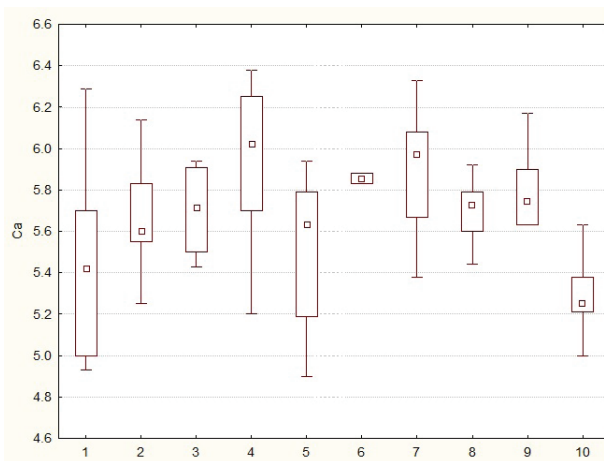


Рис. 7. Розподіл асоціацій класу *Lemnanea* за вмістом карбонатів у ґрунті

Fig. 7. Distribution of associations of the *Lemnanea* class by carbonate content in soil

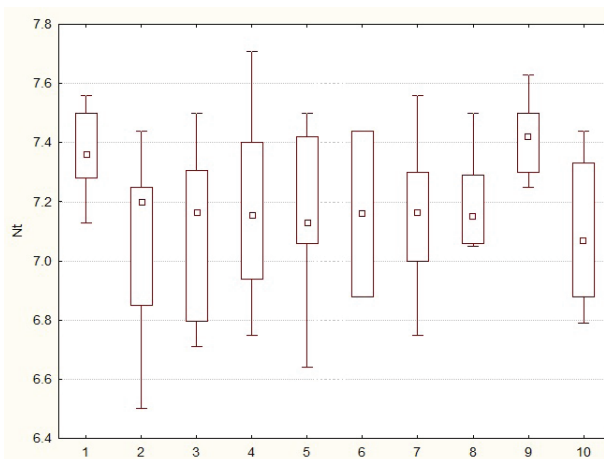


Рис. 8. Розподіл асоціацій класу *Lemnanea* за вмістом сполук азоту у ґрунті

Fig. 8. Distribution of associations of the *Lemnanea* class by nitrogen content in soil

пов'язано із різноманіттям фізико-географічних умов. Угруповання класу є типовими майже для всієї долини річки і з різною частотою трапляються повсюди. У долині верхньої та нижньої течії зафіксовані ценози усіх синтаксонів класу. Вони характерні як для природних, так і штучних водойм. У межах середньої течії угруповання *Lemnanea* приурочені переважно до екоотопів антропогенного походження, що зумовлено геоморфологічними та гідродинамічними особливостями долини річки на цій ділянці. Провідними факторами

територіальної диференціації ценозів класу *Lemnetea* є тип, трофність водойм та режим їхньої проточності. Екологічна диференціація угруповань у межах класу відбувається за комплексною дією абіотичних чинників. За окремими параметрами диференціюються лише *Stratiotetum aloidis* (світловий режим екотопу), *Lemnetum trisulcae* (змінність зволоження), *Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae* і *Hydrocharitetum morsus-ranae* (вміст органічних речовин у товщі води та донних відкладах), а також *Lemno gibbae-Wolffietum arrhizae* (карбонатність, кислотний та сольовий режими трофотопу). Результати фітоіндикаційного аналізу за основними показниками середовища засвідчили, що угруповання класу *Lemnetea* формуються за умов мінімальної аерації екотопів, нейтральної реакції середовища та відносно невисокого забезпечення їх сполуками азоту і мінеральних солей.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Berg C., Dengler J., Abdank A., Isermann M. *Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung*. Jena: Weissdorn, 2004, 606 S.
- Braun-Blanquet J. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3 Aufl.* Wien; New York: Springer-Verlag, 1964, 865 pp.
- Buchwald R., Gamper U., Sbulino G., Zuccarello V. Sintassonomia delle comunità a *Potamogeton coloratus* dell'Europa centro-meridionale. *Fitosociologia*, 2000, 37: 61–68.
- Chepinoga V.V. *Flora i rastitelnost vodoemov Baykalskoy Sibiri*. Ed. O.A. Anenkhonov. Irkutsk: Izd-vo Instituta geografii SO RAN, 2015, 468 pp. [Чепинога В.В. *Флора и растительность водоемов Байкальской Сибири*. Отв. ред. О.А. Аненхонов. Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2015, 468 с.].
- Chepinoga V.V., Bergmeier E., Fleckenstein K.M. Classification of aquatic vegetation (*Potametea*) in Baikal Siberia, Russia, and its diversity in a northern Eurasian context. *Phytocoenologia*, 2013, 43: 127–167.
- Chorna H.A. *Roslynnist vodoym i bolit Lisostepu Ukrainy*. Uman: FOP Zhovtyi O.O., 2013, 304 pp. [Чорна Г.А. *Рослинисті водойми і боліт Лисостепу України*. Умань: ФОП Жовтий О.О., 2013, 304 с.].
- Chytrý M., Otyrkova Z. Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. *J. Veget. Sci.*, 2003, 14: 563–570.
- Chytrý M., Tichý L., Holt J., Botta-Dukát Z. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *J. Veget. Sci.*, 2002, 13: 79–90.
- Didukh Ya.P. *Osnovy bioindykatsii*. Kyiv: Naukova Dumka, 2012, 343 pp. [Дідух Я.П. *Основи біоіндикації*. Київ: Наук. думка, 2012, 343 с.].
- Didukh Ya.P. *The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication*. Kyiv: Phytosociocentre, 2011, 176 pp.
- Didukh Ya.P., Plyuta P.H. *Fitoindykatsiya ekolohichnykh faktoriv*. Kyiv, 1994, 280 pp. [Дідух Я.П., Плюта П.Г. *Фітоіндикація екологічних факторів*. Київ, 1994, 280 с.].
- Dubyna D.V., Heyny S., Hroudova Z., Stoyko S.M., Sytnyk K.M., Tassenkevych L.A., Shelyah-Sosonko Yu.R., Husak Sh., Otyahelova H., Erzhabkova O. *Makrofity – indikatory izmeneniy prirodnoy sredy*. Kiev: Naukova Dumka, 1993, 434 pp. [Дубына Д.В., Гейни С., Гроудова З., Стойко С.М., Сытник К.М., Тасенкевич Л.А., Шеляг-Сосонко Ю.Р., Гусак Ш., Отягелова Г., Эржабкова О. *Макрофиты – индикаторы изменений природной среды*. Киев: Наук. думка, 1993, 434 с.].
- Dubyna D.V. In: *Floristicheskie kriterii pri klasifikatsii rastitelnosti: tez. dokl. VI Vsesoyuzn. soveshch. po klassifikatsii rastitelnosti*. Ufa: Izd-vo BF Acad. USSR, 1981, pp. 94–96. [Дубына Д.В. Классификация сообществ свободноплавающих видов водоемов УССР на флористической основе. В сб.: *Флористические критерии при классификации растительности: VI Всесоюз. совещ. по классификации растительности (Уфа, сент. 1981 г.)*: Тез. докл. Уфа: Изд-во БФАН СССР, 1981, с. 94–96].
- Dubyna D.V. *Vyshcha vodna roslynnist*. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 2006, 412 pp. [Дубына Д.В. *Вища водна рослинистість*. Київ: Фітосоціоцентр, 2006, 412 с.].
- Golub V., Losev G., Mirkin V. Aquatic and hydrophytic vegetation of the Lower Volga valley. *Phytocoenologia*, 1991, 20(1): 2–53.
- Hartog C., Segal S. A new classification of the water plant communities. *Acta bot. Neerlandica*, 1964, 13(3): 367–393.
- Hennekens S.M., Schaminée J.H.J. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *J. Veget. Sci.*, 2001, 12: 589–591.
- Hill M.O., Gauch H. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. *Vegetatio*, 1980, 42: 47–58.
- Homlya L.M. *Ukr. Fitosenol. Coll. Ser. A*, 2005, 1(22): 187–189 pp. [Гомля Л.М. Рослинистість долини р. Хорол. *Укр. фітоценол. зб. Сер. А*, 2005, 1(22): 187–189].
- Kuzemko A.A. *Chornomors'k. bot. z.*, 2011, 7(3): 215–229. [Куземко А.А. Концепція асоціації в сучасній фітосоціології. *Чорноморськ. бот. ж.*, 2011, 7(3): 215–229].
- Kuzemko A.A. *The vegetation of the Ros River valley: syntaxonomy, anthropogenic dynamics, protection*: Cand. Sci. Diss. Abstract. Kyiv, 2003, 20 pp. [Куземко А.А. *Рослинистість долини річки Рось: синтаксономія, антропогенна динаміка, охорона*: автореф. дис. ... канд. біол. наук: спец. 03.00.05. Київ, 2003, 20 с.].
- Kuzemko A.A., Vashenyak Yu.A. *Nauk. visnyk Chernivetsk. univ. Ser. Biolohiya*, 2010, 2: 73–78. [Куземко А.А., Вашеняк Ю.А. Подільський рефугіум бореальної флори: сучасний стан рослинного покриву та завдання охорони. *Наук. вісн. Чернівецьк. ун-ту. Сер. Біологія*, 2010, 2: 73–78].
- Landucci F., Tichý L., Šumberová K., Chytrý M. Formalized classification of species-poor vegetation: a

- proposal of a consistent protocol for aquatic vegetation. *J. Veget. Sci.*, 2015, 26: 791–803.
- McCune B., Mefford M.J. *PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 5.* Oregon; Glenden Beach: MjM Software, 2006, 24 pp.
- Meusel H., Jäger E., Weinert E. *Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora.* Jena: Fischer, 1965, 583 S.
- Mosyakin S., Fedoronchuk M. *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist.* Kiev, 1999, xxiii+345 pp.
- Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., Gavilán García R., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F.J.A., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J.H.J., Lysenko T., Didukh Y.P., Pignatti S., Rodwell J.S., Capelo J., Weber H.E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S.M., Tichý L. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *J. Veget. Sci.*, 2016, 19: 1–783.
- Rivas Martínez S., Fernández González F., Loidi J., Lou-sã M., Penas A. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobot.*, 2001, 14: 5–341.
- Rodwell J.S., Schaminée J.H.J., Mucina L., Pignatti S., Dring J., Moss D. *The Diversity of European Vegetation. An overview of phytosociological alliances and their relationships to EUNIS habitat.* Wageningen, 2002, 125 pp.
- Roleček J., Tichý L., Zelený D., Chytrý M. Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *J. Veget. Sci.*, 2009, 20: 596–602.
- Sanda V., Ollerer K., Burescu P. *Fitocenozele din România.* Bucharest, 2008, 576 pp.
- Sburlino G., Tomasella M., Oriolo G., Poldini L., Bracco F. La vegetazione acquatica e palustre dell'Italia nord-orientale. 2 – La classe *Potametea* Klika in Klika et V. Novak 1941. *Fitosociologia*, 2008, 45: 3–40.
- Shelyah-Sosonko Yu.R., Didukh Ya.P. In: *Aktualnye voprosy sovremennoy botaniki.* Kiev, 1979, pp. 3–11. [Шеляг-Сосонко Ю.Р., Дидух Я.П. Применение системно-структурного метода при исследовании флор. В кн.: *Актуальные вопросы современной ботаники.* Киев, 1979, с. 3–11].
- Solomakha V.A. *Syntaksonomiya roslynnosti Ukrainy. Tretye nablyzhennya.* Kyiv: Fitosotsiotsentr, 2008, 296 pp. [Соломаха В.А. *Синтаксономія рослинності України. Третє наближення.* Київ: Фітосоціоцентр, 2008, 296 с.].
- Starovoytova M.Yu. *Higher aquatic vegetation of the Sula's River basin: syntaxonomy, dynamics, protection: Cand. Sci. Diss. Abstract.* Kyiv, 2015, 22 pp. [Старовойтова М.Ю. *Вища водна рослинність басейну р. Сули: синтаксономія, динаміка, охорона: автореф. дис. ... канд. біол. наук: спец. 03.00.05.* Київ, 2015, 22 с.].
- Tichý L. JUICE, software for vegetation classification. *J. Veget. Sci.*, 2002, 13: 451–453.
- Tzonev R., Dimitrov M., Roussakova V. Syntaxa according to the Braun-Blanquet approach in Bulgaria. *Phytologia Balcanica*, 2009, 15(2): 209–233.
- Valachovic M., Ot'ahel'ova H., Stanova V., Maglocky S. *Rastlinne spolocenstva Slovenska 1. Pionierska vegetacia.* Bratislava: Veda, 1995, 185 pp.
- Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace. Vegetation of the Czech Republic 3. Aquatic and wetland vegetation.* Vyd. 1. Ed. M. Chytrý. Praha: Academia, 2011, 827 pp.
- Venables W.N., Smith D.M. *An introduction to R notes on R: A programming environment for data analysis and graphics version 2.13.2, 2011,* available at: <http://www.R-project.org>
- Vynokurov D.S. *Chornomors'k. bot. z.*, 2011, 7(1): 26–40. [Винокуров Д.С. Синтаксономія вищої водної рослинності долини р. Інгул. *Чорноморськ. бот. ж.*, 2011, 7(1): 26–40].
- Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.-P. *International Code of Phytosociological Nomenclature.* 3rd edition. *J. Veget. Sci.*, 2000, 11: 739–768.

Рекомендує до друку
Д.В. Дубина

Надійшла 13.11.2017

Ємельянова С.М. Синтаксономія класу *Lemnetea* долини Південного Бугу. Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 38–49.

Институт ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна

За допомогою сучасних методів кількісного аналізу даних розроблена класифікаційна схема та складено продромус рослинності класу *Lemnetea* долини р. Південний Буг, який налічує 10 асоціацій з двох союзів і одного порядку. Встановлено, що провідними факторами територіальної диференціації угруповань класу виступають тип і трофність водойм та режим їхньої проточності. Найвище синтаксономічне різноманіття вільноплаваючої рослинності характерне для верхньої й нижньої течії Південного Бугу. У середній течії угруповання класу трапляються переважно в екотопах антропогенного походження. За проведенням аналізом ценофлора класу *Lemnetea* налічує 42 види судинних рослин, які належать до 29 родів та 19 родин. Серед провідних родин *Lemnaceae*, *Potamogetonaceae*, *Hydrocharitaceae* та *Nymphaeaceae*. У географічному спектрі ценофлори *Lemnetea* переважають широкоареальні хорологічні елементи, а саме плуризональні, циркумполлярні та індиферентні види. З використанням ДСА-ординації та екологічних шкал Я.П. Дідуха встановлено, що розподіл угруповань класу *Lemnetea* у гіперпросторі абіотичних факторів відбувається за їх комплексною дією. Водночас для деяких синтаксонів важливе диференціююче значення мають світловий режим екотопу (*Stratiotetum aloidis*), змінність зволоження (*Lemnetum trisulcae*), вміст органічних речовин у товщі води та донних відкладах (*Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae* і *Hydrocharitetum morsus-ranae*), а також карбонатність, кислотний та загальний сольовий режим тротопу (*Lemno gibbae-Wolffietum arrhizae*). Результати фітоіндикаційного аналізу засвідчили, що ценози класу *Lemnetea* долини р. Південний Буг за відношенням до кислотності середовища є нейтрофільними, до ступеня засолення ґрунту – евтрофними, до концентрації у ньому карбонатів – карбонатобонними, до вмісту сполук азоту – нітрофільними.

Ключові слова: Південний Буг, вища водна рослинність, синтаксономія, ординація, фітоіндикація, фіторізноманіття, ценофлора, Україна

Ємельянова С.Н. Синтаксономия класса *Lemnetea* долины Южного Буга. Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 38–49.

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, ул. Терещенковская, 2, Киев 01004, Украина

При помощи современных методов количественного анализа данных разработана классификационная схема и составлен продромус растительности класса *Lemnetea* долины р. Южный Буг, который насчитывает 10 ассоциаций из двух союзов и одного порядка. Установлено, что ведущими факторами территориальной дифференциации сообществ класса выступают тип и трофность водоемов, а также режим их проточности. Наивысшее синтаксономическое разнообразие свободноплавающей растительности характерно для верхнего и нижнего течения р. Южный Буг. В среднем течении сообщества класса встречаются преимущественно в экотопах антропогенного происхождения. По проведенному анализу ценофлора класса *Lemnetea* насчитывает 42 вида сосудистых растений, относящихся к 29 родам и 19 семействам. Среди ведущих семейств *Lemnaceae*, *Potamogetonaceae*, *Hydrocharitaceae* и *Nymphaeaceae*. В географическом спектре ценофлоры *Lemnetea* преобладают широкоареальные хорологические элементы, а именно плуризональные, циркумполлярные и индиферентные виды. С использованием ДСА-ординации и экологических шкал Я.П. Дидуха установлено, что распределение сообщества класса *Lemnetea* в гиперпространстве абиотических факторов определяется их комплексным действием. В то же время для некоторых синтаксонов важное дифференцирующее значение имеют световой режим экотопа (*Stratiotetum aloidis*), изменчивость увлажнения (*Lemnetum trisulcae*), содержание органических веществ в толще воды и донных отложениях (*Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae* и *Hydrocharitetum morsus-ranae*), а также карбонатность, кислотный и общий солевой режимы тротопу (*Lemno gibbae-Wolffietum arrhizae*). Результаты фитоиндикационного анализа показали, что ценозы класса *Lemnetea* долины р. Южный Буг по отношению к кислотности среды являются нейтрофильными, степени засоления почвы – евтрофными, к концентрации в ней карбонатов – карбонатобонными, к содержанию соединений азота – нитрофильными.

Ключевые слова: Южный Буг, высшая водная растительность, синтаксономия, ординация, фитоиндикация, фиторазнообразие, ценофлора, Украина

Видове різноманіття та особливості поширення лишайників у кар'єрно-відвальних комплексах Криворіжжя

Євгенія О. ГОЛОВЕНКО¹, Іван І. КОРШИКОВ^{1,2}

¹Криворізький ботанічний сад НАН України
вул. Маршака, 50, Кривий Ріг 50089, Україна

²Донецький ботанічний сад НАН України
вул. Маршака, 16а, Кривий Ріг 50089, Україна
e.a.golovenko@gmail.com
ivivkor@gmail.com

Holovenko Ye.O.¹, Korshikov I.I.^{1,2} **Species diversity and distribution of lichens in Kryvyi Rih quarry dump complexes.**
Ukr. Bot. J., 2018, 75(1): 50–58.

¹Kryvyi Rih Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine
50, Marshak Str., Kryvyi Rih 50089, Ukraine

²Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine
16a, Marshak Str., Kryvyi Rih 50089, Ukraine

Abstract. The aim of our research was to clarify the peculiarities of epilithic and epigeous lichen species composition of granite and iron ore dump quarry complexes of the Kryvyi Rih area (Dnipropetrovsk Region). We investigated the lichens in a granite quarry and overburden dumps, at four dumps of working quarries and two dumps where waste rock storage has stopped (one of them is over 100 year-old); in total, in 9 technogenically disturbed territories. The lichens were gathered from the quartzite (blocks, boulders) and shale rubbles (boulders), from iron-rich ore residues (small rock rubbles), as well as from granite and limestone pebbles and sandstones. Altogether, on the drastically changed technogenous sites we found 65 lichen species (54 epilithic and 11 epigeous ones). Epilithic lichens mostly occupy rock blocks and slow-movable stones of smaller sizes. The iron ore dump quarry complexes are colonized by lichens more quickly than the granite ones. If waste rock storage stops, lichenobiota species diversity of dumps increases. 33 lichen species occur only in one of the dumps, due to significant heterogeneity of dump surface defining microedaphic and hydrologic conditions. At the time of our research, species of the genera *Cladonia* (10 species), *Lecanora* (5) and *Physcia* (4 species) were prevalent in the lichenobiota of the dump quarry complexes of the Kryvyi Rih area. It is possible to attribute 41% of lichens to typical ones for technogenic substrates. Two species, *Haematomma ochroleucum* and *Trapelia obtegens*, are rare for the steppe zone of Ukraine. The crustose lichens are most widespread (60.6%) in the dump quarry complexes and in the natural communities of the Kryvyi Rih area. It is resulted from the steppe zone climate conditions and greater resistance of crustose ones to the anthropogenic pressure. The foliose (24.6%) and fruticose (18.5%) lichens are represented by smaller number of species; they occur in older quarries and dumps only. The most widespread lichen species which occur in most of the investigated territories are epilithic *Aspicilia cinerea*, *Candelariella aurella*, *Myriolecis dispersa* and *Protoparmeliopsis muralis*, and epigeous *Cladonia pyxidata*.

Keywords: epilithic and epigeous lichens, technogenically transformed landscapes, Kryvyi Rih

Вступ

У Криворізькому басейні в результаті видобутку корисних копалин відкритим способом виникли великі за площею гірничо-промислові ландшафти, за набором яких цей регіон є унікальним для всієї Європи. У процесі розробки з надр землі виймаються фактично стерильні породи, які раніше не зазнавали впливу живих організмів. Промислові відвали та кар'єри відрізняються більшим різноманіттям екотопів і мікроніш, ніж природні відслонення гірських порід. Це пов'язано з високим рівнем гетерогенності фізико-хімічного складу та механічної структури порід відвалів

(Korshikov, Krasnoshtan, 2012), у результаті чого виникають умови для поселення різних видів лишайників. У порівняльних ліхенофлористичних дослідженнях, які проводились як на перетворених гірничовидобувною промисловістю ландшафтах, так і природних кам'янистих відслоненнях, показана певна видова специфічність заселення їх лишайниками (Purvis, James, 1985; Kondratyuk, 1993; Golubkov, 1996; Muchnik, 1997; Antonova, 1998; Mykhailuk, Kondratyuk, 2004; Naumovych, 2009a, b; Boiko, 2010; Rusina et al., 2010; Mykhailuk et al., 2011; Boiko, 2012; Khodosovtsev et al., 2013; Darmostuk, Khodosovtsev, 2014).

Одними з головних факторів, які лімітують поширення лишайників на території промис-

лових відвалів, є нестабільність екотопів та антропогенний вплив (Paukov, Trapeznikova, 2005; Kondratyuk, Martynenko, 2006; Kondratyuk, 2008). Видове різноманіття лишайників, специфіка їхнього розселення залежно від фізико-хімічних і механічних особливостей породи залізорудних і гранітних кар'єрів та відвалів Криворіжжя майже не досліджені (Smetana et al., 2014; Holovenko et al., 2015).

Метою даної роботи є визначення особливостей видового складу епілітних та епігейних лишайників гранітних та залізорудних кар'єрно-відвальних комплексів Криворіжжя.

Матеріали та методи

Дослідження проводили на території дев'яти техногенних новоутворень м. Кривий Ріг та його околиць: гранітний кар'єр "Жовтневий" з відвалом, та залізорудні відвали Центрального (ЦГЗК), Новокириворізького (НКГЗК) і Південного (ПівдГЗК) гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК), відвал Першотравневого кар'єру ("Автомобільний"), Петровський відвал та кар'єр рудника товариства Криворізьких залізних руд у колишній садибі баронеси А. Герварт поблизу с. Рахманівка (входить до складу Центрально-Міського р-ну Кривого Рогу). Як порівняльна ділянка з природними відслоненнями залізистих кварцитів була обрана скеля "Чортів зуб" (балка "Приворотна" у Тернівському р-ні Кривого Рогу). Розробки на території кар'єрно-відвального комплексу "Жовтневий", де видобували сірі граніти, були припинені наприкінці 90-х рр. ХХ століття. На відвалі відсипані розкривні породи – глина, пісок, суглинки та гранітна галька. На території кар'єру та відвалу ростуть поодинокі дерева, що оселились природним чином. Відвал "Автомобільний" сформований у 1968–1973 рр. із залізистих кварцитів, сланців, суглинків та частково з глин (Smetana et al., 2014). На відвалах ЦГЗК, НКГЗК та ПівдГЗК із кам'янистих порід переважають залізисті кварцити, рідше трапляються сланці. Вік цих відвалів складає 30–40 років, а одному з досліджених нами відвалів, який розташований поблизу ЦГЗК, понад 100 років. На його території переважають дрібноуламкові залізисті кварцити та сланці. На поверхні відвалу за такий проміжок часу утворився шар субстрату з ознаками ґрунтоутворення товщиною близько 10 см. Петровському відвалу, сформованому

із залізистих кварцитів, частково із гранітів та пісковиків, близько 60 років. Рудник товариства Криворізьких залізних руд у садибі баронеси А. Герварт почав працювати в 1892 р., а вже з 1900 р. почався спад виробництва і рудник було закрито. В породному складі цього кар'єру переважають залізисті кварцити.

Зразки лишайників зібрані з уламків залізистих кварцитів (брили, валуни), сланців (валуни) та залишків багатих залізних руд (галька) залізорудних відвалів та кар'єру, з поверхні гранітних відслонень кар'єру "Жовтневий", з гранітної й вапнякової гальки та гравійних зерен відвалу кар'єру "Жовтневий", з гранітної, вапнякової гальки й пісковиків Петровського відвалу, а також субстратів з ознаками ґрунтоутворення та примітивних ґрунтів. Для опису розмірів уламків гірських порід було використано шкалу Л.Б. Рухіна (Rukhin, 1961).

Для ідентифікації лишайників застосовували бінокляр МБС-9, мікроскоп Primo Star та стандартний набір реактивів. Визначення видів лишайників проводили в лабораторіях Криворізького ботанічного саду НАН України та Херсонського державного університету. Частоту трапляння окремих видів лишайників оцінювали в балах для окремих ділянок (Khodosovtsev, 2003; Voiko, 2010): 1 бал – дуже рідко: 1–3 місцезнаходжень; 2 – рідко: до 5 місцезнаходжень; 3 – спорадично: 7–15 місцезнаходжень; 4 – часто: 16–50 місцезнаходжень; 5 – звичайно: більше 50 місцезнаходжень.

Назви таксонів та скорочення авторів у номенклатурних комбінаціях подано згідно з базою *Index Fungorum* (<http://www.indexfungorum.org/>).

Результати та обговорення

Загалом на 10-ти досліджених нами територіях, серед яких одна природна та дев'ять техногенних, виявлено 65 видів лишайників (табл. 1), серед яких 54 – епілітні, 11 – епігейні. Переважна більшість видів лишайників дев'яти техногенних територій представлена накипними життєвими формами. Лишайники, які ростуть на відвалах та в кар'єрі, приурочені, насамперед, до нерухомих кам'яних брил великого розміру.

Кількість епілітних та епігейних лишайників на кожній окремій із досліджених техногенних територій була невеликою (табл. 2). У гранітному кар'єрі "Жовтневий" виявлено 8 епілітних видів лишайників, а на відвалі кар'єру "Жовтневий"

Таблиця 1. Видовий склад лишайників кар'єрно-відвальних комплексів та природних відслонень силікатних гірських порід Криворіжжя
Table 1. The lichen species of quarry dumping complex and natural outcrops of silicate rocks of Kryvyi Rih

Досліджувана ділянка	Гранітний кар'єр "Жовтневий"		Відвал гранітного кар'єру «Жовтневий»			Відвал НКГЗК			Відвал ЦГЗК (Більшовик)			Відвал ПівдГЗК		Автомобільний відвал "Першо-травневий"			Петровський відвал			Старий відвал поблизу ЦГЗК		Кар'єр "Герварт"		Скеля "Чортів Зуб"		Загальна кількість дослідних ділянок, на яких зустрічається вид
	Термін з моменту припинення розробки, років	25	25	30–40			30–40			30–40		30–40			60			> 100		> 120		Пр.				
Вид	Субстрат			граніт	граніт	вапняк	залізисті кварцити	сланці	грунт та СОГ*	залізисті кварцити	талькові сланці	грунт та СОГ*	залізисті кварцити	залізисті кварцити	грунт та СОГ*	залізисті кварцити	грунт та СОГ*	пісковик	граніт	грунт та СОГ*	залізисті кварцити	грунт та СОГ*	залізисті кварцити	грунт та СОГ*	залізисті кварцити	
<i>Acarospora fuscata</i> (Nyl.) Th. Fr.	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3
<i>A. veronensis</i> A. Massal.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	4	-	-	-	5	-	-	-	-	3
<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Aspicilia cinerea</i> (L.) Körb.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	5	-	3
<i>Athallia vitellinula</i> (Nyl.) Arup, Frödén & Söchting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Bagliettoa calciseda</i> (DC.) Gueidan & Cl. Roux	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Bellemeria cupreoatra</i> (Nyl.) Clauzade & Cl. Roux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2
<i>Calogaya decipiens</i> (Arnold) Arup, Frödén & Söchting	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Calogaya pusilla</i> (A. Massal.) Arup, Frödén & Söchting	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	2
<i>Caloplaca teicholyta</i> (Ach.) J. Steiner	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1
<i>Candelariella aurella</i> (Hoffm.) Zahlbr.	3	3	-	4	-	-	4	-	-	4	-	4	5	-	5	-	5	-	-	-	5	-	5	5	-	9
<i>C. coralliza</i> (Nyl.) H. Magn.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	1
<i>C. vitellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	5	-	3	
<i>Catapyrenium cinereum</i> (Pers.) Körb.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	
<i>Circinaria contorta</i> (Hoffm.) A. Nordin, Savić & Tibell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	
<i>Cladonia cenotea</i> (Ach.) Schaer.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>C. chlorophaea</i> (Flörke ex Sommerf.) Spreng.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>C. fimbriata</i> (L.) Fr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4	-	4	-	4	-	3
<i>C. foliacea</i> (Huds.) Willd.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	1
<i>C. furcata</i> (Huds.) Schrad.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	1
<i>C. macrophylla</i> (Schaer.) Stenh.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>C. pyxidata</i> (L.) Hoffm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3	-	4	-	-	-	-	4	-	4	-	4	-	5
<i>C. rangiformis</i> Hoffm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	4	-	4	-	1
<i>C. rei</i> Schaer.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>C. subulata</i> (L.) Weber ex F.H. Wigg.	-	-	-	-	-	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Dermatocarpon miniatum</i> (L.) W. Mann	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	
<i>Endocarpon psorodeum</i> (Nyl.) Th. Fr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	1	
<i>Haematomma ochroleucum</i> (Neck.) J.R. Laundon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	0	-	1	

<i>Lecanora allophana</i> (Ach.) Nyl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1
<i>L. argopholis</i> (Ach.) Ach.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1
<i>L. gangaleoides</i> Nyl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1
<i>Lecanora</i> sp.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>L. umbrina</i> (Ehrh.) Röhl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	2
<i>Lecidea fuscoatra</i> (L.) Ach.	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Lecidea</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	2	-	-	-	-	5	-	-	-	3
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	2
<i>Melanelia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1
<i>Myriolecis albescens</i> (Hoffm.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	4	2
<i>M. crenulata</i> (Wallr.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>M. dispersa</i> (Pers.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch	4	-	-	5	4	-	4	-	-	4	5	-	5	-	5	-	-	5	-	5	8
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	1
<i>Phaeophyscia nigricans</i> (Flörke) Moberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. orbicularis</i> (Neck.) Moberg	-	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	3
<i>Physcia adscendens</i> (Fr.) H. Olivier	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	4	-	-	-	-	5	3
<i>P. caesia</i> (Hoffm.) Hampe ex Fűrnr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	5	2	
<i>P. dimidiata</i> (Arnold) Nyl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1	
<i>P. dubia</i> (Hoffm.) Lettau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	5	2	
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	
<i>Protoparmeliopsis garovaglii</i> (Koerb.) S.Y. Kondr.	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. muralis</i> (Schreb.) M. Choisy	-	-	-	4	-	-	-	-	2	-	-	5	-	-	-	-	5	-	5	5	
<i>Ramalina pollinaria</i> (Westr.) Ach.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	1	
<i>R. polymorpha</i> (Lilj.) Ach.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	5	2	
<i>Rhizocarpon geminatum</i> Körb.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	5	2	
<i>Rinodina milvina</i> (Wahlenb.) Th. Fr.	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>R. pyrina</i> (A ch.) Arnold	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rufoplaca arenaria</i> (Pers.) Arup, Søchting & Frödén	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1
<i>Staurothele</i> sp.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Trapelia obtegens</i> (Th. Fr.) Hertel	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Verrucaria furfuracea</i> (B. de Lesd.) Breuss	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>V. nigrescens</i> Pers.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Verrucaria</i> sp.	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Xanthoparmelia conspersa</i> (Ehrh. ex Ach.) Hale	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	1
<i>X. pulla</i> (Ach.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	5	2	
<i>X. stenophylla</i> (Ach.) Ahti & D. Hawksw.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	4	4	-	-	-	-	-	-	1
Загальна кількість видів	8	3	2	7	2	1	4	1	3	4	10	3	15	6	9	3	2	21	5	23	-

Таблиця 2. Кількість епілітних та епігейних видів лишайників природної та техногенно трансформованих територій Криворіжжя

Table 2. The number of saxicolous and terricolous lichens of natural and technogenic territories of Kryvyi Rih

Досліджені території	Термін з моменту припинення розробки, років	Загальна кількість видів	Епілітних, кількість, %	Епігейних, кількість, %	Субстрати, які переважають на досліджених територіях
Гранітний кар'єр "Жовтневий"	25	8	8/100	—	гранітні відслонення та брили з ознаками вивітрювання
Відвал гранітного кар'єру "Жовтневий"	25	5	5/100	—	гранітна та вапнякова галька, гранітні гравійні зерна
Відвал НКГЗК	30–40	9	8/89	1/11	залізо-кварцитові брили, субстрати з ознаками ґрунтоутворення
Відвал ЦГЗК	30–40	8	5/63	3/37	субстрати з ознаками ґрунтоутворення, меншою мірою — залізо-кварцитові валуни
Відвал ПівдГЗК	30–40	4	4/100	—	залізо-кварцитові брили, валуни
Відвал "Автомобільний"	30–40	13	10/78	3/22	залізо-кварцитові брили, валуни, субстрати з ознаками ґрунтоутворення, примітивні ґрунти
Петровський відвал	60	24	18/75	6/25	залізо-кварцитові брили, валуни, субстрати з ознаками ґрунтоутворення, примітивні ґрунти
Старий відвал поблизу ЦГЗК	>100	2	—	2/100	субстрати з ознаками ґрунтоутворення
Кар'єр рудника А. Герварт	>120	26	21/81	5/19	відслонення залізистих кварцитів, субстрати з ознаками ґрунтоутворення, примітивні ґрунти
Скеля "Чортів Зуб"	природне відслонення	23	23/100	—	відслонення залізистих кварцитів

знайдено 5 епілітних видів (3 — на гранітах, 2 — на вапняку). Невелике видове різноманіття та низький ступінь трапляння видів пов'язані з відносно нещодавнім терміном припинення розробки вказаних об'єктів, з початковими етапами ґрунтоутворення на відвалах, з інтенсивними процесами гіпергенезу гранітів на території кар'єру та відсутністю уламкових порід великого розміру на відвалі.

На території залізородного відвалу НКГЗК знайдено 9 видів лишайників, серед яких 8 епілітних та 1 епігейний вид. На відвалі ЦГЗК відмічено 8 видів лишайників (епілітних — 5, епігейних — 3). Чотири види епілітних лишайників виявлено на відвалі ПівдГЗК. Ця територія, з усіх нами досліджених, характеризується найменшим видовим різноманіттям. Причинами такого низького видового складу можуть бути близькість розміщення відвалу до ПівдГЗК і, як наслідок, вплив промислових викидів, відносно невеликий вік вказаного відвалу (30–40 років) та фізико-хімічні особливості залізистих кварцитів, що значною кількістю представлені на території відвалу.

Різноманіття лишайників відвалу "Автомобільний" складає 13 видів, з яких 10 — епілітні, 3 — епігейні. Порівняно велике різноманіття лишайників було на Петровському відвалі, з них 18 епілітних та 6 епігейних, що пов'язано з віком відвалу, якому майже 60 років, та різноманіттям гірських порід, серед яких домінують залізисті кварцити, меншою кількістю представлені граніти й пісковики. Вказані фактори створюють велику кількість мікроніш, які з часом заселяють лишайники (табл. 2).

На старому відвалі поблизу ЦГЗК виявлено лише 2 види лишайників — *Cladonia fimbriata* та *C. puxidata*. Місцями вказані види утворюють суцільний покрив на площі до 4 м². На плато відвалу відсутні великі уламки гірських порід, відбуваються постійні зсуви на схилах, що перешкоджає закріпленню та розвитку лишайникових сланей. За рахунок природних процесів, які відбувались протягом більш ніж 100 років, на плато цього відвалу утворився субстрат з ознаками ґрунтоутворення.

У кар'єрі рудника А. Герварт виявлено 26 видів лишайників, серед яких 21 епілітний вид та 5 епігейних. Вказаний кар'єр репрезентує значне різноманіття лишайників, що пов'язано з віком

кар'єру та тим, що видобуток гірської породи в ньому не проводився понад 100 років. Саме на території даного кар'єру було відмічено ряд цікавих листоватих та куцистих епілітних видів: *Physcia caesia*, *Ramalina polymorpha*, *Xanthoparmelia conspersa*, *X. pulla*, відмічена значна кількість епігейних видів з роду *Cladonia*. Прослідковується тісна кореляція між віком кар'єру та особливостями видового складу ліхенобіоти, а саме: наявністю листоватих та куцистих життєвих форм лишайників та великою кількістю епігейних видів. Останні вказують на значні процеси ґрунтоутворення на досліджуваній території.

Природний склад ліхенобіоти залізистих кварцитів досліджували на скелі "Чортів зуб", де було відмічено 23 види епілітних лишайників. Слід зазначити, що саме на природних відслоненнях були виявлені рідкісні види епілітних лишайників *Catapyrenium cinereum*, *Circinaria contorta*, *Lecanora argopholis*, *L. gangaleoides* та *Xanthoparmelia stenophylla*, які не було знайдено на територіях відвалів та кар'єрів, що вказує на більшу стабільність едафічних умов природних відслонень гірських порід.

Найпоширенішими епілітними видами, що трапляються на переважній більшості досліджених нами територій, є *Candelariella aurella*, виявлений на дев'яти із десяти досліджених нами територій, *Myriolecis dispersa*, знайдений на восьми територіях, *Protoparmeliopsis muralis* – на п'яти. Серед епігейних видів техногенних новоутворень Криворіжжя найпоширенішим є *Cladonia pyxidata*, що виявлена на п'яти досліджуваних територіях.

Із отриманих результатів видно, що зі збільшенням терміну з моменту припинення розробки кар'єрів та відсіпки відвалів видове різноманіття ліхенобіоти цих територій зростає. Колонізація лишайниками залізородних кар'єрно-відвальних комплексів відбувається з більшою інтенсивністю, ніж гранітних. Такий результат можна пояснити більшим різноманіттям субстратів та мікроніш залізородних кар'єрно-відвальних комплексів, порівняно з гранітними, а також наявністю на території залізородних відвалів значних за площею насаджень деревних порід рослин, що доповнюють ліхенобіоту досліджуваних територій епіфітними видами, такими як *Amandinea punctata*, *Lecanora allophana*, *Parmelia sulcata*, *Physcia adscendens* та *Xanthoria parietina*. Вказані види ростуть на корі дерев, але з часом можуть переходити на відслонення гірських

порід та інший кам'янистий субстрат відвалів і кар'єрів.

Загалом із 56 видів лишайників, виявлених нами на дев'яти техногенних територіях Криворіжжя, 33 види (або 58,9% загальної кількості) трапляються лише на одній із них. Тобто, на даний період часу більше половини видів лишайників, які заселяють кар'єри та відвали, є унікальними для кожного із них. Інші 23 види (41,1%) лишайників можна віднести до типових для техногенних субстратів. Такі види, як *Haematomma ochroleucum* (виявлений у кар'єрі рудника А. Герварт) і *Trapelia obtegens* (Першотравневий, Петровський відвали та відвал НКГЗК) є рідкісними для рівнинної частини України (Khodosovtsev, Zavyalova, 2008; Naumovych, 2009b, c; Darmostuk, Khodosovtsev, 2014; Gromakova, 2014). Провідними для ліхенобіот техногенно трансформованих територій є роди *Cladonia* (10 видів), *Lecanora* (5 видів) та *Physcia* (4 види). Незначна чисельність лишайників на техногенно порушених територіях Криворіжжя зумовлена не тільки еколого-едафічними умовами, але й короткою історією формування ліхенобіоти.

Висновки

На гранітних і залізородних відвалах та в кар'єрах Криворіжжя, де було припинено розробку та відсіпку порід, активно поселяються лишайники різних екологічних груп. Серед них найчастіше трапляються епілітні види (83%), які в першу чергу заселяють кам'яні брили, а також малорухоме каміння менших розмірів.

Найпоширенішими на території кар'єрно-відвальних комплексів та природних територій Криворіжжя є лишайники накипної життєвої форми (60,6%). Це обумовлено кліматичними умовами степової зони та більш високою стійкістю накипних лишайників до антропогенного навантаження. Меншою кількістю представлені листоваті (24,6%) та куцисті (18,5%) лишайники, вони відмічені лише на території більш старих кар'єрів та відвалів. Провідними для ліхенобіот техногенно трансформованих територій є роди *Cladonia*, *Lecanora* та *Physcia*, що пов'язано зі значною різноманітністю мікрокліматичних умов та мікроніш відвалів. Найпоширенішими епілітними видами, які трапляються на більшості досліджених територій, є *Aspicilia cinerea*, *Candelariella aurella*, *Myriolecis dispersa* і *Protoparmeliopsis muralis*, а серед епігейних – *Cladonia pyxidata*.

Подяки

Автори щиро вдячні д.б.н., проф. О.Є. Ходосовцеву, а також В.М. Клименко і В.В. Дармостуку (Херсонський державний університет) за консультації та допомогу у визначенні видів лишайників.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Antonova I.M. *Bot. Zhurn.*, 1998, 83(4): 79–91. [Антонова И.М. Эпилитные лишайники Полярно-альпийского ботанического сада (Хибины, Кольский полуостров). *Бот. журн.*, 1998, 83(4): 79–91].
- Boiko T.O. In: *Suchasna Fitomorfologiya: Mat. I mizhnar. nauk. konf. (Modern Phytomorphology)*. Lviv, 2012, pp. 85–88. [Бойко Т.О. Життєві форми лишайників різних субстратів Єланецько-Інгульського регіону (Миколаївська та Кіровоградська області, Україна). У зб.: *Сучасна Фітоморфологія: Мат. І міжн. нар. наук. конф.* Львів, 2012, с. 85–88].
- Boiko T.O. *Visnyk Lviv. un-tu. Ser. biol.*, 2010, 54: 165–171. [Бойко Т.О. Перші відомості про ліхенобіоту регіонального ландшафтного парку "Приінгульський" (Миколаївська область). *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол.*, 2010, 54: 165–171].
- Darmostuk V.V., Khodosovtsev A.Ye. *Chornomors'k. bot. z.*, 2014, 10(3): 322–327. [Дармостук В.В., Ходосовцев О.Є. Лишайники та ліхенофільні гриби Кальміуського відділення Українського степового заповідника. *Чорноморськ. бот. журн.*, 2014, 10(3): 322–327].
- Golubkov V.V. In: *Sokhranenie biologicheskogo raznoobrazzia Belorusskogo Poozeria*, 1996, pp. 81–82. [Голубков В.В. Влияние антропогенной трансформации ландшафтов на особенности распространения и разнообразия лишайников в Белорусском Поозерье. В сб.: *Сохранение биологического разнообразия Белорусского Поозерья*. Витебск, 1996, с. 81–82].
- Gromakova A.B. *Chornomors'k. bot. z.*, 2014, 10(4): 506–514. [Громакова А.Б. Нові та рідкісні для Лівобережної України лишайники та ліхенофільні гриби з басейну річки Сіверський Донець. *Чорноморськ. бот. журн.*, 2014, 10(4): 506–514].
- Holovenko Ye.O., Korshykov I.I., Klymenko V.M. In: *VI vidkryti z'yzd fitobiologiv Prychornomor'ya*. Kherson, 2015, pp. 21–22. [Головенко Є.О., Коршиков І.І., Клименко В.М. Різноманіття лишайників на залізородному відвалі м. Кривий Ріг. У зб.: *VI відкритий з'їзд фітобіологів Причорномор'я*. Херсон, 2015, с. 21–22].
- Khodosovtsev A.Ye. *Visti Biosferneho zapovidnyka Askaniya-Nova*, 2003, 5: 33–45. [Ходосовцев О.Є. Анотований список лишайників Карадазького природного заповідника. *Вісті Біосфер. заповід. "Асканія-Нова"*, 2003, 5: 33–45].
- Khodosovtsev A.Ye., Nadyeina O.V., Gromakova A.B. *Chornomors'k. bot. z.*, 2013, 9(4): 542–552. [Ходосовцев О.Є. Надеїна О.В., Громакова А.Б. Анотований список ліхенозованих та ліхенофільних грибів заповідника "Кам'яні Могили" (Україна). *Чорноморськ. бот. журн.*, 2013, 9(4): 542–552].
- Khodosovtsev A.Ye., Zavyalova T.V. *Chornomors'k. bot. z.*, 2008, 4(2): 264–272. [Ходосовцев О.Є., Зав'ялова Т.В. Лишайники та ліхенофільні гриби геологічної пам'ятки природи "Кам'яна могила" (Запорізька область, Мелітопольський район). *Чорноморськ. бот. журн.*, 2008, 4(2): 264–272.]
- Kondratyuk S.Ya. *Indykatsiya stanu navkolyshnoho sere dovuyshcha Ukrainy za dopomohoyu lyshaynykiv*. Kyiv: Naukova Dumka, 2008, 335 pp. [Кондратюк С.Я. *Індикація стану навколишнього середовища України за допомогою лишайників*. Київ: Наук. думка, 2008, 335 с.].
- Kondratyuk S.Ya. *Ukr. Bot. J.*, 1993, 50(2): 107–115. [Кондратюк С.Я. До історії формування ліхенофлори кам'янистих оголень Придніпровської височини. *Укр. бот. журн.*, 1993, 50(2): 107–115].
- Kondratyuk S.Ya., Martynenko V.H. *Likhenoidnykatsiya (Posibnyk)*. Kyiv; Kirovohrad, 2006, 260 pp. [Кондратюк С.Я., Мартиненко В.Г. *Ліхеноіндикація (Посібник)*. Київ; Кіровоград, 2006, 260 с.].
- Korshnikov I.I., Krasnoshtan O.V. *Zhiznesposobnost drevesnykh rasteniy na zhelezorudnykh otvalakh Krivorozh'ya*. Donetsk, 2012, 280 pp. [Коршиков І.І., Красноштан О.В. *Жизнеспособность древесных растений на железорудных отвалах Криворожья*. Донецк, 2012, 280 с.].
- Muchnik E.E. *Bot. Zhurn.*, 1997, 82(4): 46–53. [Мучник Е.Э. Эпилитные лишайники Центрального Черноземья. *Бот. журн.*, 1997, 82(4): 46–53].
- Mukhailyk H.Ye., Kondratyuk S.Ya. *Ukr. Bot. J.*, 2004, 61(6): 35–40. [Михайлик Г.Є., Кондратюк С.Я. Перші відомості про лишайники регіонального ландшафтного парку "Гранітно-степове Побужжя". *Укр. бот. журн.*, 2004, 61(6): 35–40].
- Mukhailyk T.I., Kondratyuk S.Ya., Nyporko S.O., Darienko T.M., Demchenko E.M., Voitsekhovych A.O. *Lyshaynyku, mokhopodibni ta nazemni vodorosti hranitnykh kanyoniv Ukrainy*. Kyiv: Alterpress, 2011, 398 pp. [Михайлюк Т.І., Кондратюк С.Я., Нипорко С.О., Дарієнко Т.М., Демченко Е.М., Войцехович А.О. *Лишайники, мохоподібні та наземні водорості гранітних каньйонів України*. Київ: Альтерпрес, 2011, 398 с.].
- Naumovych H.O. *Chornomors'k. bot. z.*, 2009a, 5(3): 442–447. [Наумович Г.О. Лишайники геологічної пам'ятки природи "Скелі МОДРу" (м. Кривий Ріг). *Чорноморськ. бот. журн.*, 2009a, 5(3): 442–447].
- Naumovych H.O. In: *Fundamentalni ta prykladni doslidzhennia v biologii: mat. I mizhnar. naukovoi konf. studentiv, aspirantiv ta molodykh uchenykh*. Donetsk, 2009b, pp. 87–88. [Наумович Г.О. Лишайники гранітних відслонень долини річки Інгулець. У зб.: *Фундаментальні та прикладні дослідження в біології: мат. I міжн. нар. конф. студентів, аспірантів та молодих учених*. Донецьк, 2009b, с. 87–88].

- Naumovych H.O. *Chornomors'k. bot. z.*, 2009c, 5(2): 265–272. [Наумович Г.О. Нові та рідкісні для рівнинної частини України види лишайників та ліхенофільних грибів з долини річки Інгулець. *Чорноморськ. бот. журн.*, 2009c, 5(2): 265–272].
- Naumovych H.O. In: *Aktualni problemy botaniky ta ekolohii: mat. mizhnar. konf. molodykh uchenykh*. Ternopil, 2009d, pp. 42–43. [Наумович Г.О. До вивчення лишайників залізистих кварцитів в басейні річки Інгулець. У зб.: *Актуальні проблеми ботаніки та екології: мат. міжнар. конф. молодих учених*. Тернопіль, 2009d, с. 42–43].
- Пауков А.Г., Трапезникова С.Н. *Opredelitel lishaynikov Srednego Urala*. Ekaterinburg: Izd-vo Ural. univ., 2005, 207 pp. [Пауков А.Г., Трапезникова С.Н. *Определитель лишайников Среднего Урала*. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2005, 207 с.].
- Purvis O.W., James P.W. Lichens of the Coniston copper mines. *Lichenologist*, 1985, 3: 221–237.
- Rukhin L.B. *Osnovy litologii*. Leningrad: Gos. nauch.-tekh. izd-vo neftyanoy i gorno-topliv. lit., 1961, 779 pp. [Рухин Л.Б. *Основы литологии*. Л.: Гос. науч.-тех. изд-во нефтяной и горно-топлив. лит., 1961, 779 с.].
- Rusina N.V., Nadyeina O.V., Khodosovtsev A.Ye. *Chornomors'k. bot. z.*, 2010, 6(2): 247–258. [Русина Н.В., Надеина О.В., Ходосовцев О.Є. Анотований список ліхенозованих та ліхенофільних грибів Луганського природного заповідника. *Чорноморськ. бот. журн.*, 2010, 6(2): 247–258].
- Smetana O.M., Krasova O.O., Dolyna O.O., Yaroshchuk Yu.V., Taran Ya.V., Holovenko Ye.O. *Visnyk Dnipropetrovsk. State Agrar. Economic Univ. Biol. Sci.*, 2014, 1: 93–97. [Сметана О.М., Красова О.О., Долина О.О., Ярошук Ю.В., Таран Я.В., Головенко Є.О. Обґрунтування створення техногенного заказника "Першотравневий". *Вісн. Дніпропетр. держ. аграр.-економ. ун-ту*. Біол. науки, 2014, 1: 93–97].

Рекомендує до друку
С.Я. Кондратюк

Надійшла 24.11.2015

Головенко Є.О.¹, Коршиков І.І.² **Видове різноманіття та особливості поширення лишайників у кар'єрно-відвальних комплексах Криворіжжя.** Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 50–58.

¹Криворізький ботанічний сад НАН України
вул. Маршака, 50, Кривий Ріг 50089, Україна

²Донецький ботанічний сад НАН України
вул. Маршака, 16а, Кривий Ріг 50089, Україна

Проводилось з'ясування особливостей видового складу епілітних та епігейних лишайників гранітних і залізорудних кар'єрно-відвальних комплексів Криворіжжя (Степова зона України). Дослідження проведені на гранітному кар'єрі та відвалі розкритих порід, на чотирьох залізорудних відвалах кар'єрів, які ще експлуатуються, та на двох відвалах, де давно припинено відсіпку породи, одному з яких більше 100 років; всього на дев'яти техногенно порушених територіях. Лишайники збирали з обломків кварцитів (брили, валуни), сланців (валуни), залишків багатих залізних руд (дрібні уламки породи), з гранітної й вапнякової гальки та пісковиків. Усього на зазначених корінним чином змінених техногенних новоутвореннях виявлено 65 видів лишайників, з яких 54 – епілітних та 11 – епігейних. Епілітні лишайники оселяються переважно на кам'яних брилах, а також на малорухомих каменях менших розмірів. Відзначено, що колонізація лишайниками залізорудних кар'єрно-відвальних комплексів відбувається більш інтенсивно, ніж гранітних. У разі припинення відсіпки породи у відвали, зростає видове різноманіття ліхенобіоти на них. Так, 33 види лишайників траплялись лише на одному з кар'єрів або відвалів. Це пов'язано зі значною гетерогенністю поверхонь відвалів, що визначає мікроедафічні та гідрологічні умови. Провідними для ліхенобіоти кар'єрно-відвальних комплексів Криворіжжя на момент наших досліджень були види родів *Cladonia* (10 видів), *Lecanora* (5) та *Physcia* (4 види). До типових для техногенних субстратів можна віднести 41% лишайників, два види – *Haematomma ochroleucum* та *Trapelia obtegens* – є рідкісними для рівнинної частини України. Найпоширенішими для кар'єрно-відвальних комплексів та природних територій Криворіжжя є лишайники накипної життєвої форми (60,6%). Це обумовлено, на нашу думку, кліматичними умовами степової зони і більш високою стійкістю накипних лишайників до антропогенних навантажень. Меншою кількістю представлені листоваті (24,6%) та куцисті (18,5%) лишайники, вони відмічені лише на території більш старих кар'єрів та відвалів. Найпоширенішими епілітними видами, які трапляються на досліджуваних територіях, є *Aspicilia cinerea*, *Candelariella aurella*, *Myriolecis dispersa* та *Protoparmeliopsis muralis*, серед епігейних – *Cladonia pyxidata*.

Ключові слова: епілітні лишайники, епігейні лишайники, техногенно трансформовані ландшафти, Кривий Ріг

Головенко Е.А.¹, Коршиков И.И.^{1,2} **Видовое разнообразие и особенности распространения лишайников в карьерно-отвальных комплексах Криворожья.** Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 50–58.

¹Криворожский ботанический сад НАН Украины
ул. Маршака, 50, Кривой Рог 50089, Украина

²Донецкий ботанический сад НАН Украины
ул. Маршака, 16а, Кривой Рог 50089, Украина

Проводилось выяснение особенностей видового состава эпилитных и эпигейных лишайников гранитных и железорудных карьерно-отвальных комплексов Криворожья (Степная зона Украины). Исследования проведены на гранитном карьере и отвале вскрышных пород, на четырех железорудных отвалах эксплуатируемых карьеров и двух отвалах, где давно прекращена отсыпка породы, одному из которых более 100 лет; всего на девяти техногенно нарушенных территориях. Лишайники собирали с обломков кварцитов (глыбы, валуны), сланцев (валуны), остатков богатых железом руд (мелкие обломки породы), с гранитной и известковой гальки и песчаников. Всего на указанных коренным образом измененных техногенных новообразованиях выявлено 65 видов лишайников, из которых 54 эпилитные и 11 эпигейные. Эпилитные лишайники поселяются преимущественно на каменных глыбах, а также малоподвижных камнях меньших размеров. Отмечено, что колонизация лишайниками железорудных карьерно-отвальных комплексов происходит более интенсивно, чем гранитных. В случае прекращения отсыпки породы в отвалы возрастает видовое разнообразие лишенобиоты на них. Так, 33 вида лишайников встречались только на одном из карьеров либо отвалов. Это связано со значительной гетерогенностью поверхности отвалов, определяющей микроэдафические и гидрологические условия. Ведущими для лишенобиоты карьерно-отвальных комплексов Криворожья на момент наших исследований были виды родов *Cladonia* (10 видов), *Lecanora* (5) и *Physcia* (4 вида). К типичным для техногенных субстратов можно отнести 41% лишайников, два вида – *Haematomma ochroleucum* и *Trapelia obtegens* – являются редкими для равнинной части Украины. Самые распространенные для карьерно-отвальных комплексов и природных территорий Криворожья – лишайники накипной жизненной формы (60,6%). По нашему мнению, это обусловлено климатическими условиями степной зоны и более высокой стойкостью накипных лишайников к антропогенным нагрузкам. Меньшей численностью представлены листовые (24,6%) и кустовые (18,5%) лишайники, они отмечены только на территории старых карьеров и отвалов. Наиболее распространенными эпилитными видами, которые встречаются на большинстве исследуемых территорий, являются *Aspicilia cinerea*, *Candelariella aurella*, *Myriolecis dispersa* и *Protoparmeliopsis muralis*, из эпигейных – *Cladonia pyxidata*.

Ключевые слова: эпилитные лишайники, эпигейные лишайники, техногенно трансформированные ландшафты, Кривой Рог

Трансформація рослинного покриву та зміна екологічних умов під впливом насаджень *Pinus sylvestris* (*Pinaceae*) в Національному природному парку "Подільські Товтри"

Інна О. ОДУКАЛЕЦЬ¹, Інна А. КОРОТКА², Наталія А. ПАШКЕВИЧ³,
Людмила Г. ЛЮБІНСЬКА⁴, Леся Т. ГОРБНЯК¹

¹Національний природний парк "Подільські Товтри"

пл. Польський ринок, 6, Кам'янець-Подільський 32301, Україна

innanpp1980@ukr.net

lesyagorbnyak@gmail.com

²Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного, Національна академія наук України

вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна

korotkayainna28@gmail.com

³Інститут еволюційної екології, Національна академія наук України

вул. акад. Лебедева, 37, Київ 03143, Україна

pashkevych@ieenas.org

⁴Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка

вул. Івана Огієнка, 61, Кам'янець-Подільський 32300, Україна

kvitkolub@gmail.com

Odukalets I.O.¹, Korotka I.A.², Pashkevych N.A.³, Lubinska L.H.⁴, Horbniak L.T.¹ **Transformation of the vegetation cover and change in environmental conditions as affected by plantations of *Pinus sylvestris* (*Pinaceae*) in Podilski Tovtry National Nature Park.** Ukr. Bot. J., 2018, 75(1): 59–69.

¹Podilski Tovtry National Nature Park

6, Polskiy Rynok Sq., Kamianets-Podilskiy 32301, Ukraine

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

2, Tereshchenkivska Str., Kyiv 01004, Ukraine

³Institute of Evolutionary Ecology, National Academy of Sciences of Ukraine

37, Acad. Lebedev Str., Kyiv 03143, Ukraine

⁴Ivan Ohienko Kamianets-Podilskiy National University

61, Ivan Ohienko Str., Kamianets-Podilskiy 32300, Ukraine

Abstract. Changes in the ecological conditions of meadow-steppe and steppe phytocoenoses under the influence of plantations of *Pinus sylvestris* in Podilski Tovtry National Nature Park are investigated. The authors analysed the environmental conditions of the studied areas and their floristic saturation, which was formed as a result of succession. Ecological and cenotic comparison of xerophytic herbaceous and forest groups, including of *P. sylvestris*, was carried out. It is shown that the areas I, II and III at the initial stage of formation are the areas that are overgrown with pine trees and species that are typical for the initial stages of succession of forest groups, predominating in the grassy tier. It was revealed that IV–VII areas have a narrow amplitude of environmental factors and more developed vegetation cover. It has been established that the amplitude of the fluctuation of the humidity factor for all studied areas indicates the stenotopicity of the groups typical for the fresh forest-meadow ecotopes. It was revealed that soil aeration indices closely correlate with moisture indices. The carbonate index for all areas indicates the formation of groups in neutral conditions. According to the studied edaphic factors, the value of ecological indicators of humidification and aeration variability of soil for VIII steppe area are within the ecological amplitude for plantations. It is shown that soil acidity and carbonate content are differentiating and limiting factors for *P. sylvestris*. It has been found that the warmest factors in terms of the factor of thermoregulation and the least illuminated by indicators of illumination factor are IV–VII areas, and area VIII is the most illuminated. It has been established that the studied plantations are representatives of a stenotope group and are typical for fresh meadow ecotopes. We analysed influence of pine plantation on the rare species reproduction. It is demonstrated that before *P. sylvestris* was planted, groups of the association *Festuco valesiacae-Caricetum humilis* (Cl. *Festuco-Brometea*) were represented on these areas, with rare species including *Pulsatilla grandis*.

Keywords: *Pinus sylvestris*, transformation, environmental conditions, synphytoindication, plantations, succession, Podilski Tovtry National Nature Park

Вступ

Національний природний парк (НПП) "Подільські Товтри" – один із найбільших національних природних парків у Європі – займає територію 261 тис. 316 га і включає 173 об'єкти природно-заповідного фонду. В межах парку охороняється 77 видів флори та 86 видів представників фауни, що занесені до "Червоної книги України" (Chervona..., 2009; Proekt..., 2012).

Територія НПП представлена природними рослинними (лучно-степовими, степовими та лісовими угрупованнями) і штучними фітоценозами. У 80-х рр. минулого століття частина природних степових та лучно-степових ділянок була заліснена лісовими культурами, в т. ч. видами роду *Pinus* L. (*Pinus sylvestris* L., *P. pallasiana* D. Don) – інтродуцентами, які були насаджені з метою зупинення ерозійних процесів та біорекультивациі вапнякових відвалів, що утворилися після промислових розробок. На сьогодні площа культур *P. sylvestris* та *P. pallasiana* становить відповідно 695,5 та 226,8 га (Proekt..., 2009). *Pinus sylvestris* характеризується високою стійкістю до несприятливих ґрунтово-кліматичних умов і здатна зростати на сухих і бідних на поживні речовини ґрунтах, навіть на дренажних супіщаних ґрунтах і суглинках, формуючи при цьому повноцінні насадження (Мулкуна, 1987; Svytydenko, 2005). Вивчення особливостей сформованих штучних фітоценозів за домінування сосни є актуальним для подальшого прогнозування можливості існування та перспективи розширення подібних насаджень на досліджуваних територіях, а саме схилах Дністра та його приток.

Мета нашого дослідження – проаналізувати зміни рослинного покриву та екологічних умов під впливом насаджень *P. sylvestris* на території НПП "Подільські Товтри"; здійснити еколого-ценотичне порівняння ксерофітних трав'яних і лісових угруповань за участі *P. sylvestris*.

Матеріали та методи

Для проведення досліджень сукцесійних змін степових та лучно-степових фітоценозів за умов створення штучних насаджень *Pinus sylvestris* нами закладені площі, які розміщені в околицях населених пунктів Кам'янець-Подільського р-ну Хмельницької області. З'ясовано, що в природних угрупованнях відбувається трансформація

рослинного покриву в напрямку від лучно-степових і степових фітоценозів до лісових. Даний процес відбувається в результаті природного поновлення штучно насаджених лісів з *P. sylvestris*. Такі сукцесійні зміни пізніше можуть спричинити зникнення природних степових і лучно-степових угруповань, типових рослин, в т. ч. й рідкісних видів через зміну екологічних умов їхніх місцезростань.

Дослідження проводились упродовж 2011–2016 рр. на території НПП "Подільські Товтри". Для аналізу змін еколого-ценотичних умов на заліснених ділянках були закладені 8 ділянок: I ділянка – околиці с. Сокіл; II ділянка – с. Бабшин; III ділянка – с. Гринчук; IV ділянка – с. Боришківці (описи здійснені в 2010 р.); V ділянка – с. Боришківці (описи здійснені в 2014 р.); VI ділянка – с. Суржинці (описи здійснені в 2010 р.); VII ділянка – с. Суржинці (описи здійснені в 2014 р.) Кам'янець-Подільського р-ну Хмельницької області. Контрольна ділянка (VIII) степової рослинності розміщена поблизу с. Китайгород того самого району (рис. 1).

На досліджених ділянках виконано 36 геоботаничних описів: I ділянка – 4 описи; II ділянка – 4; III ділянка – 4; IV ділянка – 5; V ділянка – 4; VI ділянка – 4; VII ділянка – 5; ділянка VIII – 6. Проаналізовано екологічні умови даних ділянок і флористичне насичення угруповань, що тут формуються. Дослідження проведені за детально-маршрутним методом, назви видів подані за зведенням С.Л. Мосякіна і М.М. Федорончука (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999).

Популяційні дослідження проводили за методичними розробками Т.А. Работнова (Rabotnov, 1975), Г.Г. Жиліяєва (Zhylyayev, 2005), Ю.А. Злобіна (Zlobyn, 1989), А.А. Уранова (Uranov, 1967), Г.І. Серебрякова (Serebryakov, 1964), онтогенетичні стани виділені за Л.Г. Любінською (Lyubins'ka, 1988). Для побудови графіків екологічних факторів використано програмне забезпечення TURBOVEG, за допомогою якого підраховані значення екологічних факторів для всіх пробних площ. На основі отриманих даних у програмному забезпеченні STATISTICA 7 було побудовано графіки коливання амплітуди за кожним екологічним фактором для кожної ділянки.

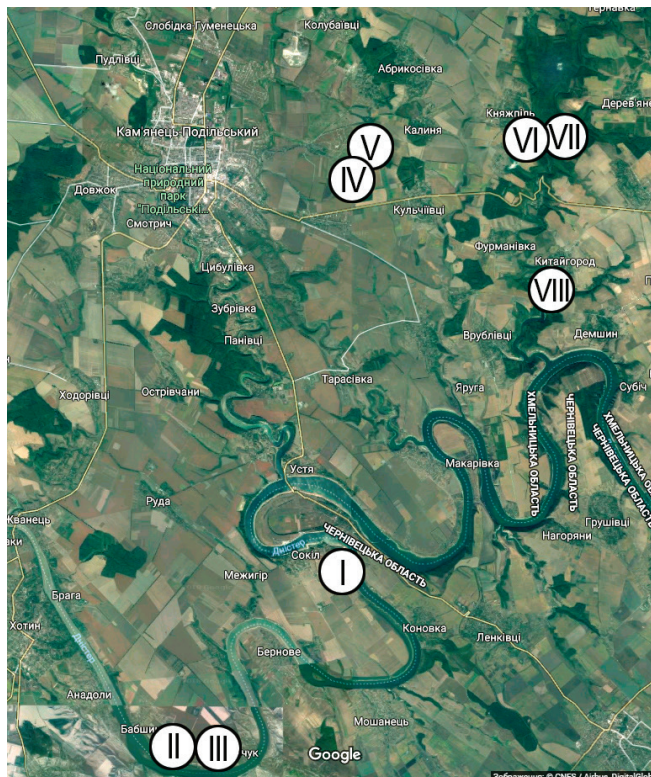
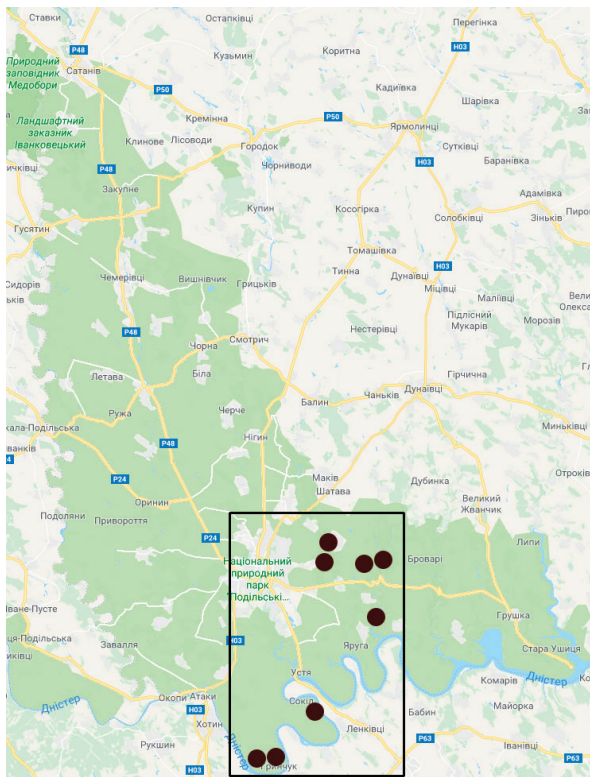


Рис. 1. Розміщення досліджуваних ділянок на території Національного природного парку "Подільські Товтри"
 Fig. 1. Location of the studied areas of Podilski Tovtry National Nature Park

Результати та обговорення

Досліджувані ділянки мають деякі відмінності. Так, I ділянка – представлена насадженням змішаного типу за участі *Pinus sylvestris*, *Picea abies* (L.) H. Karst, *Prunus armeniaca* L., *Betula pendula* Roth та *Quercus robur* L. Вік цих насаджень становить 27 років, середня висота деревостану – 9 м, середній діаметр – 12 см та II клас бонітету. Відстань між рядами – 3,1 м, між деревами – 0,9 м, зімкнутість крон – 0,55. Травостій є мало видовим, розрідженим, з проєктивним покриттям 30%. Але наявні окремі ділянки з фрагментарним покриттям з *Teucrium chamaedrys* L., яке дорівнює 40–55%.

II ділянка – представлена насадженнями за участі *P. sylvestris*, вік яких становить 25 років. Середня висота деревостану – 7 м, середній діаметр – 21 см та III клас бонітету. Відстань між рядами – 2,8 м, між деревами – 0,8 м, зімкнутість крон – 0,65. Травостій має дуальний характер є маловидовим, розрідженим, з проєктивним покриттям 20%. Також є ділянки з фрагментарним травостоєм з *Teucrium chamaedrys* або *Galium odoratum* (L.) Scop. з проєктивним покриттям 60%.

III ділянка – представлена насадженням *P. sylvestris*, вік яких становить 27 років, середня висота – 9 м та середній діаметр – 20,6 см, II клас бонітету. Відстань між рядами – 3,1 м, між деревами – 1 м, зімкнутість крон – 0,6. Травостій є маловидовим, розрідженим, з проєктивним покриттям 20%.

IV та V ділянки представлені лісовими культурами змішаного типу за участі *P. sylvestris* та *B. pendula* і містяться на схилі західної експозиції 30–45°. Вік насаджень – 41 рік, середня висота – 12 м, середній діаметр – 60 см, I клас бонітету. Відстань між деревами – 1,8 м, між рядами – 4 м. Зімкнутість крон – 0,6.

На IV та V ділянках травостій є маловидовим, розрідженим, з проєктивним покриттям відповідно 15 і 30%. На V ділянці наявні окремі локуси зі значним покриттям *Teucrium chamaedrys* (40–55%).

VI та VII ділянки, які представлені лісовими культурами чистого типу, сформовані *P. sylvestris* і розміщені на схилі північної експозиції 30°. Вік насаджень становить 39 років. Висота сосни – 9,5 м, середній діаметр – 18 см, III клас бонітету.



Рис. 2. *Pulsatilla grandis* на зарослих сосною лучно-степових і степових ділянках

Fig. 2. *Pulsatilla grandis* in the meadow-steppe and steppe areas overgrown with pine

Відстань між деревами 1,2 м, між рядами – 3,4 м. Зімкнутість крон – 0,65.

Травостій на VI ділянці є маловидовим, розрідженим, з проєктивним покриттям 15%, але трапляються місця з проєктивним покриттям *Chelidonium majus* L. 35–40%.

На VII ділянці травостій є маловидовим, розрідженим, з проєктивним покриттям 25%. Фрагментарно представлений травостій з *C. majus*, *Urtica dioica* L., *Galium aparine* L. із покриттям 40–45%.

Варто підкреслити, що у міжрядях насаджень з відстанню 3–4 м, які сформовані на крутосхилах, рослинний покрив утворює покриття травостою 70–95%, тобто близьке до природного проєктивного покриття природної ділянки VIII, проте видова насиченість його значно нижча.

На ділянці VIII представлено угруповання асоціації *Festuco valesiacae-Caricetum humilis* Klika (1931) 1936 класу *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. 1943. Тут відмічено ряд видів созофітів, серед яких види із "Червоної книги України" (Chervona..., 2009): *Pulsatilla grandis* Wender., *P. pratensis* (L.) Mill., *Adonis vernalis* L., *Chamaecytisus albus* (Hacq.) Rothm., *Scutellaria verna* Besser, *Stipa capillata* L., а також регіонально рідкісні види Хмельницької обл.: *Anemone sylvestris* L., *Allium podolicum* Błocki ex Racib. & Szafer, *Sesleria heufleriana* Schur (Kataloh..., 1999; Lyubins'ka, 2013; Zelena..., 2009). Тут відмічені також *Silene dichotoma* Ehrh., *Viola collina* Besser, *Euphorbia cyparissias* L., *E. seguieriana* Neck., *Filipendula vulgaris* Moench., *Clematis integrifolia* L.,

Fragaria viridis Duch., *Prunus spinosa* L., *Astragalus onobrychis* L., *Securigera varia* (L.) Lassen, *Trifolium montanum* L., *T. repens* L., *Lotus ambiguus* Besser ex Spreng., *Knautia arvensis* L., *Scabiosa ochroleuca* L., *Salvia nemorosa* L., *S. verticillata* L., *S. pratensis* Lam., *S. nutans* L. agg., *Pyrethrum corymbosum* (L.) Scop., *Inula ensifolia* L., *Veronica spicata* L., *V. incana* L., *Anthericum ramosum* L., *Festuca valesiaca* Gaudin, *Teucrium chamaedrys*, *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng, *Potentilla arenaria* L., *Clematis recta* L., *Aster amelloides* Besser, *Leucanthemum vulgare* Lam. тощо.

Протиерозійні заходи, проведені на території НПП "Подільські Товтри" в 70–80-х рр. минулого століття, мали за мету сприяти скороченню поверхневого стоку й перетворенню його в ґрунтовий, а також забезпечити утримання вологи в ґрунті для подальшого оптимального розвитку рослинного покриву на дослідженій території. Проте, за нашими даними (Odukalets, 2012), штучно створені насадження *P. sylvestris* після досягнення 20-річного віку починають всихати, а їхнє природне поновлення активно поширюється на прилеглі території. На основі аналізу та оцінки хімічного складу ґрунту було висунуто декілька можливих причин, що призводять до таких наслідків.

На сучасний стан *P. sylvestris* і *P. pallasiana* вздовж схилів Дністра впливають такі фактори, як особливість ландшафту і будова та склад ґрунту, насамперед хімічний. Досліджені ґрунти достатньо забезпечені гумусом (2,05–3,63%), але мають низький вміст фосфору та високий – кальцію й магнію. На пригнічений стан соснових насаджень на території НПП "Подільські Товтри" впливає видовий склад присутніх інших видів, насамперед листяних порід, які за підвищених температур характеризуються інтенсивним розвитком вегетативних органів та створюють природну конкуренцію видам сосни у фітоценозі. Ущільнений ґрунт на ділянках перешкоджає нормальному росту сосни – життєві процеси проходять повільніше, затримується ріст коренів, погіршується постачання до них води й повітря, що може призводити до всихання сосни (Odukalets, 2015).

Як вже зазначалося, штучні насадження *P. sylvestris* в умовах НПП "Подільські Товтри" впливають на рослинний покрив лучних, лучно-степових ділянок. Вселення *P. sylvestris* до степових та лучно-степових угруповань, призводить до їхньої сукцесії та формування лісових фітоценозів, на що вказує розвиток рослинного покриву за

участі видів-сільвантів (*Fragaria vesca* L., *Lapsana communis* L., *Ligustrum vulgare*, *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Crataegus curvisepala* Gand., *Acer campestre* L.). Зміна екологічних умов через зміну середовища існування призводить до трансформації флори і рослинності.

Ділянка VIII, де вік насадження *P. sylvestris* становить 30–40 років, являла собою лучно-степовий схил, вкритий рослинністю з асоціацією *Festuco valesiacae-Caricetum humilis* (Cl. *Festuco-Brometea*) з участю рідкісного виду *Pulsatilla grandis* (рис. 2). Сьогодні на ділянці відмічені процеси трансформації лучно-степової рослинності в напрямку формування штучних лісових фітоценозів через заростання самосівом насадженої *P. sylvestris*.

Популяція *P. grandis* на ділянці VIII має правосторонній онтогенетичний спектр із переважанням генеративних особин. Більша частина насіння тут не проростає. Встановлено, що ця популяція має депресивний віталітетний тип (Lyubins'ka, 2013; Horbnyak, 2015). У місцях щільного заростання (6–12 шт. на 1 м²) молоді дерева призводять до загибелі різновікових особин рідкісного виду. Оскільки *P. grandis* – світлолюбний вид, то в затінку він значно рідше цвіте, а згодом взагалі припиняє цвітіння. Після чого тривалий час рослини можуть функціонувати у вегетативному стані, а потім зникають.

На основі порівняння отриманих показників чисельності популяцій виду у різні роки на ділянці VIII (табл. 1) встановлено, що за роки дослідження популяція *P. grandis* значно зменшилась.

Ділянки I, II, III характеризуються чисельним флористичним складом та значним проективним покриттям едифікатора, яким виступає сосна звичайна. Трав'яний покрив ділянок сформований переважно лучними видами: *Agrimonia eupatoria* L., *Dactylis glomerata* L., *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort., *Festuca valesiaca* Gaudin, *Poa trivialis* L., *Achillea submillefolium* Klokov & Krytzka. Такий комплекс видів свідчить про розвиток угруповань, тому ці ділянки за кожним із показників екологічних факторів добре диференціюються. З рис. 3 видно, що ділянки IV–VII мають вузьку амплітуду екологічних факторів, а це свідчить про більш сформований рослинний покрив. Ці ділянки не є гомеостазними угрупованнями і перебувають в процесі сукцесії, хоча є стабільнішими за ділянки I–III, які на початку формування являють собою площі, зарослі сосною з переважанням у трав'яному ярусі видів, що характерні первинним

Таблиця 1. Чисельність вікових груп у популяції *Pulsatilla grandis* на ділянці VIII (100 м²)
Table 1. The number of age groups of the *Pulsatilla grandis* population in area VIII (100 м²)

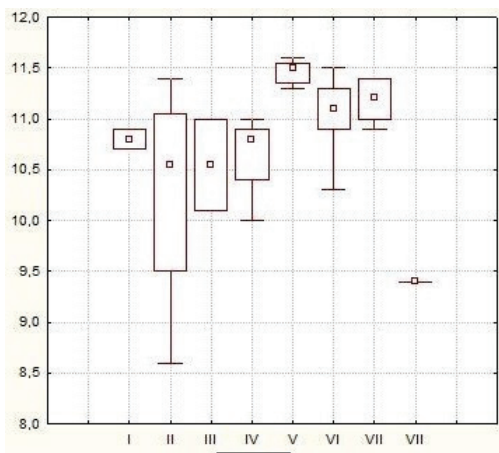
Роки	Онтогенетичні стани*					
	<i>j</i>	<i>im</i>	<i>v</i>	<i>g</i>	<i>s</i>	Всього
	Кількість особин, штук/100 м ²					
1995	85	62	24	32	11	214
1996	83	46	20	29	13	191
2001	26	23	20	21	16	106
2015	3	4	5	24	-	34

* *j* – ювенільний; *im* – іматурний; *v* – віргінільний; *g* – генеративний; *s* – сенільний.

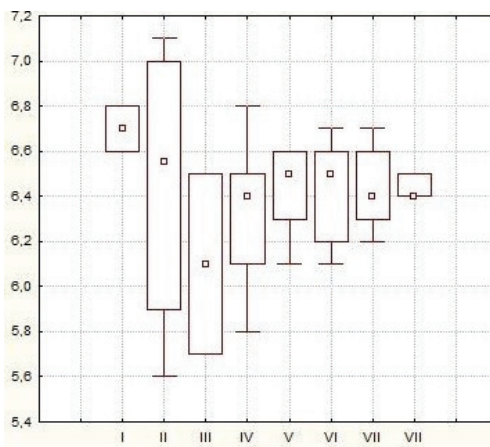
стадіям сукцесій лісових угруповань: *Veronica chamaedrys* L., *Galium aparine*, *Hieracium pilosella* L., *Ligustrum vulgare* L., *Euonymus europaeus* L., *Teucrium chamaedrys*.

Амплітуда коливання показників фактора вологості (Hd) для всіх досліджених ділянок не перевищує 1–4 бала, що свідчить про стенотопність даних угруповань. Найширшим градієнтом характеризуються ділянки: II (9,5–11,1 балів) та III (10,2–11,0 балів). Вони є субмезофітними, являють собою угруповання сухуватих лісо-лучних екотопів з помірним промочуванням кореневмісного шару ґрунту опадами й талими водами (W_{пр} = 75–90 мм). Найвужча амплітуда зафіксована на ділянках I (10,7–10,9 балів) та VI (11,3–11,6 балів), але остання характеризується найвищим рівнем зволоження ґрунту серед інших пробних ділянок і являє собою мезофітні угруповання свіжих лісо-лучних екотопів з повним промочуванням кореневмісного шару ґрунту опадами й талими водами (W_{пр} = 100–145 мм). Порівняно з ділянкою VIII, решта ділянок має значно ширшу амплітуду коливання Hd-фактора. Це пов'язано з тим, що ділянка VIII є лучно-степовою, де рівень вологості ґрунту має незначні коливання за рахунок розвиненого лише трав'яного покриву, на відміну від ділянок, насаджених сосною (рис. 3, а).

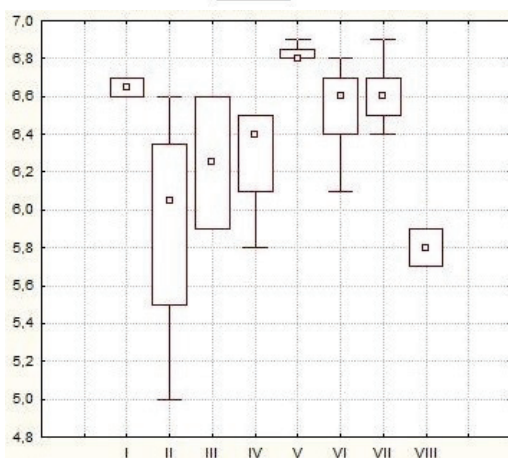
За показниками змінності зволоження (fH) ширина екологічної амплітуди не перевищує 2–3 бала, а ділянки є стенотопними. Ширшою амплітудою відзначаються ділянки III (5,7–6,5 балів) та II (5,6–7,1 балів), що мають строкатий рослинний покрив, з видів різних ценоморф: лісових (*Acer negundo* L., *Padus avium* Mill., *Robinia pseudoacacia* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Poa trivialis*, *Agrimonia eupatoria*, *Acer pseudoplatanus* L., *Fraxinus*



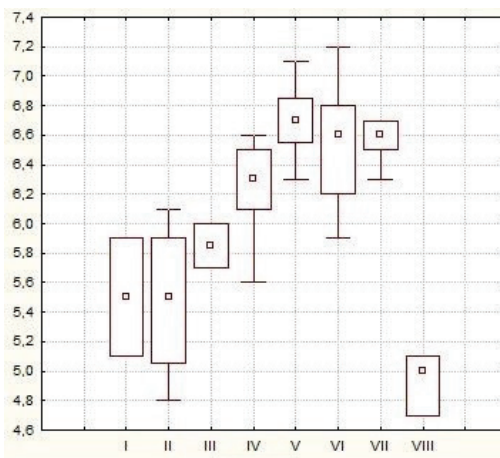
a Hd



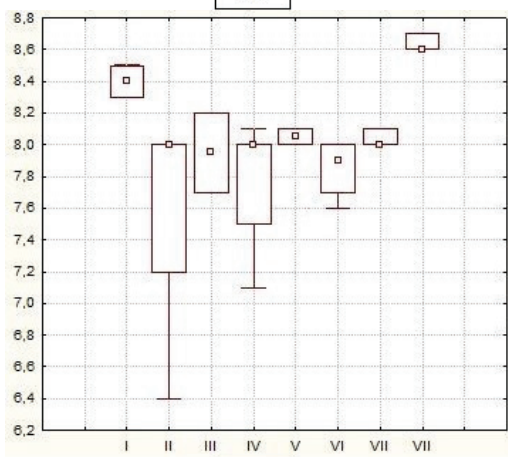
b fH



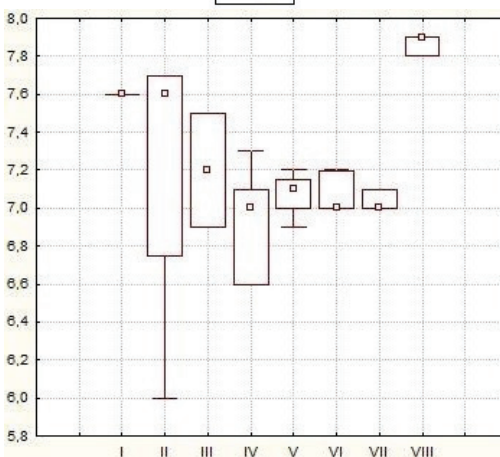
c Ae



d Nt



e Rc



f Sl

Рис. 3. Закономірності розподілу середніх показників провідних екофакторів досліджуваних ділянок: *a* – Hd (вологість); *b* – fH (змінність зволоження); *c* – Rc (кислотність ґрунту); *d* – Sl (загальний сольовий режим ґрунту); *e* – Ca (вміст карбонатів у ґрунті); *f* – Nt (вміст сполук азоту в ґрунті); *g* – Ae (аерація ґрунту); *h* – Tm (терморезим); *i* – Om (омброрезим); *j* – Kn (континентальність клімату); *k* – Cг (кріорезим); *l* – Lc (освітлення).

На осі абсцис позначені бали, на осі ординат – досліджені ділянки

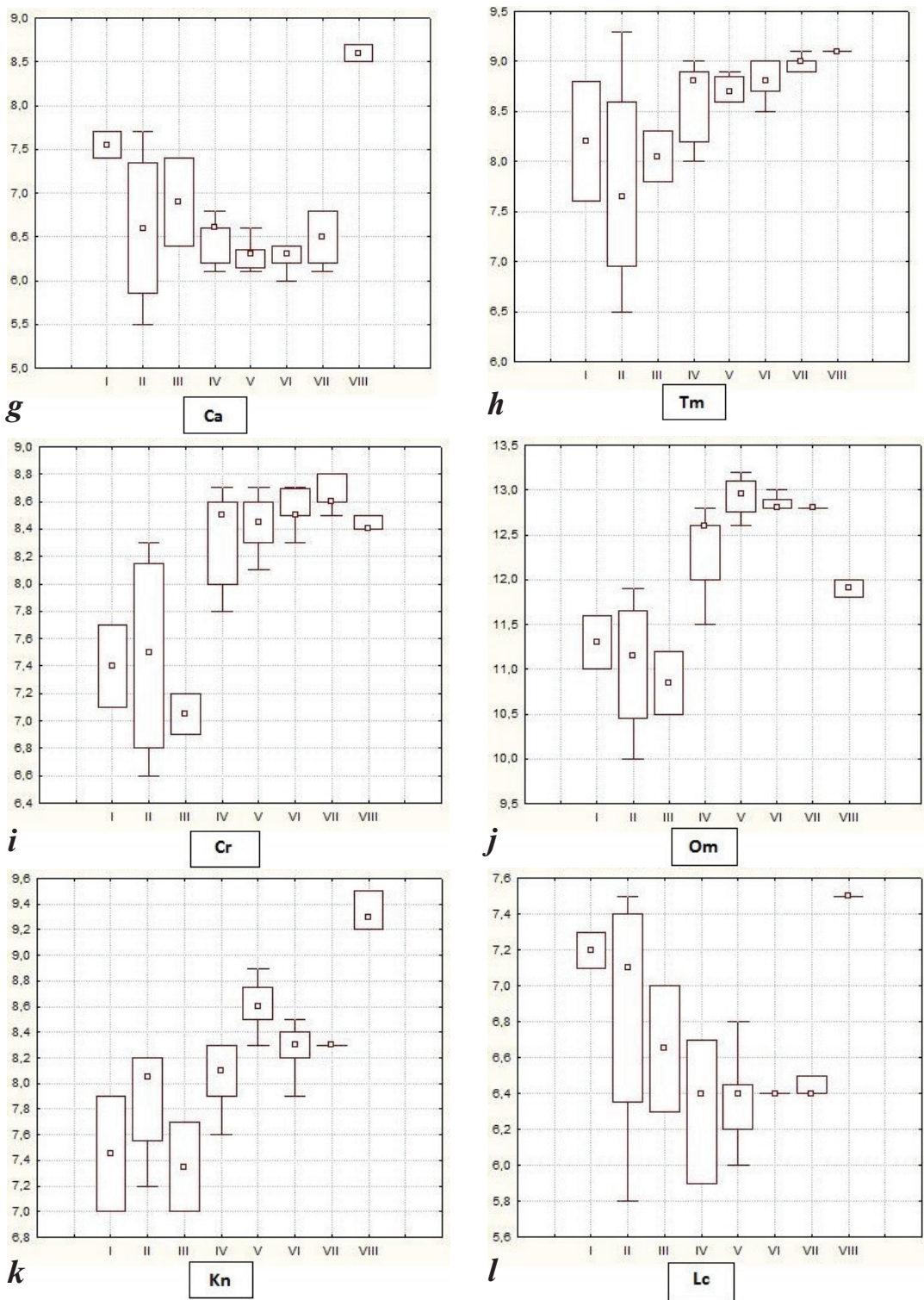


Fig. 3. Patterns of distribution of the average indicators of leading ecofactors in the studied areas: *a* – Hd (soil water regime); *b* – fH (variability of damping); *c* – Rc (soil acidity); *d* – Sl (total soil salt regime); *e* – Ca (carbonate content in soil); *f* – Nt (nitrogen content in soil); *g* – Ae (soil aeration); *h* – Tm (thermoregime); *i* – Om (ombroregime); *j* – Kn (continentality of climate); *k* – Cr (cryoclimate); *l* – Lc (light).

On abscissa axis points are marked, on ordinate axis – studied areas

excelsior L.), степових (*Plantago lanceolata* L., *Festuca valesiaca*, *Euphorbia cyparissias*, *Falcaria vulgaris* Bernh., *Eryngium campestre* L.); лучних (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg., *Dactylis glomerata*, *Achillea submillefolium*, *Artemisia absinthium* L., *Hieracium umbellatum* L.). Досліджені угруповання є гемігідроконтрастофобними та характерні для свіжих лісо-лучних екотопів з помірно нерівномірним зволоженням кореневмісного шару ґрунту при повному його промочуванні опадами й талими водами. Ділянка I має найвужчу амплітуду за даним фактором (6,6–6,8 балів), а ділянки IV–VII є гемігідроконтрастофілами, кореневмісний шар ґрунту в даних угрупованнях характеризується нерівномірними зволоженням при помірному або незначному промочуванні його опадами чи талими водами, трапляються на сухуватих лісо-лучних та лучно-степових екотопах з майже однаковою амплітудою коливання показників fH-фактора (6,1–6,6 балів). Ділянка VIII має вузьку амплітуду коливання змінності зволоження ґрунту та середні показники даного фактору по відношенню до решти ділянок із штучним насадженням сосни (рис. 3, b).

Підтвердженням рівня стабільності угруповань різних досліджуваних ділянок є і показники аерації ґрунтів (Ae), що тісно корелюють із попередніми, а їхнє коливання також не перевищує 2–3 бала. Ділянки III (5,0–6,6 балів) та II (5,9–6,6 балів) за відношенням до Ae-фактора є субаерофілами, і характеризуються значною аерованістю екотопів із включенням щебеню гірських порід та піску, що ростуть при незначному або помірному промочуванні кореневмісного шару ґрунту опадами й талими водами. На ділянці I екологічний фактор має дуже вузьку амплітуду (6,6–6,7 балів), а для решти ділянок показники аерації мають діапазон 5,8–6,9 балів, де крок амплітуди не перевищує 0,6 бала. По відношенню до Ae-фактора ці ділянки є геміаерофобами із помірною аерованістю сухих глинистих чи вологих піщаних ґрунтів з повним промочуванням кореневмісного шару ґрунту опадами чи талими водами або тимчасовим надмірним зволоженням даного шару ґрунтовими водами. Ділянка VIII має низькі показники та вузьку амплітуду коливання (рис. 3, c).

За едафічними показниками, які характеризують хімічні властивості ґрунту – Rc (рис. 3, e), SI (рис. 3, f) та Ca (рис. 3, g), рослинні угруповання всіх ділянок є стенотопними.

Амплітуда коливання показників кислотності Rc ґрунту для ділянок IV–VII становить 7,5–8,1 балів, для ділянок II, III – 7,2–8,2, а ділянка I має найвищі показники даного фактора, але вузьку амплітуду (8,3–8,5 балів). Угрупування цих ділянок є субацидофільними і формуються на слабкокислих ґрунтах з рН 5,5–6,5. Ділянка VIII має найвищі показники Rc порівняно з рештою ділянок, але амплітуда коливання цього фактора незначна.

Сольовий режим ґрунту (SI) для ділянок IV–VII не перевищує 6,6–7,2 балів. Показники SI-фактора для ділянок II, III становлять 6,7–7,7 балів, а ділянка I – 7,6 бала. За показниками даного фактора угруповання на всіх ділянках є семіевтрофними. Найвищі та вузькі показники відмічено на ділянці VIII.

Показник карбонатності ґрунтів (Ca) для всіх ділянок становить 6,2–6,8 балів, що свідчить про акарбонатфільність угруповань, тобто вона зростають у нейтральних умовах і витримують незначний вміст карбонатів у ґрунті. З'ясовано, що нестабільні ділянки характеризуються вищими показниками факторів Rc, SI і Ca та ширшою їхньою амплітудою, а за шириною екологічної амплітуди угруповання на цих ділянках є стенотопними. Рівень карбонатності ґрунтів для ділянок II і III становить 5,5–7,7 балів. Вужча амплітуда та вищі показники Ca-фактора відмічені на ділянці I (7,4–7,7 балів). За показниками даного фактора угруповання на всіх ділянках є гемікарбінатофобними й уникають карбонатних субстратів (CaO, MgO = 0,5%), тоді як угруповання ділянки VIII є гемікарбонатфільними і зростають на субстратах із вмістом карбонатів 1,5–5,0%. Отже, на ділянці VIII угруповання характеризуються високими показниками Ca-фактора й вузькою амплітудою.

За дослідженими едафічними факторами значення екологічних показників (змінність зволоження та аерація ґрунту) для VIII степової ділянки знаходяться в межах екологічної амплітуди заліснених ділянок. А фактори кислотності ґрунту (Rc) та вмісту карбонатів (Ca) є диференціюючими та лімітуючими для сосни звичайної.

За показниками омброрежиму (Om) (рис. 3, j) та континентальності (Kn) (рис. 3, k) всі ділянки диференціюються подібно до попередніх екологічних факторів. Приблизно однакові значення показників цих екологічних факторів мають ділянки I–III: Kn становить 0,7–8,2 балів,

От – 10,0–11,9. За фактором омброрежиму вони є субаридофітами. Амплітуда коливання показників Кп-фактора для ділянок IV–VII дорівнює 7–9 балів та От-фактора вона становить 10,5–13,2 балів; за цими показниками угруповання є субомброфітами. Показник Кп для ділянки VIII перевищує значення всіх інших порівнюваних ділянок, за От-фактором амплітуда коливання вузька, показники середні по відношенню до решти ділянок.

Показники кріорежиму (Cr) (рис. 3, i) на ділянках I–III також відрізняються і становлять 6,6–8,0 балів. Для ділянок IV–VII вони дорівнюють 6,9–8,8 балів. Показники даного фактора на ділянці VIII найнижчі серед порівнюваних і мають вузьку амплітуду коливання.

Важливою з екологічної точки зору є оцінка ділянок за кліматичними показниками. Найтеплішими ділянками є IV–VII, які мають високі показники терморежиму (Tm) (рис. 3, h) і незначну амплітуду коливання (8,2–9,0 балів). Широка амплітуда та нижчі показники Tm-фактора відмічені на ділянках I–III (7,6–9,3 балів). Діапазон коливання фактора терморежиму для ділянки VIII є вузьким, але показники високі. Це свідчить про те, що рослинність на даній ділянці розвивається за умов високих температур.

Рівень освітленості (Lc) (рис. 3, l) має різні показники: для ділянок IV–VII характерні низькі показники із незначною амплітудою коливання (5,9–6,8 балів). Ділянки I–III мають вищі показники із ширшою амплітудою коливання (5,8–7,5 балів). Значення амплітуди степової VIII ділянки свідчать про те, що вона є найбільш освітленою.

Висновки

Проведені дослідження показують, що під впливом насаджень *Pinus sylvestris* відбувається зміна екологічних умов лучно-степових та степових фітоценозів НПП "Подільські Товтри". На основі синфітоіндикаційної оцінки досліджених ценозів встановлено, що досліджені насадження являють собою стенотопні угруповання і характерні для свіжих лісо-лучних екотопів, а фактори кислотності ґрунту та вмісту карбонатів є диференціюючими та лімітуючими для сосни звичайної. З'ясовано, що під наметом сосни, залежно від віку й стану едифікатора спостерігаються процеси трансформації лучно-степових і степових ценозів у штучні лісові. Вселення *P. sylvestris* до степових та лучно-степових угруповань призводить до їхньої сукцесії та формування лісових фітоценозів.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Chervona knyha Ukrainy. Roslynnnyi svit (Red Data Book of Ukraine. Plant Kingdom)*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Hlobkonsaltnynh, 2009, 912 pp. [*Червона книга України. Рослинний світ*. Гол. ред. Я.П. Дідух. Київ: Глобалконсалтинг, 2009, 912 с.].
- Hennekens S.M., Schaminée J.H. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *J. Veget. Sci.*, 2001, 12(4): 589–591. <http://dx.doi.org/10.2307/3237010>
- Horbnjak L.T. *Pulsatilla grandis Wender. in Ukraine (chorology, ecological-phytocoenotic peculiarities, populations and conservation)*: Cand. Sci. Diss. Abstract. Kyiv, 2015, 20 pp. [Горбняк Л.Т. *Pulsatilla grandis Wender. в Україні (хронологія, еколого-ценотичні особливості, популяції та охорона)*: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.05 "Ботаніка". Київ, 2015, 20 с.].
- Kataloh vydiv flory i fauny Ukrainy, zanesenykh do Bernskoyi konvenciji pro okhoronu dykoj flory i fauny ta pryrodnykh seredovyshch isnuvannya v Yevropi*. Ed. V.I. Chopyk. Kyiv, 1999, 13 pp. [*Каталог видів флори і фауни України, занесених до Бернської конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі*. Ред. В.І. Чопик. Київ, 1999, 13 с.].
- Lyubinska L.H. *Naukovizapysky Ternopilsk. nats. pedahoh. univ. Ser. Biolohiya*, 2013, 2(51): 93–98. [Любінська Л.Г. Динаміка і антропогенна трансформація рослинності НПП "Подільські Товтри". *Наук. зап. Тернопільськ. нац. педаг. ун-ту. Сер. Біологія*, 2013, 2(51): 93–98].
- Lyubinska L.H. *Ukr. Bot. J.*, 1988, 45(4): 68–70. [Любінська Л.Г. Біологічні особливості *Pulsatilla grandis* Wend. в умовах Кам'янецького Придністров'я. *Укр. бот. журн.*, 1988, 45(4): 68–70].
- Lyubinska L.H., Odukalets' I.O., Musiyenko M.M. *Naukovy visnyk Chernivets'k. un-tu. Ser. Biolohiya*, 2010, 2(4): 63–66. [Любінська Л.Г., Одукалець І.О., Мусієнко М.М. Особливості насаджень *Pinus sylvestris* L. в НПП "Подільські Товтри". *Наук. вісн. Чернівецьк. ун-ту. Сер. Біологія*, 2010, 2(4): 63–66].
- Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*. Kiev, 1999, xxiii + 345 pp.
- Mylkina L.Y. *The indigenous forests of the north-eastern macroslope of the Ukrainian Carpathians (phytocoenotic structure, spreading, ecological bases of restoration and protection)*: Dr. Sci. Diss. Abstract. Lvov, 24 pp. [Милкіна Л.Ю. *Коренні ліси северо-восточного макросклона Українських Карпат (фітоценотична структура, розповсюдження, екологічні основи встановлення і охорони)*: автореф. дисс. ... д-ра біол. наук. Львов, 1987, 24 с.].
- Odukalets' I.O., Musiyenko M.M. *Biol. visnyk Melitopolsk. derzh. pedahoh. un-tu*, 2012: 108–115. [Одукалець І.О., Мусієнко М.М. Стан видів роду *Pinus* L. в залежності від вмісту елементів мінерального живлення в Національному природному парку "Подільські Товтри". *Біол. вісн. Мелітопольськ. держ. педагог. ун-ту*, 2012: 108–115].

- Odukalets I.O., Musiienko M.M., Olkhovych O.P. *Visnyk Kyiv. nats. un-tu*. Ser. Biologiya, 2015, 1(69): 38. [Одукалец І.О., Мусяненко М.М., Ольхович О.П. Дослідження причин всихання *Pinus sylvestris* L. в штучних соснових насадженнях НПП "Подільські Товтри". *Вісн. Київ. нац. ун-ту*. Сер. Біологія, 2015, 1(69): 38].
- Ofitsiyni perehlyk rehionalno ridkisnykh roslyn administratyvnykh terytorii Ukrainy*. Eds T.L. Andriienko, M.M. Perehrym. Kyiv: Alterpress, 2012, 148 pp. [Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України. Ред. Т.Л. Андрієнко, М.М. Перегрим. Київ: Альтерпрес, 2012, 148 с.].
- Proekt lisov poriadkuvannia natsionalnoho pryrodnoho parku Podilski Tovtry Khmelnytskoi oblasti. Poiasnuvalna zaruska*, Irpin, 2009, pp. 51–53. [Проект лісовпорядкування національного природного парку "Подільські Товтри" Хмельницької області. Пояснювальна записка. Ірпін, 2009, с. 51–53].
- Proekt orhanizatsiyi terytorii natsionalnoho pryrodnoho parku Podilski Tovtry, okhorony, vidtvorennia ta rekreatsiinoho vykorystannia yoho pryrodnykh kompleksiv ta obiektiv*. Kyiv, 2012, vol. 1, 263 pp. [Проект організації території національного природного парку "Подільські Товтри", охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів та об'єктів. Київ, 2012, т. 1, 263 с.].
- Rabotnov T.A. *Bull. MOIP*. Otd. Vyol., 1975, 80(2): 5–17. [Работнов Т.А. Изучение ценотических популяций в целях выяснения "стратегии жизни" видов растений. *Бюлл. МОИП*. Отд. Биол., 1975, 80(2): 5–17].
- Serebryakov I.N. In: *Polevaya heobotanyka*. Moscow; Leningrad: Nauka, 1964, vol. 8, pp. 146–202. [Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение. В кн.: *Полевая геоботаника*. М.; Л.: Наука, 1964, т. 8, с. 146–202].
- Svyrydenko V.Ye. In: *Lisivnytstvo (Forestry)*. Eds V.Ye. Sviridenko, O.H. Bababich, L.S. Kyrychok. Kyiv, 2005, pp. 101–120. [Свириденко В.Є. В кн.: *Лісівництво*. Ред. В.Є. Свириденко, О.Г. Бабабіч, Л.С. Киричок, Київ, 2005, с. 101–120].
- Uranov L.A. *Ontogenez i vozrastnoy sostav populyatsiy tsvetkovykh rasteniy*. Moscow: Nauka, 1967, 156 pp. [Уранов Л.А. *Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений*. М.: Наука, 1967, 156 с.].
- Zelena knyha Ukrainy (Green Data Book of Ukraine)*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Alterpress, 2009, 448 pp. [Зелена книга України. Ред. Я.П. Дідух. Київ: Альтерпрес, 2009, 448 с.].
- Zhilyaev G.G. *Zhiznesposobnost populyatsiy rasteniy*. Lvov: LPMNANU, 2005, 304 pp. [Жиляев Г.Г. *Жизнеспособность популяций растений*. Львов: ЛПМ НАНУ, 2005, 304 с.].
- Zlobyn Yu.A. *Printsipy i metody izucheniya tsenoticheskikh populyatsiy rasteniy*. Kazan: Izd-vo Kazan. univ., 1989, 146 pp. [Злобин Ю.А. *Принципы и методы изучения ценотических популяций растений*. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989, 146 с.].

Рекомендує до друку
І.А. Коротченко

Надійшла 11.09.2017

Одукалець І.О.¹, Коротка І.А.², Пашкевич Н.А.³, Любінська Л.Г.⁴, Горбняк Л.Т.¹ **Трансформація рослинного покриву та зміна екологічних умов під впливом насаджень *Pinus sylvestris* (*Pinaceae*) в Національному природному парку "Подільські Товтри"**. Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 59–69.

¹ Національний природний парк "Подільські Товтри" пл. Польський ринок, 6, Кам'янець-Подільський 32301, Україна

² Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна

³ Інститут еволюційної екології НАН України вул. акад. Лебедева, 37, Київ 03143, Україна

⁴ Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка вул. Івана Огієнка, 61, Кам'янець-Подільський 32300, Україна

Досліджено зміни екологічних умов лучно-степових та степових фітоценозів під впливом насаджень *Pinus sylvestris* на території Національного природного парку "Подільські Товтри". Проаналізовано екологічні умови досліджених ділянок та їхнє флористичне насичення, яке сформувалося в результаті сукцесії. Здійснено еколого-ценотичне порівняння ксерофітних трав'яних і лісових угруповань за участі *P. sylvestris*. Показано, що ділянки I–III на початковому етапі формування являють собою площі, зарослі сосною з переважанням у трав'яному ярусі видів, що характерні первинним стадіям сукцесії лісових угруповань. Виявлено, що ділянки IV–VII мають вузьку амплітуду екологічних факторів і більш сформований рослинний покрив. Встановлено, що амплітуда коливання показників фактора вологості для всіх досліджених ділянок свідчить про стенопотність даних угруповань, які характерні для свіжих лісо-лучних екотопів. Виявлено, що показники аерації ґрунтів тісно корелюють із показниками вологості. Показник карбонатності для всіх ділянок свідчить про формування угруповань у нейтральних умовах. За дослідженими едафічними факторами значення екологічних показників змінності зволоження та аерації ґрунту для VIII степової ділянки знаходяться в межах екологічної амплітуди заліснених ділянок. Показано, що фактори кислотності ґрунту та вмісту карбонатів є диференціюючими та лімітуючими для сосни звичайної. Досліджено, що найтеплішими за показниками фактора терморезиму та найменш освітленими за показниками фактора освітленості є IV–VII ділянки, а ділянка VIII є найосвітленішою. Здійснено аналіз впливу насаджень *P. sylvestris* на відтворення рідкісних видів. Показано, що на ділянках до насадження *P. sylvestris* тут були відмічені угруповання асоціації *Festuco valesiacaе-Caricetum humilis* (Cl. *Festuco-Brometea*) за участі рідкісних видів, в т. ч. *Pulsatilla grandis*.

Ключові слова: *Pinus sylvestris*, трансформація, екологічні умови, синфітоіндикація, насадження, сукцесія, Національний природний парк "Подільські Товтри"

Одукалец И.А.¹, Короткая И.А.², Пашкевич Н.А.³, Любинская Л.Г.⁴, Горбняк Л.Т.¹ **Трансформация растительного покрова и изменение экологических условий под влиянием насаждений *Pinus sylvestris* (*Pinaceae*) на территории Национального природного парка "Подольские Товтры"**. Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 59–69.

¹ Национальный природный парк "Подольские Товтры" пл. Польский рынок, 6, Каменец-Подольский 32301, Украина

² Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины ул. Терещенковская, 2, Киев 01004, Украина

³ Институт эволюционной экологии НАН Украины ул. акад. Лебедева, 37, Киев 03143, Украина

⁴ Каменец-Подольский национальный университет им. Ивана Огиенко ул. Ивана Огиенко, 61, Каменец-Подольский 32300, Украина

Исследованы изменения экологических условий лугово-степных и степных фитоценозов под влиянием насаждений *Pinus sylvestris* на территории Национального природного парка "Подольские Товтры". Проанализированы экологические условия исследованных участков и их флористическое насыщение, которое сформировалось в результате сукцессии. Осуществлено эколого-ценотическое сравнение ксерофитных травяных и лесных сообществ с участием *P. sylvestris*. Показано, что участки I–III на начальном этапе формирования представляют собой площади, заросшие сосной с преобладанием в травяном ярусе видов, характерных первичным стадиям сукцесий лесных сообществ. Определено, что участки IV–VII имеют узкую амплитуду экологических факторов и более сформированный растительный покров. Установлено, что амплитуда колебания показателей фактора влажности для всех исследованных участков свидетельствует о стенопотности данных сообществ, которые характерны для свежих лесо-луговых экотопов. Обнаружена тесная корреляция показателей аэрации почв с показателями влажности. Показатель карбонатности для всех участков свидетельствует о формировании сообществ в нейтральных условиях. По исследованным эдафическим факторам значения экологических показателей изменчивости увлажнения и аэрации почвы для VIII степного участка находятся в пределах экологической амплитуды лесных участков. Показано, что факторы кислотности почвы и содержания карбонатов являются дифференцирующими и лимитирующими для сосны обыкновенной. Доказано, что самыми теплыми по показателям фактора терморезима и наименее освещенными по показателям фактора освещенности являются IV–VII участки, а участок VIII – наиболее освещенным. Проведен анализ влияния насаждений сосны на воспроизводство редких видов. Показано, что на участках до насаждения *P. sylvestris* здесь были отмечены сообщества ассоциации *Festuco valesiacaе-Caricetum humilis* (Cl. *Festuco-Brometea*) с участием редких видов, в т. ч. *Pulsatilla grandis*.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris*, трансформація, екологічні умови, синфітоіндикація, насадження, сукцесія, Національний природний парк "Подольські Товтри"



doi: 10.15407/ukrbotj75.01.070

Luzula spicata (Juncaceae) in the Ukrainian Carpathians: on the brink of extinction

Yuriy KOBIV

Institute of Ecology of the Carpathians, National Academy of Sciences of Ukraine
4, Kozelnytska Str., Lviv 79026, Ukraine
Botanical Garden of Ivan Franko National University of Lviv
44, Cheremshyny Str., Lviv 79014, Ukraine
ykobiv@gmail.com

Kobiv Y. *Luzula spicata* (Juncaceae) in the Ukrainian Carpathians: on the brink of extinction. Ukr. Bot. J., 2018, 75(1): 70–76.

Abstract. Historical records on distribution of *Luzula spicata* in the Ukrainian Carpathians from past publications and herbarium specimens were analyzed. This arctic-alpine species formerly occurred at the uppermost elevations in three mountain massifs: the Chornohora, Marmarosh and Chyvchyny Mts. It was confined to acidic sandstone and conglomerate rocks on mountain summits and ridges with the lowest thermal conditions. Thorough recent surveys of all the eight previously documented localities allowed to reconfirm the occurrence of *L. spicata* in one station only, namely near the summit of Mt. Pip Ivan (1990 m a.s.l.) in the Chornohora Mts where its small population has survived. Apparently, the species has become extirpated elsewhere in the Ukrainian Carpathians. A map of current and extinct localities is provided, as well as an image of the recent herbarium specimen. *Luzula spicata* is one of the most cryophilic species of the Carpathian flora and its Ukrainian localities refer to the lower limit of the species altitudinal range. Therefore, its decline and extinction can be attributed to climate change that has also been reported from other mountain systems of Europe. Analysis of past data showed that most probably the species has already been gradually dying off since the end of the so-called "Little Ice Age" (i.e. 100–150 years ago) that was followed by progressive warming. *Luzula spicata* is a poorly competitive species confined to rocky habitats with scarce vegetation cover. It is vulnerable both to the direct impact of warming and to replacement by taller graminoids or dwarf shrubs encroaching on the alpine habitats in the course of the climate-induced succession. Because *L. spicata* is on the brink of extinction, it should be included in the next edition of the *Red Data Book of Ukraine* as Critically Endangered (CR).

Keywords: cryophilic species, climate change, locality, extinction, Carpathians

Introduction

Assessment of current conservation status of rare and endangered species, as well as determining the level of threat to them require repeated surveys of their known localities, which enable to reveal dynamic trends in their populations. However, many plant species listed in the *Red Data Book of Ukraine* (Chervona knyha Ukrainy..., 2009) lack such comprehensive data, which also refers to other rare species. That fully concerns the Carpathian region where inventories are most hard to perform because of poor accessibility of some high-mountain areas.

This article is supposed to fill that gap with regard to one oreophytic species – *Luzula spicata* (L.) DC. The aim of the study was to check the known localities of the species and to define its current status. Another goal was to find out whether the species still occurs in the

Ukrainian Carpathians because reasonable doubts in its survival have been expressed (Olshanskyi, 2014; Kobiv et al., 2017).

Luzula spicata is an arctic-alpine species spread in the north of America and Europe, as well as in the temperate zone at upper elevations in the mountains of North America, Eurasia and North Africa (Atlas Mts).

The species is rather polymorphic and its several subspecies have been defined in Europe (Kirschner, 2002). In the Carpathians, it is represented by *L. spicata* subsp. *conglomerata* (W.D.J. Koch) Murr (= *L. spicata* subsp. *mutabilis* Chrtek & Křisa), a subspecies with disjunct distribution, which also occurs in the Pyrenees, Alps, Swiss Jura and Northern Apennines (Chrtek, Křisa, 1962, 1980; Kirschner, 2002).

In the Carpathians, *L. spicata* is the only representative of the section *Alpinae* (Chrtek, Křisa, 1962, 1980; Kirschner, 2002) and is well-distinguishable for its

© Yu. KOBIV, 2018



Fig. 1. A recent herbarium specimen of *Luzula spicata* from Mt. Pip Ivan in the Chornohora Mts

spike-like nodding inflorescence (Fig. 1) differing from other native species of *Luzula* DC.

Materials and methods

Past publications and available herbarium data on *Luzula spicata* in the Ukrainian Carpathians have been analyzed. In total, I found 10 corresponding herbarium sheets: 9 – in Polish herbaria of Cracow (*KRAM*, *KRA*), and 1 – in Lviv (*LWS*).

Historical records were checked in the Chornohora (in 2015, 2016, and 2017), Marmarosh (2016) and Chyvchyny Mts (2012) during field research. Suitable rocky and low-sward alpine habitats were thoroughly surveyed in search of the species in its previously documented localities and their vicinity.

The collected specimen (Fig. 1) is deposited at the Herbarium of the M.G. Kholodny Institute of Botany, Kyiv (*KW*).

Results and discussion

Previous data on distribution in Ukraine. *Luzula spicata* is mentioned in the main floristic compendia regarding the Ukrainian Carpathians (Krechetovych, Barbarych, 1950; Chopyk, 1976; Vyznachnyk roslyn..., 1977).

However, information on the species occurrence is based merely on original historical data from the second half of the 19th – first half of the 20th century. The first author to record *L. spicata* in the part of the Carpathians, which now belongs to Ukraine, was Rehman (1873) who reported it from several highest summits of the Chornohora ridge – Mts Hoverla, Rebra, Brebeneskul and Pip Ivan.

Zapałowicz (1889), who performed the most comprehensive floristic inventory of the Chornohora in the 1880s, reconfirmed the species occurrence on Mts Pip Ivan and Rebra and documented its exact location.

Localities of *L. spicata* in the Chornohora Mts were also proved by herbarium specimens gathered in the 1930s by Maǰalski at high altitudes (≥ 1910 m a.s.l.) on Mts Pip Ivan, Gutyn-Tomnatyk and Turkul. The herbarium labels indicate the location of these stations quite explicitly.

In addition, the species was reported by Zapałowicz (1889) from the Marmarosh range, namely from Mt. Pip Ivan Marmaroskyi. Its elevation (1940 m a.s.l.) corresponds to the very top of the mountain.

Another series of the species records refers to the summit of Mt. Hnetiesa in the Chyvchyny Mts, where it was discovered by Wołoszczak (1888) in the late 19th

century. That locality was reconfirmed later by a number of herbarium specimens gathered mostly in the 1930s. Moreover, in Pawłowski and Walas' (1949) publication on the vegetation of the Chyvchyny Mts *L. spicata* is listed in the phytosociological relevé of the community *Cetrario-Festucetum airoidis* (alliance *Juncion trifidi*) from the saxicolous locality. Comments in the above publications and on the herbarium labels show that all this set of data refers to the conglomerate rock at the Ukrainian-Romanian border on the very top of Mt. Hnetiesa at 1760–1765 m a.s.l.

Thus, there are reliable historical data on the past occurrence of *L. spicata* in three mountain ranges of the Ukrainian Carpathians: the Chornohora, Marmarosh and Chyvchyny Mts (Fig. 2). While in the former two ranges the species is known from the high elevations in the alpine zone (> 1900 m a.s.l.), its locality in the Chyvchyny Mts can be regarded as subalpine.

Luzula spicata was also erroneously mentioned for the town of Chernivtsi by Tkachyk (2000), which resulted from misidentification of the herbarium specimen.

Ecological requirements. According to European compendia on ecological values of plants (Landolt, 1977; Ellenberg et al., 1992; Zarzycki et al., 2002), *L. spicata* is a highly specialized oreophyte and can be regarded as one of the most cryophilic species of the Carpathian flora. In the Carpathians, its ecological optimum and distribution range correspond to conditions of the subnival and upper alpine zones (Mirek, 1989).

Dahl (1998) stated that the main factor that determines the lower or southernmost limits of distribution of many cryophilic species is maximum summer temperature. He claimed that critical maximum summer temperature for *L. spicata* is $+24^{\circ}\text{C}$, therefore climate warming should lead to the decline on the trailing (i.e. lower) edge of its distribution.

All the mentioned localities of *L. spicata* in the Ukrainian Carpathians have been reported from the uppermost parts of the mountains, i.e. their summits or ridges where the temperature is the lowest. The fact that most of the species localities have been documented in the Chornohora can be explained by the highest elevation of that range and, consequently, the lowest thermal conditions, which are crucial for that cryophilic species. However, these sparse suitable sites that comply with ecological requirements of *L. spicata* referred to the lowermost limits of the species altitudinal range as follows from its distribution in the Alps (Pauli et al., 2007; Frei et al., 2010) and Western Carpathians (Mirek, 1989). Therefore, climate warming, which has

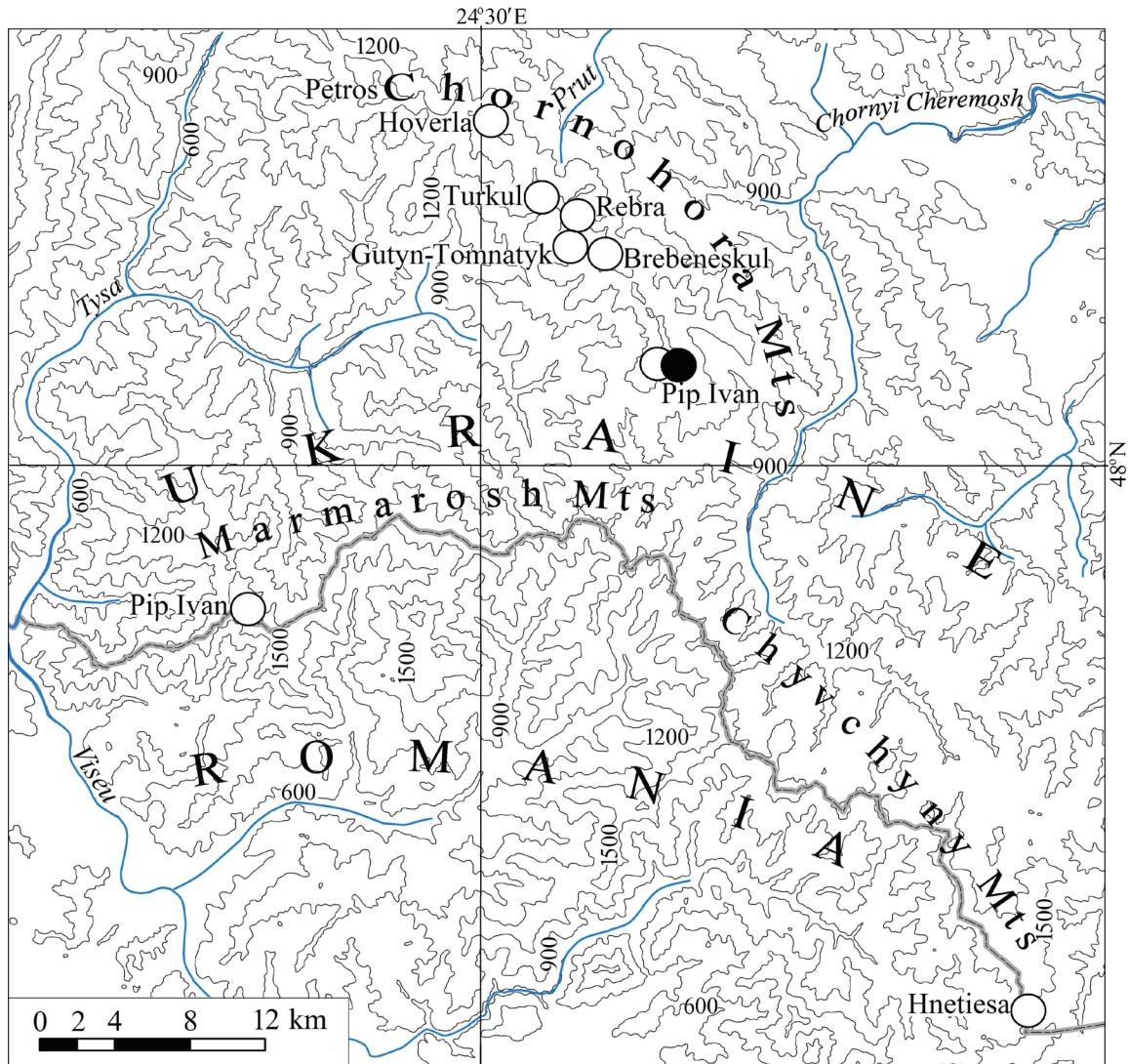


Fig. 2. Distribution of *Luzula spicata* in the Ukrainian Carpathians: ● – current locality; ○ – extinct localities

been confirmed for the Carpathians lately (Spinoni et al., 2015) should have been causing the decline and extinction of that cryophilic species that has no available habitats to colonize.

The above-mentioned past publications and herbarium labels show that *L. spicata* in the Ukrainian Carpathians is a saxicolous species confined to sandstone and conglomerate rocks. It is defined as a characteristic species for the acidophilic syntaxonomic order *Caricetalia curvulae* and alliance *Juncion trifidi* (Matuszkiewicz, 2002). As follows from phytosociological prodromes of some Carpathian countries (Moravec, 1995; Matuszkiewicz, 2002), *Luzula spicata* is often associated with other markedly

cryophilic alpine species – *Agrostis rupestris* All. and *Oreochloa disticha* (Wulfen) Link, whose negative dynamics was reported recently (Kyyak, 2013; Kobiv, 2017) and can also be explained by the adverse impact of climate change.

Current status and conservation implications. All the eight previously documented localities of *Luzula spicata* – 6 in the Chornohora, 1 – in the Marmarosh and 1 – in the Chyvychny Mts (Fig. 2) were checked during the surveys. However, despite the thorough search in these and nearby suitable habitats, I managed to find the species in one locality only. It is situated in the alpine zone on the flat south-eastern ridge of Mt. Pip Ivan in the Chornohora Mts at 1990 m a.s.l. (48°02'46"N,

24°37'58"E) about 400 m from the summit. The species occurs on the southern aspect of a sandstone rock on about 10 m². The population is low-numbered and included only 6 flowering individuals in August 2017. The largest tufts cover up to 15 cm². The number of vegetative individuals could hardly be estimated because they can be confused with those of the other graminoids. Vegetation cover at the site amounts to 25 % and is formed by the following species with corresponding grades of the Braun-Blanquet scale: *Luzula spicata* – +, *Festuca airoides* Lam. – 2, *Juncus trifidus* L. – 1, *Carex atrata* L. – +, *Hieracium alpinum* L. – +, *Campanula kladniana* (Schur) Witasek – +, *Racomitrium canescens* (Hedw.) Brid. – 2, *Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr. – 1. The size of that population of *L. spicata* is critically small and does not ensure its further survival even in the mid-term perspective. Apparently, the population is merely a remnant of formerly much larger entity, which once inhabited several ridges at the summit of Mt. Pip Ivan above 1980 m a.s.l. as follows from Zapałowicz's (1889) records and herbarium labels (KRAM 2745, 6209, 80235). These numerous historical data imply that this population could be the largest in the Ukrainian Carpathians in the past, which enabled it to survive until now.

Thus, the surveys carried out in the previously known localities showed that most probably *L. spicata* has declined significantly in its remaining locality on Mt. Pip Ivan in the Chornohora Mts and died out elsewhere in the Ukrainian Carpathians due to unfavorable climate warming impact, while thermal conditions in its scarce habitats got beyond the ecological range of that cryophilic species. The species is on the brink of extinction in Ukraine and its long-term survival in the region is problematic.

Luzula spicata is a poorly competitive saxicolous species confined to rocky habitats with scarce vegetation cover. It is vulnerable to replacement by taller graminoids or dwarf shrubs ingressing into the alpine habitats in the course of the climate-induced succession.

It is remarkable, that the old authors who surveyed the Carpathians in the 19th century found the localities of *L. spicata* more often than their successors. For instance, Rehman (1873) after his rather brief investigation of the Chornohora Mts managed to report it from as much as four summits (see above). In addition, Deyl (1940), who performed the most comprehensive survey of the flora of Mt. Pip Ivan Marmaroskyi in the 1930s, did not mention *L. spicata*, though he could hardly miss it making a set of relevés on the top of that mountain where it had occurred in the late 19th century (Zapałowicz, 1889).

Such a decreasing trend in the species findings could indicate that it has already been gradually dying off since the end of the so-called "Little Ice Age" (i.e. 100–150 years ago) that was followed by progressive warming (Free, Robock, 1990). The lack of the species records in the Ukrainian Carpathians since World War II shows that most possibly it has become extremely rare in the region by the second half of the XX century.

Upward shifts in the species distribution and decline at its lower limit have been documented in the Alps recently (Pauli et al., 2007; Frei et al. 2010).

In the Ukrainian Carpathians, *L. spicata* is not only ecologically marginal (i.e. restricted to atypically low elevations), but also geographically peripheral, because it occurs at the north-eastern limit of the species distribution in Central Europe (Kobiv, 2017). Its closest to Ukraine localities are situated ca. 30 km westwards from the state border, in the Rodna Mts, Romanian Carpathians (Grințescu, 1966). Therefore, partial or total extinction of *L. spicata*, as well as other cold-demanding alpine species (*Agrostis rupestris*, *Saxifraga oppositifolia* L., *S. pedemontana* All.) in the Ukrainian Carpathians leads to considerable contraction of their geographical ranges (Kobiv, 2017). This proves that climate change is a significant factor of biodiversity loss in the European scale, which particularly concerns alpine ecosystems.

Luzula spicata is on the Red List of the Czech Republic as "Critically Endangered" (Grulich, 2012), because it has been declining in the Sudeten Mts where it occurs at comparatively low elevation, apparently at the limit of its altitudinal range.

The species should be included in the next edition of the *Red Data Book of Ukraine* as Critically Endangered (CR) because it is threatened by extinction already in the mid-term perspective.

Acknowledgements

The author is grateful to Prof. Illya Chorney (Yuriy Fedkovych National University of Chernivtsi) for helpful remarks and to Dr. Igor Olshanskyi (M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv) for useful advice and confirming the identification of the collected specimen of *Luzula spicata*.

This publication was prepared with support of the Ministry of Education and Science of Ukraine (grant 0116U001546) and the State Fund for Fundamental Research (grant F76/81-2017).

REFERENCES

- Chervona knyha Ukrainy. Roslynniy svit (Red Data Book of Ukraine. Plant Kingdom). Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Globalkonsalting, 2009, 912 pp. [Червона книга України. Рослинний світ. Ред. Я.П. Дідух. Київ: Глобалконсалтинг, 2009, 912 с.]
- Чорук В.І. *Vysokohirna flora Ukrainskykh Karpat*. Kyiv: Naukova Dumka, 1976, 270 pp. [Чопик В.І. *Високогірна флора Українських Карпат*. Київ: Наук. думка, 1976, 270 с.]
- Chrtěk J., Křisa B. A taxonomical study of the species *Luzula spicata* (L.) DC. sensu lato in Europe. *Bot. Not.*, 1962, 115: 293–310.
- Chrtěk J., Křisa B. *Luzula*. In: *Flora Europaea*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1980, vol. 5, pp. 111–116.
- Dahl E. *The phytogeography of Northern Europe: British Isles, Fennoscandia, and adjacent areas*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1998, 297 pp.
- Deyl M. Plants, soil and climate of Pop Ivan. Synecological study from Carpathian Ukraine. *Opera Bot. Čechica*, 1940, 2: 1–290.
- Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulissen D. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Auf. *Scripta Geobot.*, 1992, 18: 1–258.
- Free M., Robock A. Global warming in the context of the Little Ice Age. *J. Geophys. Res.*, 1999, 104: 19,057–19,070. doi: 10.1029/1999JD900233.
- Frei E., Bodin J., Walther G.R. Plant species' range shifts in mountainous areas – all uphill from here? *Bot. Helv.*, 2010, 120(2): 117–128. doi:10.1007/s00035-010-0076-y.
- Grințescu I. Fam. *Juncaceae*. In: *Flora Reipublicae Socialistice României*. București: Edit. Acad. Reipubl. Soc. României, 1966, vol. 11, pp. 527–604.
- Grulich V. Red List of vascular plants of the Czech Republic. 3rd edition. *Preslia*, 2012, 84: 631–645.
- Kirschner J. *Juncaceae* 1: *Rostkovia* to *Luzula*. In: *Species Plantarum: flora of the World*. Canberra: Australian Biol. Resources Study, 2002, part 6, 237 pp.
- Kobiv Y. Response of rare alpine plant species to climate change in the Ukrainian Carpathians. *Folia Geobot.*, 2017, 52(2): 217–226. doi: 10.1007/s12224-016-9270-z.
- Kobiv Y., Prokopiv A., Nachychko V., Borsukevych L., Helesh M. Distribution and population status of rare plant species in the Marmarosh Mountains (Ukrainian Carpathians). *Ukr. Bot. J.*, 2017, 74(2): 163–176. doi: 10.15407/ukrbotj74.02.163.
- Krechetovych V.I., Barbarych A.I. Rodyna Sytnykovi (*Juncaceae*). In: *Flora URSS*. Kyiv: Vyd-vo AN URSS, 1950, vol. 3, pp. 21–61. [Кречетович В.І., Барбарич А.І. Родина Ситникові (*Juncaceae*). В кн.: *Флора УРСР*. Київ: Вид-во АН УРСР, 1950, т. 3, с. 21–61].
- Куяк В.Н. *Mali populyatsii rідkisnykh vydiv roslyn vysokohirna Ukrainskykh Karpat*. Lviv: Liga-Press, 2013, 248 pp. [Кияк В.Г. *Малі популяції рідкісних видів рослин високогір'я Українських Карпат*. Львів: Ліга-Прес, 2013, 248 с.]
- Landolt E. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veröffentlichungen Geobot. Institut. ETH*, 1977, 64: 1–208.
- Matuszkiewicz W. *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. Warszawa: Wyd-wo Nauk. PWN, 2002, 537 pp.
- Mirek Z. Zasięgi wysokościowe roślin naczyniowych w Karpatach i ich klasyfikacja. *Wiadom. Bot.*, 1989, 33: 57–64.
- Moravec J. Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. 2nd ed. *Severočeskou Přírodou*. Suppl., 1995: 1–206.
- Olshansky I. Two *Juncaceae* species, that disappeared from Ukrainian Carpathians. In: *7th Planta Europa Conference book of abstracts*. Kolympany: Orthodox Acad. Crete, 2014, p. 35.
- Pauli H., Gottfried M., Reiter K., Klettner C., Grabherr G. 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*, 2007, 13: 147–156. doi:10.1111/j.1365-2486.2006.01282.x.
- Pawłowski B., Walas J. Les associations des plantes vasculaires des Monts de Czywczyn. *Bull. Acad. Pol. Sci. Lett. B*, 1949, 1: 117–181.
- Rehman A. Materiały do flory Wschodnich Karpat zebrane w r. 1871 i 1872. *Spraw. Kom. Fizjogr.*, 1873, 7: 1–39.
- Spinoni J., Szalai S., Szentimrey T., Lakatos M., Bihari Z., Nagy A., Németh Á., Kovács T., Mihic D., Dacic M., Petrovic P., Kržič A., Hiebl J., Auer I., Milkovic J., Štěpánek P., Zahradníček P., Kilar P., Limanowka D., Robert R., Cheval S., Birsan M.-V., Dumitrescu A., Deak G., Matei M., Antolovic I., Nejedlí P., Štastný P., Kajaba P., Bochníček O., Galo D., Mikulová K., Nabyvanets Y., Skrynyk O., Krakovska S., Gnatiuk N., Tolasz R., Antofie T., Vogt J. Climate of the Carpathian Region in the period 1961–2010: climatologies and trends of 10 variables. *Int. J. Climatol.*, 2015, 35: 1322–1341. doi: 10.1002/joc.
- Tkachyk V.P. *Flora Prykarpattya*. Lviv: NTSh, 2000, 254 pp. [Ткачик В.П. *Флора Прикарпаття*. Львів: НТШ, 2000, 254 с.]
- Vyznachnyk roslyn Ukrainskykh Karpat*. Ed. V.I. Chopyk. Kyiv: Naukova Dumka, 1977, 433 pp. [Визначник рослин Українських Карпат. Ред. В.І. Чопик. Київ: Наук. думка, 1977, 433 с.]
- Wołoszczak E. Drugi przyczynek do flory Pokucia. *Spraw. Kom. Fizjogr.*, 1888, 22: 184–220.
- Zapałowicz H. Roślinna szata Gór Pokucko-Marmaroskich. *Spraw. Komis. Fizjogr.*, 1889, 24: 1–390.
- Zarzycki K., Trzcńska-Tacik H., Różański W., Szelaż Z., Wolek J., Korzeniak U. *Ecological indicator values of vascular plants of Poland*. Kraków: W. Szafer Inst. Bot., Polish Acad. Sci., 2002, 183 pp.

Recommended for publication by Submitted 10.11.2017
M.M. Fedoronchuk

Кобів Ю. *Luzula spicata* (*Juncaceae*) в Українських Карпатах: на межі зникнення. Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 70–76.

Інститут екології Карпат НАН України
вул. Козельницька, 4, Львів 790026, Україна

Ботанічний сад Львівського національного університету
ім. Івана Франка
вул. Черемшини, 44, Львів 79014, Україна

Проаналізовано наявні історичні дані про поширення *Luzula spicata* в Українських Карпатах, наведені в публікаціях і гербарних зразках. Цей аркто-альпійський вид раніше траплявся на найбільших висотах у трьох гірських масивах: Чорногорі, Мармароських і Чивчинських горах. Він був приурочений до пісковикових чи конгломератових скель з кислою реакцією, розташованих на гірських вершинах чи хребтах, де температурний режим є найнижчим. Недавнє ретельне обстеження усіх восьми раніше задокументованих локалітетів дозволило підтвердити наявність *L. spicata* лише в одному оселищі, а саме біля вершини г. Піп Іван у Чорногорі (1990 м н.р.м.), де збереглася його мала популяція. Очевидно, вид зник на решті території Українських Карпат. Подається карта теперішнього і зниклих локалітетів, а також ілюстрація недавно зібраного гербарного зразка. *Luzula spicata* – один з найбільш криофільних видів карпатської флори, а його локалітети в Україні приурочені до нижньої межі висотної амплітуди виду. Тому його регресування й вимирання пов'язані з кліматичними змінами, що було відзначено й в інших гірських системах Європи. Аналіз давніх даних свідчить, що цей вид найімовірніше зазнавав поступового відмирання ще з часу закінчення так званого малого льодовикового періоду (100–150 років тому), після якого розвивалося потепління. *Luzula spicata* – це низькоконкурентний вид, приурочений до наскельних оселищ з нещільною рослинністю. Він вразливий як до безпосереднього впливу потепління, так і до витіснення конкурентоспроможнішими злаково-осоковими чи чагарничковими видами, що проникають до альпійських оселищ у процесі кліматогенної сукцесії. Оскільки *L. spicata* перебуває на межі зникнення, її слід внести до наступного видання "Червоної книги України" як критично zagrożений (CR) вид.

Ключові слова: криофільний вид, кліматичні зміни, локалітет, зникнення, Карпати

Кобив Ю. *Luzula spicata* (*Juncaceae*) в Украинских Карпатах: на грани исчезновения. Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 70–76.

Институт экологии Карпат НАН Украины
ул. Козельницкая, 4, Львов 79026, Украина

Ботанический сад Львовского национального
университета им. Ивана Франко
ул. Черемшины, 44, Львов 79014, Украина

Проанализированы имеющиеся исторические данные о распространении *Luzula spicata* в Украинских Карпатах, приведенные в публикациях и гербарных образцах. Этот аркто-альпийский вид раньше встречался на наибольших высотах в трех горных массивах: Черногоре, Мармарошских и Чивчинских горах. Он приурочен к песчаниковым или конгломератовым скалам с кислой реакцией, расположенным на горных вершинах или хребтах с самым низким температурным режимом. Недавнее тщательное обследование всех восьми ранее задокументированных локалитетов позволило подтвердить наличие *L. spicata* только в одном местопроизрастании, а именно возле вершины г. Поп Иван в Черногоре (1990 м н.у.м.), где сохранилась лишь малая популяция. Очевидно, вид исчез на остальной территории Украинских Карпат. Прилагается карта сохранившегося и исчезнувших локалитетов, а также иллюстрация недавно собранного гербарного образца. *Luzula spicata* – один из наиболее криофильных видов карпатской флоры, а его локалитеты в Украине приурочены к нижней границе высотной амплитуды вида. Поэтому его регрессирование и вымирание связаны с климатическими изменениями, что отмечалось и в других горных системах Европы. Анализ давних данных свидетельствует, что этот вид вероятно подвергался постепенному вымиранию еще со времени окончания так называемого малого ледникового периода (100–150 лет назад), после которого развивалось потепление. *Luzula spicata* – низькоконкурентный вид, приуроченный к наскальным местообитаниям с разреженной растительностью. Он уязвим как к непосредственному воздействию потепления, так и к вытеснению более конкурентоспособными злаково-осоковыми или кустарничковыми видами, проникающими в альпийские местообитания в ходе климатогенной сукцессии. Поскольку *L. spicata* пребывает на грани вымирания, ее следует включить в следующее издание "Красной книги Украины" как находящийся под критической угрозой исчезновения (CR) вид.

Ключевые слова: криофильный вид, климатические изменения, локалітет, исчезновение, Карпаты



doi: 10.15407/ukrbotj75.01.077

Noteworthy records of corticioid fungi from Ichnia National Nature Park

Mariia V. SHEVCHENKO

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine
2, Tereshchenkivska Str., Kyiv 01004, Ukraine
Shevchenko_Mariya@ex.ua

Shevchenko M.V. **Noteworthy records of corticioid fungi from Ichnia National Nature Park.** Ukr. Bot. J., 2018, 75(1): 77–83.

Abstract. Corticioid fungi constitute a heterogeneous group in terms of origin; they belong to various orders of *Agaricomycetes* (*Basidiomycota*). According to the available data, ca 280 species of this group have been so far recorded in Ukraine. As compared to other countries of Europe, diversity of corticioid fungi in Ukraine has been insufficiently studied. We made observations and collected corticioid fungi in June–October, 2016 and in March–October, 2017 in forests and woods of Ichnia National Nature Park (Ichnia District, Chernihiv Region, Ukraine). Upon identification of the herbarium specimens collected over the study area, we recorded 90 species of corticioid fungi. This article reports three noteworthy records of corticioid fungi. Two species, *Amylocorticium canadense* and *Tubulicrinis glebulosus*, are new records for Ukraine; another one, *Aleurodiscus dextrinoideoцерussatus*, is a rare species both in Ukraine and globally, collected in our country for the second time, and a new record for the Forest-Steppe zone. The specimens were examined in 5% aqueous potassium hydroxide solution, Melzer's reagent and Lactophenol cotton blue. For all the species, we provide descriptions of the examined specimens, along with the original photos, substrate specialization and global distribution details. The collected specimens are deposited in the Mycological Herbarium of the M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine (*KW-M*).

Keywords: Ukraine, Left-Bank Forest-Steppe, *Amylocorticiales*, *Hymenochaetales*, *Russulales*, *Aleurodiscus dextrinoideoцерussatus*, *Amylocorticium canadense*, *Tubulicrinis glebulosus*

Introduction

Corticioid fungi (*Basidiomycota*) constitute a group of fungi, which is heterogeneous in terms of origin. Fungi of this group form morphologically similar basidiocarps due to convergence. Basidiomata of these fungi are fully resupinate or effuse-reflexed, hymenophore shape varies from smooth to almost poroid, reticulate or irpicoid and long-toothed (Jülich, Stalpers, 1980; Yurchenko, 2006; Zmitrovich, 2008).

Most of corticioid fungi are xylosaprotrophs. Thus, along with polypores they are important components of forest ecosystems, being the major fungal destructors, degrading lignin and cellulose in the nature. Insignificant number of these fungi are pathogens of vascular plants and mycorrhiza-forming fungi (Yurchenko, 2006).

Nowadays, about 1,800 species of corticioid fungi are known in the world (Mueller et al., 2006). In the temperate zone of Europe, 611 species of them are reported (Mueller et al., 2006). Currently, ca. 280 fungi of this group have been recorded in Ukraine (Akulov

et al., 2003; Küffer et al., 2004; Usichenko, 2009; Bernicchia, Gorjón, 2010; Ordynets, Yurchenko, 2010; Ordynets, Akulov, 2011; Ordynets et al., 2011). As compared to other countries of Europe, the corticioid fungi diversity in Ukraine is still insufficiently studied (Akulov et al., 2003; Ordynets, Yurchenko, 2006). Corticioid fungi of the Left-Bank Forest-Steppe have been studied very unevenly. For instance, there are about 100 species of these fungi known for the Kharkiv Forest-Steppe, the best-studied area in this zone (Akulov et al., 2003; Usichenko, 2009). Before we started our surveys, no records of corticioid fungi distribution were reported from Ichnia National Nature Park. Therefore, further examination of these fungi in Ukraine is desirable.

Materials and methods

Materials used in this research comprise corticioid fungi collected in June–October, 2016 and in May–October, 2017 in the forests of Ichnia National Nature Park. Ichnia National Nature Park is located in the north of Ukraine, in Ichnia District, Chernihiv Region. The park's total area is 9,665.8 hectares. This

area, according to the zoning proposed by V. Heluta (1989) in *Flora Gribov Ukrainy*, belongs to the Left-Bank Forest-Steppe zone. Unique characters of the natural vegetation in Ichnia National Nature Park are determined by its position in the northern part of the Left-Bank Forest-Steppe. In terms of the vegetation cover, the forests prevail, as forest coverage constitutes 83%. The forestlands are of rather limited size, being located relatively evenly all over the park's territory. Among the peculiar features of Ichnia National Nature Park, overlapping of oak, hornbeam and lime forest areas is worth mentioning (Zhyhalenko, 2009). The park's hornbeam forests make up the eastern boundary of the natural range of this species (Zhyhalenko, 2009). Pine forests prevail here, although large areas are also covered with birch and oak forests. Pine forests are located mainly in the northern part of the park, while oak and hornbeam-oak forests occupy the central and southeastern parts, and lime forests are found in the western part of the park. The alder forests occur along the beds of the Udai and Ichenka rivers and their tributaries. Significant areas are covered with pine forest stands (Zhyhalenko, 2009).

The specimens were examined in 5% aqueous potassium hydroxide solution, Melzer's reagent and Lactophenol cotton blue. For identification of the specimens, a number of monographs and articles on systematics and diversity of corticioid fungi were used (Eriksson, Ryvarde, 1973; Eriksson, Weresub, 1974; Jülich, Stalpers, 1980; Núñez, Ryvarde, 1997; Ghobad-Nejhad et al., 2009; Bernicchia, Gorjón, 2010). The species distribution was analyzed based on the checklist of aphylloroid fungi of Ukraine (Akulov et al., 2003) and various publications on corticioid fungi of Ukraine (Küffer et al., 2004; Usichenko, 2009; Ordynets, Yurchenko, 2010; Ordynets et al., 2011).

The nomenclature of the species follows the *Index Fungorum* database [<http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>]. The collected specimens are deposited in Mycological Herbarium of the M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine (*KW-M*).

Results and discussion

Among the herbarium specimens we collected over the studied area, 90 species of corticioid fungi were identified. Some of them had been reported earlier (Shevchenko, 2017). This article reports details about two species of corticioid fungi, *Amylocorticium canadense* and *Tubulicrinis glebulosus*, which are new for Ukraine,

and one species, *Aleurodiscus dextrinoideocerussatus*, which is rare in Ukraine. These species belong to various orders of *Agaricomycetes*.

The reported taxa are listed in systematic order. The nomenclature is followed by information on morphology, specimens examined, ecological peculiarities and distribution of the species. The original photographs of specific macro- and micromorphological structures are provided for each species.

Amylocorticiales K.H. Larss., Manfr. Binder & Hibbett

Amylocorticiaceae Jülich

Amylocorticium canadense (Burt) J. Erikss. & Weresub, *Fungi Canadenses*, no. 127 (Ottawa): no. 45. 1974 (Fig. 1; a, b)

Basidioma resupinate, effused, adherent, soft to submembranaceous, up to 0.5 mm thick. Hymenial surface smooth, almost easily detachable in small pieces from the subiculum, cream to very pale yellow, slightly cracked on drying, immediately darkening when treated with KOH. Subiculum sulphureous yellowish, yellowish-brown, tomentose or fimbriate, almost black when treated with KOH. Margin determinate, abrupt or thinning out, smooth to finely byssoid, yellow to yellowish-brown, lighter to concolorous with the subiculum. Hyphal system monomitic, all hyphae with fibulate septa; subhymenial ones 2.5–3.5(4.0) μm in diameter, vertically oriented, compactly arranged, thin-walled, hyaline; subicular ones loosely intertwined, regular, 3.5–4.5 μm , with thickening wall, hyaline to yellowish. Cystidia absent. Basidia narrowly clavate to subcylindrical, (15)20–25 \times 4–5 μm , hyaline; 4 sterigmata up to 4 μm long. Basidiospores narrowly ellipsoid to cylindrical, slightly allantoid, usually biguttulate with two drops towards each end of the spores, in side view often slightly bent, (4.0)4.5–5.0(6.2) \times 1.6–2.5 μm , thin-walled, weakly amyloid, not cyanophilous.

Specimens examined: Ukraine, Chernihiv Region, Ichnia District, Ichnia National Nature Park, Peliukhivka village, forest stand of *Pinus sylvestris* L., August 07, 2016, *KW-M* 70877, 70878; outskirts of Peliukhivka village, mixed forest, on fallen branches of *Pinus sylvestris*, August 07, 2016, *KW-M* 70876.

Ecological peculiarities: on fallen branches of angiosperms (Bernicchia, Gorjón, 2010) and gymnosperms (*Abies* Mill., *Picea* A. Dietr., *Pinus* L., *Tsuga* (Endl.) Carrière) (Gilbertson, Lindsey, 1989; Boidin, Gilles, 1990).

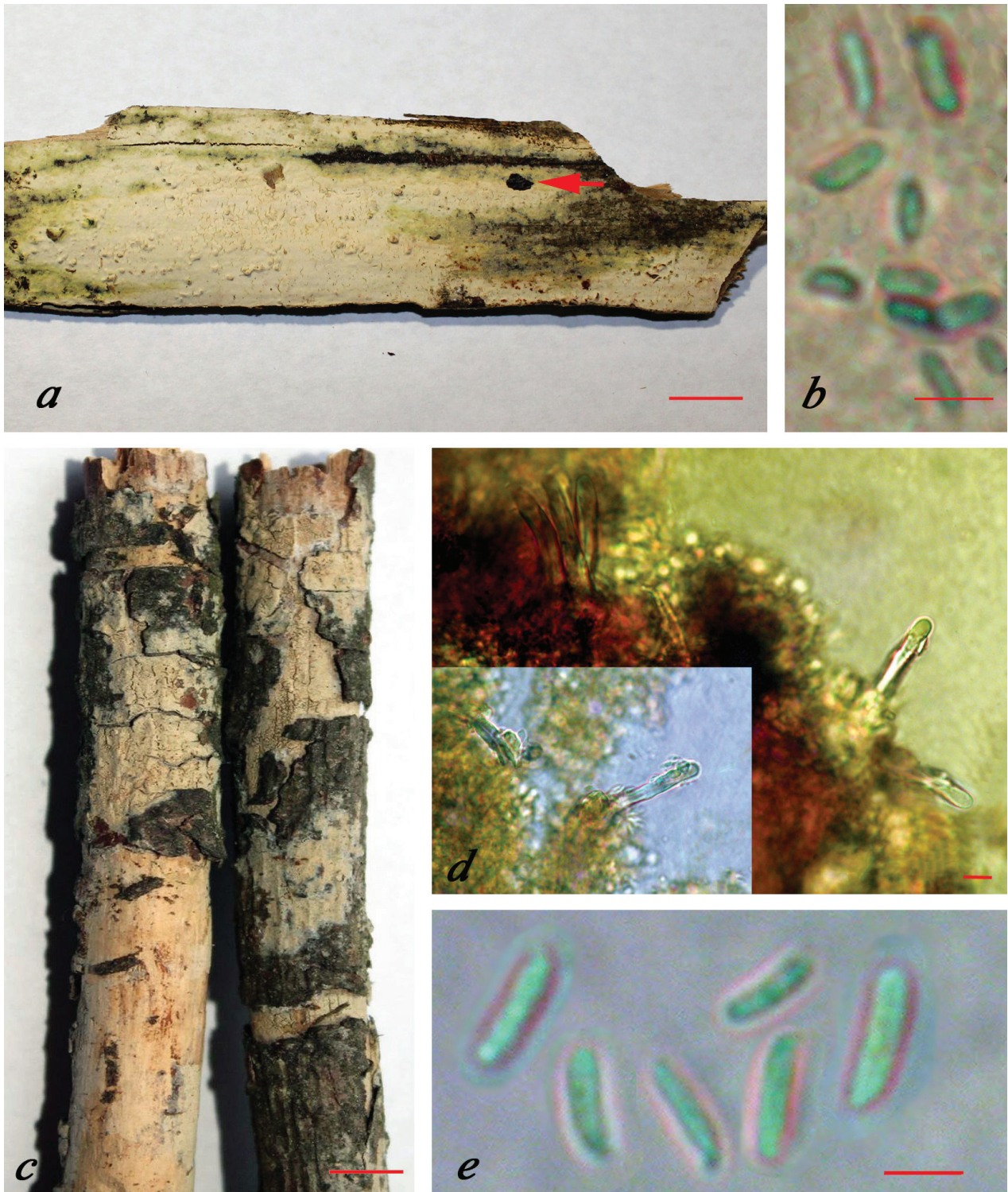


Fig. 1. Macroscopic and microscopic peculiarities of *Amylocorticium canadense* KW-M 70877 (a, b) and *Tubulicrinis glebulosus* KW-M 70875 (c–e); a – general view of basidioma of *A. canadense*, arrow indicates the location of basidioma darkening when treated with KOH; b, e – basidiospores; c – general view of basidioma of *T. glebulosus*; d – smooth and encrusted lyocystidia (bars: a, c – 1 cm, d – 20 μ m, b, e – 5 μ m)

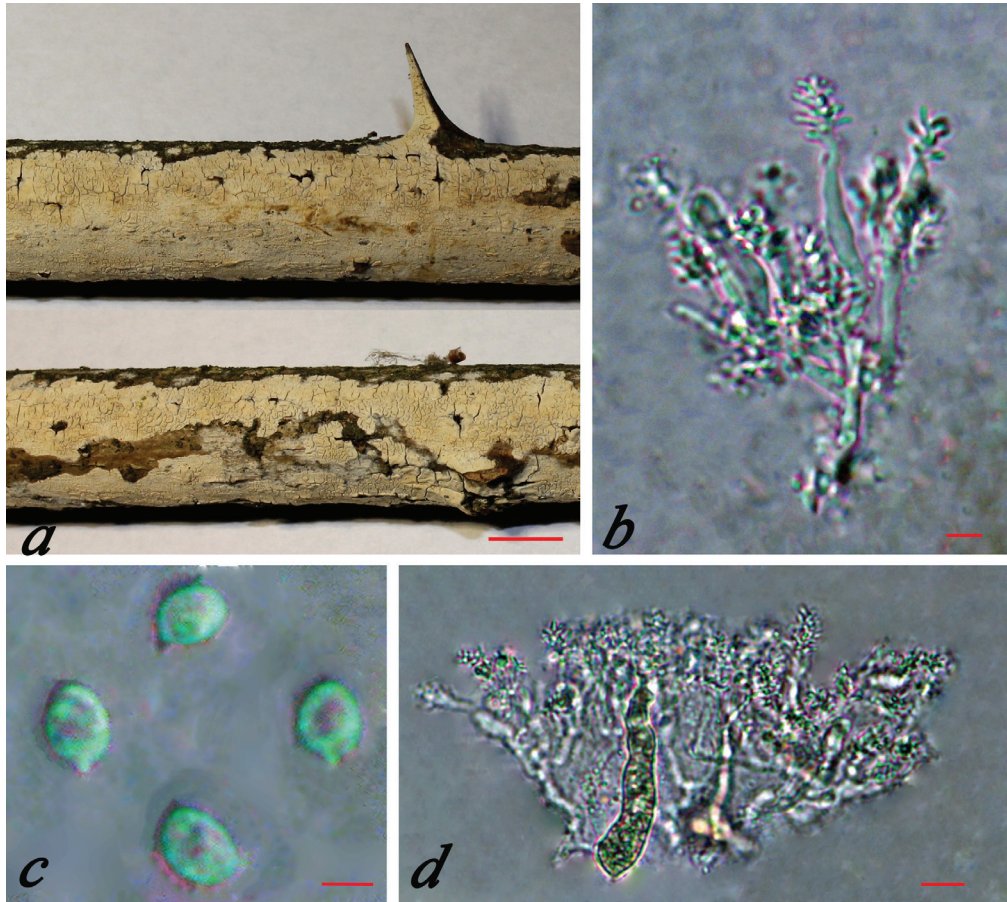


Fig. 2. *Aleurodiscus dextrinoideocerussatus* KW-M 70873: a – general view of basidioma; b, d – hymenium with acanthophyses and gloeocystidia; c – basidiospores (bars: a – 1 cm, b, d – 20 μ m, c – 5 μ m)

Distribution. Europe: France, Italy, Montenegro, Russia, Switzerland (Bernicchia, Gorjón, 2010). Asia: Russia (Zhukov, 1995). North America: Canada and the USA (Eriksson, Weresub, 1974; Gilbertson, Lindsey, 1989).

The species is a new record for Ukraine.

Hymenochaetales Oberw.

Hymenochaetales Donk

Tubulicrinis glebulosus (Fr.) Donk [as '*glebulosa*'], *Fungus*, *Wageningen* 26(1–4): 14. 1956 (Fig. 1; c–e)

Basidioma resupinate, effused, 90–100 μ m thick, hymenophore smooth, floccose to pilose under the lens by projecting cystidia, membranaceous, closely adnate to the substratum, hymenial surface whitish to pale ochraceous, margin indeterminate. Hyphal system monomitic. Hyphae hyaline, compactly arranged in subhymenium and trama, branching from or near clamps, 2.0–3.5 μ m in diameter, thin-walled in subhymenium, thin- to slightly thick-walled in

trama, smooth, clamps present at all septa. Cystidia (lyocystidia) cylindrical, 50–120 \times 5.5–9.0 μ m, thick-walled, with lumen, that gradually expanding towards the apex, some of them being encrusted with crystals in the terminal part, apex of lyocystidia thin-walled, narrowly obtuse; some lyocystidia slightly amyloid, apical thin-walled part of lyocystidia rapidly dissolving in 5% KOH. Basidia hyaline, clavate with a median constriction, 14–22 \times 4.5–5.0 μ m, thin-walled, with four subulate sterigmata (4.0–5.5 \times 0.7–0.8 μ m). Basidiospores hyaline, cylindrical to slightly allantoid, in side view slightly bent, 6–7 \times 1.8–2.2 μ m, thin-walled, smooth, with homogeneous contents, neither amyloid, nor dextrinoid or cyanophilous.

Specimens examined: Ukraine, Chernihiv Region, Ichnia District, Ichnia National Nature Park, July 17, 2016, outskirts of Peliukhivka village; September 16, 2016, outskirts of Khaienky village, Tsybanovka Stow, square 18. On fallen branches of *Pinus sylvestris*, KW-M 70874, 70875.

Ecological peculiarities: on fallen branches of angiosperms (Hallenberg, 1984; Maekawa, 2002; Zmitrovich, 2003) and gymnosperms (Bernicchia, Gorjón, 2010).

Distribution. Europe: Austria, Albania, Belarus, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Croatia, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Italy, Macedonia, Norway, Portugal, Russia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, United Kingdom (Bernicchia, Gorjón, 2010). Asia: Russia (Zmitrovich, 2003; Viner et al., 2016), China (Maekawa, 2002), Taiwan (Lin, Chen, 1990), Turkey (Ghobad-Nejhad et al., 2009). Africa: Morocco (Tellería et al., 2016). North America: Canada (Hallenberg, 1984), Mexico (Spirin, Ryvarden, 2016), the USA (Martin, Gilbertson, 1977). South America: Argentina (Rajchenberg, 2002).

The species is a new record for Ukraine.

Russulales Kreisel ex P.M. Kirk, P.F. Cannon & J.C. David

Stereaceae Pilát

***Aleurodiscus dextrinoideocerussatus* Manjón, M.N. Blanco & G. Moreno**, in Moreno, Blanco & Manjón, *Mycotaxon* 39: 351. 1990 (Fig. 2)

Basidioma resupinate, effused, waxy when fresh, cracked after drying, hymenial surface is smooth to slightly tuberculate, whitish, cream to pale yellowish, margin clearly differentiated. Hyphal system monomitic, generative hyphae with clamps, hyaline, thin-walled, 2.0–3.5 µm wide. Acanthophyses abundant, basal smooth, about 30 × 3.0–3.5 µm, apically with numerous protuberances and branches with indextrinoid reaction in the apical part. Gloeocystidia cylindrical, fusiform to moniliform with several constrictions, 70–100 × 8–10 µm, with yellowish granular content. Basidia subclavate 45–50 × 6–7 µm, with four sterigmata and with a basal clamp. Basidiospores subglobose-subovoid with small apiculus, 7.0–7.5 × 4.2–5.0 µm, smooth, thin-walled, slightly amyloid.

Remarks: both samples from Ukraine, the one found in Ichnia National Nature Park and another in Luhansk Nature Reserve (Ordynets et al., 2013), show no acanthophyses dextrinoid reaction. Moreover, they have subglobose-subovoid basidiospores, unlike the original description, where the spores thereof are of ellipsoid-subovoid shape.

Specimens examined: Ukraine, Chernihiv Region, Ichnia District, Ichnia National Nature Park, August 06, 2016, Kutly Stow, square 42. On attached branch of dead tree of *Robinia pseudoacacia* L., *KW-M* 70873.

Ecological peculiarities: on decayed wood, preferably of deciduous trees but may also occur on coniferous wood (Núñez, Ryvarden, 1997; Boidin, Gilles, 2001; Ghobad-Nejhad et al., 2008; Ordynets et al., 2013; Urbizu et al., 2014; Tellería et al., 2016).

Distribution. Europe: Croatia, France, Italy, Portugal, Spain, Ukraine (Bernicchia, Gorjón, 2010). Asia: Iran (Ghobad-Nejhad et al., 2008), Nepal (Núñez, Ryvarden, 1997). Africa: Morocco (Tellería et al., 2016). North America: Mexico (Urbizu et al., 2014).

According to A. Bernicchia and S. Gorjón (Bernicchia, Gorjón, 2010), it is a rare species all over Europe, recorded from some Mediterranean countries. In Ukraine, this species was reported only once from Luhansk Nature Reserve (Ordynets et al., 2013).

REFERENCES

- Akulov A.Yu., Usichenko A.S., Leontyev D.V., Yurchenko E.O., Prydiuk M.P. Annotated checklist of aphyllorphoid fungi of Ukraine. *Mycena*, 2003, 2(2): 1–76.
- Bernicchia A., Gorjón, S.P. *Corticaceae* s. l. In: *Fungi Europaei*. Ed. S.V. Alassio. Italia: Candusso Edizioni, 2010, vol. 12, 1008 pp.
- Boidin J., Gilles G. Corticiés s. l. intéressants ou nouveaux pour la France (Basidiomycotina). *Bull. Soc. Mycol. France*, 1990, 106(4): 135–167.
- Boidin J., Gilles G. Basidiomycètes Aphyllorphales de l'île de Réunion XXIII — *Aleurodiscoideae*. *Bull. Soc. Mycol. France*, 2001, 117(3): 173–181.
- Eriksson J., Ryvarden L. *Aleurodiscus* — *Confertobasidium*. In: *The Corticiaceae of North Europe*. Oslo: Fungiflora, 1973, vol. 2, pp. 60–286.
- Eriksson J., Weresub L.K. *Amylocorticium canadense* (Burt) John Eriksson & Weresub. *Fungi Canadenses*, 1974, 45: 2.
- Ghobad-Nejhad M., Hallenberg N., Kotiranta H. Additions to the corticioids of the Caucasus from NW Iran. *Mycotaxon*, 2008, 105: 269–293.
- Ghobad-Nejhad M., Hallenberg N., Parmasto E., Kotiranta H. A first annotated checklist of corticioid and polypore basidiomycetes of the Caucasus region. *Mycol. Balcanica*, 2009, 6: 123–168.
- Gilbertson R.L., Lindsey J.P. North American species of *Amylocorticium*, a genus of brown rot fungi. *Memoir. New York Bot. Gard.*, 1989, 49: 138–146.
- Hallenberg N. Compatibility between species of *Corticaceae* s. l. from Europe and North America. *Mycotaxon*, 1984, 21: 335–388.
- Heluta V.P. *Flora Gribov Ukrainy. Muchnistorosianye griby*. Kyiv: Naukova Dumka, 1989, 256 pp. [Гелюта В.П. *Флора грибов Украины. Мучнисторосяные грибы*. Киев: Наук. думка, 1989, 256 с.]
- Jülich W., Stalpers J.A. *The resupinate non-poroid Aphyllorphales of the Northern Hemisphere*. New York: North-Holland Publ. Comp., 1980, 335 pp.

- Küffer N., Lovas P.S., Senn-Irlet B. Diversity of wood-inhabiting fungi in natural beech forests in Transcarpathia (Ukraine): a preliminary survey. *Mycol. Balcanica*, 2004, 1: 129–134.
- Lin S.H., Chen Z.C. The *Corticaceae* and the resupinate *Hydnaceae* of Taiwan. *Taiwania*, 1990, 35(2): 69–111.
- Maekawa N. Corticioid fungi (*Basidiomycetes*) collected in Sichuan province, China. *Mycotaxon*, 2002, 83: 81–95.
- Martin K.J., Gilbertson R.L. Synopsis of wood-rotting fungi on spruce in North America. 1. *Mycotaxon*, 1977, 6(1): 43–77.
- Mueller G.M., Schmit J.P., Leacock P.R., Buyck B., Cifuentes J., Desjardin D.E., Halling R.E., Hjortstam K., Iturriaga T., Larsson K.-H., Lodge D.J., May T.W., Minter D., Rajchenberg M., Redhead S.A., Ryvarden L., Trappe J.M., Watling R., Wu Q. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodivers. Conserv.*, 2007, 16(1): 37–48.
- Núñez M., Ryvarden L. The genus *Aleurodiscus* (Basidiomycotina). *Synopsis Fungorum*, 1997, 12: 1–164.
- Ordynets O.V., Akulov O.Yu. *Studia Biologica*, 2011, 5(3): 109–124. [Ординець О.В., Акулов О.Ю. Афілофороїдні гриби відділення "Крейдова флора" Українського степового природного заповідника. *Біол. студії*, 2011, 5(3): 109–124].
- Ordynets O., Akulov O., Helleman S. *Chornomors'k. bot. z.*, 2013, 9 (1): 57–83. [Ординець О., Акулов О., Хеллеман С. Перші відомості про різноманіття грибів відділення "Трьохізбенський степ" Луганського природного заповідника. *Чорноморськ. бот. ж.*, 2013, 9(1): 57–83].
- Ordynets O.V., Akulov O.Yu., Shyian-Hlotova H.V. *Nature Reserves in Ukraine*, 2011, 17(1–2): 28–33. [Ординець О.В., Акулов О.Ю., Шиян-Глотова Г.В. Афілофороїдні гриби Станично-Луганського відділення Луганського природного заповідника. *Запов. справа в Україні*, 2011, 17(1–2): 28–33].
- Ordynets O.V., Yurchenko E.O. *Ukr. Bot. J.*, 2010, 67(5): 725–735. [Ординець О.В., Юрченко Є.О. Нові та маловідомі для України види кортиціоїдних грибів. *Укр. бот. журн.*, 2010, 67(5): 725–735].
- Rajchenberg M. Corticioid and polyporoid fungi (*Basidiomycotina*) that decay *Austrocedrus chilensis* in Patagonia, Argentina. *Mycotaxon*, 2002, 81: 215–27.
- Shevchenko M.V. *Ukr. Bot. J.*, 2017, 74(3): 293–297. [Шевченко М.В. Нові та рідкісні для України види кортиціоїдних грибів. *Укр. бот. журн.*, 2017, 74(3): 293–297].
- Spirin V., Ryvarden L. Some basidiomycetes (*Aphyllphorales*) from Mexico. *Synopsis Fungorum*, 2016, 35: 34–42.
- Tellería M.T., Dueñas M., Melo I., Salcedo I., Cardoso J., Fernández-López Javier, Martín M.P. Corticioid fungi (Basidiomycota) from the Biosphere Reserve of Arganeraie, Morocco: a preliminary survey. *Nova Hedwigia*, 2016, 103(1–2): 193–210.
- Urbizu M., Siqueiros M.E., Abrego N., Salcedo I. New records of aphyllphoroid fungi from Aguascalientes, Mexico and an approach to their ecological preferences. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 2014, 85: 1007–1018.
- Usichenko A.S. *Chornomors'k. bot. z.*, 2009, 5(2): 276–289. [Усіченко А.С. Нові знахідки афілофороїдних грибів з Північного Сходу України. *Чорноморськ. бот. ж.*, 2009, 5(2): 276–289].
- Viner I.A., Schigel D.S., Kotiranta H. New occurrences of aphyllphoroid fungi (*Agaricomycetes*, *Basidiomycota*) in the Central Forest State Biosphere Nature Reserve, Tver Region, Russia. *Folia Cryptogam. Estonica*, 2016, 53: 81–91.
- Yurchenko E.O. Nature substrata for corticioid fungi. *Acta Mycol.*, 2006, 42(1): 113–124.
- Zhukov E.A. *Aphyllphorales* (*Basidiomycetes*) from Central Siberia. *Mycotaxon*, 1995, 53: 437–445.
- Zhyhalenko O.A. *Ukr. Bot. J.*, 2009, 66(6): 836–845. [Жигаленко О.А. Лісова рослинність Ічнянського національного природного парку. *Укр. бот. журн.*, 2009, 66(6): 836–845].
- Zmitrovich I.V. Tremelloid, aphyllphoroid and pleurotoid *Basidiomycetes* of Veps Plateau (Northwest Russia). *Karstenia*, 2003, 43(1): 13–36.
- Zmitrovich I.V. *Poriadok afillloforovyie*. In: *Opredelitel' gribov Rossii*. Moscow; St. Petersburg: КМК, 2008, issue 3, 278 pp. [Змитрович И.В. *Порядок афиллофоровые*. В кн.: *Определитель грибов России*. М.; СПб: КМК, 2008, вып. 3, 278 с.].

Recommended for publication by Submitted 24.01.2018
V.P. Hayova

Шевченко М.В. Цікаві знахідки кортиціодних грибів в Ічнянському національному природному парку. Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 77–83.

Институт ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна

Кортиціодні гриби належать до різних порядків класу *Agaricomycetes (Basidiomycota)* і складають гетерогенну за походженням групу грибів. В Україні, за сучасними даними, відомо близько 280 видів грибів цієї групи. У порівнянні з іншими країнами Європи, видове різноманіття кортиціодних грибів України досліджено значно гірше. Матеріалами для цієї статті були зразки, зібрані протягом червня–жовтня 2016 р. та березня–жовтня 2017 р. у лісових угрупованнях Ічнянського національного природного парку (Ічнянський р-н, Чернігівська обл., Україна). На основі аналізу власних гербарних матеріалів в районі дослідження нами було виявлено 90 видів кортиціодних грибів. У статті наведені дані про цікаві знахідки трьох видів грибів. Два із них (*Amylocorticium canadense* та *Tubulicrinis glebulosus*) – нові для України, один (*Aleurodiscus dextrinoideocerussatus*) є рідкісним як в Україні, так і у світі, вдруге виявлений на території країни і є новим для Лісостепової зони. Для дослідження мікроструктур виготовляли тимчасові мікропрепарати у 5%-му водному розчині гідроксиду калію, реактиву Мельцера та бавовняному синьому у молочній кислоті. Для всіх видів подані описи досліджених зразків, що супроводжуються оригінальними фотографіями, інформацією про субстратну спеціалізацію та про поширення у світі. Зібрані зразки передано до Національного гербарію Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (*KW-M*).

Ключові слова: Україна, Лівобережний Лісостеп, *Amylocorticiales, Hymenochaetales, Russulales, Aleurodiscus dextrinoideocerussatus, Amylocorticium canadense, Tubulicrinis glebulosus*

Шевченко М.В. Интересные находки кортициодных грибов в Ичнянском национальном природном парке. Укр. бот. журн., 2018, 75 (1): 77–83.

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины
ул. Терещенковская, 2, Киев 01004, Украина

Кортициодные грибы принадлежат к разным порядкам класса *Agaricomycetes (Basidiomycota)* и составляют гетерогенную по происхождению группу грибов. В Украине, по современным данным, известно около 280 видов грибов этой группы. В сравнении с другими странами Европы, видовое разнообразие кортициодных грибов Украины исследовано значительно хуже. Материалами для настоящей статьи послужили образцы, собранные в июне–октябре 2016 г. и марте–октябре 2017 г. в лесных сообществах Ичнянского национального природного парка (Ичнянский р-н, Черниговская обл., Украина). На основе анализа собственных гербарных материалов в районе исследования нами было обнаружено 90 видов кортициодных грибов. В статье приведены данные об интересных находках трех видов грибов. Два из них (*Amylocorticium canadense* и *Tubulicrinis glebulosus*) – новые для Украины, один (*Aleurodiscus dextrinoideocerussatus*) является редким как в Украине, так и в мире, второй раз обнаружен на территории страны и является новым для Лесостепной зоны. Для исследования микроструктур изготавливали временные микропрепараты в 5%-ном водном растворе гидроксида калия, реактиве Мельцера и хлопчатобумажном синем в молочной кислоте. Для всех видов представлены описания исследованных образцов, сопровождающиеся оригинальными фотографиями, информацией о субстратной специализации и о распространении в мире. Собранные образцы переданы в Национальный гербарий Института ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины (*KW-M*).

Ключевые слова: Украина, Левобережная Лесостепь, *Amylocorticiales, Hymenochaetales, Russulales, Aleurodiscus dextrinoideocerussatus, Amylocorticium canadense, Tubulicrinis glebulosus*



doi: 10.15407/ukrbotj75.01.084

Вміст пігментів ксантофілового ряду в рослинах різних ярусів широколистяного лісу

Олена ОНОЙКО, Наталія МИХАЙЛЕНКО, Олександр СИВАШ, Катерина ДОВБИШ

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна
membrana@ukr.net

Onoiko O., Mykhaylenko N., Syvash O., Dovbysh K. **Xanthophyll pigment content in the plants from different levels of the deciduous forest.** Ukr. Bot. J., 2018, 75(1): 84–93.

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine
2, Tereshchenkivska Str., Kyiv 01004, Ukraine

Abstract. Xanthophyll composition and content in the leaves of broad-leaved forest plants including shade-requiring and shade-tolerant herbaceous plants (*Polygonatum multiflorum*, *Convallaria majalis*, *Asarum europaeum*, *Aegopodium podagraria*) and plants from the shrub layer (*Padus avium*, *Corylus avellana*, *Euonymus europaeus*) were studied. Plants were gathered in midsummer from areas differing 2–3 times in illumination intensity. It was determined that violaxanthin content in the leaves of *P. avium* and *C. avellana* diminished with the increase in insolation, that can be caused by violaxanthin cycle functioning. On the contrary, violaxanthin to zeaxanthin transformation in herbaceous plants was obviously suppressed, since violaxanthin content was higher under greater light intensity. Lutein content in the leaves of plants from the shrub layer and *C. majalis* did not depend on growth conditions. Higher by 10–15% lutein content in the leaves of *P. multiflorum* and *A. europaeum* from more shady areas may be the outcome of the necessity to maintain the structural stability of photosystem II light-harvesting complex. The progressive loss of lutein by the leaves of plants from the shrub layer and especially of *A. europaeum* may be caused by the functioning of the auxiliary xanthophyll cycle, namely the lutein cycle. Together with the violaxanthin cycle, it stimulates energy dissipation inside light-harvesting antenna complexes thus assisting in protecting the photosynthetic apparatus from photoinhibition. The content of neoxanthin, that performs mainly light-harvesting function, was increased in the plants from the shrub layer under restricted illumination. The content of all xanthophyll pigments mainly decreased in time. The dynamic changes in xanthophyll content display the role of these pigments in modulation of the activity of the photosynthetic apparatus. Higher content of certain xanthophyll pigments in plants from more shady areas of broad-leaved forest may be necessary for effective absorption of the restricted amount of photons.

Keywords: lutein, violaxanthin, neoxanthin, carotenoids, herbaceous plants, shrubs, photosynthesis, forest

Вступ

Ксантофіли – один з двох основних класів каротиноїдів, які, на відміну від каротинів, містять атоми кисню у вигляді гідроксильних і/або епоксидних і/або оксогруп. Ксантофіли (лютеїн, віолаксантин, неоксантин та ін.) у великій кількості наявні в листках вищих рослин і беруть участь як у захопленні світлової енергії у синьо-фіолетовій ділянці спектра, так і в захисті фотосинтетичного апарату від надлишку енергії при підвищеній інсоляції (Bilger, Björkman, 1990; Kiriziy et al., 2014). Хоча спектральні характеристики різних ксантофілів дуже схожі у видимій ділянці спектра, проте якісний склад ксантофілів у рослин майже

всіх таксонів практично однаковий (Cunningham, Gantt, 1998), що свідчить про певну участь кожного з ксантофілів у забезпеченні функціонування фотосинтетичного апарату.

Важливу роль відіграють ксантофіли, задіяні в оборотних реакціях ксантофілових циклів, з яких головним є віолаксантиновий цикл (ВЦ). При низькому освітленні ксантофіли ВЦ виконують переважно світлозбиральну функцію, а при високому – допомагають розсіяти надлишкову енергію і захистити рослину від фотоінгібування (Frank et al., 1994; Demmig-Adams, Adams, 1996). Відомо, що при яскравому сонячному освітленні рослини розсіюють у формі тепла від 50 до 70% енергії поглинутих квантів, тому саме теплова дисипація енергії відіграє ключову роль у захисті фотосинтетичного апарату. Функціонування ВЦ

© О. ОНОЙКО, Н. МИХАЙЛЕНКО, О. СИВАШ,
К. ДОВБИШ, 2018

також допомагає підготувати рослину до зміни дня і ночі.

У природних умовах формування та розвиток рослин неминує відбувається за змін інтенсивності та спектрального складу світла. Довготривалі й короточасні відповіді фотосинтетичного апарату забезпечують аклімацию та адаптацию рослин по відношенню до флуктуацій світла (Bukhov, 2004). Вони пов'язані зі змінами в експресії генів та призводять до побудови нового фотосинтетичного апарату в широкому сенсі, включаючи зміни структури листка й хлоропластів (Niinemets, Valladares, 2004; Oguchi et al., 2005), вмісту та якісного складу хлорофілових і каротиноїдних пігментів (Anderson, 1986; Syvash, Zolotareva, 2013), метаболічного стану рослинної клітини (Syvash et al., 2001; Mukhaylenko et al., 2004), а також зміни відносної кількості реакційних центрів двох фотосистем (Lichtenthaler et al., 2007) і розмірів фотосинтетичних антен (Torchiy et al., 2005; Melis, 2009).

З'ясування мінливості структурних і функціональних показників фотосинтетичного апарату, які характеризують пристосування лісових видів до екологічних умов зростання, є необхідним етапом при розробці заходів щодо моніторингу стану лісових ценозів. У попередніх роботах ми дослідили хлорофілазну активність (Fomishyna et al., 2009), вміст хлорофілів (Syvash et al., 2016), стан фотосинтетичного апарату (Dovbysh et al., 2006) і морфологічні ознаки (Voloshyna et al., 2008) деяких видів лісових рослин. На сьогодні існує чимало відомостей про вміст каротиноїдів у лісових рослин, в тому числі й за різних умов освітлення. Проте досі бракує даних щодо мінливості вмісту ксантофілів у рослин різних видів, поєднаних спільним місцем зростання, для яких рівень освітлення залежить переважно від знаходження рослини на тому чи іншому ярусі.

Отже, метою даного дослідження було охарактеризувати вміст ксантофілових пігментів у листках рослин різних ярусів широколистяного лісу.

Матеріали та методи

Листки збирали в околицях Києва (50°17' пн. ш. і 30°32' сх. д.) на території ботанічного заказника загальнодержавного значення "Лісники" у межах кленово-ясеново-вільхового лісу (Didukh et al., 2000) у середині літа об 11–12-й годині за місцевим

часом (GMT+3). У дослідженнях використовували рослини трав'яного ярусу: *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Convallaria majalis* L., *Asarum europaeum* L. і *Aegopodium podagraria* L. Щільність потоку фотонів на поверхні листків визначалася в природних умовах за допомогою приладу LI-250 lightmeter ("LI-COR", США), вона становила в середині дня 18–21 мкмоль·м⁻²·с⁻¹. Серед рослин, які потребують вищого рівня освітлення, досліджувалися рослини чагарникового ярусу: *Padus avium* Mill., *Corylus avellana* L. і *Euonymus europaeus* L. Щільність потоку фотонів на поверхні листків цих рослин в середині дня становила 150–220 мкмоль·м⁻²·с⁻¹.

Листки рослин трав'яного ярусу відбирали з інтервалом у 3 тижні (03.07.2013 і 24.07.2013), чагарникового ярусу – у 2 тижні (17.07.2014 і 31.07.2014). Листки поміщали в темні поліетиленові пакети з охолоджувальними елементами та доставляли в лабораторію. Аналіз проводили на день збору листків.

Пігментний склад листків аналізували, як описано раніше (Fomishyna et al., 2009; Syvash et al., 2016). Пігменти екстрагували ацетоном з додаванням СаСО₃ і розділяли методом паперової хроматографії, використовуючи суміш гексану й етанолу в співвідношенні 16:1 (за об'ємом). Смуги ксантофілів (лютеїн, віолаксантин, неоксантин) екстрагували з хроматограм 96%-вим етанолом. Вміст окремих пігментів визначали в етанольних екстрактах на спектрофотометрі СФ-46, використовуючи коефіцієнти екстинкції, наведені Х. Ліхтенталером і К. Бушманном (Lichtenthaler, Buschmann, 2001). Вміст пігментів співвідносили з одиницею маси сухої речовини.

Дослідження проводили в 3–4-разовій повторності. Дані статистично обробляли за допомогою програм Microsoft Office Excel і Statistica. Визначали середні значення та їхні стандартні відхилення. При порівнянні вибірок використовували *t*-критерій Стьюдента, розбіжності вважали достовірними при $p \leq 0,05$.

Результати

Рослини трав'яного й чагарникового ярусів відбирали з двох ділянок лісу, умовно позначених як "верхня" й "нижня", при цьому середня добова освітленість нижньої ділянки була в 2–3 рази нижчою, ніж верхньої.

Таблиця 1. Вміст лютеїну в листках трав'яних рослин з різних ділянок широколистяного лісу

Table 1. Lutein content (mg/g dry matter) in the leaves of herbaceous plants from different areas of the deciduous forest

Вид	Ділянка	Дата збору	
		03.07.2013	24.07.2013
		Вміст, мг/г сухої речовини	
<i>Polygonatum multiflorum</i>	верхня	0,555±0,021	0,627±0,006
	нижня	0,611±0,009	0,634±0,016
<i>Convallaria majalis</i>	верхня	0,748±0,035	0,735±0,015
	нижня	0,712±0,036	0,722±0,035
<i>Asarum europaeum</i>	верхня	0,575±0,012	0,415±0,009
	нижня	0,663±0,023	0,384±0,012
<i>Aegopodium podagraria</i> *	нижня	0,608±0,029	0,663±0,027

* Вид траплявся тільки на нижній ділянці (так само у табл. 2, 3).

Таблиця 2. Вміст віолаксантину в листках трав'яних рослин з різних ділянок широколистяного лісу

Table 2. Violaxanthin content (mg/g dry matter) in the leaves of herbaceous plants from different areas of the deciduous forest

Вид	Ділянка	Дата збору	
		03.07.2013	24.07.2013
		Вміст, мг/г сухої речовини	
<i>Polygonatum multiflorum</i>	верхня	0,103±0,004	0,068±0,001
	нижня	0,076±0,002	0,054±0,011
<i>Convallaria majalis</i>	верхня	0,140±0,006	0,079±0,002
	нижня	0,129±0,006	0,058±0,002
<i>Asarum europaeum</i>	верхня	0,102±0,002	0,085±0,002
	нижня	0,116±0,003	0,061±0,002
<i>Aegopodium podagraria</i>	нижня	0,124±0,006	0,113±0,004

Таблиця 3. Вміст неоксантину в листках трав'яних рослин з різних ділянок широколистяного лісу

Table 3. Neoxanthin content (mg/g dry matter) in the leaves of herbaceous plants from different areas of the deciduous forest

Вид	Ділянка	Дата збору	
		03.07.2013	24.07.2013
		Вміст, мг/г сухої речовини	
<i>Polygonatum multiflorum</i>	верхня	0,143±0,005	0,121±0,003
	нижня	0,131±0,003	0,098±0,003
<i>Convallaria majalis</i>	верхня	0,196±0,007	0,150±0,003
	нижня	0,209±0,009	0,109±0,004
<i>Asarum europaeum</i>	верхня	0,142±0,004	0,104±0,003
	нижня	0,151±0,005	0,073±0,04
<i>Aegopodium podagraria</i>	нижня	0,148±0,007	0,156±0,006

Рослини трав'яного ярусу

На початку дослідження рослини *Polygonatum multiflorum*, *Asarum europaeum* і *Aegopodium podagraria* містили приблизно однакову кількість лютеїну й неоксантину. *Convallaria majalis* характеризувався вищим вмістом ксантофілів усіх класів (табл. 1–3).

У листках *Polygonatum multiflorum* і *Asarum europaeum* вміст лютеїну був вищим у рослин, що зростали на більш затіненій нижній ділянці, а у *Convallaria majalis* вміст лютеїну в рослин з різних ділянок не відрізнявся (табл. 1). Через три тижні різниця у вмісті лютеїну в рослин з верхньої і нижньої ділянок зникала і в *Polygonatum multiflorum* – за рахунок певного зростання вмісту лютеїну на більш освітленій верхній ділянці. У *C. majalis* і *A. podagraria* за три тижні вміст лютеїну в листках майже не змінювався. В *A. europaeum*, на противагу, листки втрачали до 30–40% лютеїну, причому значніше зниження його вмісту спостерігалось на затіненій нижній ділянці.

На початку експерименту розбіжності у вмісті віолаксантину в рослин окремих видів з різних ділянок лісу не дозволили виявити загальних закономірностей (табл. 2). Так, у *P. multiflorum* його вміст на нижній ділянці був меншим на чверть, в *A. europaeum* – дещо більшим, а в *C. majalis* – залишався на одному рівні. Навпаки, за три тижні вміст віолаксантину в усіх рослин на нижній ділянці ставав меншим у порівнянні з верхньою.

За три тижні вміст віолаксантину знижувався в листках усіх видів рослин: найбільше – в *Convallaria majalis*, найменше – в *Aegopodium podagraria*. У тінюлюбної рослини *Asarum europaeum* на верхній ділянці вміст віолаксантину знижувався незначно (на 17%), однак у *A. europaeum*, що зростав на нижній ділянці, та в *C. majalis* на обох ділянках він зменшувався вдвічі, а в *P. multiflorum* – приблизно на третину.

Вміст неоксантину в рослин з різних ділянок спочатку мало відрізнявся (табл. 3). За три тижні він не змінювався лише в *A. podagraria*, а в інших рослин – сильно знижувався, причому набагато значніше – на нижній ділянці (у *C. majalis* і *A. europaeum* – приблизно вдвічі).

Рослини чагарникового ярусу

На початку експерименту максимальний вміст усіх ксантофілових пігментів серед рослин чагарникового ярусу був зафіксований у *Padus avium* (табл. 4–6).

Вміст лютеїну в рослин з різних ділянок не змінювався (табл. 4). Найнижчим він був у *Corylus avellana*. На відміну від трав'яних рослин, за два тижні вміст лютеїну в листках знижувався в усіх видів рослин чагарникового ярусу в середньому на 10–15%.

Листки *Euonymus europaeus* містили однакову кількість віолаксантину незалежно від віку та ділянки зростання (табл. 5). У листках інших двох деревних рослин, на протигагу трав'яним рослинам, вміст віолаксантину був істотно вищим на нижній ділянці: на 28% – у *Padus avium* і на 40–45% – у *Corylus avellana*. За два тижні вміст віолаксантину в *P. avium* і *C. avellana* знижувався приблизно на 10% – менш істотно, ніж у трав'яних рослин *Polygonatum multiflorum*, *Convallaria majalis* і *Asarum europaeum*.

На початку дослідження більший вміст неоксантину в листках рослин чагарникового ярусу спостерігався на нижній, більш затіненій, ділянці (табл. 6). Подібна тенденція була відзначена і для вмісту віолаксантину. За два тижні в усіх рослин він також знижувався: на 8–10% – на верхній ділянці та на 13–19% – на нижній.

Отже, за два тижні у трьох досліджених рослин чагарникового ярусу вміст неоксантину в листках помітно знижувався, а в *Padus avium* і *Corylus avellana* – спостерігалось також зниження вмісту лютеїну та віолаксантину.

Для трав'яних рослин порівняно з деревними був властивий вищий вміст ксантофілів у цілому та їхніх окремих класів. З часом у більшості видів рослин з обох ділянок сумарний вміст ксантофілів мав тенденцію до зниження (рисунок). У листках *Polygonatum multiflorum*, *Convallaria majalis* і *Asarum europaeum*, які зростали на більш освітленій верхній ділянці, вміст ксантофілів з часом ставав вищим, ніж у листках рослин, зібраних з більш затіненої нижньої.

Обговорення

Рослини нижніх ярусів широколистяного лісу зазвичай перебувають в умовах глибокого затінення. В густому лісі кількість світла, що надходить до рослин на різних ярусах, може змінюватися до 50 разів (Valladares, 2003; Anten, 2005). У нашому випадку, в місцях відбору рослин трав'яного ярусу щільність потоку фотонів фотосинтетично активної радіації складала менше 5% потоку, що падав на верхівки крон дерев лісу.

Таблиця 4. Вміст лютеїну в листках рослин чагарникового ярусу з різних ділянок широколистяного лісу

Table 4. Lutein content (mg/g dry matter) in the leaves of plants from the shrub layer from different areas of the deciduous forest

Вид	Ділянка	Дата збору	
		17.07.2014	31.07.2014
Вміст, мг/г сухої речовини			
<i>Padus avium</i>	верхня	0,506±0,017	0,439±0,019
	нижня	0,528±0,011	0,455±0,014
<i>Corylus avellana</i>	верхня	0,423±0,006	0,350±0,009
	нижня	0,404±0,017	0,339±0,017
<i>Euonymus europaeus</i>	верхня	0,462±0,008	0,455±0,009
	нижня	0,475±0,018	0,431±0,018

Таблиця 5. Вміст віолаксантину в листках рослин чагарникового ярусу з різних ділянок широколистяного лісу

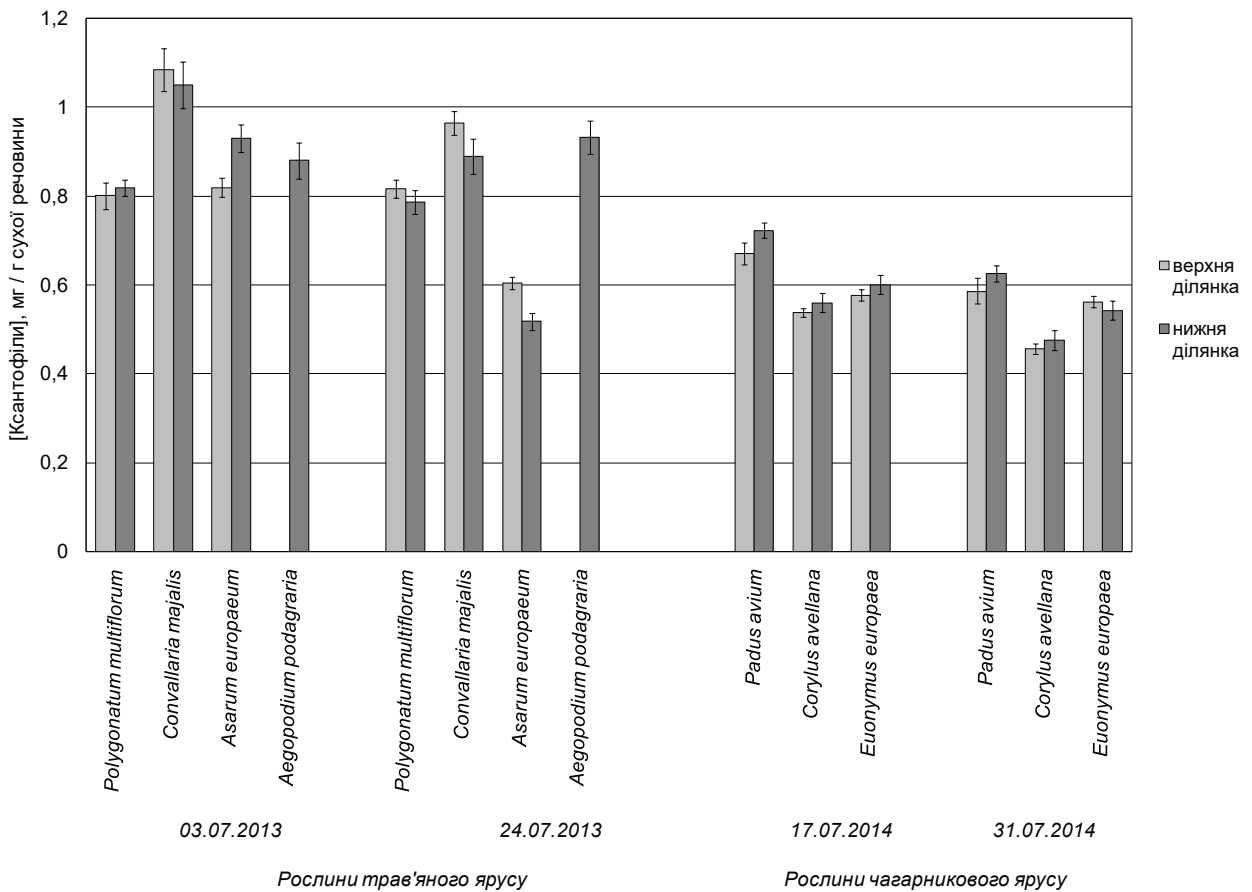
Table 5. Violaxanthin content (mg/g dry matter) in the leaves of plants from the shrub layer from different areas of the deciduous forest

Вид	Ділянка	Дата збору	
		17.07.2014	31.07.2014
Вміст, мг/г сухої речовини			
<i>Padus avium</i>	верхня	0,061±0,002	0,054±0,003
	нижня	0,078±0,002	0,069±0,002
<i>Corylus avellana</i>	верхня	0,038±0,001	0,035±0,001
	нижня	0,055±0,002	0,049±0,002
<i>Euonymus europaeus</i>	верхня	0,039±0,001	0,038±0,001
	нижня	0,037±0,001	0,040±0,002

Таблиця 6. Вміст неоксантину в листках рослин чагарникового ярусу з різних ділянок широколистяного лісу

Table 6. Neoxanthin content (mg/g dry matter) in the leaves of plants from the shrub layer from different areas of the deciduous forest

Вид	Ділянка	Дата збору	
		17.07.2014	31.07.2014
Вміст, мг/г сухої речовини			
<i>Padus avium</i>	верхня	0,103±0,004	0,093±0,005
	нижня	0,116±0,003	0,101±0,003
<i>Corylus avellana</i>	верхня	0,077±0,001	0,071±0,002
	нижня	0,101±0,004	0,087±0,004
<i>Euonymus europaeus</i>	верхня	0,076±0,002	0,069±0,002
	нижня	0,089±0,003	0,072±0,003



Сумарний вміст ксантофілів у листках рослин з різних ділянок широколистяного лісу
 Total xanthophyll content in the leaves of plants from different areas of the deciduous forest

За умов низької інтенсивності світла, коли не задіяні жодні процеси дисипації енергії, світло утилізується повністю, при цьому спостерігається максимальна ефективність фотосинтезу. Затіннення рослин викликає закономірні перебудови фотосинтетичного апарату. Відповідь хлоропластів на зменшення потоку фотонів включає, як правило, зниження співвідношення хлорофілів a/b та зростання вмісту світлозбиральних комплексів фотосистем I і II (СЗК I і СЗК II), а також зменшення вмісту комплексу цитохромів $b_6 f$, Rubisco та АТФазної активності (Bailey et al., 2001). Листки, що перебувають за умов низької освітленості, зазвичай містять більше таких пігментів, як хлорофіл b , лютеїн і неоксантин (Leong, Anderson, 1984; Anderson, 1986; Lichtenthaler, Burkart, 1999). Однак вміст каротиноїдів часто підвищується і за високої інсоляції, коли вони виконують функцію захисту від фотоінгібування (Syvash et al., 2016).

Загалом, ефективність роботи пігментної системи залежить від відповідності її структури та функцій кліматичним і/або екологічним умовам, передусім умовам освітлення.

Деякі ксантофіли можуть брати участь в оборотних світлозалежних реакціях ксантофілових циклів. Як вже нами зазначалося, ключовим і найрозповсюдженишим є віолаксантиновий цикл, виявлений практично в усіх вищих рослин і евкаріотичних водоростей. Він являє собою циклічні ензиматичні взаємоперетворення віолаксантину і зеаксантину, які відбуваються через проміжний продукт – антераксантин. Молекули першого виступають у ролі світлозбирального пігменту, тоді як молекули зеаксантину, вбудовуючись у структуру світлозбирального комплексу (СЗК), змінюють його конформацію на таку, яка забезпечує ефективне розсіювання поглинутої хлорофілом надлишкової світлової

енергії (Navaux et al., 2000). Функціонування ВЦ дозволяє уникнути фотоінгібування внаслідок збільшення нефотохімічного гасіння (Bilger, Björkman, 1990; Niyogi, 1999). Показана також роль ВЦ у захисті молекул ліпідів від окисної деградації та модуляції фізичних властивостей тилакоїдної мембрани (Gruszecki, Strzałka, 2005; Ladygin, Shirshikova, 2006). До 80% пігментів ВЦ локалізуються в мінорних субодинацях СЗК фотосистеми II (поліпептиди CP₂₉, CP₂₆ і CP₂₄) і лише 20% – у головному периферійному комплексі СЗК II (Gilmore, 1997; Morosinotto et al., 2003; Ladygin, Shirshikova, 2006). Реакції ВЦ протікають у тилакоїдних мембранах хлоропластів. За високої інтенсивності світла, коли підвищується інтенсивність фотосинтезу й рН у тилакоїдному люмені знижується, активується локалізований у люмені, кодований геном *VdeI* ензим віолаксантиндеєпоксидаза (оптимум рН 5,2) (Morosinotto et al., 2003). Прикріплюючись до тилакоїдної мембрани, віолаксантиндеєпоксидаза каталізує швидке (протягом кількох хвилин) відновлення епоксидних груп віолаксантину з використанням аскорбату як відновника. Двоетапне відновлення віолаксантину призводить до утворення зеаксантину, який виконує фотопротекторну функцію. При перетворенні віолаксантину в зеаксантин кількість спряжених подвійних зв'язків у полієновому ланцюгу збільшується з 9 до 11, зумовлюючи вищу реакційну здатність зеаксантину по відношенню до окисних агентів і вільних радикалів (Ladygin, Shirshikova, 2006). При зниженні інтенсивності освітлення переважає набагато повільніша (від одної до кількох годин) зворотна реакція, яку каталізує кодована геном *Zep1* зеаксанинепоксидаза (оптимум рН 7,5), міцно прикріплена до стромального боку тилакоїдної мембрани. Епоксидация, яка протікає з використанням НАДФН і O₂, призводить до утворення віолаксантину (Demmig-Adams, Adams, 2006).

Отже, при яскравішому освітленні внаслідок функціонування ВЦ вміст віолаксантину знижується (Gilmore, 1997). У наших дослідах таке зниження спостерігалось у рослин чагарникового ярусу *Padus avium* і *Corylus avellana*, які зростали на більш освітленій верхній ділянці. Навпаки, у трав'яних рослин з верхньої ділянки вміст віолаксантину переважно був вищим, ніж з нижньої. Ймовірно, в тіньовитривалих рослин

Polygonatum multiflorum і *Convallaria majalis* перша реакція деєпоксидации віолаксантину не активна, проте, на відміну від рослин трав'яного ярусу, в *Padus avium* і *Corylus avellana* при підвищеному освітленні можлива активація ВЦ. Раніше було показано, що інтенсивність реакцій ксантофілового циклу корелює зі ступенем світлолюбності рослин (Fomishyna, 2009; Syvash et al., 2016).

Загальною тенденцією для досліджених видів рослин є втрата віолаксантину з часом. У рослин чагарникового ярусу вона менш виражена, ніж у трав'яних рослин, за винятком *Euonymus europaeus* – тіньлюбної рослини, для якої характерне нижче співвідношення хлорофілів *a/b*, ніж для *P. avium* і *C. avellana* (Syvash et al., 2016). Можливо, впродовж липня відбувається розростання листків рослин деревного ярусу лісу, зменшується мерехтіння світла та зникають локальні світлові плями. Як наслідок, у рослин нижчих ярусів знижується потреба в гнучкому й швидкому реагуванні на зміни рівня освітлення та вміст віолаксантину знижується до мінімально необхідної кількості. Менша варіабельність вмісту віолаксантину в рослин чагарникового ярусу може бути генетично обумовленою і надавати їм можливість вегетувати як під покривом лісу, так і на відкритих ділянках (Syvash et al., 2016).

Головним за вмістом ксантофіловим пігментом листків є лютеїн. Його вміст у рослин трав'яного й чагарникового ярусів лісу в основному мало залежав від умов зростання, за винятком *Polygonatum multiflorum* і *Asarum europaeum* на початку липня. Вищий на 10–15% вміст лютеїну в листках цих рослин з більш затінених ділянок може бути зумовлений підвищеним вмістом СЗК II, кожна мономерна субодинаця якого містить дві молекули цього пігменту. Встановлено, що кінці обох молекул лютеїну утворюють водневі зв'язки з поліпептидними петлями білків СЗК II на протилежних боках фотосинтетичної мембрани, а полієнові ланцюги молекул лютеїну X-подібно перехрещуються, забезпечуючи структурну стабільність комплексу (Ladygin, Shirshikova, 2006).

Втрата з часом лютеїну листками рослин чагарникового ярусу і особливо *A. europaeum* може бути викликана, окрім згаданого вище зниження потреби рослин у ксантофілових пігментах, також і функціонуванням допоміжного ксантофілового циклу – лютеїнового, який включає переходи між лютеїном і його моноепоксидною формою –

лютеїн-5,6-епоксидом. Цей ензиматичний цикл, на теперішній час виявлений лише у деяких рослин, відіграє важливу роль поряд з ВЦ у стимулюванні дисипації енергії всередині світлозбиральних комплексів антени, і таким чином допомагає захистити фотосинтетичний апарат від фотоінгібування (Matsubara et al., 2007). При адаптації до зниженого освітлення в СЗК повільно накопичується лютеїн-5,6-епоксид, який разом зі збільшенням розміру антени дозволяє ефективно спрямовувати енергію світла на фотосистему II. Коли тіньові листки раптово потрапляють на яскраве світло (наприклад, при утворенні просвіту в кроні), паралельно зі швидким обміном віолаксантину на зеаксантин відбувається обмін лютеїн-5,6-епоксиду в СЗК на лютеїн, що викликає сильне розсіювання надлишкової світлової енергії. Вважають, що функціонування лютеїнового циклу забезпечують ті самі ензими, що й ВЦ (Ladygin, Shirshikova, 2006). Швидке перетворення лютеїн-5,6-епоксиду на лютеїн може являти один з найбільш ранніх кроків у довгостроковій адаптації до сонячного світла, ефективно перетворюючи світлозбиральні центри на фотопротекторні. Причиною можливої епоксидзації лютеїну в нашому досліді, вірогідно, є зменшення надходження сонячної радіації до рослин нижніх ярусів, обумовлене розростанням поверхні листків рослин верхніх ярусів лісу. Активність лютеїнового циклу може обумовлювати також виявлені нами значніше падіння вмісту лютеїну в *Asarum europaeum* за 3 тижні на затіненій нижній ділянці та зростання його вмісту в *Polygonatum multiflorum* на більш освітленій верхній ділянці для підсилення фотозахисної функції.

Неоксантин – ксантофіл, який на додаток до восьми спряжених подвійних зв'язків має аленовий зв'язок – синтезується з віолаксантину і виконує в основному світлозбиральну функцію. Ефективність перенесення енергії квантів світла від неоксантину до хлорофілу *a* є найбільшою серед усіх ксантофілів і становить 85% порівняно з 62% для лютеїну і 54% для віолаксантину (Ladygin, Shirshikova, 2006). Неоксантин є невід'ємним структурним компонентом СЗК тилакоїдних мембран. Його вміст у тіньовитривалих рослин трав'яного ярусу, що ростуть при освітленості не більше 5% від повної, як і вміст віолаксантину, був вищим при більшому освітленні верхньої ділянки наприкінці липня (табл. 3).

Аналогічно віолаксантину, вищий вміст неоксантину в листках рослин чагарникового ярусу спостерігався на більш затіненій нижній ділянці. Домінуючою функцією цих двох ксантофілів є передача енергії поглинутих квантів світла на хлорофіл *a*, отже, їхній підвищений вміст може бути зумовлений необхідністю в ефективному збиранні світла.

Усі досліджені рослини, окрім *Aegopodium podagraria*, з часом втрачали неоксантин, причому сильніше – на нижній ділянці. Вочевидь, згадане раніше зниження потреби в інших класах ксантофілів спостерігається і для неоксантину.

Таким чином, вміст ксантофілових пігментів у рослин нижчих ярусів широколистяного лісу активно реагує на зміни світлового режиму в природних умовах лісового біоценозу.

Висновки

1. Адаптації рослин чагарникового ярусу до умов освітлення може брати участь віолаксантиновий цикл, про що свідчить зменшення вмісту віолаксантину в напрямку світлового градієнту. У тіньовитривалих і тіньюлюбних рослин трав'яного ярусу пряма реакція віолаксантинового циклу має бути пригніченою, оскільки вміст віолаксантину більший при вищій інсоляції рослин.

2. Більший вміст окремих класів ксантофілів на менш освітленій ділянці широколистяного лісу може бути необхідним для забезпечення ефективного поглинання обмеженої кількості фотонів.

3. Зниження вмісту ксантофілів за 2–3 тижні липня може бути зумовлене остаточним формуванням листяного покриву рослин верхніх ярусів та, як наслідок, меншими флуктуаціями світлового потоку. Отже, в рослин чагарникового і, особливо, трав'яного ярусів зменшується потреба в координуванні світлозбиральної й фотопротекторної функцій, та вміст ксантофілів знижується до кількості, мінімально необхідної для забезпечення належної структури й ефективного функціонування фотосинтетичного апарату.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Anderson J.M. Photoregulation of the composition, function, and structure of thylakoid membranes. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 1986, 37: 93–136. doi: 10.1146/annurev.pp.37.060186.000521.
- Anten N.P.R. Optimal photosynthetic characteristics of individual plants in vegetation stands and implications for species coexistence. *Ann. Bot.*, 2005, 95(3): 495–506. doi: 10.1093/aob/mci048.
- Bailey S., Walters R.G., Jansson S., Horton P. Acclimation of *Arabidopsis thaliana* to the light environment: the existence of separate low light and high light responses. *Planta*, 2001, 213(5): 794–801. doi: 10.1007/s004250100556.
- Bilger W., Björkman O. Role of the xanthophyll cycle in photoprotection elucidated by measurements of light-induced absorbance changes, fluorescence and photosynthesis in leaves of *Hedera canariensis*. *Photosynth. Res.*, 1990, 25(3): 173–185. doi: 10.1007/BF00033159.
- Bukhov N.G. Dynamic light regulation of photosynthesis (A review). *Russ. J. Plant Physiol.*, 2004, 51(6): 742–753. doi: 10.1023/B:RUPL.0000047822.66925.bf.
- Cunningham F.X., Gantt E. Genes and enzymes of carotenoid biosynthesis in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 1998, 49: 557–583. doi: 10.1146/annurev.arplant.49.1.557.
- Demmig-Adams B., Adams W.W. 3rd. The role of xanthophyll cycle carotenoids in the protection of photosynthesis. *Trends Plant Sci.*, 1996, 1(1): 21–26. doi: 10.1016/S1360-1385(96)80019-7.
- Demmig-Adams B., Adams W.W. 3rd. Photoprotection in an ecological context: the remarkable complexity of thermal energy dissipation. *New Phytologist*, 2006, 172(1): 11–21. doi: 10.1111/j.1469-8137.2006.01835.x.
- Didukh Ya.P., Iermolenko V.M., Kryzhanivska O.T., Popovych S.Yu., Serebriakov V.V., Tkachenko V.S., Heluta V.P., Parchuk G.V., Rodina V.V., Fitsailo T.V. *Ecological path (methodology, organization, description of the model path Lisnyky*. Kyiv: Phytosociocentre, 2000, 88 pp. [Дідух Я.П., Єрмоленко В.М., Крижанівська О.Т., Попович С.Ю., Серебряков В.В., Ткаченко В.С., Гелюта В.П., Парчук Г.В., Родіна В.В., Фіцайло Т.В. *Екологічна стежка (методика, організація, характеристика модельної стежки "Лісники")*. Київ: Фітосоціоцентр, 2000, 88 с.]
- Dovbysh K.P., Vasylenko S.M., Syvash O.O., Torchiiy N.M. *Ukr. Bot. J.*, 2006, 63(3): 411–421. [Довбиш К.П., Васильченко С.М., Сиваш О.О., Топчій Н.М. Фотосинтетичні характеристики *Acer platanoides* L., *A. campestre* L., *A. tataricum* L. у природних умовах за різних світлових режимів. *Укр. бот. журн.*, 2006, 63(3): 411–421].
- Fomishyna R.N., Syvash O.O., Zakharova T.O., Zolotareva O.K. *Ukr. Bot. J.*, 2009, 66(1): 94–102. [Фомішина Р.М., Сиваш О.О., Захарова Т.О., Золотарьова О.К. Роль хлорофілази в адаптації рослин до умов освітлення. *Укр. бот. журн.*, 2009, 66(1): 94–102].
- Frank H.A., Cua A., Chynwat V., Young A., Gosztola D., Wasielewski M.R. Photophysics of the carotenoids associated with the xanthophyll cycle in photosynthesis. *Photosynth. Res.*, 1994, 41(3): 389–395. doi: 10.1007/BF02183041.
- Gilmore A.M. Mechanistic aspects of xanthophyll cycle-dependent photoprotection in higher plant chloroplasts and leaves. *Physiol. Plant*, 1997, 99(1): 197–209. doi: 10.1111/j.1399-3054.1997.tb03449.x.
- Gruszecki W.I., Strzałka K. Carotenoids as modulators of lipid membrane physical properties. *Biochim. Biophys. Acta*, 2005, 1740(2): 108–115. doi: 10.1016/j.bbadis.2004.11.015.
- Havaux M., Bonfils J.-P., Lütz C., Niyogi K.K. Photodamage of the photosynthetic apparatus and its dependence on the leaf developmental stage in the *npq1* *Arabidopsis* mutant deficient in the xanthophyll cycle enzyme violaxanthin de-epoxidase. *Plant Physiol.*, 2000, 124(1): 273–284. doi: 10.1104/pp.124.1.273.
- Kiriziy D.A., Stasik O.O., Priadkina G.A., Shadchina T.M. Assimilyatsiya CO₂ i mekhanizmy ee regulyatsii (Assimilation of CO₂ and mechanisms of its regulation). In: *Photosynthesis*. Kyiv: Logos, 2014, vol. 2, 478 pp. [Киризи́й Д.А., Стасик О.О., Прядкіна Г.А., Шадчіна Т.М. Ассимиляція CO₂ і механізми її регуляції. В кн.: *Фотосинтез*. Київ: Логос, 2014, т. 2, 478 с.]
- Ladygin V.G., Shirshikova G.N. *J. Gen. Biology (Zhurnal obshchey byolohiyi)*, 2006, 67(3): 163–189. [Ладьгин В.Г., Ширшикова Г.Н. Современные представления о функциональной роли каротиноидов в хлоропластах эукариот. *Журн. общ. биологии*, 2006, 67(3): 163–189].
- Leong T.-Y., Anderson J.M. Adaptation of the thylakoid membranes of pea chloroplasts to light intensities. I. Study on the distribution of chlorophyll-protein complexes. *Photosynth. Res.*, 1984, 5(2): 105–115. doi: 10.1007/BF00028524.
- Lichtenthaler H.K., Burkart S. Photosynthesis and high light stress. *Bulg. J. Plant Physiol.*, 1999, 25(3–4): 3–16.
- Lichtenthaler H.K., Buschmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. In: *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. Eds R.E. Wrolstad, T.E. Acree, H. An, E.A. Decker, M.H. Penner, D.S. Reid, S.J. Schwartz, C.F. Shoemaker, P. Sporns. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2001, pp. F4.3.1-F4.3.8. doi: 10.1002/0471142913.faf0403s01.
- Lichtenthaler H.K., Ač A., Marek M.V., Kalina J., Urban O. Differences in pigment composition, photosynthetic rates and chlorophyll fluorescence images of sun and shade leaves of four tree species. *Plant Physiol. Biochem.*, 2007, 45(8): 577–588. doi: 10.1016/j.plaphy.2007.04.006.
- Matsubara S., Morosinotto T., Osmond C.B., Bassi R. Short- and long-term operation of the lutein-epoxide cycle in light-harvesting antenna complexes. *Plant Physiol.*, 2007, 144(2): 926–941. doi: 10.1104/pp.107.099077.
- Melis A. Solar energy conversion efficiencies in photosynthesis: Minimizing the chlorophyll antennae to

- maximize efficiency. *Plant Sci.*, 2009, 177(4): 272–280. doi: 10.1016/j.plantsci.2009.06.005.
- Morosinotto T., Caffarri S., Dall'Osto L., Bassi R. Mechanistic aspects of the xanthophyll dynamics in higher plant thylakoids. *Physiol. Plant.*, 2003, 119(3): 347–354. doi: 10.1034/j.1399-3054.2003.00213.x.
- Mykhaylenko N.F., Syvash O.O., Tupik N.D., Zolotareva O.K. Exogenous hexoses cause quantitative changes of pigment and glycerolipid composition in filamentous cyanobacteria. *Photosynthetica*, 2004, 42(1): 105–110. doi: 10.1023/B:PHOT.0000040577.30424.d1.
- Niinemets Ü., Valladares F. Photosynthetic acclimation to simultaneous and interacting environmental stresses along natural light gradients: optimality and constraints. *Plant Biol.*, 2004, 6(3): 254–268. doi: 10.1055/s-2004-817881.
- Niyogi K.K. Photoprotection revisited: genetic and molecular approaches. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 1999, 50: 333–359. doi: 10.1146/annurev.arplant.50.1.333.
- Oguchi R., Hikosaka K., Hirose T. Leaf anatomy as a constraint for photosynthetic acclimation: differential responses in leaf anatomy to increasing growth irradiance among three deciduous trees. *Plant Cell Environ.*, 2005, 28(7): 916–927. doi: 10.1111/j.1365-3040.2005.01344.x.
- Syvash O.O., Mykhaylenko N.F., Zolotareva O.K. *Ukr. Bot. J.*, 2001, 58(1): 121–127. [Сиваш О.О., Михайленко Н.Ф., Золотарева О.К. Цукри як ключова ланка в регуляції метаболізму фотосинтезуючих клітин. *Укр. бот. журн.*, 2001, 58(1): 121–127].
- Syvash O.O., Zolotareva E.K. *Bull. Kharkiv Natl. Agrar. Univ. Ser. Biology*, 2013, 3(30): 6–17. [Сиваш А.А., Золотарева Е.К. Катаболизм хлорофилла в растениях. *Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту.* Сер. Біологія, 2013, 3(30): 6–17].
- Syvash O.O., Fomishyna R.N., Zakharova T.O., Zolotareva E.K. *Bull. Kharkiv Natl. Agrar. Univ. Ser. Biology*, 2016, 2(38): 75–83. [Сиваш А.А., Фомишина Р.Н., Захарова Т.О., Золотарева Е.К. Хлорофиллазная активность и пигментный состав листьев растений разных ярусов широколиственного леса. *Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту.* Сер. Біологія, 2016, 2(38): 75–83].
- Topchii N.M., Sytnik S.K., Syvash O.O., Zolotareva O.K. The effect of additional red irradiation on the photosynthetic apparatus of *Pisum sativum*. *Photosynthetica*, 2005, 43(3): 451–456. doi: 10.1007/s11099-005-0072-4.
- Valladares F. Light heterogeneity and plants: from ecophysiology to species coexistence and biodiversity. *Progress in Botany*, 2003, 64: 439–471. doi: 10.1007/978-3-642-55819-1_17.
- Voloshyna N.Yu., Topchii N.M., Bilyavska N.O., Didukh Ya.P. *Rep. Natl. Acad. Sci. Ukraine*, 2008, 8: 153–159. [Волошина Н.Ю., Топчій Н.М., Білявська Н.О., Дідух Я.П. Морфологічні ознаки та стан фотосинтетичного апарату листків *Acer platanoides* і *A. tataricum* з різних рівнів крони. *Доп. НАН України*, 2008, 8: 153–159].

Рекомендує до друку
І.В. Косаківська

Надійшла 18.11.2017

Онойко О., Михайленко Н., Сиваш О., Довбиш К.
Вміст пігментів ксантофілового ряду в рослинах різних ярусів широколистяного лісу. Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 84–93.

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна

Досліджено склад і вміст ксантофілів у листках рослин широколистяного лісу: тіньолюбних і тіньовитривалих видів трав'яного (*Polygonatum multiflorum*, *Convallaria majalis*, *Asarum europaeum*, *Aegopodium podagraria*) та чагарникового ярусу (*Padus avium*, *Corylus avellana*, *Euonymus europaeus*). Рослини збирали в середині літа з ділянок, що відрізнялися за інтенсивністю освітлення в 2–3 рази. Встановлено зменшення вмісту віолаксантину в листках *P. avium* і *C. avellana* з підвищенням інсоляції, що може бути обумовлене функціонуванням віолаксантинового циклу. Навпаки, в рослин трав'яного ярусу перетворення віолаксантину на зеаксантин, вочевидь, пригнічене, оскільки вміст віолаксантину був більшим при вищій інтенсивності світла. Вміст лютеїну в листках рослин чагарникового ярусу і *C. majalis* не залежав від умов зростання рослин. Вищий на 10–15% вміст лютеїну в листках *P. multiflorum* і *A. europaeum* з більш затінених ділянок може бути зумовлений необхідністю підтримання структурної стабільності світлозбирального комплексу фотосистеми II. Втрата лютеїну з часом листками рослин чагарникового ярусу і, особливо, *A. europaeum* може бути спричинена функціонуванням допоміжного ксантофілового циклу – лютеїнового, який разом із віолаксантиновим бере участь у стимулюванні дисипації енергії всередині світлозбиральних комплексів антени і, таким чином, допомагає захистити фотосинтетичний апарат від фотоінгібування. Вміст неоксантину, який виконує переважно світлозбиральну функцію, у рослин чагарникового ярусу був підвищеним при обмеженому освітленні. Вміст усіх ксантофілових пігментів переважно знижувався з часом. Динаміка змін у вмісті ксантофілів відображає роль цих пігментів у модуляції активності фотосинтетичного апарату. Більший вміст окремих класів ксантофілів у рослин з менш освітленої ділянки широколистяного лісу може бути необхідним для забезпечення ефективного поглинання обмеженої кількості фотонів.

Ключові слова: лютеїн, віолаксантин, неоксантин, каротиноїди, трав'яний ярус, чагарниковий ярус, фотосинтез, ліс

Онойко Е., Михайленко Н., Сиваш А., Довбыш Е.
Содержание пигментов ксантофиллового ряда в растениях разных ярусов широколиственного леса. Укр. бот. журн., 2018, 75(1): 84–93.

Інститут ботаніки ім. Н.Г. Холодного НАН України
ул. Терещенковская, 2, Киев 01004, Украина

Исследованы состав и содержание ксантофиллов в листьях растений широколиственного леса: тенелюбивых и теневыносливых растений травяного (*Polygonatum multiflorum*, *Convallaria majalis*, *Asarum europaeum* и *Aegopodium podagraria*) и кустарникового яруса (*Padus avium*, *Corylus avellana* и *Euonymus europaeus*). Растения собирали в середине лета с участков, отличающихся по интенсивности освещения в 2–3 раза. Установлено уменьшение содержания виолаксантина в листьях *P. avium* и *C. avellana* с повышением инсоляции, что может быть обусловлено функционированием виолаксантинового цикла. У растений травяного яруса, напротив, преобразование виолаксантина в зеаксантин, очевидно, подавлено, поскольку содержание виолаксантина было большим при более высокой интенсивности света. Содержание лютеина в листьях растений кустарникового яруса и *C. majalis* не зависело от условий произрастания растений. Больше на 10–15% содержание лютеина в листьях *P. multiflorum* и *A. europaeum* с более затененных участков может быть обусловлено необходимостью поддержания структурной стабильности светособирающего комплекса фотосистемы II. Потеря лютеина со временем листьями растений кустарникового яруса и, особенно, *A. europaeum* может быть вызвана функционированием вспомогательного ксантофиллового цикла – лютеинового, который наряду с виолаксантиновым принимает участие в стимуляции диссипации энергии внутри светособирающих комплексов антенны и, таким образом, помогает защитить фотосинтетический аппарат от фотоингибирования. Содержание неоксантина, выполняющего главным образом светособирающую функцию, в листьях растений кустарникового яруса увеличивалось при ограниченном освещении. Содержание всех ксантофилловых пигментов преимущественно снижалось с течением времени. Динамика изменений в содержании ксантофиллов отражает роль этих пигментов в модуляции активности фотосинтетического аппарата. Больше содержание отдельных классов ксантофиллов у растений с менее освещенного участка широколиственного леса может быть необходимым для обеспечения эффективного поглощения ограниченного количества фотонов.

Ключевые слова: лютеин, виолаксантин, неоксантин, каротиноиды, травяной ярус, ярус кустарников, фотосинтез, лес



Раїса Іванівна БУРДА
(до 75-річчя від дня народження)



У 2018 р. виповнюється 75 років Раїсі Іванівні Бурді – доктору біологічних наук, професору, лауреату Державної премії України в галузі науки і техніки та премії НАН України імені М.Г. Холодного, відомому вченому, талановитому фахівцю в галузі ботаніки та екології, досвідченому організатору наукової роботи.

Раїса Іванівна Бурда народилася 6 лютого 1943 р. на мальовничій Полтавщині в невеликому старовинному селі Драбинівка Новосанжарського району, що розкинулося серед заліснених балок і степових просторів. На офіційному сайті драбинівської громади значиться її прізвище як видатної землячки. З 1950 р. навчалася в Артемівській середній школі Костянтинівського р-ну Донецької області, яку у 1960 р. закінчила зі срібною медаллю. Дитинство майбутньої дослідниці проходило серед квітучого

розмаїття, яке на все життя залишило слід у її душі й надихало у подальшій праці.

У 1965 р. Раїса Іванівна закінчила з відзнакою Кримський державний педагогічний інститут ім. М.В. Фрунзе (від 1999 р. – Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського) за спеціальністю «Географія та біологія». У 1965–1968 рр. працювала у цьому ж вишій асистентом кафедри ботаніки. Згодом вступила до аспірантури при Донецькому державному університеті. Дослідницьку роботу розпочала під керівництвом визначного ботаніка-дендролога, завідувача кафедри ботаніки, заслуженого діяча науки і техніки УРСР, члена-кореспондента АН УРСР, доктора біологічних наук, професора Федора Львовича Щепот'єва. Молода дослідниця вивчала спонтанну та індуковану поліплоїдію дуба звичайного, одного з найбільш цінних видів дендрофлори. Свою кандидатську дисертацію "Полиплоидия дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.)" вона успішно захистила у 1972 р.

У 1973 р. Раїса Іванівна Бурда розпочала роботу молодшим науковим співробітником у Донецькому ботанічному саду АН УРСР (нині Донецький ботанічний сад НАН України), згодом – старшим науковим співробітником (1973–1986), завідувала відділом природної флори (1986–1998), працювала заступником директора з наукової роботи (1989–1998). Перебуваючи на цій посаді, Раїса Іванівна на багато років визначила пріоритетні напрями розвитку науки у цій установі, приділяла особливу увагу підготовці молодих кадрів, які поступово знайомились з традиціями Саду і з часом стали його надійною опорою.

У 1998 р. Р.І. Бурда переїхала до Києва, де розпочала роботу в Інституті агроєкології та біотехнології НААН України на посаді провідного наукового співробітника, а від 2000 р. – завідувача лабораторії фітобіотичного моніторингу. Одночасно вона була професором кафедри екології агросфери Національного аграрного університету та працювала провідним науковим співробітником



Знані степознавці В.С. Ткаченко, Р.І. Бурда, А.П. Генюв (1993 р.)

у відділі екології фітосистем Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (2000–2002). З 2004 р. Раїса Іванівна – професор кафедри екології агросфери і екологічного контролю, головний науковий співробітник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Від 2010 р. й дотепер Раїса Іванівна є заступником директора з наукової роботи Державної установи "Інститут еволюційної екології НАН України".

Основний напрямок наукових досліджень Раїси Іванівни Бурди визначився саме у Донецькому ботанічному саду НАН України, який був задуманий та створений у промисловому регіоні за участі докторів біологічних наук, професорів Михайла Лукича Реви, члена-кореспондента АН УРСР Євгена Миколайовича Кондратюка та члена-кореспондента АН УРСР Віктора Павловича Тарабріна, які спрямували зусилля колективу вчених на розвиток теорії та практики нового напрямку ботанічної науки – промислової ботаніки. Внесок колективу Ботанічного саду у становлення цього напрямку є визначним. Грунтовна монографія "Промышленная ботаника", серед авторів якої була й Раїса Іванівна, вийшла друком у 1980 р.

Майже чверть віку Раїса Іванівна досліджувала різні аспекти антропогенної трансформації флори Донбасу, брала участь у розробці наукових основ моделювання і створення штучних фітоценозів у регіоні, обґрунтуванні системи створення стійких міських зелених насаджень в індустріальних районах України, розробці методів рекультивациі земель, вилучених з сільськогосподарського використання в результаті промислових розробок.



Під час V Міжнародної конференції «Anthropization and environment of rural settlements: Flora and Vegetation» у Карпатському біосферному заповіднику з В.К. Тохтарем та О.О. Кагалом

Згодом вона проводила широкомасштабні наукові дослідження з вивчення флори південного сходу України. У 1985 р. як підсумок багаторічних польових обстежень та критичного опрацювання гербарних колекцій, систематизації всіх даних, що були відомі на той час щодо судинних рослин Донецької та Луганської областей України, було здійснено комплексний таксономічний та типологічний аналізи флори цього регіону. Результати цих досліджень покладені в основу "Конспекта флоры юго-востока Украины. Сосудистые растения" (Кондратюк, Бурда, Остапко, 1985). Одним із напрямів, який багато років є лейтмотивом всіх досліджень ювілярки – проблема збереження фітобіоти. Ще у 1976–1985 рр. Раїса Іванівна була одним з керівників теми з розробки наукових засад охорони флори та фауни Луганського державного заповідника АН УРСР (нині Луганський природний заповідник НАН України). Результатом роботи є опубліковані у співавторстві праці "Луганский государственный заповедник. Растительный мир" (1988), "Атлас охраняемых растений (виды флоры юго-востока Украины, занесенные в Красную книгу)" (1995) та методичні рекомендації "Организация охраны растений Луганской области, занесенных в Красную книгу Украины" (Бурда, 1992).



Р.І. Бурда, В.В. Протопопова, Х. Сукопп (H. Sukopp), М.В. Шевера на "IV International Conference on the Ecology of Invasive Alien Plants" (Німеччина, Берлін, 1997)

Питанням структури, генезису, антропогенної трансформації та розробки заходів по збереженню фітобіоти південного сходу України була присвячена докторська дисертація "Флора південного сходу України, її генезис, антропогенна трансформація та охорона", захищена у 1988 р. Під час її виконання Раїса Іванівна обґрунтувала новий напрям досліджень – аналіз складу і структури флори для спрямованої трансформації рослинного покриву, запровадила новий підхід до вивчення синантропних флор – метод флор-ізолятів (елементарних територіально-структурних одиниць в умовах антропогенної трансформації флори), розробила першу типологію трансформованих флор та типологію макроекотопів парціальних флор за їхньою роллю у флорогенезі, а також уперше обґрунтувала функціональну роль різних типів антропогенних флор у відтворенні та збереженні рослинного покриву. Раїса Іванівна вперше обґрунтувала нові інноваційні підступи до вивчення наслідків антропогенного впливу на фітобіоту, визначивши специфіку і напрями флорогенезу в різних типах антропогенно трансформованих флор. Нині її концепція про їх спільність, ґрунтовану на функціональній схожості, не лише сприймається фахівцями з порівняльної флористики, але і розвивається її учнями та іншими ботаніками у рамках визначених нею напрямів. Ця концепція стала основою її широко відомої праці "Антропогенная трансформация флоры" (Бурда, 1991), яка є одним із базових трудів із цієї тематики, що не втрачає актуальності з роками. Надалі ці основні положення були розвинуті у низці її праць. Дослідження

популяційної мінливості синантропних видів показало, що еволюційні зміни в популяціях видів адвентивних рослин можна вважати антропогенно спричиненими (Бурда, Остапко, Тохтарь, 1997). На основі методу флор-ізолятів виявлені антропогенні зміни флори за широтним градієнтом (Бурда, 2007; 2013). Розроблена концепція сучасної науки про сегетальні бур'яни (Бурда, 2002). Встановлено рівень фонового фітобіотичного забруднення для експертних оцінок масштабів фітоінвазій на рівнинній частині України. Проведено прогнозування змін флори на основі питомого рівня флористичного багатства стандартної території та просторової різноманітності її на певній географічній широті; оцінено ймовірні ризики для аборигенних видів; вивчено чужорідні та інвазійні види в сегетальних екосистемах й у межах особливо охоронюваних природних територій в агроландшафті (Бурда, 2003, 2005, 2017). Результати цих оцінок використані при опрацюванні найважливіших показників кількісно-якісних властивостей мега-агроєкосистеми України (Бурда, Придатко, 2005).

З іменем Раїси Іванівни Бурди пов'язані також урбанofлористичні дослідження в Україні, започатковані наприкінці 1980-х років під впливом ідей німецьких, польських та російських ботаніків та екологів. Їй належить перше визначення поняття "урбанofлора" у вітчизняній флористиці. У її доробку – вивчення урбанofлор промислових міст Донбасу (агломерації Донецьк-Макіївка, Маріуполя, Слов'янська та Луганська) і підготовка "The checklist of Donbass' urban floras" (Burda, 1997); узагальнення "Методика дослідження адаптивної стратегії чужорідних видів рослин в урбанізованому середовищі" (Бурда, Ігнатюк, 2011).

Протягом свого наукового шляху Раїса Іванівна переймається роллю ботанічних садів у збереженні та моніторингу біорізноманіття. За її ініціативи великим колективом авторів вперше в Україні зроблений аналіз підсумків багаторічної інтродукції рослин та виданий "Каталог растений Донецкого ботанического сада" (1988), де описана колекція живих рослин (біля 9 тис. таксонів та сортів). Саме завдяки наполегливості Раїси Іванівни нещодавно підготований рекомендаційний документ – "Кодекс поведінки ботанічних садів та дендропарків України по відношенню до інвазійних чужорідних видів" (Бурда та ін., 2014).



Серед учасників II Всеукраїнської наукової конференції "Синантропізація рослинного покриву України" (Переяслав-Хмельницький, 2012)

На сьогодні ювілярка продовжує працювати у галузі інвазійної ботаніки, завданням якої є вивчення закономірностей природно-антропогенних міграцій рослин, механізмів адаптивної стратегії чужорідних видів, розробка стратегії запобігання, стримування, контролю фітоінвазій та обмеження загроз місцевому біорізноманіттю, визначення резистентності природно-заповідного фонду України до фітоінвазій. У монографії, присвяченій вивченню чужорідних видів флор об'єктів природно-заповідного фонду Лісостепу України, дано комплексний аналіз проблеми, означено риси неспроможності екосистем природного-заповідного фонду протистояти навалом чужинців, а також обґрунтовано потребу нової прикладної галузі науки – інвазійної ботаніки (Бурда та ін., 2015). З метою забезпечення інформаційної підтримки досліджень з фітоінвазій, Раїсою

Іванівною з колегами ініційовано укладання зведення "Чужорідні види флори України: роки і автори. Бібліографічний покажчик", у 2018 році вийшов вже п'ятий його випуск (Бурда та ін., 2018).

Вчена є одним із провідних авторів багатотомного наукового видання "Екофлора України" (2000, 2002, 2004, 2007, 2010).

Велику увагу Р.І. Бурда приділяє вихованню молодих спеціалістів – ботаніків та екологів, передаючи їм великий багаж знань та досвід практичної польової роботи. Працюючи в Донецькому ботанічному саду, вона ініціювала проведення курсів для молодих фахівців щодо їхнього ознайомлення з фундаментальними принципами сучасної ботаніки та порівняльної флористики, які запам'яталися всім, кому пощастило їх відвідати. Під її науковим керівництвом захищено сім кандидатських

дисертацій. Для своїх учнів Раїса Іванівна є взірцем служіння науці, вона задала висоту, на яку вони рівняються навіть через багато років після закінчення навчання.

Раїса Іванівна Бурда – автор та співавтор понад 360 наукових праць з порівняльної флористики, антропогенної трансформації рослинного покриву, урбанofлористики, гербології, збереження фітобіоти, опублікованих у вітчизняних та зарубіжних виданнях. Серед них – 15 монографій та понад 35 інших книжкових видань (включно з довідниками, підручниками, методичними посібниками), чотири авторських свідоцтва, три Стандарти організації України.

Раїса Іванівна здійснювала та продовжує здійснювати велику та різноманітну організаційну та громадську діяльність. Свого часу вона була членом експертної ради із загальної біології ВАК України (1993–1996), редколегій журналів "Интродукция и акклиматизация растений" (1984–1998, відповідальний редактор з 1994 р.), "Екологія та ноосферологія" (1995–1998), "Агроєкологія та біотехнологія" (1999–2000), "Агроєкологічний журнал" (2001–2005), "Промышленная ботаника" (2000–2014). Упродовж багатьох років Раїса Іванівна – член Національної комісії з питань Червоної книги України, Наукової ради з проблем ботаніки та мікології, член науково-методичної ради з проблем гербології при Президії НААН України, спеціалізованих вчених рад із захисту докторських дисертацій, редакційної колегії "Українського ботанічного журналу" (з 1993), "Наукового вісника НУБіП України" (з 2006), журналу "Фиторазнообразие Восточной Европы" (з 2006). Вона була й є одним із натхненників

проведення численних вітчизняних та міжнародних конференцій, семінарів, круглих столів, протягом багатьох років бере участь у міжнародних проєктах.

За плідну наукову та організаційну працю Р.І. Бурда відзначена державними нагородами та відзнаками. У 1994 р. разом із членом-кореспондентом НАН України Я.П. Дідухом за цикл робіт "Рослинний покрив і флора півдня України та їх антропогенна трансформація" вона стала лауреатом премії НАН України імені М.Г. Холодного. У 2016 р. у складі творчого колективу за цикл наукових праць "Наукові основи збереження та відновлення біотичного і ландшафтного різноманіття України в умовах змін навколишнього середовища" – лауреатом Державної премії України в галузі науки і техніки за 2015 рік. У 2018 р. вона нагороджена відзнакою НАН України за "За підготовку наукової зміни".

Особистими якостями Раїси Іванівни є вимогливість до себе та інших щодо якості отриманих наукових результатів, принциповість, працездатність, організаторський талант і далекоглядність, які проявляються в її повсякденних справах і в успішній реалізації наукової стратегії. Проте, незважаючи на суворі життєві принципи, вона завжди є чуйною людиною, яка готова підтримати учнів і колег не лише словом, доброю і мудрою порадою, але й справою. Для усіх них вона залишається зразком служіння науці, ставлення вченого та організатора науки до дорученої справи.

Ботанічна спільнота України, учні та колеги, щиро вітають вельмишановну Раїсу Іванівну з ювілеєм і зичать їй міцного здоров'я, творчої наснаги і нових звершень на благо ботанічної науки.

*В.Г. РАДЧЕНКО, С.Л. МОСЯКІН, В.К. ТОХТАРЬ,
А.П. ІЛЬІНСЬКА, В.В. ПРОТОПОПОВА,
М.В. ШЕВЕР, Н.А. ПАШКЕВИЧ, Г.В. БОЙКО*



**Остання подорож. Світлій пам'яті
Тетяни Михайлівни ЧЕРЕВЧЕНКО
(11.01.1929 – 25.06.2017)**



25 червня 2017 р. на 89-му році життя відійшла у вічність Тетяна Михайлівна Черевченко – доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент Національної академії наук України, Заслужений діяч науки і техніки України, голова Ради ботанічних садів та дендропарків України, почесний директор Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України, головний редактор наукового журналу "Інтродукція рослин".

Упродовж багатьох років Тетяна Михайлівна Черевченко була центральною постаттю і непорушним авторитетом у системі Ради ботанічних садів та дендропарків України, ідеологом та ініціатором прогресивних змін та нових тенденцій у розвитку ботанічних садів. Навколо неї гуртувались колективи багатьох установ, звертались за порадою як молоді директори ботсадів, так і досвідчені фахівці.

Народилася Тетяна Черевченко 11 січня 1929 р. у с. Почапинці Лисянського р-ну, що на Черкащині. Батько – Михайло Петрович був ветеринарним лікарем, мама – Поліна Іванівна – працювала вчителькою.

© Н.В. ЗАІМЕНКО, Л.І. БУЮН, Л.А. КОВАЛЬСЬКА, Р.В. ІВАННИКОВ, М.Б. ГАПОНЕНКО, В.С. ВАХРУШКІН, 2018

Після закінчення загальноосвітньої школи в 1946 р. Тетяна вступила до технікуму рибництва в селищі Шевченкове Звенигородського р-ну, який закінчила з відзнакою в 1949 р., отримавши спеціальність "технік-рибовод". Головою державної комісії, яка приймала іспити у випускників технікуму, був доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент АН УРСР В.А. Мовчан. Саме він і порекомендував розумній та допитливій дівчині вступити до Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка. Того ж року вона була зарахована на біолого-грунтознавчий факультет університету. Під час навчання Тетяна розпочала дослідницьку роботу за темою "Акліматизація осетрових риб у водоймах Київщини", за результатами якої ще в студентські роки була надрукована її перша стаття. Але, як зізнавалась потім Тетяна Михайлівна, вже тоді вона відчувала значно більший інтерес до ботаніки, ніж до іхтіології.

Після закінчення університету (1954) Тетяна Михайлівна разом з чоловіком переїхала до Білої Церкви. Саме тут, в одному з найкращих старовинних дендропарків України "Олександрія", і розпочався її шлях у науку. Спочатку вона працювала старшим лаборантом, пізніше – старшим квітникарем. У цьому ж благословенному місці Тетяна Михайлівна закохалася в орхідеї, науковий інтерес до яких залишився на все життя.

В Інституті ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України в 1969 р. Тетяна Михайлівна захистила кандидатську дисертацію на тему: "Рост, развитие и декоративные качества некоторых цветочных растений закрытого грунта", присвячену застосуванню нових регуляторів росту в квітникарстві, а в 1984 р. – докторську дисертацію "Тропические орхидные. Морфобиологическое изучение и внедрение в культуру закрытого грунта". Це була перша в Україні робота з інтродукції орхідних, яка поклала початок різноплановому вивченню орхідей тропікогенних флор в умовах оранжерейної культури з метою їхнього впровадження в промислове квітникарство та охорони *ex situ*.



З 1965 р. життя Тетяни Михайлівни нерозривно пов'язане з Національним ботанічним садом (НБС) НАН України (на той час Центральний республіканський ботанічний сад), де вона пройшла шлях від молодшого наукового співробітника до директора. За її ініціативи в 1974 р. у НБС було створено відділ рослин закритого ґрунту, до складу якого увійшли три лабораторії: культури ізолюваних тканин; регуляції росту і розвитку тропічних рослин; діагностики мінерального живлення тропічних і субтропічних рослин у закритому ґрунті. Тетяна Михайлівна очолювала цей відділ з днів його заснування до 1992 р. То був час інтенсивного накопичення колекційних фондів та розвитку нових напрямків досліджень: відділ сформувався як зрілий науковий колектив з різноплановими дослідженнями не лише в галузі біоморфології, але й фізіології, біохімії, екоморфології, екоанатомії, космобіології та біотехнології інтродуцентів. Властивий Тетяні Михайлівні широкий науковий кругозір, чудове бачення перспективи і наукова інтуїція сприяли

розвитку нових напрямків досліджень відділу тропічних та субтропічних рослин.

Фітодизайн, мікроклональне розмноження орхідних, розробка модифікованого середовища для пророщування насіння орхідей *in vitro*, використання орхідних як модельних об'єктів для дослідження впливу мікрогравітації на ріст вищих рослин за умов мікрогравітації – це далеко не повний перелік наукових проблем, які Тетяна Михайлівна поставила й вирішувала. Для своїх учнів вона організувала стажування в провідних наукових інститутах та навчальних закладах колишнього Радянського Союзу, вони працювали в лабораторіях ембріології (Ботанічний інститут ім. В.Л. Комарова АН СРСР), біології розвитку рослин і в лабораторії математичної теорії експерименту (Московський державний університет ім. М.В. Ломоносова), в лабораторії культури тканини й морфогенезу Інституту фізіології рослин РАН (м. Москва).

Десятиліття з 1980 до 1990 рр. можна назвати "золотим віком" в історії розвитку відділу тропічних і субтропічних рослин. Упродовж цього часу

було досліджено біологію розвитку та фізіолого-біохімічні властивості багатьох інтродуцентів, розроблено методи їхнього масового розмноження в культурі *in vitro*, вивчено особливості онтоморфогенезу в умовах оранжерейної культури і культури *in vitro*, удосконалено технологію культивування рослин в умовах оранжерейної культури. Розмножені *in vitro* рослини поповнили асортимент квітникарських господарств не лише в Україні, але й в Росії та країнах Балтії. Учні Тетяни Михайлівни одними з перших у колишньому Радянському Союзі захистили кандидатські дисертації з біології розвитку в умовах оранжерейної культури тропічних рослин багатьох систематичних груп (*Araceae*, *Amaryllidaceae*, *Bromeliaceae*, *Orchidaceae* тощо), біотехнології, фізіології рослин, фітодизайну та космобіології. Методичними рекомендаціями з розмноження рослин як *in vivo*, так і *in vitro*, технологіями культивування інтродуцентів в умовах захищеного ґрунту, практичними рекомендаціями з фітодизайну, розробленими авторським колективом під керівництвом Тетяни Михайлівни, й донині користуються фахівці ботанічних садів України та інших країн на пострадянському просторі.

Саме завдяки Тетяні Михайлівні, в Україні були закладені основи комплексної охорони біорізноманітності тропічних рослин *ex situ* — від дослідження еколого-ценотичних особливостей цих рослин у тропіках та розробки методів масового розмноження до їхнього використання при створенні експозицій з метою донести до широкого загалу ідею необхідності збереження різноманітності світової флори.

Тетяна Михайлівна, першопроходець за складом характеру, була надзвичайно сучасною людиною й завжди гостро реагувала на виклики часу, розвиваючи актуальні напрямки розвитку в орхідології та в інтродукції рослин. Вона завжди бачила перспективу й стратегічні шляхи розв'язання певних проблем, дбаючи про те, щоб її справа та справа її попередників продовжувалась.

Упродовж 1977–1986 рр. Тетяна Михайлівна брала участь у чотирьох експедиціях до різних флористичних областей Неотропічного та Палеотропічного царств на науково-дослідному судні "Академик Вернадский". У 1988 р. відбулась експедиція на Кубу. Завзята мандрівниця побувала на всіх материках світу, крім Австралії. Під

керівництвом та за її безпосередньої участі була створена одна з найбільших в Україні колекцій рослин флори тропіків і субтропіків, яка сьогодні нараховує 4 200 таксонів, що належать до 913 родів, 171 родини і представляють 6 відділів. Чільне місце в цій колекції займають представники родини *Orchidaceae* (понад 450 видів зі 180 родів).

У 1999 р. цій колекції, першій серед таких в Україні, було надано статус Національного надбання як унікальному зібранню рослин світової флори, що має велике природоохоронне, наукове, освітнє та загальнодержавне значення.

Колекція тропічних та субтропічних рослин створювалась як фундаментальна, склад якої повинен був якнайповніше репрезентувати флористичну різноманітність тропіків. Участь в експедиціях дала змогу Тетяні Михайлівні з колегами вивчати біологічні та еколого-ценотичні особливості тропічних рослин в умовах їхніх природних місцезростань, що впливають на успішність інтродукції рослин в умовах оранжерейної культури.

В архіві Тетяни Михайлівни залишились численні записники, коробки зі слайдами та фотографіями, зробленими під час експедицій у тропіках. Ці нотатки, написані Тетяною Михайлівною у різних куточках Земної кулі, майже через 30 років при створенні експозицій в оранжерейному комплексі виявились неоціненним джерелом інформації про еколого-ценотичні особливості тропічних рослин та лягли в основу її останньої книги "Світ тропіків очима ботаніків" (2016).

Окрема яскрава сторінка в історії професійного життя Тетяни Михайлівни — це її співпраця з колегами з Інституту тропічної біології В'єтнаму (м. Хошимін). Наукові дослідження, спрямовані на охорону *ex situ* орхідей флори В'єтнаму, було розпочато в 1989 р. за ініціативи Тетяни Михайлівни. Завдяки міжнародній співпраці та експедиційним дослідженням Тетяни Михайлівни й її учнів, у шести експедиціях до цієї країни (1989–2014), в якій спостерігається надзвичайно високий рівень біорізноманітності, було створено унікальну колекцію орхідних Південно-Східної Азії в НБС, розроблено методи їхнього масового розмноження та технологію культивування, що є неодмінною умовою збереження біорізноманітності цих рослин *ex situ*.

У 2013 р. до Інституту тропічної біології В'єтнаму було передано рослини 45 видів орхідних



флори Південно-Східної Азії, розмножені у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка та розроблені його фахівцями методи розмноження цих видів *in vitro* та їхньої постасептичної акліматизації за умов оранжерейної культури. В 2014 р. Тетяна Михайлівна була нагороджена пам'ятною медаллю Президента Академії наук і технологій В'єтнаму (VAST) за вагомий внесок у розвиток співробітництва між науковими установами України та В'єтнаму.

Упродовж 1988–2005 рр. Тетяна Михайлівна була директором Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка. Її діяльність на цій посаді може слугувати взірцем самовідданого служіння справі – розвитку й процвітанню рідної установи. Саме завдяки титанічним зусиллям та невичерпній енергії Тетяни Михайлівни, почуттю великої відповідальності як громадянки та патріотки були збережені безцінні колекції, кадровий потенціал і територіальна цілісність Саду, започатковані нові напрямки досліджень. Лише Тетяні Михайлівні було під силу розпочати та завершити грандіозний проект будівництва й введення в дію оранжерейного комплексу.

У 2015 р. виповнилось 50 років з початку роботи Тетяни Михайлівни в НБС. Цю дату вона зустріла повністю зануреною в роботу над рукописом "книги подорожей" – "Світ тропіків очима ботаніків", присвяченої Дарині Микитівні Доброчаєвій, з якою Тетяну Михайлівну пов'язували тривалі професійні та дружні стосунки.

Плідна наукова, організаторська й громадська діяльність Тетяни Михайлівни відмічена високими державними нагородами та науковими преміями: медалями "За доблестный труд" (1970), "За трудовое отличие" (1979); орденом "Знак почета" (1986), орденами княгині Ольги III (1998) та II (2009) ступенів, преміями імені В.Я. Юр'єва (1982), імені М.Г. Холодного (1994) та імені В.І. Вернадського (2001).

Тетяна Михайлівна – автор понад 350 публікацій, відомих широкому колу дослідників у галузі інтродукції рослин та багатьох розділів експериментальної біології, вона автор і співавтор 12 монографій.

Опублікована в 1986 р. робота Тетяни Михайлівни у співавторстві Г.П. Кушнір "Орхідеи в культурі", стала другою в СРСР (після книги В.О. Піддубної-Арнольд і В.О. Селезньової "Орхідеи в культурі", 1959) монографією, в якій було висвітлено результати різнопланового вивчення тропічних орхідних за умов штучного клімату. Важливе значення для розвитку теорії та практики інтродукції тропічних орхідних має наукова праця "Тропические и субтропические орхідеи", за яку Т.М. Черевченко в 1994 р. отримала премію ім. М.Г. Холодного. У колективній монографії "Биотехнология тропических и субтропических растений *in vitro*", опублікованій в 2008 р., висвітлено результати багаторічних досліджень особливостей індивідуального розвитку в умовах асептичної культури рослин тропікогенних флор, які представляють основні родини фондових колекцій НБС.

Упродовж 20 років Т.М. Черевченко була головою спеціалізованої вченої ради при НБС. Багато співробітників у системі Ради ботанічних садів та дендропарків стали науковцями саме завдяки підтримці Тетяни Михайлівни, її вмінню допомогти обрати правильний напрямок досліджень, здатності розкрити творчий потенціал кожного, хто хотів би йти звивистими стежинами науки.

У Тетяни Михайлівни була своя "шкала", за якою вона визначала особисте ставлення до людини, – це відданість справі. І, як правило, своє перше враження про людину вона рідко змінювала.

Не можна не згадати виняткову рису Тетяни Михайлівни – вміння бути вдячним своїм учителям, попередникам та колегам-соратникам і навчати цьому своїх учнів. Вона завжди з величезною відповідальністю ставилась до підготовки доповідей, присвячених визначним особистостям, з якими пов'язана історія розвитку НБС та української ботаніки в цілому: академікам М.М. Гришку, А.М. Гродзінському, М.І. Вавилову, д.б.н. В.І. Ліпському, д.б.н., професору Л.І. Рубцову, д.б.н. Д.М. Доброчаєвій.

Важка недуга прийшла на момент, коли Тетяна Михайлівна була сповнена нових творчих задумів. Пройшло лише декілька днів після виходу книги "Світ тропіків очима ботаніків", в яку вона вклала всю душу і разом з нами широко раділа виходу її з друку. У робочому кабінеті Тетяни Михайлівни на столі, де завжди панував ідеальний порядок, й досі залишилась акуратно складена стопка примірників книги та новорічні листівки... На жаль, вони вже не дійдуть до своїх адресатів...

Усі, хто хоч раз зустрічав у своєму житті Тетяну Михайлівну й спілкувався з нею, не міг забути цю красиву яскраву Жінку, на долю якої випало стільки випробувань, що їх вистачило б на багатьох міцних чоловіків. Колеги в Україні та поза її межами

поважали Тетяну Михайлівну за її невичерпний інтерес до науки, величезну працездатність та мудре керівництво, любили за велику душевну щедрість та оптимізм.

Вже пройшло півроку, як немає з нами Тетяни Михайлівни. Дуже прикро і боляче писати про неї в минулому часі. Останні місяці свого життя Тетяна Михайлівна мужньо боролася із невблаганною хворобою, але, як і раніше, брала активну участь у житті відділу тропічних та субтропічних рослин та НБС загалом, редагувала статті, писала рецензії, робила зауваження до обґрунтування нової теми відділу, планувала нові експедиції до В'єтнаму.

З кожним прожитим вже без Тетяни Михайлівни днем ми все глибше розуміємо унікальність цієї людини, її неповторність та велич.

Світла пам'ять про Тетяну Михайлівну Черевченко – відомого вченого-ботаніка, лідера наукової школи, прекрасного організатора, мудрого Вчителя і керівника, дивовижно енергійну красиву Жінку, яка любила життя й нестримно рухалася вперед, назавжди залишиться в наших серцях.

Ми – колеги та учні Тетяни Михайлівни – намагатимемось бути гідними її пам'яті.

Вічна Вам пам'ять, дорога Тетяно Михайлівно, і вічна Вам шана!

*Н.В. ЗАЙМЕНКО, Л.І. БУЮН,
Л.А. КОВАЛЬСЬКА, Р.В. ІВАННІКОВ,
М.Б. ГАПОНЕНКО, В.С. ВАХРУШКІН*

Світлій пам'яті видатного вченого
Бориса Михайловича МІРКІНА
(16.07.1937 – 09.08.2017)



9 серпня 2017 р. на 81-му році життя перестало битися серце видатного, всесвітньо відомого російського вченого – засновника уфимської геоботанічної школи, доктора біологічних наук, професора, члена-кореспондента Академії наук Республіки Башкортостан, Заслуженого діяча науки Російської Федерації і Республіки Башкортостан, професора кафедри екології Башкирського державного університету, головного наукового співробітника Уфимського Інституту біології РАН Бориса Михайловича Міркіна.

Він народився 16 липня 1937 року в м. Уфа в родині службовців. У 1959 р. закінчив Казанський державний університет, де на кафедрі геоботаніки працювали учні видатного вченого А.Я. Гордягіна та збереглися традиції його школи, зокрема з розвитку кількісних методів аналізу рослинності. Б.М. Міркін в аспірантурі навчався на кафедрі ботаніки Ленінградського державного університету, по закінченні якої успішно захистив кандидатську (1963), а згодом – докторську

дисертацію (1972). З 1970 р. керував створеною ним лабораторією геоботаніки Інституту біології АН Республіки Башкортостан (Росія). У 1971–1975 рр. неодноразово очолював радянсько-монгольські біологічні експедиції АН СРСР і АН МНР, в яких брав участь академік Є.М. Лавренко. Борис Михайлович здійснив численні експедиції на території Росії – у Західний Сибір, дельту Волги, долину Амуру, охопив своїми долідженнями Середню Азію, Україну.

Науковими інтересами Б.М. Міркіна були геоботаніка, класифікація рослинності, теорія сукцесій, антропогенна трансформація рослинності. Величезною його заслугою є створення уфимської геоботанічної школи, яка і понині залишається найбільш авторитетною в Росії та знаною за її межами. Метою її роботи є розроблення питань в галузі фітоценології, динаміки й класифікації рослинності, моделювання організації фітоценозів. Розвинуті тут ідеї та особливо наукова діяльність Бориса Михайловича отримали високі оцінки авторитетних учених. Зокрема Роберт Макінтош – визначний американський еколог – за розробку теорії класифікації рослинності назвав Б.М. Міркіна "екологом філософії і метаекологом". Багато часу Б.М. Міркін приділяв вихованню молодого покоління вчених. Він підготував 20 докторів і 70 кандидатів наук, а його учні – працюють також й в Україні, створили власні школи.

Б.М. Міркін опублікував самостійно та у співавторстві понад 1500 наукових праць, більшість з яких надрукована в вітчизняних і зарубіжних журналах. Він є автором понад 40 монографій, а також підручників для вищої та середньої школи. Серед його книг особливе місце займає "Наука о растительности" (1998), в якій вчений розглядає історію та сучасний стан науки про рослинність – міждисциплінарного наукового комплексу, що досліджує відношення рослин і умов середовища різних рівнях організації. В книзі детально представлені основні концепції вивчення рослинності на рівні виду, популяції, рослинного угруповання та інфраценотичних

фітохорій. Основою аналізу теорії науки про рослинність є континуалізм, полівергентно-конвергентна модель розвитку та побудова шкал явищ усіх рівнів у просторі й часі. Книга з доопрацьованими Борисом Михайловичем окремими розділами двічі була перевидана та отримала найвищу оцінку міжнародних наукових товариств, зокрема Міжнародної асоціації науки про рослинність (International Association for Vegetation Science, IAVS).

Борис Михайлович був членом редколегій багатьох міжнародних наукових журналів, зокрема "Folia geobotanica et phytotaxonomica", відповідальним редактором і членом редколегій періодичних видань екологічного і геоботанічного профілю країн колишнього СРСР, виступав рецензентом монографічних видань. Декілька відомих зарубіжних монографій були перекладені російською мовою за участі Бориса Михайловича, зокрема всевітньо відома робота Р. Уіттекера "Сообщества и экосистемы" (1980).

Борис Михайлович був яскравим представником колективу вчених, які стали активними учасниками процесу подолання ізоляції радянської геоботаніки і сприяли її інтеграції у світову науку в другій половині минулого сторіччя. За словами багатьох, це була фактично революція вітчизняної фітоценології. Саме завдяки Борису Михайловичу була опублікована перша в колишньому СРСР монографія "Классификация растительности", зроблена за методом Браун-Бланке. А проведена у 1980 р. Всесоюзна нарада з класифікації рослинності започаткувала колективне усвідомлення про необхідність переходу на принципи еколого-флористичної класифікації, яку Борис Михайлович влучно назвав "синтаксономічним есперанто". В Уфі проходили стажування десятки спеціалістів-геоботаніків. Сам Борис Михайлович проводив для них численні семінари, читав лекції з питань класифікації рослинності. Його доповіді збирали великі аудиторії і проходили в атмосфері гострих дискусій, предметом яких були аналітичні аспекти переваг еколого-фізіономічної та еколого-флористичної класифікацій. Матеріали таких обговорень друкувалися в наукових журналах з різними оцінками, не завжди доброзичливими. У ювілейному мемуарному виданні Бориса Михайловича "Острова архипелага "Память" (2007) він писав, що дискусії – це незмінний атрибут наукового товариства і мають проводитися в стилі

плюралізму, а суспільство вміло користуватися інструментом конвенціоналістських погоджень про, за вдалим висловлюванням ученого, "тимчасові істини". Цікаво відзначити, що тепер прибічники названих класифікацій майже не дискутують, а, навпаки, обидва підходи отримали розвиток, що лише наближає їх, а не роз'єднує.

На теренах України Борис Михайлович був знаний як великий вчений і ентузіаст впровадження новітніх методів геоботанічних досліджень. Саме завдяки його енергії і наполегливості в Україні вперше отримав поширення міжнародний метод еколого-флористичної класифікації рослинності. Так, на початку 80-х рр. минулого сторіччя Борис Михайлович провів у Києві декілька семінарів та практичних занять з даного методу. Від того часу тривав його постійний науковий зв'язок з українськими ботаніками. Результатом творчої співпраці стали численні публікації колективних робіт у провідних вітчизняних і зарубіжних періодичних виданнях, присвячених питанням синаксономії, методології та актуальних питань розвитку геоботаніки. Друком вийшло декілька колективних монографій. У співавторстві з провідними українськими вченими А.М. Гродзинським і Ю.А. Злобіним опублікований перший у колишньому Радянському Союзі "Словарь-справочник по агро-фитоценологии и луговедению" (1991). У ньому представлено необхідний мінімум агрофітоценологічних, лукознавчих, фітоценологічних і загальноекологічних відомостей, що дозволяють орієнтуватися в сучасних екологічних підходах до вирощування різних сільськогосподарських культур, і в раціональній системі використання та поліпшення природних і сіяних кормових угідь. Ця робота є продовженням напряму біологічної дисципліни – агроекології, яку заснував ще на початку ХХ ст. Л.Г. Раменський та яка отримала широкий розвиток і практичне впровадження. Під керівництвом Бориса Михайловича очолюваний ним колектив ґрунтознавців і агрономів розробив концепцію екологічного імперативу сільського господарства Республіки Башкортостан, в основу якого були покладені накопичені теоретичні й практичні знання з продуктивності кормових угідь, урожайності різних травосумішей лучно-степових угруповань, динаміки рослинності пасовищ тощо. В публікаціях з цього напряму Борис Михайлович розвинув уявлення про параметри стійкості

"сестайнінгу" агроєкосистем і вперше показав роль в ній біотичного різноманіття.

Борис Михайлович зробив вагомий внесок не лише у теорію класифікації рослинності та світову синтаксономію, а й в розробку кількісних методів у геоботаніці, полімодельної концепції природи фітоценозів, у теорію й практику збереження біорізноманіття. В проблематиці охорони біорізноманіття вчений обґрунтував на принципах міжнародних стандартів теорію та концепцію системи природоохоронних територій Республіки Башкортостан. Він розробив новий напрям досліджень – класифікацію водоростей-макрофітів і ціанобактерієво-водоростевих ценозів з використанням флористичних критеріїв.

Протягом багатьох років напруженої наукової діяльності Борис Михайлович багато уваги приділяв екологічній освіті, постійно друкуючи в періодичних виданнях статті з цього питання. Спільно зі своєю дружиною та неодмінним співавтором більшості його наукових праць підготував понад десяток підручників і посібників для учбових закладів.

Борис Михайлович завжди відрізнявся пристрасною в дослідницькій роботі та великим умінням захопити своїми ідеями і об'єднати спеціалістів різних напрямів ботаніки. Володіючи палкою зацікавленістю в розвитку ботанічної науки, невичерпною енергією і талантом ученого світового рівня, Борис Михайлович постійно підтримував всіх, хто прагнув зробити свій внесок у науку. Його природна обдарованість, широка ерудиція, глобальне мислення залишаються зразком школи життя і плідотворної праці для колег і учнів – послідовників наукових ідей Бориса Михайловича. Широке коло інтересів, феноменальна наукова інтуїція, лекторська майстерність, педагогічний талант і успішність керівника завжди приваблювали всіх, хто працював і спілувався з ним. Це особливо стосується широкого загалу молоді, яка виросла на ідеях Бориса Михайловича Міркіна і нині прагне

наслідувати багаті прояви яскравої особистості Бориса Михайловича.

Борис Михайлович належав до плеяди вчених, яких відзначали внутрішня свобода, глибока порядність, гостре відчуття справедливості й наполегливості у відстоюванні власної точки зору. Він був сильною людиною. Протягом останніх 30 років боровся з важкою хворобою, але зміг вибудувати своє життя таким чином, щоб вона не заважала головному у його житті – науці. У своїх листах він ніколи не скаржився на здоров'я. Навпаки, завжди знаходив влучні афоризми успішної боротьби з нею.

Портрет Бориса Михайловича буде неповним, якщо не згадати про його дивовижний характер, фонтануючий і завжди доречний гумор, а також численні і надзвичайно яскраві висловлювання з нагоди різноманітних подій. Багато з них можна знайти на сторінках вже названого мемуарного видання "Острова архипелага "Память", наприклад: "ніщо так не зміцнює дружбу, як спільна публікація", "писати рецензії на роботу потрібно, оскільки крім ознайомлення з нею, є надія отримати її в подарунок", "будь-який результат потрібно доводити до наукової спільноти" та ін.

У своїх спогадах Борис Михайлович відзначав велике захоплення та любов до класичної музики, яке виникло ще в юнацькі роки. Він був пристрасним філофоністом і володів солідною колекцією записів класичної музики. Закоханий в оперне мистецтво, протягом багатьох років виступав музичним критиком, написав понад 500 статей на музичні теми. Більше 40 років Борис Михайлович вів у Башкирському державному університеті "Клуб любителів оперної музики". Він мав добрий голос – тенор, знав багато пісень і оперних партій, які прекрасно виконував.

Світла пам'ять про Бориса Михайловича Міркіна – видатного вченого, прекрасного педагога, громадського діяча, чуйну, добру і душевну людину – назавжди збережеться у серцях всіх, хто його знав і працював із ним.

Д.В. ДУБИНА

Український ботанічний журнал, т. 75, № 1, 2018. Національна академія наук України. Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного. Науковий журнал. Заснований у 1921 р. Виходить один раз на два місяці (українською, англійською та російською мовами). Головний редактор С.Л. Мосякін

Украинский ботанический журнал, т. 75, № 1, 2018. Национальная академия наук Украины. Институт ботаники им. Н.Г. Холодного. Научный журнал. Основан в 1921 году. Выходит один раз в два месяца (на украинском, английском и русском языках). Главный редактор С.Л. Мосякин

Затверджено до друку вченою радою Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
(протокол № 3 від 13 лютого 2018 року)

Реєстраційне свідоцтво серії КВ № 12179-1063ПР від 11.01.2007 р.

Редактор *О.В. Пилипенко*
Технічний редактор *О.Є. Бондаренко*
Комп'ютерна верстка *Д.С. Решетников*

Формат 84×108/16. Ум.-друк. арк. 9,0. Обл.-вид. арк. 11,5. Тираж 176 прим. Зам. №

Віддруковано ВД "Академперіодика" НАН України
вул. Терещенківська, 4, Київ 01004
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 544 від 27.07.2001



CONTENTS

Plant Taxonomy, Geography and Floristics

- Mosyakin S.L. Notes on Australian species of *Salsola* (*Chenopodiaceae*) and validation of *Salsola sabrinae*, nom. et stat. nov. 3
- Melnyk V.I., Shynder O.I., Nesyn Yu.D. Distribution of *Cypripedium calceolus* (*Orchidaceae*) in Ukraine 20

Fungi and Fungi-like Organisms

- Khodosovtsev O.Ye., Darmostuk V.V. New for Ukraine species of lichens and lichenicolous fungi from marl limestones in the Northern Black Sea Region 33

Vegetation Science, Ecology, Conservation

- Iemelianova S.M. Syntaxonomy of the *Lemnetea* class in the Southern Bug valley 38
- Holovenko Ye.O., Korshykov I.I. Species diversity and distribution of lichens in Kryvyi Rih quarry dump complexes. 50
- Odukalets I.O., Korotka I.A., Pashkevych N.A., Lubinska L.H., Horbniak L.T. Transformation of the vegetation cover and change in environmental conditions as affected by plantations of *Pinus sylvestris* (*Pinaceae*) in Podilski Tovtry National Nature Park. 59

Red Data Book of Ukraine

- Kobiv Y. *Luzula spicata* (*Juncaceae*) in the Ukrainian Carpathians: on the brink of extinction. 70

Mycological Records

- Shevchenko M.V. Noteworthy records of corticioid fungi from Ichnia National Nature Park 77

Plant Physiology, Biochemistry, Cell Biology and Molecular Biology

- Onoiko O., Mykhaylenko N., Syvash O., Dovbysh K. Xanthophyll pigment content in the plants from different levels of the deciduous forest. 84

Anniversary Dates

- Radchenko V.G., Mosyakin S.L., Tokhtar V.K., Ilyinska A.P., Protopopova V.V., Shevera M.V., Pashkevych N.A., Boiko G.V. Raisa I. Burda (on the 75th anniversary of her birthday). 94

In Memoriam

- Zaimenko N.V., Buyun L.I., Kovalska L.A., Ivannikov R.V., Gaponenko M.B., Vakhrushkin V.S. The last journey. In memory of Tetyana M. Cherevchenko (11.01.1929 – 25.06.2017) 99
- Dubyna D.V. In memory of a well-known scientist, Boris M. Mirkin (16.07.1937 – 09.08.2017) . . . 104