

ISSN 2415-8860 (online)
ISSN 0372-4123 (print)



UKRAINIAN BOTANICAL JOURNAL

Founded 1921

A journal for botany & mycology

УКРАЇНСЬКИЙ БОТАНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

2022 • 79 (4)



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 та огляди, Систематика, флористика, географія рослин, Гриби і грибоподібні організми, Геоботаніка, екологія, охорона рослинного світу, Червона книга України, Флористичні знахідки, Мікологічні знахідки, Структурна ботаніка, Біотехнологія, фізіологія, біохімія, Клітинна та молекулярна біологія, Гербарна справа, Історія науки, Новини та дискусії, Ювілейні дати, Втрати науки, Рецензії та новини літератури*.

Статті друкуються українською та англійською мовами

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 and Reviews, Plant Taxonomy, Geography and Floristics, Fungi and Fungi-like Organisms, Vegetation Science, Ecology and Conservation, Red Data Book of Ukraine, Floristic Records, Mycological Records, Structural Botany, Biotechnology, Physiology and Biochemistry, Cell Biology and Molecular Biology, Herbarium Curation, History of Science, News and Views, Anniversary Dates, In Memoriam, Reviews and Notices of Publications*.

Publication languages: Ukrainian and English

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор – Сергій Л. МОСЯКІН

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

Дірк К. АЛЬБАХ (Німеччина), Соломон П. ВАСЦЕР,

Філіп ВЕРЛООВ (Бельгія), Василь П. ГЕЛЮТА,

Зігмонтас ГУДЖІНСКАС (Литва),

Пітер Дж. де ЛАНГЕ (Нова Зеландія),

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 НЕВО (Ізраїль),

Пітер РЕЙВЕН (США), Марина М. СУХОМЛІН,

Сусуму ТАКАМАЦУ (Японія), Микола М. ФЕДОРОНЧУК,

Олександр Є. ХОДОСОВЦЕВ, Петро М. ЦАРЕНКО,

Ілля І. ЧОРНЕЙ, Мирослав В. ШЕВЕРА,

Наталія М. ШІЯН, Богдан ЯЦКОВЯК (Польща)

Відповідальний секретар – Марія Д. АЛЕЙНІКОВА

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief – Sergei L. MOSYAKIN

Associate Editors – Ganna V. BOIKO
Vera P. HAYOVA

Dirk C. ALBACH (Germany), Ilyia I. CHORNEY,

Peter J. de LANGE (New Zealand), Yakiv P. DIDUKH,

Dmytro V. DUBYNA, Mykola M. FEDORONCHUK,

Zigmantas GUDŽINSKAS (Lithuania), Vasyly P. HELUTA,

Bogdan JACKOWIAK (Poland), Olexander E. KHODOSOVTSSEV,

Sergey Y. KONDRATYUK, Elizabeth L. KORDYUM,

Iryna A. KOROTCHENKO, Iryna V. KOSAKIVSKA,

Karol MARHOLD (Slovakia), Eviatar NEVO (Israel),

Peter RAVEN (USA), 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: Фото © В.П. Гайова

Front page: Photo by © V.P. Hayova

Редакція "Українського ботанічного журналу"
✉ Інститут ботаніки НАН України
вул. Терещенківська 2, Київ 01601, Україна

+380 44 235 4182
secretary_ubzh@ukr.net
<https://ukrbotj.co.ua>

УКРАЇНСЬКИЙ 2022 • 79 • 4 БОТАНІЧНИЙ ЖУРНАЛ UKRAINIAN BOTANICAL JOURNAL

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

З М І С Т

Систематика, флористика, географія рослин

- Морін К.Дж.Л., Бейлінг М., де Ланге П.Дж. Підвищення статусу *Pennantia* J.R.Forst. & G.Forst. sect. *Dermatocarpus* Miers. (*Pennantiaceae* J.Agardh.) до рангу підроду199
- Ольшанський І. ×*Asterron*, nom. nov., заміна назви для ×*Asterigeron* Tzvelev, і ×*Asterron ucrainicus*, comb. nov.203

Гриби і грибоподібні організми

- Гелюта В.П. Критичний перегляд видового складу борошністоросяних грибів (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) України: *Arthrocladiella* та *Blumeria*205

Геоботаніка, екологія, охорона рослинного світу

- Дідух Я.П., Розенбліт Ю.В. Еколого-топологічна диференціація біотопів Гірського Криму221

Мікологічні знахідки

- Фокшей С.І. Нові знахідки видів *Ascomycota* на території Національного природного парку "Гуцульщина".246

Біотехнологія, фізіологія, біохімія

- Косаківська І.В., Войтенко Л.В., Васюк В.А., Щербатюк М.М. Вплив праймування гібереловою кислотою на проростання жолудів та ріст рослин *Quercus robur* і *Q. rubra* (*Fagaceae*)254

Рецензії та новини літератури

- Таран Н.Ю. Рецензія на книгу: Косаківська І.В., Васюк В.А., Войтенко Л.В., Щербатюк М.М. Гормональна система рослин за дії важких металів267

CONTENTS

Plant Taxonomy, Geography and Floristics

- Maurin K.J.L., Baling M., de Lange P.J. Elevation of *Pennantia* J.R.Forst. & G.Forst. sect. *Dermatocarpus* Miers. (*Pennantiaceae* J.Agardh.) to subgenus rank199
- Olshanskyi I. ×*Asterron*, nom. nov., a replacement name for ×*Asterigeron* Tzvelev, and ×*Asterron ucrainicus*, comb. nov.203

Fungi and Fungi-like Organisms

- Heluta V.P. A critical revision of the powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) of Ukraine: *Arthrocladiella* and *Blumeria*205

Vegetation Science, Ecology, Conservation

- Didukh Ya.P., Rosenblit Yu.V. Ecological and topological differentiation of biotopes in the Mountain Crimea221

Mycological Records

- Fokshei S.I. New records of *Ascomycota* species in Hutsulshchyna National Nature Park246

Biotechnology, Physiology and Biochemistry

- Kosakivska I.V., Vasyuk V.A., Voytenko L.V., Shcherbatiuk M.M. Effect of priming with gibberellic acid on acorn germination and growth of plants of *Quercus robur* and *Q. rubra* (*Fagaceae*)254

Reviews and Notices of Publications

- Taran N.Yu. *Book review*: Kosakivska I.V., Vasyuk V.A., Voytenko L.V., Shcherbatiuk M.M. Hormonal system of plants under the action of heavy metals267



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.199>

RESEARCH ARTICLE

Elevation of *Pennantia* J.R.Forst. & G.Forst. sect. *Dermatocarpus* Miers (*Pennantiaceae* J.Agardh.) to subgenus rank

Kévin J.L. MAURIN¹ , Marleen BALING² , Peter J. de LANGE^{*2} 

¹School of Science, The University of Waikato, Private Bag 3105, Hamilton 3240, Aotearoa / New Zealand

²School of Environmental & Animal Sciences, Unitec Institute of Technology, Private Bag 92025, Victoria Street West, Auckland 1142, Aotearoa / New Zealand

Abstract. *Pennantia* J.R.Forst. & G.Forst. sect. *Dermatocarpus* Miers is elevated to subgenus rank on the basis of morphological distinctions and phylogenetic position between the sole representative of this section, *Pennantia cunninghamii* Miers, and the other three members of section *Pennantia*.

Keywords: *Pennantiaceae*, *Pennantia* sect. *Pennantia*, *Pennantia* sect. *Dermatocarpus*, *Pennantia cunninghamii*, *Pennantia* subg. *Dermatocarpus*, new combination, taxonomy, Australasia

Article history. Submitted 06 July 2022. Revised 25 August 2022. Published 31 August 2022

Citation. Maurin K.J.L., Baling M., de Lange P.J. 2022. Elevation of *Pennantia* J.R.Forst. & G.Forst. sect. *Dermatocarpus* Miers (*Pennantiaceae* J.Agardh.) to subgenus rank. *Ukrainian Botanical Journal*, 79(4): 199–202. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.199>

*Corresponding author e-mail: pdelange@unitec.ac.nz

Introduction

Pennantia J.R.Forst. & G.Forst. is an Australasian taxon of four species: the Norfolk Island endemic *Pennantia endlicheri* Reissek, Aotearoa / New Zealand endemic *P. corymbosa* J.R.Forst. & G.Forst. (the type of the genus, Fig. 1), eastern Australian endemic *P. cunninghamii* Miers, and Manawa Tawhi / Three Kings Islands endemic *P. baylisiana* (W.R.B.Oliv.) G.T.S.Baylis. It is the only genus in the *Pennantiaceae* J.Agardh. (Kårehed, 2001, 2003; Gardner, de Lange, 2002).

The position of the family with its sole genus, following its reinstatement by Kårehed (2001) is unequivocal (Maurin, 2020). All four species within the genus are well defined (Gardner & de Lange, 2002) and widely accepted (<https://powo.science.kew.org/results?q=Pennantia>). Within the genus, two sections are recognised, *Pennantia* J.R.Forst & G.Forst. sect. *Pennantia* with three species (*P. baylisiana*, *P. corymbosa*, and *P. endlicheri*) and sect. *Dermatocarpus*

Miers (Miers, 1852; Gardner & de Lange, 2002) for *P. cunninghamii*.

Miers (1852) established sect. *Dermatocarpus* when he described *Pennantia cunninghamii* (Fig. 2.), distinguishing the section on the basis of its ovate, leathery, endocarp, ‘putamen ovatum coriaceum’ (Miers, 1852, p. 491), contrasting this to the hard stone endocarp of sect. *Pennantia*. However, Gardner & de Lange (2002) noted further differences between the sections. In particular, the ovary of *P. cunninghamii* is ovoid rather than barrel-shaped, and deeply longitudinally ridged and furrowed, rather than more or less unfurrowed. The stigmatic area of *Pennantia cunninghamii* comprises three short apical style elongations, whereas that of sect. *Pennantia* has no style, rather a stigmatic surface composed of a ‘low-crested apical ring of 3 hippocrepiform or ±triangular segments’ (Gardner & de Lange, 2002). They also noted that *Pennantia cunninghamii* lacked uncinat hairs whereas these were sometimes present in sect. *Pennantia*. The leaf blades of



Fig. 1. *Pennantia corymbosa* the type of the genus *Pennantia*. Image shows a cultivated male plant, Tāmaki Makaurau / Auckland, Te Ika a Māui / North Island, Aotearoa / New Zealand (image: P.J. de Lange)

sect. *Pennantia* sometimes possess hair-fringed domatia at the base of the lateral veins, whereas *P. cunninghamii* leaves bear pit domatia mostly in the distal forks of the lateral veins.

Subsequent phylogenetic analyses consistently showed well-supported lineages, where *Pennantia cunninghamii* is sister to the three members of section *Pennantia* (Keeling et al., 2004; Maurin, 2020). Keeling et al., (2004) showed 15% sequence divergence between *Pennantia cunninghamii* and the other three members under nrDNA ITS gene, while Maurin (2020) estimated the sister split within the last 20 My (vs. estimation of 4.2 Mya diversification between New Zealand, Three Kings/ Manawatawhi and Norfolk Island species) using whole chloroplast genome and 18S–26S nuclear ribosomal repeat sequences.

In our view, the combination of morphological differences and the phylogenetic position warrant elevation of *Pennantia* sect. *Dermatocarpus*, to the rank of subgenus, and this action is taken here.

New Combination

Pennantia J.R.Forst. & G.Forst. subgenus *Dermatocarpus* (Miers) de Lange & K.J.L.Maurin comb. et stat. nov.

Basionym: *Pennantia* J.R.Forst. & G.Forst. sect. *Dermatocarpus* Miers, Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 2, 9(54): 491 (1852).

Type: *Pennantia cunninghamii* Miers, Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 2, 9(54): 491 (1852).

Acknowledgements

The authors wish to acknowledge during this time of extreme, unwarranted aggression to the people of Ukraine, the editorial staff of the *Ukrainian Botanical Journal*. In particular we single out Dr Vera Hayova and Professor Sergei Mosyakin for their dedication to science during this difficult time. The authors acknowledge the comments from two anonymous referees.

Ethics Declaration

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

K.J.L. Maurin:  <https://orcid.org/0000-0003-2231-3668>

M. Baling:  <http://orcid.org/0000-0003-0389-4807>

P.J. de Lange:  <https://orcid.org/0000-0001-6699-7083>

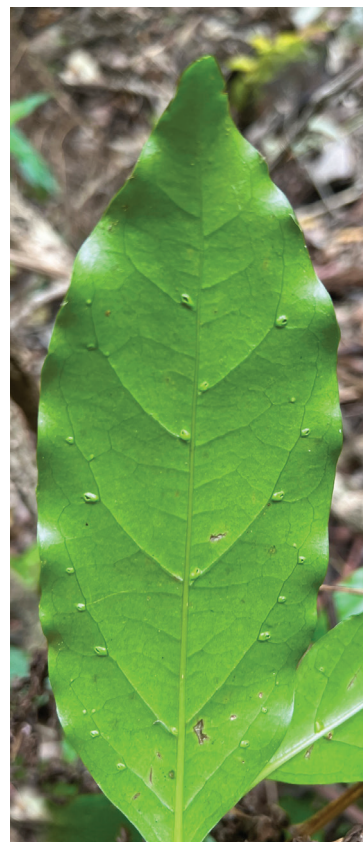
References

- Gardner R.O., de Lange P.J. 2002. Revision of *Pennantia* (Icacinaceae), a small isolated genus of Southern Hemisphere trees. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 32(4): 669–695. <https://doi.org/10.1080/0301423.2002.9517715>
- Kårehed J. 2001. Multiple origin of the tropical forest tree family Icacinaceae. *American Journal of Botany*, 88(12): 2259–2274. <https://doi.org/10.2307/3558388>
- Kårehed J. 2003. The family Pennantiaceae and its relationships to Apiales. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141(1): 1–24. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8339.2003.00110.x>
- Keeling D., Gardner R., de Lange P. 2004. An inferred molecular phylogeny from nrDNA ITS sequences for

Fig. 2. *Pennantia cunninghamii*.
A: Adaxial leaf side of *Pennantia cunninghamii* showing domatia (as raised lumps) in distal vein forks, New England National Park, Brinerville, New South Wales, Australia; B: Abaxial leaf side of *Pennantia cunninghamii* showing pit domatia in distal vein forks, New England National Park, Brinerville, New South Wales, Australia; C: Male flowers of *Pennantia cunninghamii*, Scenic Rim, Queensland, Australia; D: Immature fruits of *Pennantia cunninghamii*, Laidley Creek falls Goomburra, Queensland, Australia (images: A–B, P. Pellier; C, N.J. Fisher; D, M. Bennett)



A



B



C



D

Pennantia (Pennantiaceae). *New Zealand Botanical Society Newsletter*, 76: 24–27.

Maurin K.J.L. 2020. A dated phylogeny of the genus *Pennantia* (Pennantiaceae) based on whole chloroplast genome and nuclear ribosomal 18S–26S repeat region sequences. *PhytoKeys*, 155(2): 15–32. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.155.53460>

Miers J. 1852. On some genera of the *Icacinaeae*. *The Annals and Magazine of Natural History, Zoology, Botany, and Geology*, 2(9): 481–492.

Recommended for publication by S.L. Mosyakin

Морін К.Дж.Л., Бейлінг М., де Ланге П.Дж. 2022. Підвищення статусу *Pennantia* J.R.Forst. & G.Forst. sect. *Dermatocarpus* Miers (Pennantiaceae J.Agardh.) до рангу підроду. *Український ботанічний журнал*, 79(4): 199–202 [In English].

Університет Вайкато, Гамільтон 3240, Нова Зеландія: К.Дж.Л. Морін; Технічний університет УніТек, Окленд 1142, Нова Зеландія: М. Бейлінг, П.Дж. де Ланге.

Реферат. Статус назви *Pennantia* J.R.Forst. & G.Forst. sect. *Dermatocarpus* Miers підвищено до рангу підроду на основі положення у філогенетичній системі єдиного представника цієї секції, *Pennantia cunninghamii* Miers, та його морфологічних відмінностей від трьох представників секції *Pennantia*.

Ключові слова: *Pennantiaceae*, *Pennantia* sect. *Pennantia*, *Pennantia* sect. *Dermatocarpus*, *Pennantia cunninghamii*, *Pennantia* subg. *Dermatocarpus*, Австралазія, нова комбінація, таксономія



×*Asterron*, nom. nov., a replacement name for ×*Asterigeron* Tzvelev, and ×*Asterron ucrainicus*, comb. nov.

Ihor OLSHANSKYI 

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

Abstract. In 1994 Tzvelev described ×*Asterigeron ucrainicus* Tzvelev, which he interpreted as a hybrid of *Aster amellus* L. and *Erigeron acris* L., and thus established a nothogenus ×*Asterigeron* Tzvelev (*Aster* L. × *Erigeron* L.). However, the name ×*Asterigeron* Tzvelev is a later homonym of *Asterigeron* Rydb.; because of that a new replacement name, ×*Asterron* Olshanskyi, is proposed for this nothogenus. Also, the new nomenclatural combination ×*Asterron ucrainicus* (Tzvelev) Olshanskyi (= ×*Asterigeron ucrainicus* Tzvelev) is validated.

Keywords: *Asteraceae*, *Aster*, *Erigeron*, ×*Asterigeron*, ×*Asterron*, hybrid

Article history. Submitted 20 July 2022. Revised 04 August 2022. Published 31 August 2022

Citation. Olshanskyi I. 2022. ×*Asterron*, nom. nov., a replacement name for ×*Asterigeron* Tzvelev, and ×*Asterron ucrainicus*, comb. nov. *Ukrainian Botanical Journal*, 79(4): 203–204. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.203>

Author e-mail: olshanskyi1982@ukr.net

Introduction

Rydb. (1917: 891) described the genus *Asterigeron* Rydb. with the only species *Asterigeron watsonii* (A.Gray) Rydb. (= *Aster watsonii* A.Gray). Rydb. noted that *Asterigeron* is close to *Erigeron* in its habit, involucre and fruit, but the styles are more similar to those of *Aster*. At present *Asterigeron* Rydb. is treated as a section of the genus *Erigeron* (Nesom, 1989; 2008).

Much later, Tzvelev (1994: 185) described a possible hybrid between *Aster amellus* L. and *Erigeron acris* L. He named it ×*Asterigeron ucrainicus* Tzvelev and noted that this name is applicable to "original specimens from environs of Chernigov [Chernihiv – I.O.] and Kiev [Kyiv – I.O.], from Perm Region [of Russia – I.O.] (village Ilyinskoe [Ilyinsky – I.O.]), and from the South Coast of Crimea (Steven's herbarium specimens), having smaller (17–25 mm in diam.) heads with rays of lateral flowers 4–8 mm long, and also with less unequal and narrower involucral bracts".

By validating the name ×*Asterigeron ucrainicus*, Tzvelev also simultaneously validated the nothogeneric

name ×*Asterigeron* Tzvelev (*Aster* L. × *Erigeron* L.). However, ×*Asterigeron* Tzvelev is an illegitimate name (*nomen illegitimum*), being a later homonym of *Asterigeron* Rydb. According to Art. H.3.3 of the *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants* (Turland et al., 2018), "For purposes of homonymy and synonymy the multiplication sign × and the prefix "notho-" are disregarded", which means that nothogeneric and generic names are treated equally in terms of their homonymy. Because of that I here propose a replacement name this nothogenus.

Nomenclature

According to Art. H.6.2 of the the *ICN* (Turland et al., 2018), "the nothogeneric name of a bigeneric hybrid is a condensed formula in which the names adopted for the parental genera are combined into a single word, using the first part or the whole of one, the last part or the whole of the other (but not the whole of both) and, optionally, a connecting vowel".

For naming the nothogenus resulting from supposed hybridization between the genera *Aster* and *Erigeron*, I combine the whole name of the first generic name (Aster- of *Aster*) and the last part of the second generic name (-ron of *Erigeron*).

×*Asterron* Olshanskyi, nom. nov.

Basionim: ×*Asterigeron* Tzvelev, Fl. Evropeiskoi Chasti SSSR 7: 185 (1994), nom. illeg., non *Asterigeron* Rydb., Fl. Rocky Mts.: 891 (1917).

Etymology: The name of the nothogenus is derived from the names of its parent genera.

Possible phylogenetic/genetic origin (see Tzvelev, 1994): *Aster* L. × *Erigeron* L.

×*Asterron ucrainicus* (Tzvelev) Olshanskyi, comb. nov.

Basionim: ×*Asterigeron ucrainicus* Tzvelev, Fl. Evropeiskoi Chasti SSSR 7: 185 (1994), in adnot.

Type (Tzvelev, 1994: 185): UKRAINE: "Prov. Tschernigow, XII 1969 [*sphalm. typogr.*, should read 1869], leg. Regel" (holotype in LE).

Note. In the protologue the collection year of the type specimen was indicated as 1969. However, it is an obvious typographic error.

Hypothetical origin (Tzvelev, 1994): *Aster amellus* L. × *Erigeron acris* L.

ORCID

I. Olshanskyi:  <https://orcid.org/0000-0002-8615-7054>

References

- Nesom G.L. 1989. Infrageneric taxonomy of New World *Erigeron* (Compositae: Astereae). *Phytologia*, 67(1): 67–93.
- Nesom G.L. 2008. Classification of subtribe *Conyzinae* (Asteraceae: Astereae). *Lundellia*, 11: 8–38. <https://doi.org/10.25224/1097-993X-1.11.8>
- Rydberg P.A. 1917. *Flora of the Rocky Mountains and adjacent plains*. New York: Published by the author [Printed in: Lancaster, Pa.: Steinman & Folt]. xii + 1110 pp.
- Turland N.J., Wiersma J.H., Barrie F.R., Greuter W., Hawksworth D.L., Herendeen P.S., Knapp S., Kusber W.-H., Li D.-Z., Marhold K., May T.W., McNeill J., Monro A.M., Prado J., Price M.J., Smith G.F. 2018. *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress, Shenzhen, China, July 2017* [Regnum Vegetabile, vol. 159]. Glashütten: Koeltz Botanical Books, xxxviii + 254 pp. <https://doi.org/10.12705/Code.2018>
- Tzvelev N.N. 1994. *Aster*. In: *Flora partis europaeae URSS*. Vol. 7. Ed. N.N. Tzvelev. St.Petersburg: Nauka, pp. 181–188. [Цвелев Н.Н. 1994. *Aster* L. В кн.: *Флора европейской части СССР*. Т. 7. Ред. Н.Н. Цвелев. Санкт-Петербург: Наука. с. 181–188].

Ольшанський І. ×*Asterron*, ном. нов., заміна назви для ×*Asterigeron* Tzvelev, і ×*Asterron ucrainicus*, comb. nov. *Український ботанічний журнал*, 79(4): 203–204. [In English].

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

Реферат. У 1994 році Цвельов описав ×*Asterigeron ucrainicus* Tzvelev, який він інтерпретував як гібрид *Aster amellus* L. і *Erigeron acris* L., таким чином встановивши ноторід ×*Asterigeron* Tzvelev (*Aster* L. × *Erigeron* L.). Проте, назва *Asterigeron* Tzvelev є пізнішим омонімом назви *Asterigeron* Rydb. Під *Asterigeron* Rydb. було описано в 1917 році Ридбергом, з єдиним видом *Asterigeron watsonii* (A.Gray) Rydb.). Тому нами пропонується замішувальна назва ×*Asterron* Olshanskyi, ном. nov. (≡ ×*Asterigeron* Tzvelev). Також, запропоновано номенклатурну комбінацію ×*Asterron ucrainicus* (Tzvelev) Olshanskyi (≡ ×*Asterigeron ucrainicus* Tzvelev).

Ключові слова: *Asteraceae*, *Aster*, *Erigeron*, ×*Asterigeron*, ×*Asterron*, гібрид



Критичний перегляд видового складу борошністороссяних грибів (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) України: *Arthrocladiella* та *Blumeria*

Василь П. ГЕЛЮТА 

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

Abstract. The previously compiled list of species of powdery mildew fungi of Ukraine was published more than 30 years ago. That list included 108 species belonging to 12 genera. However, over the past three decades, numerous changes have been made in the system of the former order *Erysiphales*, in particular, in its generic composition; moreover, dozens of new species have been described. At the same time, many species of powdery mildew fungi were introduced to Europe, including Ukraine, in particular, from East Asia and North America. Thus, the species composition of powdery mildew fungi of Ukraine has undergone significant changes and requires a critical revision. Therefore, a series of relevant articles is planned to be published. This article, the first in the series, deals with the small genera *Arthrocladiella* and *Blumeria*. A list of species of these genera recorded in Ukraine (*Arthrocladiella mougeotii*, *Blumeria avenae*, *B. bulbiger*, *B. dactylidis*, *B. graminicola*, *B. graminis*, and *B. hordei*), their distribution by regions of Ukraine and a key for identification are provided. *Arthrocladiella mougeotii* was found to occur occasionally only in nine regions, mainly in the southern part of Ukraine, primarily in the forest-steppe and steppe zones and on the South Coast of Crimea. *Blumeria avenae* was recorded only in two regions, on the South Coast of Crimea and in Central Polissya and should be also considered rare in Ukraine. The remaining species were observed quite often and registered in 14–24 regions, while *B. graminicola* and *B. graminis* are regarded as the most common ones.

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

Article history. Submitted 02 June 2022. Revised 16 August 2022. Published 31 August 2022

Citation. Heluta V.P. 2022. A critical revision of the powdery mildew fungi (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) of Ukraine: *Arthrocladiella* and *Blumeria*. *Ukrainian Botanical Journal*, 79(4): 205–220. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.205>

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

Author e-mail: vheluta@botany.kiev.ua

Останнє узагальнення видового складу борошністороссяних грибів України (на той час порядок *Erysiphales* відділу *Ascomycota*) опубліковано доволі давно – понад 30 років тому. Це був випуск "Флоры грибов Украины" (Heluta, 1989), присвячений даному порядку сумчастих грибів. У ньому для України наводилося 108 видів, що належали до 12 родів. Однак за три останні десятиліття відбулося дуже багато змін у системі порядку *Erysiphales*, зокрема в його родовому складі, було описано десятки нових видів. Та й сам порядок

зведено до рівня родини *Erysiphaceae*, що увійшла до порядку *Helotiales* класу *Leotiomyces* (Haelewaters et al., 2021; Wijayawardene et al., 2022). У цей же час в Європу, у тому числі й в Україну, занесено багато видів борошністороссяних грибів як зі Східної Азії, так і з Північної Америки, що було відбито в низці спеціальних статей (Heluta et al., 2004, 2009a, b, 2013; Heluta, Voytyuk, 2004; Heluta, Hirylovich, 2016; etc.). Отже, видовий склад борошністороссяних грибів України, без сумніву, зазнав значних змін. Звичайно, вони враховувалися в численних мікологічних

списках, присвячених окремим регіонам України – Криму (Dudka et al., 2004), Полісся (Heluta, 1995; Golubtsova, 2008; Heluta, Anishchenko, 2021), або ж її великим об'єктам природно-заповідного фонду, наприклад заповідникам і національним паркам Лівобережжя та Правобережжя рівнинної частини України (Dzhagan et al., 2008; Dudka et al., 2009a–c), Українських Карпат (Dudka et al., 2019) тощо. На жаль, узагальнюючі праці по всій Україні не публікувалися, тому на сьогодні ми навіть не можемо відповісти на питання щодо кількості видів борошнисторосяних грибів у країні. Малодоступні й ключі для визначення представників родини *Erysiphaceae*, оскільки вони розпорошені в різноманітних таксономічних працях, і їх не завжди легко відшукати людям без досвіду спеціального вивчення цієї групи грибів, наприклад викладачам і студентам вишів чи працівникам об'єктів природно-заповідного фонду. Звичайно, ключ є у відомій світовій монографії У. Брауна і Р. Кука (Braun, Cook, 2012), однак ця книга належить до малодоступних, до того ж, за останні десять років, з огляду на бурхливий розвиток молекулярно-філогенетичних досліджень, згаданий ключ уже дещо застарів. Наприклад, значні зміни було внесено у видовий склад таких родів як *Blumeria* Golovin ex Speer (Liu et al., 2021), *Golovinomyces* (U. Braun) V.P. Heluta (Scholler et al., 2016; Braun et al., 2018, 2019) та *Podosphaera* Kunze (Moparthi et al., 2019; Meeboon et al., 2020). Отже, настав час здійснити узагальнення видового складу борошнисторосяних грибів України, розробити й опублікувати ключі для їхнього визначення. Саме тому ми вирішили опублікувати серію праць, яка б значно полегшила опанування інформацією про ці гриби та проведення їхнього дослідження в Україні, насамперед при виконанні студентських курсових, дипломних і магістерських робіт. Ця стаття є першою із зазначеної серії, і присвячена вона невеликим за кількістю видів родам *Arthrocladiella* та *Blumeria*.

Поширення видів подається відповідно до районування, запропонованого для "Флори грибів України" (Heluta, 1989). Межі районів та скорочені їхні назви наведено на рис. 1.

***Arthrocladiella* Vasilkov, Bot. Zhurn. 45(9): 1368. 1960 – артрокладієла**

Arthrocladia Golovin, Trudy Bot. Inst. im. V.L. Komarova AN SSSR, Ser. 2, Sporov. Rast. 10: 309. 1956, nom. illeg. (homonym).

Міцелій поверхневий, спочатку павутинистий, потім ущільнюється до борошнисто-плівчастого,

по обидва боки листової пластинки. Анаморфа *Graciloidium* (R.T.A. Cook, A.J. Inman & C. Billings) R.T.A. Cook & U. Braun. Конідії в ланцюжках, від еліпсоїдальних до циліндричних, 22–31 × 9–14 мкм. Хазмототеції напівкулясті, вдавлені знизу, 110–156 мкм у діам., розкидані по поверхні листка. Клітини перидію багатокутні, дрібні, 8–15 мкм у поперечнику. Придатки у великій кількості, прямі, тонкостінні, безбарвні, 1–4 рази дихотомічно або мутувчато розгалужені, до 300 мкм довж., у вигляді віночка у верхній частині плодового тіла. Сумки по 5–12, до 20, подовжено-яйцеподібні, еліпсоїдальні або широкобулавоподібні, на добре виражених ніжках, у міцних пучках, 44–61 × 22–32 мкм, переважно 2-спорові, зрідка спор 3 або 4. Спори еліпсоїдальні, 19–27 × 9–14 мкм.

Монотипний рід, включає один вид, що паразитує на видах роду *Lycium* L. (*Solanaceae*) й зрідка трапляється в Україні, переважно в південній її частині. Типовий вид: *Arthrocladiella mougeotii* (Lév.) Vasilkov.

***Arthrocladiella mougeotii* (Lév.) Vasilkov, Bot. Mater. Otd. Sporov. Rast. Bot. Inst. im. V.L. Komarova Akad. Nauk SSSR 16: 112. 1963 – артрокладієла повосва**

Arthrocladia lycii (Lasch) Golovin, Trudy Bot. Inst. im. V.L. Komarova AN SSSR, Ser. 2, Sporov. Rast. 10: 310. 1956, comb. inval.¹

Тип на *Lycium europaeum* L. (Франція).

Поширення в Україні. На *Lycium barbarum* L. (*Solanaceae*) – ЗЛс, ЗУЛ, КрЛс, ЛЗЛс, ЛЗс, МП, ПБК, ПЗс, ПЛс (Krupa, 1888, 1889; Isachenko, 1896; Tranzschel, 1902; Bobyak, 1907; Heluta, Andrianova, 1984; Heluta, 1985, 1989, 1999; Heluta et al., 1987; Kuzub, 2002; Heluta, Isikov, 2004; Korytnianska et al., 2010, 2012); Україна (Heluta, Minter, 1998).

Загальне поширення. Європа: Австрія, Бельгія, Болгарія, Велика Британія, Естонія, Італія, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Польща, Румунія, Сербія, Словаччина, Угорщина, Україна, Франція, Чехія, Швейцарія, Швеція; Азія: Азербайджан, Вірменія, Грузія, Ізраїль, Казахстан, Киргизстан, Китай, Корея, Росія (Далекий Схід), Таджикистан, Туреччина, Туркменія, Узбекистан, Японія; Африка:

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



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

Fig. 1. Regions of Flora of fungi of Ukraine (Heluta, 1989): ВЛс – Volyn (Vollhynian) Forest-Steppe, ГК – Mountain Crimea, ДЗЛс – Donetsk Grass-Meadow Steppe, ЗК – Transcarpathia, ЗЛс – Western Forest-Steppe, ЗП – Western Polissya, ЗУЛ – Western Ukrainian Forests, КЛ – Carpathian Forests, КрЛс – Crimean Forest-Steppe, ЛЗЛс – Left Bank Grass-Meadow Steppe, ЛЗс – Left Bank Grass Steppe, ЛЛс – Left Bank Forest-Steppe, ЛП – Left Bank Polissya, МП – Lesser Polissya, ПБК – South Coast of Crimea, ПЗЛс – Right Bank Grass-Meadow Steppe, ПЗс – Right Bank Grass Steppe, ПКЛ – Cis-Carpathian Forests, ПЛс – Right Bank Forest-Steppe, ПС – Polynovyi (Artemisia) Steppe, РЛ – Roztochchya Forests, СЗЛс – Starobilsk Grass-Meadow Steppe, СРЛ – East European (Central Russian) Upland Forests, ХЛс – Kharkiv Forest-Steppe, ЦП – Central (Right Bank) Polissya

Канарські о-ви (Іспанія); Північна Америка: США; Південна Америка: Аргентина; Австралія й Океанія: Нова Зеландія.

Рід описано П.М. Головіним (Golovin, 1956) як *Arthrocladia*, однак при цьому були порушені правила Міжнародного кодексу ботанічної номенклатури. Зокрема, не було латинського опису. До того ж, під аналогічною назвою раніше був описаний рід водоростей. Тому дещо пізніше інший

міколог, Б.П. Васильков, який ніколи не займався борошністоросіяними грибами, використовуючи матеріали П.М. Головіна, переописав цей рід як *Arthrocladiella*, створивши спочатку нову недійсну комбінацію *A. lycii* (Lasch) Vasilkov, що базувалася на *Erysiphe lycii* Lasch nom. nud. (Vasilkov, 1960), а пізніше виправив цю помилку (Vasilkov, 1963), запропонувавши нову валідну назву *A. mougeotii* (Lév.) Vasilkov.

Blumeria Golovin ex Speer, Sydowia 27(1–6): 2. 1975 – блюмерія

Міцелій ектофітний, на листках, піхвах і остюках рослин-живителів: первинний – більш-менш щільний, борошнистий, білий або жовтуватий, до коричнюватого, добре розвинений; вторинний – брудно-білий, сірий, буруватий, до коричневого, повстистий, складається з безбарвних, згодом сірих чи коричневих серпоподібно зігнутих товстостінних гіф-щетинок (сет). Апрусорії соскоподібні, гаусторії пальчасті. Анаморфа *Oidium* Link. Конідієносці зі здутими базальними клітинами. Конідії в дуже довгих ланцюжках, видовженобочкоподібні, амфороподібні, до циліндричних, $23\text{--}38(-45) \times 10\text{--}18(-20)$ мкм, поверхня короткошипаста (СЕМ), проросткові трубки двох типів: первинні короткі, тонкі, зазвичай бічні, і вторинні – довгі, бічні чи термінальні, закінчуються видовженим потовщенням. Хазмотеції в сухому стані сильно вдавнені зверху, до чашоподібних, чорні, відносно великі, $140\text{--}250(-280)$ мкм у діам., занурені у вторинний міцелій. Клітини перидію дрібні, невиразні, багатокутні. Придатки численні, короткі, часто недорозвинені, безбарвні або при основі коричневі, переважно прості, базальні. Сумки численні (8–30), від яйцеподібних до майже циліндричних, як правило, на добре вираженій ніжці, $50\text{--}90(-105) \times 20\text{--}40$ мкм, 4–8-спорові. Спори еліпсоїдальні, золотисто-жовті, $17\text{--}24 \times 7\text{--}14$ мкм.

Рід довгий час вважався монотипним, однак нещодавно на основі насамперед результатів молекулярно-філогенетичних досліджень його єдиний вид *B. graminis* розділено на 8 видів (Liu et al., 2021). Гриби з деяких рослин-живителів авторам не вдалося віднести до жодного з запропонованих ними нових видів. Тому й аналогічні українські матеріали ми подаємо як *Blumeria* spp.

Представники роду паразитують лише на злаках (*Poaceae*). В Україні відомо щонайменше 6 видів. Типовий вид: *Blumeria graminis* (DC.) Speer.

Ключ для визначення видів¹

1. Первинний міцелій і конідійне спороношення білі, до сірувато-білих, з віком щонайбільше трохи жовтуваті або буруваті, але не стають коричневими 2

– Первинний міцелій одразу або ж з віком стає забарвленим – жовтуватим, коричнюватим до коричневого 3

2. Первинний міцелій та конідійне спороношення білі, до сірувато-білих, спостерігаються з весни (квітень–травень) до осені (вересень–листопад), іноді навіть взимку; головним чином на видах родів *Apera*, *Milium* і *Poa*, іноді на інших рослинах-живителях 4. ***Blumeria graminicola***

– Первинний міцелій і конідійне спороношення білі, з віком можуть забарвлюватися від сірувато-жовтого до сірувато-коричневого, розвиваються з весни до літа, зрідка у вересні; на видах роду *Hordeum* 6. ***Blumeria hordei***

3. Сети (серпоподібні гіфи вторинного міцелію) безбарвні; на видах роду *Dactylis*, інколи також і на рослинах-живителях з родів *Alopecurus*, *Anthoxanthum* та *Lolium* 3. ***Blumeria dactylidis***

– Сети, як правило, пігментовані з віком – жовтуваті, вохристі, золотисто-коричневі або коричневі. Комплекс морфологічно схожих видів, жителі яких можуть перекриватися (точна ідентифікація можлива лише за допомогою молекулярного аналізу):

переважно на видах роду *Avena* 1. ***Blumeria avenae***

переважно на видах роду *Bromus* 2. ***Blumeria bulbigera***

переважно на видах роду *Hordeum*, зрідка *Agrostis*, *Alopecurus*, *Bromus*, *Leymus*, *Pseudoroegneria* і *Triticum* 6. ***Blumeria hordei***

переважно на видах триби *Triticeae*, зрідка на *Brachypodium*, *Milium* і *Phleum* ... 5. ***Blumeria graminis***

1. *Blumeria avenae* M. Liu & Hambl., in Liu, Braun, Takamatsu, Hambleton, Shoukouhi, Bisson & Hubbard, Mycoscience 62(3): 154. 2021 – блюмерія вівсова

Міцелій по обидва боки листової пластинки і на листових піхвах: первинний борошнистий, спочатку білуватий, пізніше забарвлений, від жовтуватого до оранжево-коричневого, гіфи товщиною до 8 мкм, розвивається з весни до осені (листопад), іноді навіть взимку (січень); вторинний щільний, повстистий, брудно- чи сірувато-білий, до сірого, з віком іноді може бути злегка забарвленим, складається з несептованих щетиноподібних гіф товщиною до 7 мкм. Апрусорії в обрисі соскоподібні, переважно по одній, зрідка супротивно в парах, шириною до 6 мкм. Конідієносці прямостоячі, по одному або парами на материнській клітині, $60\text{--}150 \times 4\text{--}8$ мкм, базальна клітина $25\text{--}45 \times 5\text{--}6$ мкм, її бульбоподібне потовщення до 14 мкм. Конідії в довгих ланцюжках, еліпсоїдні,

¹ За основу взято ключ, опублікований М. Лю зі співавторами (Liu et al., 2021)

видовженоеліпсоїдні, видовженояйцеподібні, іноді видовженолимоноподібні, $24-44 \times 11-19$ мкм, відношення довжини до ширини 1,5–3,0, проростки майже термінальні. Хазмотеції в сухому стані сильно вдавнені зверху, до чашоподібних, чорні, 150–200 мкм у діаметрі.

Паразитує лише на представниках роду *Avena* L. Тип на *Avena sativa* L. (Велика Британія).

Поширення в Україні. На *Avena fatua* L. – ПБК (Tranzschel, 1905; Heluta, 1989). На *A. sativa* L. – ЦП (Jaczewski, 1927; Morochkovskiy et al., 1969; Heluta, 1989). На *A. trichophylla* K.Koch – ПБК (Heluta, 1999).

Загальне поширення. Європа: повсюди; Азія: Азербайджан, Грузія, Ізраїль, Індія, Ірак, Іран, Китай, Туреччина, Туркменістан, Узбекистан; Африка: Зімбабве, Канарські о-ви (Іспанія), Ліван, Лівія, Марокко, ПАР; Північна Америка: Канада, Мексика, США; Центральна та Південна Америка: Аргентина, Бразилія, Гватемала, Колумбія, Перу, Уругвай, Чилі; Австралія й Океанія: Австралія, Нова Зеландія.

2. *Blumeria bulbiger* (Bonord.) M. Liu & U. Braun, in Liu, Braun, Takamatsu, Hambleton, Shoukouhi, Bisson & Hubbard, Mycoscience 62(3): 157. 2021 – блюмерія стоколосова

Міцелій по обидва боки листової пластинки і на листових піхвах: первинний борошністий, спочатку білий або блідо-жовтий, з віком помітно жовтуватий, до вохристого, гіфи товщиною до 7 мкм, іноді з потовщеннями до 10 мкм, розвивається з весни до кінця літа або до осені (жовтень); вторинний щільний, повстистий, спочатку білий, з віком жовтуватий, складається з переважно несептованих щетиноподібних гіф товщиною до 7 мкм, зрідка сети мають до 2–3 перегородок. Конідієносці прямостоячі, $80-130 \times 5-6$ мкм, базальна клітина $25-45 \times 5-6$ мкм, її бульбоподібне потовщення до 14 мкм. Конідії в довгих ланцюжках, еліпсоїдні, видовженоеліпсоїдні, видовженояйцеподібні, лимоноподібні, $27-35 \times 13-19$ мкм, відношення довжини до ширини 1,5–2,5, проростки майже термінальні. Хазмотеції в сухому стані сильно вдавнені зверху, до чашоподібних, чорні, 150–200 мкм у діаметрі. Сумки яйцеподібні з короткою циліндричною ніжкою довжиною до 16 мкм. Сумкоспори не спостерігалися.

Паразитує головним чином на представниках роду *Bromus* s. l. та близьких до нього родів. Тип на *Bromus hordeaceus* L. (Німеччина).

Поширення в Україні. На *Anisantha sterilis* (L.) Nevski – КрЛс, ЛЗЛС, ЛЗС, ПЗС, ПС, СЗЛС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Prosiannikova et al., 2009; Korytnianska et al., 2010). На *A. tectorum* (L.) Nevski – ЛЗЛС, ЛЗС, ПЗС, ПС (Heluta et al., 1987; Dudka et al., 2009b; Heluta et al., 2010; Heluta, Tykhonenko, 2017). На *Anisantha* spp. – КрС, ПЗС, ЦП (Morochkovskiy et al., 1969, як *Festuca*; Heluta, 1989, 1995, 2003; Korytnianska et al., 2014). На *Bromus arvensis* L. – ХЛс (Trebu, 1913; Potebnia, 1916; Heluta, 1989). На *B. commutatus* Schrad. – ЗК (Heluta, 1989). На *B. hordeaceus* L. (*B. mollis* L.) – ЗК, ЗЛс, ЗП, ЗУЛ, КрЛс, ЛЗС, ЛП, МП, ПЗС, ПКЛ, ПЛс, ХЛс, ЦП (Krupa, 1888; Rouppert, Wróblewski, 1911; Trebu, 1913; Namysłowski, 1914; Potebnia, 1916; Marchenko, 1963; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995; Dudka et al., 2009b; Prosiannikova et al., 2009; Korytnianska, Popova, 2015; Heluta, Anishchenko, 2021). На *B. japonicus* Thunb. – ДЗЛС, ЛЗЛС, ЛЗС, ПЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009b; Heluta, Tykhonenko, 2017). На *B. secalinus* L. – ПЛс (Rayevska, Komaretska, 1949; Dzhagan et al., 2008). На *B. squarrosus* L. – ДЗЛС, КрС, ЛЗЛС, ЛЗС, ПЗЛС, ПЗС, ПС, СЗЛС (Heluta, 1979, 1989, 2005; Heluta et al., 1987; Kondratyuk et al., 1988; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009b; Heluta, Tykhonenko, 2017). На *Bromus* spp. – ЗЛс, ЛЗЛС, СЗЛС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Heluta et al., 2016).

Загальне поширення. Європа: повсюди; Азія: Азербайджан, Афганістан, Вірменія, Грузія, Ізраїль, Ірак, Іран, Йорданія, Казахстан, Китай, Корея, Росія (Сибір), Сирія, Туреччина, Туркменістан, Узбекистан; Африка: Західна Сахара, Канарські о-ви (Іспанія), Марокко; Північна Америка: Канада, США; Південна Америка: Аргентина, Чилі; Австралія й Океанія: Австралія, Нова Зеландія.

3. *Blumeria dactylidis* M. Liu & Hambl., in Liu, Braun, Takamatsu, Hambleton, Shoukouhi, Bisson & Hubbard, Mycoscience 62(3): 157. 2021 – блюмерія грятницева

Міцелій переважно на верхньому боці листової пластинки та піхвах: первинний спочатку білий, з віком стає блідо-жовтим, жовтим до коричневатого, гіфи завтовшки до 6 мкм, іноді з потовщеннями до 9 мкм, зберігається до осені (початок жовтня) паралельно з вторинним міцелієм і хазмотеціями; вторинний тьмяно-сірувато-білий до сірого, з

віком стає жовто-коричневим до темно-сірого чи буруватого, значно світліший, ніж первинний міцелій, сети довжиною біля 500 мкм, у вигляді щільних повстистих ділянок навколо хазмотеціїв, несептовані. Апрусорії соскоподібні, іноді роздільні, шириною до 7–10 мкм, розташовані по одній. Конідієносці прямостоячі, 65–135 × 5–6 мкм, з базальною клітиною 25–50 × 5–6 мкм, бульбоподібне потовщення до 13 мкм. Конідії еліпсоїдні, широко-еліпсоїдні, видовжено-яйцеподібні, рідше лимоночи витягнуто-лимоноподібні, 23–38 × 12–18 мкм, відношення довжини до ширини 1,5–2,9. Хазмотеції вдавнені, 160–245 мкм за діаметром. Сумки обернено-яйцеподібні, 45–90 × 25–40 мкм, на дуже коротких ніжках. Сумкоспори не спостерігалися.

Паразитує на *Dactylis glomerata* s. l. як головному господарі, рідше на рослинах інших родів з триб *Poeae* (*Anthoxanthum* L., *Festuca* L., *Lolium* L., *Phleum* L.), *Bromeae* (*Bromus* L.), *Triticeae* (*Hordeum* L.). Тип на *Dactylis glomerata* L. (Канада).

Поширення в Україні. На *Anthoxanthum odoratum* L. – ЗП, ЛП, МП (Marchenko, 1974; Heluta, 1989; Golubtsova, 2008; Dudka et al., 2009b, c; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Dactylis glomerata* – ГК, ЗЛс, ЗУЛ, КЛ, КрЛс, ЛЗС, ЛЛс, ЛП, МП, ПБК, ПЗС, ПКЛ, ПЛс, ХЛс, ЦП (Krupa, 1888, 1889; Bobyak, 1907; Namysłowski, 1914; Kaznovskiy, 1915; Rayevska, Komaretska, 1949; Lavitska, Morochkovska, 1974; Hrebenchuk, Sherstniuk, 1975; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995; Heluta et al., 1992, 2016; Havrylo, 1999; Kuzub, 2000; Golubtsova, 2008; Dzhagan et al., 2008; Dudka et al., 2009b, c, 2019; Korytnianska et al., 2010, 2012; Prosiannikova et al., 2016; Kravchuk et al., 2018; Prosiannikova, Ivakhnenko, 2020). На *D. hispanica* Roth (анаморфа) – ПБК (Heluta, 1989, 1999; Heluta, Isikov, 2004). На *Lolium perenne* L. – ЗК, КЛ, ПЗС (Marchenko, 1963; Korytnianska et al., 2010; Heluta et al., 2011; Tykhonenko, Heluta, 2011; Dudka et al., 2019). На *L. remotum* Schrank (анаморфа) – ПЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989). На *L. rigidum* Gaudin (анаморфа) – ПБК (Heluta, 1989; Heluta, Isikov, 1991).

Загальне поширення. Європа: повсюди; Азія: Азербайджан, Вірменія, Грузія, Ізраїль, Казахстан, Киргизстан, Корея, Росія (Сибір), Туреччина, Туркменістан, Узбекистан, Японія; Африка: Марокко; Північна Америка: Канада, США.

4. *Blumeria graminicola* M. Liu & Hambl., in Liu, Braun, Takamatsu, Hambleton, Shoukouhi, Bisson &

Hubbard, Mycoscience 62(3): 158. 2021 – блюмерія тонконогова

Міцелій по обидва боки листової пластинки, інколи на піхвах: первинний спочатку білуватий до сірувато-білого, зрідка до ледве жовтуватого, з віком не стає помітно забарвленим, гіфи завтовшки до 6 мкм, розвивається до зими (січень–лютий), не пригнічується з появою вторинного міцелію та хазмотеціїв; вторинний білий, сети завтовшки до 7 мкм, з 1–2 перегородками. Апрусорії соскоподібні, інколи лопатеві, розташовані переважно по одній або зрідка супротивно в парах. Конідієносці утворюються по одному або попарно, прямостоячі, 70–150 × 5–7 мкм, базальна клітина 20–55 × 5–7 мкм, бульбоподібне потовщення до 14 мкм завтовшки. Конідії еліпсоїдні до лимоноподібних, 29–35 × 11–18 мкм. Хазмотеції 140–200 мкм у діаметрі, придатки нечисленні, міцелієподібні, з базальною перегородкою. Сумки обернено-яйцеподібні до еліпсоїдних, на малопомітній простій чи роздвоєній ніжці Сумкоспори не спостерігалися.

Головними рослинами-живителями є *Apera spica-venti* (L.) P. Beauv. та види роду *Poa* L. з триби *Poeae*, однак вид трапляється й на представниках інших родів з триб *Bromeae* (*Bromus*), *Meliceae* (*Melica* L.), *Poeae* (*Agrostis* L., *Alopecurus* L., *Anthoxanthum*, *Beckmannia* Host, *Dactylis* L., *Festuca*, *Holcus* L., *Milium* L., *Polypogon* Desf., *Puccinellia* Parl.) та *Triticeae* (*Elymus* L., *Hordeum*, *Thinopyrum* Á.Löve, *Triticum* L.). Тип на *Poa pratensis* L. (Канада).

Важлива особливість виду – переважно біле забарвлення первинного і вторинного міцелію протягом усього розвитку.

Поширення в Україні. На *Agrostis gigantea* Roth – КЛ (Krupa, 1889; Namysłowski, 1914; Heluta, 1989; Dudka et al., 2019). На *A. stolonifera* L. – ЗЛс (Jaczewski, 1927; Heluta, 1989). На *Apera spica-venti* (L.) P. Beauv. – ЗП, ЛЗС, ЛП, МП, ПКЛ, ПЛс (Krupa, 1888; Namysłowski, 1914; Heluta, 1989; Golubtsova, 2008; Dzhagan et al., 2008; Dudka et al., 2009b, c; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Milium effusum* L. – ЗП, ЗУЛ, КЛ, МП, ПЛс (Marchenko, 1974; Heluta, 1989, 1998; Dudka et al., 1997, 2019; Prudenko, Solomakhina, 1997; Dzhagan et al., 2008; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Poa alpina* L. – КЛ (Chmielewski, 1910; Namysłowski, 1914; Dudka et al., 2019). На *P. angustifolia* L. – ДЗЛс, ЗЛс, ЛЗС, ПЗЛс, ПЗС, ПЛс, СЗЛс (Heluta et al., 1987; Heluta,

1989; Dudka et al., 2009b). На *P. annua* L. – КЛ, ЛЗС, МП, ПЗС, ПКЛ (Krupa, 1888; Chmielewski, 1910; Namysłowski, 1914; Marchenko, 1963; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Korytnianska et al., 2012; Dudka et al., 2019). На *P. bulbosa* L. – КрЛс, КрС, ЛЗС, ПЗС, ХЛс, ЦП (Isachenko, 1896; Trebu, 1913; Potebnia, 1916; Illichevskyi, 1938; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995, 2003; Korytnianska et al., 2010, 2012; Kravchuk et al., 2019). На *P. compressa* L. – КЛ, ПЗС (Korytnianska et al., 2010; Heluta et al., 2011; Tykhonenko, Heluta, 2011; Dudka et al., 2019). На *P. erythropoda* Klovov – ЗЛс (Heluta, 1989; Heluta et al., 2016). На *P. longifolia* Trin. (*P. fagetorum*?) – ГК (Heluta, 1984, 1989; Kuzub, 2000). На *P. nemoralis* L. – ЗЛс, ЛЛс, ПЛс, ЦП (Heluta, 1989, 1995; Prudenko, Solomakhina, 1997; Dzhagan et al., 2008; Heluta et al., 2016). На *P. palustris* L. – ДЗЛС, СЗЛС (Tykhonenko та ін., 1994; Dudka et al., 2009b). На *P. pratensis* L. – ЗК, ЗЛс, ЗП, КЛ, КрЛс, ЛЗЛС, ЛП, ПЗС, ПЛс, СЗЛС, ХЛс, ЦП (Krupa, 1889; Chmielewski, 1910; Trebu, 1913; Namysłowski, 1914; Potebnia, 1916; Zweigbaumová, 1918; Hrodzinska, 1928; Kharkevych, 1949; Marchenko, 1963; Hrebanchuk, Sherstniuk, 1975; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995, 1998; Dudka et al., 1997, 2009b, c, 2019; Golubtsova, 2008; Prosiannikova et al., 2009; Korytnianska et al., 2010; Heluta, Anishchenko, 2021). На *P. silvicola* Guss. – КрЛс, ЛЗС, ПЗС (Dudka et al., 2009b; Prosiannikova et al., 2009; Korytnianska et al., 2010). На *P. trivialis* L. – ЗК, ЗЛс, ЛП, ПЛс (Rouppert, Wróblewski, 1911; Namysłowski, 1914; Zweigbaumová, 1918; Hrodzinska, 1928; Marchenko, 1963; Heluta, 1989; Golubtsova, 2008; Dudka et al., 2009c). На *P. trivialis* L. var. *semineutra* (Waldst. & Kit. ex Willd.) Griseb. – ЛЗС (Heluta et al., 2010). На *Poa* spp. – ЗК, ЗЛс, ЗП, ЗУЛ, КЛ, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ПЗС, ПЛс, ЦП (Namysłowski, 1909, 1914; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995; Dzhagan et al., 2008; Dudka et al., 2009b, 2019; Heluta et al., 2016; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. – ПЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989). На *P. gigantea* aggr. – ЛЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989).

Загальне поширення. Європа: повсюди; Азія: Азербайджан, Афганістан, Вірменія, Грузія, Ізраїль, Індія, Іран, Казахстан, Киргизстан, Китай, Корея, Монголія, Росія (Сибір, Далекий Схід), Туреччина, Туркменістан, Узбекистан, Японія; Африка: Марокко; Північна Америка: Канада, США; Південна Америка: Аргентина; Австралія й Океанія: Нова Зеландія.

5. *Blumeria graminis* (DC.) Speer, Sydowia 27(21–26): 2. 1975 [1973–1974]. – *Erysiphe graminis* DC., Fl. franc., Edn 3 (Paris) 5/6: 106. 1815 – блюмерія злакова

Міцелій по обидва боки листкової пластинки, на піхвах і остюках рослин-живителів: первинний – більш-менш щільний, спочатку білий, пізніше забарвлений, гіфи до 7 мкм завтовшки, його розвиток пригнічується з появою вторинного міцелію і хазмотеціїв наприкінці весни та на початку літа; вторинний – щільний повстистий, тьмянний сірувато-білий до сірого, з віком стає жовтуватим, сірувато-коричневим до темно-коричневого, іноді іржаво-коричневий, складається з несептованих, простих або ж розгалужених гіф розміром близько 200–500 × 3–7 мкм. Апрусорії в обрисі соскоподібні, іноді лопатеві, шириною до 7 мкм, розташовані по одній або супротивно парні. Конідіеносці 60–170 × 4–7 мкм, базальна клітина 20–40 × 5–7 мкм, бульбоподібне потовщення до 15 мкм завтовшки. Конідії в дуже довгих ланцюжках, 23–45 × 10–20 мкм, відношення довжини до ширини 1,6–2,5(3,1). Проросткові трубки двох типів: первинні короткі, тонкі, зазвичай бічні, і вторинні – довгі, бічні чи термінальні, закінчуються видовженим потовщенням. Хазмотеції чорні, зібрані в групи на листках і піхвах, рідше на остюках, занурені у вторинний міцелій, сплюснуті, у сухому стані сильно вдавнені зверху, до чашоподібних, 170–260 мкм у діаметрі. Клітини перидію невиразні, багатокутні, діаметром до 20 мкм. Придатки у невеликій кількості до численних, базальні, переважно слабо розвинені, міцелієподібні, прості, зрідка неправильно розгалужені, зазвичай коротші за діаметр хазмотецію, тонкостінні, безбарвні або при основі коричневі, несептовані або ж септовані. Сумки переважно численні, до 30, еліпсоїдні, яйцеподібні до майже циліндричних, 50–105 × 20–40 мкм, переважно на коротких ніжках, 8-спорові, зрідка спор менше, розвиваються вони зрідка. Спори еліпсоїдно-яйцеподібні, 20–24 × 10–14 мкм, безбарвні або трохи забарвлені, золотисто-жовті.

Паразитує переважно на рослинах родів з триби *Triticeae* (*Aegilops* L., *Dasyphyrum* (Coss. & Durieu) T. Durand, *Elymus*, *Hordeum*, *Secale* L., *Triticum*), а також триби *Poeae* (*Milium*, *Phleum*), іноді *Brachypodieae* (*Brachypodium* P. Beauv.). Тип на *Triticum aestivum* L. (Швейцарія).

Поширення в Україні. На *Aegilops cylindrica* Host – ГК, КрЛс, ПБК, ПЗС, ПС (Prosiannikova et al.,

2009; Korytnianska et al., 2010, 2014; Korytnianska, Popova, 2014; Gasich et al., 2019; Kravchuk et al., 2019). На *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult. & Schult.f. – ДЗЛС, ПЗС, СЗЛС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Dudka et al., 2009b). На *A. pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv. – ГК, ДЗЛС, КрЛс, ЛЗЛС, ПЗС, СЗЛС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009b; Heluta, Tykhonenko, 2017; Prosiannikova, Ivakhnenko, 2020). На *A. ponticum* Nevski – ПБК (Heluta, 1989, 2004; Heluta, Isikov, 2004). На *Agropyron* sp. – ДЗЛС, КрС, ЛЗЛС, ПЗС (Heluta et al., 1987; Heluta, 2003, 2005; Dudka et al., 2009b). На *Brachypodium pinnatum* (L.) P.Beauv. – КрЛс (Kravchuk et al., 2019). На *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski (*Elymus hispidus* (Opiz) Melderis) – КрЛс, КрС, ХЛс (Potebnia, 1916; Arslanova, 2019; Prosiannikova et al., 2019). На *E. maeotica* (Prokud.) Prokud. – ЛЗЛС (Dudka et al., 2009b). На *E. pseudocaesia* (Pacz.) Prokud. – ПЗС (Heluta, 1989). На *E. repens* (L.) Nevski – ГК, ДЗЛС, ЗК, ЗЛс, ЗП, ЗУЛ, КЛ, КрЛс, ЛЗЛС, ЛЗС, ЛЛс, ЛП, ПБК, ПЗЛС, ПЗС, ПЛс, ПС, СЗЛС, ХЛс, ЦП (Rouppert, Wróblewski, 1911; Namysłowski, 1914; Potebnia, 1916; Spagorov, 1916; Illichevskiy, 1938; Rayevska, Komaretska, 1949; Bukhalo, 1961; Marchenko, 1963; Hrebenchuk, Sherstniuk, 1975; Heluta et al., 1987, 1992, 2007, 2010, 2016; Kondratyuk et al., 1988; Heluta, 1989, 1995; Tykhonenko та ін., 1994; Havrylo, 1999; Heluta, Isikov, 2004; Golubtsova, 2008; Dzhagan et al., 2008; Dudka et al., 2009b, c, 2019; Prosiannikova et al., 2009; Korytnianska et al., 2010, 2014; Kravchuk et al., 2018, 2019; Khandiuk, 2020; Yakovleva, 2020; Heluta, Anishchenko, 2021). На *E. scythica* (Nevski) Nevski – ГК, ПБК (Gutsevich, 1960). На *E. trichophora* (Link) Nevski – ХЛс (Trebu, 1913). На *E. triticeum* (Gaertn.) Nevski – Крим (Jaczewski, 1927). На *Elytrigia* spp. – ГК, КрС, ЛЗЛС, ПЗС, ПЛс, СЗЛС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 2000, 2003). На *Secale cereale* L. – ЗК, ЗЛс, ЗП, ЛЗЛС, ЛЛс, ПЛс, ХЛс, ЦП (Wróblewski, 1912; Namysłowski, 1914; Kaznovskiy, 1915; Garbovskiy, 1917; Nevodovskiy, 1925; Hrodzinska, 1928; Girzhytska, 1929; Lavitska, 1949; Bohovyk, 1962; Marchenko, 1963; Rudenko, 1964; Balykina et al., 1977; Heluta et al., 1987, 2016; Heluta, 1989, 1995; Dzhagan et al., 2008; Heluta, Anishchenko, 2021). На *S. sylvestre* Host – ДЗЛС, ЛЗЛС, ЛЗС, СЗЛС (Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Burdyukova et al., 1992; Dudka et al., 2009b). На

Triticum aestivum – ВЛс, ДЗЛС, ЗК, ЗЛс, ЛЗЛС, ЛЛс, ЛП, МП, ПЗЛС, ПЗС, ПКЛ, ПЛс, ХЛс, ЦП (Krupa, 1888; Namysłowski, 1914; Kaznovskiy, 1915; Potebnia, 1916; Zweigbaumovna, 1918; Garbovskiy, 1917; Tselle, 1925; Strakhov, 1926; Hrodzinska, 1928; Girzhytska, 1929; Marchenko, 1963; Rudenko, 1964; Balykina et al., 1977; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 1995; Savisko, 2013; Novhorodtseva, 2014; Savisko, Rozhkova, 2014); також гриб наводився для АРК, Дніпр., Дон., Зак., Луг., Льв., Од., Харк., Чернів. обл. без вказівки точного місцезнаходження (Rudenko, 1964; Elbakyan et al., 1966; Artemieva et al., 1969). На *T. durum* Desf. – ДЗЛС, КрЛс, КрС, ЛЗЛС, ПЛс, СЗЛС, ХЛс (Lavitska, Morochkovska, 1974; Balykina et al., 1977; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989, 2003; Dudka et al., 2009b; Prosiannikova et al., 2009; Heluta, Tykhonenko, 2017). На *T. spelta* L. – ПЛс (Heluta, 1989). На *Triticum* spp. (cult.) – ЗЛс, КрЛс, ЛЛс, ПЛс (Jaczewski, 1910, 1912, 1917; Nevodovskiy, 1925; Heluta et al., 2016).

Загальне поширення. Європа: повсюди; Азія: Азербайджан, Афганістан, Вірменія, Грузія, Ємен, Ізраїль, Індія, Ірак, Іран, Казахстан, Киргизстан, Китай, Корея, Ліван, М'янма, Непал, Пакистан, Росія (Сибір, Далекий Схід), Саудівська Аравія, Таїланд, Туреччина, Туркменістан, Узбекистан, Японія; Африка: Ангола, Ефіопія, Єгипет, Замбія, Зімбабве, Канарські о-ви (Іспанія), Кенія, Лівія, Малаві, Марокко, ПАР, Судан, Танзанія; Північна Америка: Канада, Мексика, США; Центральна та Південна Америка: Аргентина, Бразилія, Гватемала, Еквадор, Колумбія, Нікарагуа, Перу, Сальвадор, Уругвай, Чилі; Австралія й Океанія: Австралія, Нова Зеландія.

6. *Blumeria hordei* M. Liu & Hambl., in Liu, Braun, Takamatsu, Hambleton, Shoukouhi, Bisson & Hubbard, Mycoscience 62(3): 160. 2021 – блюмерія ячменева

Міцелій на обох боках листків і піхвах: первинний білий, з віком може забарвлюватися від сірувато-жовтого до сірувато-коричневого, гіфи завтовшки до 6 мкм, розвивається з весни до літа, зрідка до вересня, не пригнічується з початком утворення вторинного міцелію та хазмотеціїв; вторинний – тьмяно-сірувато-білий до сірого, з часом іноді забарвлюється до сірувато-оранжевого, гіфи переважно несептовані (лише одна перегорodka біля основи). Аapresорії в обрисі соскоподібні, завширшки до 6 мкм, розташовані переважно супротивно парами. Конідіоспори утворюються по одному,

зрідка попарно, прямостоячі, 60–120 × 5–7 мкм, базальна клітина 25–45 × 5–7 мкм, бульбоподібне потовщення до 15 мкм завтовшки. Конідії еліпсоїдні, видовженоеліпсоїдні, 23–38 × 12–18 мкм, відношення довжини до ширини 1,5–2,6(–2,9). Хазмотеції чорні, сплюснуті, у сухому стані сильно вдавнені зверху, до чашоподібних, 170–280 мкм у діаметрі. Клітини перидію невиразні, багатокутні. Сумки широкоеліпсоїдні, оберненояйцеподібні, з короткими ніжками. Спори не спостерігалися.

Паразитує переважно на рослинах родів триби *Triticeae* (*Hordeum*, рідше *Leymus* Hochst., *Pseudoroegneria* (Nevski) Á.Löve), інколи триб *Poeae* (*Agrostis*, *Alopecurus*) та *Bromeae* (*Bromus*). Тип на *Hordeum vulgare* L. (Канада).

Поширення в Україні. На *Hordeum bulbosum* L. – ПБК (Tranzschel, 1902; Heluta, 1984, 1989; Heluta, Isikov, 1991; Kuzub, 2000). На *H. distichon* L. – ЗЛс, КрС, ЛЗЛС, ПЛс, ПЗС, СЗЛС, ХЛс (Wróblewski, 1912; Namysłowski, 1914; Potebnia, 1916; Hrebenchuk, Sherstniuk, 1975; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989). На *H. leporinum* Link – ЗК, КрЛс, ЛЗС, ПБК, ПЗС (Marchenko, 1979; Heluta et al., 1987; Heluta, 1989; Prosiannikova et al., 2009; Korytnianska et al., 2010, 2012, 2014; Gasich et al., 2019). На *H. murinum* L. – ГК, ЗК, ЗЛс, ЛЗС, ПБК, ПЗС (Marchenko, 1963; Heluta et al., 1987, 2016; Heluta, 1989, 1999; Heluta, Isikov, 1991; Kuzub, 2000; Dudka et al., 2009b). На *H. vulgare* L. – ЗК, ЗЛс, ЛЗЛС, ПЛс, ЦП (Garbovskiy, 1917; Tselle, 1925; Marchenko, 1963; Heluta et al., 1987, 2016). На *Hordeum* spp. (cult.) – ЗЛс, ЛЛс, ПЛс (Garbovskiy, 1917; Rudenko, 1964); також наводився для АРК, Дніпр., Дон., Зап., Луг. та Льв. обл. без вказівки точного місцезнаходження (Bohovuk, 1962; Elbakyan et al., 1966; Artemieva et al., 1969). На *Leymus arenarius* (L.) Hochst. – ПЗС (Korytnianska et al., 2010).

Загальне поширення. Європа: повсюди; Азія: Азербайджан, Афганістан, Вірменія, Грузія, Ізраїль, Індія, Ірак, Іран, Ємен, Казахстан, Киргизстан, Китай, Корея, Непал, Пакистан, Росія (Сибір), Туреччина, Туркменістан, Узбекистан, Японія; Африка: Ангола, Ефіопія, Єгипет, Західна Сахара, Йорданія, Канарські о-ви (Іспанія), Кенія, Ліван, Лівія, Марокко, Мозамбік, ПАР, Саудівська Аравія, Судан; Австралія й Океанія: Нова Зеландія; Північна Америка: Канада, Мексика, США; Південна Америка: Аргентина, Бразилія, Еквадор, Колумбія, Уругвай, Чилі.

Blumeria spp.¹

Поширення в Україні. На *Alopecurus myosuroides* Huds. – КрЛс, КрС (Heluta, 2003; Prosiannikova, Movlyan, 2010). На *A. pratensis* L. – ЛП (Golubtsova, 2008; Dudka et al., 2009b). На *Bromopsis riparia* (Rehmann) Holub – СЗЛС (Kondratyuk et al., 1988; Dudka et al., 2009b). На *Bromopsis* sp. – КрЛс (Gasich et al., 2019). На *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv. – ЗП, КЛ, МП (Marchenko, 1974; Dudka et al., 2019; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Festuca altissima* All. – ДЗЛС (Potebnia, 1916). На *F. cretacea* T. Pop. & Proskor. – ДЗЛС (Tykhonenko et al., 1994; Tkachenko et al., 1998; Dudka et al., 2009b). На *F. heterophylla* Lam. – ЗЛс (Morochkovskiy et al., 1969, як *F. vaginata*). На *F. pratensis* Huds. – ДЗЛС, ЛП, СЗЛС (Kondratyuk et al., 1988; Golubtsova, 2008; Dudka et al., 2009b). На *F. regeliana* Pavl. – КрЛс (Prosiannikova et al., 2009). На *F. valesiaca* Gaudin – ЛЗЛС (Heluta et al., 1987). На *Koeleria grandis* Besser ex Gorski – ЗП (Marchenko, 1974; Heluta, Anishchenko, 2021). На *Poaceae* indet. – ЦП. На *Sclerochloa dura* (L.) P. Beauv. – ЛЗС, ПЗС (Dudka et al., 2009b; Korytnianska et al., 2010; Heluta et al., 2010). На *Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult. (*S. glauca* auct. non (L.) P. Beauv.) – ЛЗЛС, ЛП (Prydiuk, 2000; Dudka et al., 2009c). На *Trisetum flavescens* (L.) P. Beauv. – ЗУЛ, КЛ (Marchenko, 1974; Dudka et al., 2019).

Отже, з опрацьованих нами родів *Arthrocladiella* та *Blumeria* в Україні зареєстровано сім видів – *A. mougeotii*, *B. avenae*, *B. bulbiger*, *B. dactylidis*, *B. graminicola*, *B. graminis* і *B. hordei*. Перший з них у світі є єдиним видом роду. У нашій країні він траплявся зрідка і знайдений лише в дев'яти регіонах, розташованих переважно в південній частині держави, насамперед у лісостеповій та степовій зонах і на Південному березі Криму. До рідкісних в Україні також слід віднести *B. avenae*, яку виявлено лише у двох регіонах – на Південному березі Криму та Центральному Поліссі. Решта видів траплялися доволі часто, вони зареєстровані в 14–24 регіонах, при цьому до найпоширеніших належать *B. graminicola* та *B. graminis*.

¹ Як зазначалося в тексті, *B. graminis* був розділений на декілька видів (Liu et al., 2021). Однак гриби з деяких рослин-живителів авторам не вдалося віднести до жодного з запропонованих ними нових видів або ж не були залучені до аналізу. Тому аналогічні українські матеріали ми подаємо як *Blumeria* spp. Сюди ж відносимо і гриби, зареєстровані на рослинах родів *Alopecurus* та *Festuca*, оскільки вони можуть належати до різних видів, а зразки для точного визначення відсутні

Список посилань

- Arslanova E.F. 2019. In: *Sovremennaya nauka: aktualnye voprosy, dostizheniya i innovatsii: sbornik statey X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Vol. 1. Penza: MTsNS Nauka i Prosveshcheni, pp. 35–37. [Арсланова Э.Ф. 2019. Фитотрофная паразитическая микобиота ландшафтно-рекреационного регионального значения Республики Крым¹ "Битак". В сб.: *Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей X Международной научно-практической конференции*. Часть 1. Пенза: МЦНС "Наука и Просвещение", 2019, с. 35–37].
- Artemieva N.N., Bushkova L.N., Grisenko V.V., et al. 1969. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rasteniy*, 34: 160–168. [Артемьева Н.Н., Бушкова Л.Н., Грисенко В.В. и др. 1969. Мучнистая роса и другие болезни злаков. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений*, 34: 160–168].
- Balykina L.M., Grebenchuk E.A., Durakova A.P. 1977. *Vestnik Kharkovskogo universiteta*, 158: 91–93. [Балыкина Л.М., Гребенчук Е.А., Дуракова А.П. 1977. Некоторые особенности развития мучнисторосяных грибов на культурных злаках в Харьковской области. *Вестник Харьковского университета*, 158: 91–93].
- Bobyak H. 1907. *Zbirnyk matematychno-pryrodopysno-likarskoi sektiі Naukovoho tovarystva imeni Shevchenka*, 11: 1–41. [Бобяк Г. 1907. Причинки до микології східної Галичини. Гриби околиці Бережан. *Збірник математично-природописно-лікарської секції Наукового товариства імені Шевченка*, 11: 1–41].
- Bohovyk I.V. 1962. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya biolohichna*, 1: 49–59. [Боговик І.В. 1962. Видовий склад та практичне значення попелюхових хвороб культурних рослин у Львівській області. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, 1: 49–59].
- Braun U., Bradshaw M., Zhao T.-T., Cho S.-E., Shin H.-D. 2018. Taxonomy of the *Golovinomyces cynoglossi* complex (*Erysiphales*, *Ascomycota*) disentangled by phylogenetic analyses and reassessments of morphological traits. *Mycobiology*, 46: 192–204. <https://doi.org/10.1080/12298093.2018.1509512>
- Braun U., Cook R.T.A. 2012. *Taxonomic manual of the Erysiphales (powdery mildews)*. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 707 pp.
- Braun U., Shin H.D., Takamatsu S., Meeboon J., Kiss L., Lebeda A., Kitner M., Götz M. 2019. Phylogeny and taxonomy of *Golovinomyces orontii* revisited. *Mycological Progress*, 18: 335–357. <https://doi.org/10.1007/s11557-018-1453-y>
- Bukhalo A.S. 1961. *Ukrainian Botanical Journal*, 18(4): 113–120. [Бухало А.С. 1961. Мікологічна характеристика лісів середньої течії р. Ворскли. *Український ботанічний журнал*, 18(4): 113–120].
- Burdyukova L.I., Heluta V.P., Dudka I.A., Tykhonenko Yu.Ya. 1992. In: *Prirodnye komplekсы Chernomorskogo gosudarstvennogo biosfernogo zapovednika*. Kiev: Naukova Dumka, pp. 11–18. [Бурдюкова Л.І., Гелюта В.П., Дудка І.А., Тихоненко Ю.Я. 1992. Фитотрофные облигатные грибы-паразиты Черноморского государственного биосферного заповедника. В кн.: *Природные комплексы Черноморского государственного биосферного заповедника*. Киев: Наукова думка, с. 11–18].
- Chmielewski Z. 1910. *Zapiski grzyboznawcze z Czarnej Hory. Kosmos*, 35(7/9): 804–813.
- Dudka I.O., Heluta V.P., Andrianova T.V., Hayova V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Prydiuk M.P., Golubtsova Yu.I., Kryvomaz T.I., Dzhagan V.V., Leontiev D.V., Akulov O.Yu., Syvokon O.V. 2009a. *Hryby zapovidnykiv ta natsionalnykh pryrodnykh parkiv Livoberezhnoyi Ukrainy*. Vol. 1. Kyiv: Aristey, 306 pp. [Дудка І.О., Гелюта В.П., Андріанова Т.В., Гайова В.П., Тихоненко Ю.Я., Придюк М.П., Голубцова Ю.І., Кривомаз Т.І., Джаган В.В., Леонт'єв Д.В., Акулов О.Ю., Сивоконь О.В. 2009а. *Гриби заповідників та національних природних парків Лівобережної України*. Т. 1. Київ: Арістей, 306 с.].
- Dudka I.O., Heluta V.P., Andrianova T.V., Hayova V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Prydiuk M.P., Golubtsova Yu.I., Kryvomaz T.I., Dzhagan V.V., Leontiev D.V., Akulov O.Yu., Syvokon O.V. 2009b. *Hryby zapovidnykiv ta natsionalnykh pryrodnykh parkiv Livoberezhnoyi Ukrainy*. Vol. 2. Kyiv: Aristey, 428 pp. [Дудка І.О., Гелюта В.П., Андріанова Т.В., Гайова В.П., Тихоненко Ю.Я., Придюк М.П., Голубцова Ю.І., Кривомаз Т.І., Джаган В.В., Леонт'єв Д.В., Акулов О.Ю., Сивоконь О.В. 2009б. *Гриби заповідників та національних природних парків Лівобережної України*. Т. 2. Київ: Арістей, 428 с.].
- Dudka I.O., Heluta V.P., Hayova V.P., Merezko T.O., Tykhonenko Yu.Ya., Andrianova T.V., Wasser S.P. 1997. In: *Bioriznomanityta Karpatskoho biosferneho zapovidnyka*. Kyiv: Interekotsentr, с. 163–182, 527–544. [Дудка І.О., Гелюта В.П., Гайова В.П., Мережко Т.О., Тихоненко Ю.Я., Андріанова Т.В., Вассер С.П. 1997. In: *Біорізноманиття Карпатського біосферного заповідника*. Київ: Інтерекотсентр, с. 163–182, 527–544.

¹ Тут і далі цитування джерел, опублікованих на тимчасово окупованих територіях України, або де згадані такі території, здійснено виключно з наукових міркувань і не означає визнання будь-якого незаконного порушення територіальної цілісності України (див. Резолюція Генеральної Асамблеї ООН про територіальну цілісність України № 68/262: <https://digitallibrary.un.org/record/767565>).

Here and below, citations of references published in or referring to the temporarily occupied territories of Ukraine are made for purely scientific reasons and do not indicate the acceptance of any illegal violation of the territorial integrity of Ukraine (see the United Nations General Assembly Resolution 68/262 "Territorial Integrity of Ukraine": <https://digitallibrary.un.org/record/767565>).

- Тихоненко Ю.Я., Андріанова Т.В., Вассер С.П. 1997. Гриби. В кн.: *Біорізноманіття Карпатського біосферного заповідника*. Київ: Інтерекоцентр, с. 163–182, 527–544].
- Dudka I.O., Heluta V.P., Prydiuk M.P., Tykhonenko Yu.Ya., Akulov O.Yu., Hayova V.P., Zyкова M.O., Andrianova T.V., Dzhan V.V., Shcherbakova Yu.V. 2019. *Hryby zapovidnykiv i natsionalnykh pryrodnykh parkiv Ukrainykh Karpat*. Kyiv: Naukova Dumka, 215 pp. [Дудка І.О., Гелюта В.П., Придюк М.П., Тихоненко Ю.Я., Акулов О.Ю., Гайова В.П., Зикова М.О., Андріанова Т.В., Джаган В.В., Щербаків Ю.В. 2019. *Гриби заповідників і національних природних парків Українських Карпат*. Київ: Наукова думка, 215 с.].
- Dudka I.O., Heluta V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Andrianova T.V., Hayova V.P., Prydiuk M.P., Dzhan V.V., Isikov V.P. 2004. *Hryby pryrodnykh zon Krymu*. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 452 pp. [Дудка І.О., Гелюта В.П., Тихоненко Ю.Я., Андріанова Т.В., Гайова В.П., Придюк М.П., Джаган В.В., Ісіков В.П. 2004. *Гриби природних зон Криму*. Київ: Фітосоціоцентр, 452 с.].
- Dudka I.O., Prydiuk M.P., Golubtsova Yu.I., Andrianova T.V., Karpenko K.K. 2009c. *Hryby ta hrybopodibni orhanizmy Natsionalnoho pryrodnoho parku "Desnyansko-Starohutskyi"*. Sumy: Universytetska knyha, 223 pp. [Дудка І.О., Придюк М.П., Голубцова Ю.І., Андріанова Т.В., Карпенко К.К. 2009с. *Гриби та грибоподібні організми Національного природного парку "Деснянсько-Старогутський"*. Суми: Університетська книга, 223 с.].
- Dzhan V.V., Prudenko M.M., Heluta V.P. 2008. *Hryby Kanivskoho pryrodnoho zapovidnyka*. Kyiv: Kyivskiy universytet, 271 pp. [Джаган В.В., Пруденко М.М., Гелюта В.П. 2008. *Гриби Канівського природного заповідника*. Київ: Київський університет, 271 с.].
- Elbakyan M.A., Shekochikhina R.I., Grisenko G.V. 1966. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rasteniy*, 28: 150–157. [Элбакян М.А., Шекочихина Р.И., Грисенко Г.В. 1966. Мучнистая роса и другие грибные болезни злаков. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений*, 28: 150–157].
- Garbovskiy L. 1917. *Materialy po mikologii i fitopatologii Rossii*, 3(1): 7–34. [Гарбовский Л. 1917. Болезни хлебных злаков в Подольской губ. в 1915 г. *Материалы по микологии и фитопатологии России*, 3(1): 7–34].
- Gasich E.L., Berestetskiy A.O., Didovich S.V. 2019. *Tavrisheskiy vestnik agrarnoy nauki*, 2019, 4(20): 16–27. [Гасич Е.Л., Берестецкий А.О., Дидович С.В. 2019. Материалы к микобиоте сорных растений Крыма. *Таврический вестник аграрной науки*, 4(20): 16–27].
- Girzhytska Z. 1929. *Visnyk Kyivskoho botanichnoho sadu*, 10: 4–41. [Гіжицька З. 1929. Матеріали до мікофлори України (продовження). *Вісник Київського ботанічного саду*, 10: 4–41].
- Golovin P.N. 1956. *Trudy Botanicheskogo instituta AN SSSR. Ser. 2. Sporovye rasteniya*, 10: 309–366. [Головин П.Н. 1956. Материалы к монографии мучнисто-росяных грибов (сем. *Erysiphaceae*) в СССР. *Труды Ботанического института АН СССР. Сер. 2. Споровые растения*, 10: 309–366].
- Golubtsova Yu.I. 2008. *Fitotrofni mikromitsety pivnichno-skhidnoi chastyny Ukrainy*. Sumy: SumDPU im. A.S. Makarenka, 188 pp. [Голубцова Ю.І. 2008. *Фітотрофні мікроміцети північно-східної частини України*. Суми: СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 188 с.].
- Gutsevich S.A. 1960. *Vestnik Leningradskogo universiteta. Seria biologii*, 15(3): 23–34. [Гуцевич С.А. 1960. Об особенностях микрофлоры степей Крымского полуострова. *Вестник Ленинградского университета. Серия биологии*, 15(3): 23–34].
- Haelewaters D., Park D., Johnston P.R. 2021. Multilocus phylogenetic analysis reveals that *Cyttariales* is a synonym of *Helotiales*. *Mycological Progress*, 20(10): 1323–1330. <https://doi.org/10.1007/s11557-021-01736-2>
- Havrylo O.I. 1999. *Ukrainian Botanical Journal*, 56(4): 434–440. [Гаврило О.І. 1999. Борошнесторосяні гриби (*Erysiphales*) північної частини Харківського Лісостепу. *Український ботанічний журнал*, 56(4): 434–440].
- Heluta V.P. 1979. *Ukrainian Botanical Journal*, 36(5): 476–478. [Гелюта В.П. 1979. Борошнесторосяні гриби (*Erysiphaceae*) в фітоценозах заповідника "Провальський степ". *Український ботанічний журнал*, 36(5): 476–478].
- Heluta V.P. 1984. *Ukrainian Botanical Journal*, 41(6): 47–51. [Гелюта В.П. 1984. Борошнесторосяні гриби (*Erysiphaceae*) Ялтинського гірсько-лісового державного заповідника. *Український ботанічний журнал*, 41(6): 47–51].
- Heluta V.P. 1985. *Ukrainian Botanical Journal*, 42(5): 36–39. [Гелюта В.П. 1985. Видовий склад борошнесторосяних грибів (*Erysiphaceae*) Карадагського державного заповідника. *Український ботанічний журнал*, 42(5): 36–39].
- Heluta V.P. 1989. *Flora gribov Ukrainy. Muchnistorosyanye griby*. Kyiv: Naukova Dumka, 256 pp. [Гелюта В.П. 1989. *Флора грибів України. Мучнисторосяні гриби*. Київ: Наукова думка, 256 с.].
- Heluta V.P. 1995. *Ukrainian Botanical Journal*, 52(4): 486–495. [Гелюта В.П. 1995. Видовий склад борошнесторосяних грибів Центрального Полісся України. *Український ботанічний журнал*, 52(4): 486–495].
- Heluta V.P. 1998. *Ukrainian Botanical Journal*, 55(1): 66–74. [Гелюта В.П. 1998. Борошнесторосяні гриби (порядок *Erysiphales*) Карпатського біосферного заповідника. *Український ботанічний журнал*, 55(1): 66–74].
- Heluta V.P. 1999. *Ukrainian Botanical Journal*, 56(5): 478–483. [Гелюта В.П. 1999. Борошнесторосяні гриби (*Erysiphales*) Південного берега Криму. *Український ботанічний журнал*, 56(5): 478–483].
- Heluta V.P. 2000. *Ukrainian Botanical Journal*, 57(5): 552–560. [Гелюта В.П. 2000. Борошнесторосяні гриби (*Erysiphales*) Гірського Криму. *Український ботанічний журнал*, 57(5): 552–560].

- Heluta V.P. 2003. *Ukrainian Botanical Journal*, 60(3): 298–305. [Гелюта В.П. 2003. Борошністороссяні гриби (*Erysiphales*) степової частини Криму. *Український ботанічний журнал*, 60(3): 298–305].
- Heluta V.P. 2004. In: *Karadag. Istoriya, geologiya, botanika, zoologiya. Sbornik nauchnykh trudov, posvyashchenniy 90-letiyu Karadagskoy nauchnoy stantsii i 25-letiyu Karadagskogo prirodnogo zapovednika NAN Ukrainy*. Book 1. Simferopol: Sonat, pp. 124–130. [Гелюта В.П. 2004. Анализ видового состава мучнисто росяных грибов Карадагского природного заповедника. В сб.: *Карадаг. История, геология, ботаника, зоология. Сборник научных трудов, посвященный 90-летию Карадагской научной станции и 25-летию Карадагского природного заповедника НАН Украины*. Книга 1. Симферополь: Сонат, с. 124–130].
- Heluta V.P. 2005. In: *Zbirnyk naukovykh prats Luhanskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya Biologichni nauky. Spetsialnyi випуск "Bioriznomanitnist Luhanskoho pryrodnogo zapovidnyka NAN Ukrainy"*, 56(79): 93–109. [Гелюта В.П. 2005. Борошністороссяні гриби (порядок *Erysiphales*) Луганського природного заповідника. *Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія Біологічні науки. Спеціальний випуск "Біорізноманітність Луганського природного заповідника НАН України"*, 56(79): 93–109].
- Heluta V.P., Andrianova T.V. 1984. *Ukrainian Botanical Journal*, 41(4): 33–37. [Гелюта В.П., Андріанова Т.В. 1984. Фітопатогенні філофільні та гербофільні гриби Карадагського державного заповідника. *Український ботанічний журнал*, 41(4): 33–37].
- Heluta V.P., Anishchenko I.M. 2021. *Ukrainian Botanical Journal*, 78(6): 381–398. [Гелюта В.П., Аніщенко І.М. 2021. Борошністороссяні гриби (*Erysiphales*, *Ascomycota*) Західного Полісся України. *Український ботанічний журнал*, 78(6): 381–398]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj78.06.381>
- Heluta V.P., Dzyunenko O.O., Cook R.T.A., Isikov V.P. 2009a. New records of *Erysiphe* species on *Catalpa bignonioides* in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 66(3): 346–353.
- Heluta V.P., Hayova V.P., Tykhonenko Yu.Ya. 2016. In: *Botany and mycology: modern horizons. Collection of papers devoted to the 90th anniversary of A.V. Grodzinsky (1926–1988) Academician of Academy of Sciences of Ukraine*. Kyiv: Nash format, pp. 426–478. [Гелюта В.П., Гайова В.П., Тихоненко Ю.Я. Борошністороссяні, ксилотрофні сумчасті та іржасті гриби Національного природного парку "Подільські Товтри". В кн.: *Ботаніка і мікологія: сучасні горизонти. Збірка праць, присвячених 90-річчю з дня народження академіка АН України А.М. Гродзинського (1926–1988)*. Київ: Наш формат, с. 426–478].
- Heluta V., Hayova V., Tykhonenko Yu., Dzhagan V., Umanets O. 2010. Microfungi on plants from Tendra Island (Ukraine, Black Sea). *Polish Botanical Journal*, 55(2): 441–449.
- Heluta V.P., Hayova V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Malanyuk V.B., Slobodyan O.M. 2011. *Pryroda Zakhidnoho Polissya ta prylehlykh terytoriy*, 8: 88–108. [Гелюта В.П., Гайова В.П., Тихоненко Ю.Я., Маланюк В.Б., Слободян О.М. 2011. Гриби Природного заповідника "Горгани". *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*, 8: 88–108].
- Heluta V.P., Hirylovich I.S. 2016. First records of an invasive fungus *Podosphaera amelanteris* (*Erysiphales*) in Belarus and Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 73(1): 78–83. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj73.01.078>
- Heluta V.P., Isikov V.P. 1991. *Ukrainian Botanical Journal*, 48(4): 68–71 [Гелюта В.П., Ісіков В.П. 1991. Борошністороссяні гриби Державного Нікітського ботанічного саду. *Український ботанічний журнал*, 48(4): 68–71.].
- Heluta V.P., Isikov V.P. 2004. In: *Karadag. Istoriya, geologiya, botanika, zoologiya. Sbornik nauchnykh trudov, posvyashchenniy 90-letiyu Karadagskoy nauchnoy stantsii i 25-letiyu Karadagskogo prirodnogo zapovednika NAN Ukrainy*. Book 1. Simferopol: Sonat, pp. 149–160. [Гелюта В.П., Ісіков В.П. 2004. Гриби. В кн.: *Карадаг. История, геология, ботаника, зоология. Сборник научных трудов, посвященный 90-летию Карадагской научной станции и 25-летию Карадагского природного заповедника НАН Украины*. Книга 1. Симферополь: Сонат, с. 149–160].
- Heluta V.P., Korytnianska V.G., Akata I. 2013. Distribution of *Erysiphe platani* (*Erysiphales*) in Ukraine. *Acta Mycologica*, 48(1): 105–112. <https://doi.org/10.5586/am.2013.012>
- Heluta V.P., Merezhko T.O., Smyk L.V. 1992. *Ukrainian Botanical Journal*, 49(6): 50–54. [Гелюта В.П., Мережко Т.О., Смик Л.В. 1992. Мікроміцети асканійського дендрологічного парку. *Український ботанічний журнал*, 49(6): 50–54].
- Heluta V.P., Minter D.W. 1998. *Arthrocladiella mougeotii*. *IMI Descriptions of Fungi and Bacteria, Set 138*, 1371: 1–3.
- Heluta V.P., Takamatsu S., Voytyuk S.O., Shiroya Y. 2009b. *Erysiphe kenjiana* (*Erysiphales*), a new invasive fungus in Europe. *Mycological Progress*, 8: 367–375. <https://doi.org/10.1007/s11557-009-0610-8>
- Heluta V.P., Tykhonenko Yu.Ya. 2017. In: *Pryrodna ta istoryko-kulturna spadshchyna rayonu zapovidnyka "Kam'iani Mohyly": naukovy pratsi vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii. Zaporizhzhya: Dyke pole*, pp. 127–143. [Гелюта В.П., Тихоненко Ю.Я. 2017. Критичний список грибів заповідника "Кам'яні Могили". В зб.: *Природна та історико-культурна спадщина району заповідника "Кам'яні Могили" (до 90-річчя від створення заповідника "Кам'яні Могили")*. Наукові праці Всеукраїнської науково-практичної конференції (с. Назарівка, Донецька обл., 25–27 травня 2017 р.). Запоріжжя: Дике поле, с. 127–143].
- Heluta V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Burdyukova L.I., Dudka I.A. 1987. *Parazitnye griby stepnoy zony Ukrainy*. Kiev: Naukova Dumka, 279 pp. [Гелюта В.П., Тихоненко Ю.Я., Бурдюкова Л.І., Дудка І.А. 1987. Паразитные грибы степной зоны Украины. Киев: Наукова думка, 279 с.].

- Heluta V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Umanets O.Yu. 2007. *Ukrainian Botanical Journal*, 64(5): 693–702. [Гелюта В.П., Тихоненко Ю.Я., Уманець О.Ю. 2007. Борошнистороссяні та іржасті гриби Волижиного лісу (Чорноморський біосферний заповідник НАН України). *Український ботанічний журнал*, 64(5): 693–702].
- Heluta V.P., Voytyuk S.O. 2004. *Ukrainian Botanical Journal*, 61(5): 17–25. [Гелюта В.П., Войтюк С.О. 2004. *Uncinula flexuosa* Pesck – новий для України вид інвазійного борошнистороссяного гриба (*Erysiphales*). *Український ботанічний журнал*, 61(5): 17–25].
- Heluta V.P., Voytyuk S.O., Chumak P.Ya. 2004. *Ukrainian Botanical Journal*, 61(2): 27–33. [Гелюта В.П., Войтюк С.О., Чумак П.Я. 2004. *Microsphaera azaleae* U. Braun – новий для України вид борошнистороссяного гриба (*Erysiphales*). *Український ботанічний журнал*, 61(2): 27–33].
- Hrebanchuk E.A., Sherstniuk L.K. 1975. *Vestnik Kharkovskogo universiteta. Biologiya*, 7(126): 26–31. [Гребенчук Е.А., Шерстнюк Л.К. 1975. Мучнисторосяные грибы Харьковской области. *Вестник Харьковского университета. Биология*, 7(126): 26–31].
- Hrodzinska V.P. 1928. *Trudy Bilotserkivskoho krajeznavchoho tovarystva*, 4. [Гродзінська В.П. 1928. Матеріали до грибної флори Білоцерківщини. *Труди Білоцерківського краєзнавчого товариства*, 4].
- Illichevskiy S. 1938. In: *Zbirnyk prats, prysvyachenykh pam'yaty akademika O.V. Fomina*. Kyiv: Vyd-vo AN URSSR, pp. 149–157. [Іллічевський С. 1938. Фітопатологічні збори в УРСР. *Збірник праць, присвячених пам'яті академіка О.В. Фоміна*. Київ: Вид-во АН УРСР, с. 149–157].
- Isachenko B. 1896. *Botanicheskie zapiski Sankt-Peterburgskogo universiteta*, 5(12, kn. 2): 219–244. [Исаченко Б. 1896. О паразитных грибах Херсонской губернии. *Ботанические записки Санкт-Петербургского университета*, 5(12, кн. 2): 219–244].
- Jaczewski A.A. 1910. *Ezhegodnik svedeniy o boleznyakh i povrezhdeniyakh kulturnykh i dikorastushchikh rasteniy. 5-y god – 1909*. Sankt-Peterburg, 259 pp. [Ячевский А.А. 1910. *Ежегодник сведений о болезнях и повреждении культурных и дикорастущих растений. 5-й год – 1909*. Санкт-Петербург, 259 с.].
- Jaczewski A.A. 1912. *Ezhegodnik svedeniy o boleznyakh i povrezhdeniyakh kulturnykh i dikorastushchikh rasteniy. 6-y god – 1910*. Sankt-Peterburg, 488 pp. [Ячевский А.А. 1912. *Ежегодник сведений о болезнях и повреждении культурных и дикорастущих растений. 6-й год – 1910*. Санкт-Петербург, 488 с.].
- Jaczewski A.A. 1917. *Ezhegodnik svedeniy o boleznyakh i povrezhdeniyakh kulturnykh i dikorastushchikh rasteniy. 7–8-y gody – 1911–1912*. Sankt-Peterburg, 463 pp. [Ячевский А.А. 1917. *Ежегодник сведений о болезнях и повреждении культурных и дикорастущих растений. 7–8-й годы – 1911–1912*. Санкт-Петербург, 463 с.].
- Jaczewski A.A. 1927. *Karmannyi opredelitel gribov. Izypusk vtoroy. Muchnisto-rosyanye griby*. Leningrad, 1927, 626 pp. [Ячевский А.А. 1927. *Карманный определитель грибов. Выпуск второй. Мучнисто-росяные грибы*. Ленинград, 1927, 626 с.].
- Kaznovskiy L. 1915. *Trudy Byuro po prikladnoy botanike*, 8(8): 929–960. [Казновский Л. 1915. Материалы по микофлоре окрестностей м. Смелы Киевской губ. 1913 года. *Труды Бюро по прикладной ботанике*, 8(8): 929–960].
- Khandiuk T.V. 2020. *Mikromitsety m. Buryu ta yoho okolyts. Kvalifikatsiyna robota na zdobuttya osvithnoho stupenya mahistra*. Sumy: Sumskiy derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni A.S. Makarenka, 109 pp. [Хандюк Т.В. 2020. *Мікроміцети м. Буринь та його околиць. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра*. Суми: Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, 109 с.].
- Kharkevych H.S. 1949. *Studentski naukovy pratsi, Kyivskiy universytet*, 9: 91–104. [Харкевич Г.С. 1949. Матеріали до мікофлори ботанічного саду Академії наук УРСР. *Студентські наукові праці, Київський університет*, 9: 91–104].
- Kondratyuk E.N., Burda R.I., Chuprina T.T., Khomyakov M.T. 1988. *Luganskij gosudarstvennyi zapovednik*. Kiev: Naukova Dumka, 1988, 188 pp. [Кондратюк Е.Н., Бурда Р.И., Чуприна Т.Т., Хомяков М.Т. 1988. *Луганский государственный заповедник*. Киев: Наукова думка, 188 с.].
- Korytnianska V.G., Popova O.M. 2014. *Ukrainian Botanical Journal*, 71(4): 502–507. [Коритнянська В.Г., Попова О.М. 2014. Облігатнопаразитні фітотрофні гриби Дунайського біосферного заповідника НАН України. *Український ботанічний журнал*, 71(4): 502–507].
- Korytnianska V.G., Popova O.M. 2015. *Chornomorskiy botanichnyi zhurnal*, 11(3): 330–337. [Коритнянська В.Г., Попова О.М. 2015. Облігатнопаразитні фітотрофні гриби Національного природного парку "Тузловські лимани" (Одеська область, Україна). *Чорноморський ботанічний журнал*, 11(3): 330–337]. <https://doi.org/10.14255/2308-9628/15.113/6>
- Korytnianska V.G., Popova O.M., Tovstukha N.I. 2014. *Chornomorskiy botanichnyi zhurnal*, 10(1): 61–74. [Коритнянська В.Г., Попова О.М., Товстуха Н.І. 2014. Облігатнопаразитні фітотрофні гриби узбережжя Тилігульського лиману. *Чорноморський ботанічний журнал*, 10(1): 61–74]. <https://doi.org/10.14255/2308-9628/14.101/7>
- Korytnianska V.G., Tkachenko F.P., Tovstukha N.I., Rusanov V.A. 2010. *Chornomorskiy botanichnyi zhurnal*, 6(2): 259–264. [Коритнянська В.Г., Ткаченко Ф.П., Товстуха Н.І., Русанов В.А. 2010. Борошнистороссяні гриби (*Erysiphales*) ботанічного саду Одеського національного університету імені І.І. Мечникова. *Чорноморський ботанічний журнал*, 6(2): 259–264].
- Korytnianska V.G., Tovstukha N.I., Popova O.M. 2012. *Chornomorskiy botanichnyi zhurnal*, 8(4): 446–458. [Коритнянська В.Г., Товстуха Н.І., Попова О.М. 2012. Облігатнопаразитні фітотрофні гриби деяких парків

- та скверів міста Одеси. *Чорноморський ботанічний журнал*, 8(4): 446–458].
- Kravchuk E.A., Prosiannikova I.B., Repetskaya A.I., Kadochnikova V.I. 2018. *Ekosistemy*, 15(45): 41–48. [Кравчук Е.А., Просьянникова И.Б., Репецкая А.И., Кадочникова В.И. 2018. Фитотрофная паразитическая микобиота памятника природы "Агармышский лес" (Республика Крым). *Экосистемы*, 15(45): 41–48].
- Kravchuk E.A., Prosiannikova I.B., Repetskaya A.I., Kadochnikova V.I. 2019. *Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya*, 5[71](1): 74–84. [Кравчук Е.А., Просьянникова И.Б., Репецкая А.И., Кадочникова В.И. 2019. Обязатно-паразитные грибы регионального памятника природы "Бакла", Республика Крым, Россия. *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия*, 5[71](1): 74–84].
- Krupa J. 1888. *Zapiski mykologiczne z okolic Lwowa i z Podtatrza. Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej*, 22(2): 12–47.
- Krupa J. 1889. *Zapiski mykologiczne przewaznie z okolic Lwowa i z Karpat stryjskich. Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej*, 23: 141–169.
- Kuzub V.V. 2000. *Zapovidna sprava v Ukraini*, 6(1–2): 22–27. [Кузуб В.В. 2000. Видове різноманіття фітотрофних аскоміцетів Ялтинського гірсько-лісового природного заповідника. *Заповідна справа в Україні*, 6(1–2): 22–27].
- Kuzub V.V. 2002. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V.I. Vernadskogo*, 14[53](1) (elektronne vydannya). [Кузуб В.В. 2002. Облігатно-паразитні гриби (порядки Erysiphales та Uredinales) Ялтинського гірсько-лісового природного заповідника. *Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского*, 14[53](1) (електронне видання)].
- Lavitska Z.H. 1949. *Naukovi zapysky, Kyivskiy universytet*, 8(6): 27–45. [Лавітська З.Г. 1949. Головніші паразитні гриби району Канівського біогеографічного заповідника. *Наукові записки, Київський університет*, 8(6): 27–45].
- Lavitska Z.H., Morochkovska H.S. 1974. *Ukrainian Botanical Journal*, 31(3): 317–321. [Лавітська З.Г., Морочковська Г.С. 1974. Борошнисто-росяні гриби на трав'янистих рослинах ботанічного саду ім. акад. О.В.Фоміна. *Український ботанічний журнал*, 31(3): 317–321].
- Liu M., Braun U., Takamatsu S., Hambleton S., Shoukouhi P., Bisson K.R., Hubbard K. 2021. Taxonomic revision of *Blumeria* based on multi-gene DNA sequences, host preferences and morphology. *Mycoscience*, 62(3): 143–165. <https://doi.org/10.47371/mycosci.2020.12.003>
- Marchenko P.D. 1963. In: *Zbirnyk robit aspirantiv Lvivskoho derzhavnoho universytetu. Pryrodnychi nauky*. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoho universytetu, pp. 81–92. [Марченко П.Д. 1963. Матеріали до флори борошнисто-росяних грибів (Erysiphaceae) радянських Карпат та Закарпаття. В кн.: *Збірник робіт аспірантів Львівського державного університету. Природничі науки*. Львів: Видавництво Львівського університету, с. 81–92].
- Marchenko P.D. 1974. *Ukrainian Botanical Journal*, 31(5): 656–659. [Марченко П.Д. 1974. Нові для України форми видів роду *Erysiphe* Link, знайдені в західних областях. *Український ботанічний журнал*, 31(5): 656–659].
- Marchenko P.D. 1979. *Ukrainian Botanical Journal*, 36(4): 360–366. [Марченко П.Д. 1979. Нові та рідкісні для УРСР борошністоросяні гриби (Erysiphaceae). *Український ботанічний журнал*, 36(4): 360–366].
- Meeboon J., Takamatsu S., Braun U. 2020. Morphophylogenetic analyses revealed that *Podosphaera tridactyla* constitutes a species complex. *Mycologia*, 112(2): 244–266. <https://doi.org/10.1080/00275514.2019.1698924>
- Moparthi S., Grove G.G., Pandey B., Bradshaw M., Rooney-Latham S., Braun U., Meeboon J., Romberg M. 2019. Phylogeny and taxonomy of *Podosphaera cerasi*, sp. nov., and *Podosphaera prunicola* sensu lato. *Mycologia*, 111(4): 647–659. <https://doi.org/10.1080/00275514.2019.1611316>
- Morochkovskiy S.F., Zerova M.Ya., Lavitska Z.H., Smitska M.F. 1969. *Vyznachnyk hrybiv Ukrainy*, vol. 2. *Askomitsety*. Kyiv: Naukova Dumka, 517 pp. [Морочковський С.Ф., Зерова М.Я., Лавітська З.Г., Сміцька М.Ф. 1969. *Визначник грибів України, т. 2. Аскоміцети*. Київ: Наукова думка, 517 с.].
- Namysłowski B. 1909. *Zapiski grzyboznawcze z Krakowa, Gorlic i Czarnej Hory. Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej*, 43(2): 3–30.
- Namysłowski B. 1914. *Sluzowze i grzyby Galicyi i Bukowiny. Pamiętnik Fizyograficzny*, 22(4): 1–151.
- Nevodovskiy H.S. 1925. *Sposterezheniya nad hrybkovymy khvorobamy poliovykh roslyn za chas vehetatsii 1925 r.* Kyiv: Kyivska filiya s.-h. komitetu Ukrayiny, 16 pp. [Неводовський Г.С. 1925. *Спостереження над грибковими хворобами польових рослин за час вегетації 1925 р.* Київ: Київська філія с.-г. комітету України, 16 с.].
- Novhorodtseva E.V. 2014. In: *Materialy naukovoi konferentsii studentiv Sumskoho NAU (1–8 lystopada 2014 r.)*. Vol. 3. Sumy, 2014, p. 221. [Новгородцева Е.В. Вплив сортових особливостей озимої пшениці на розвиток септоріозу та борошнистої роси в умовах ПСП "Слобожанщина" Сумського району. У зб.: *Матеріали наукової конференції студентів Сумського НАУ (1–8 листопада 2014 р.)*. Т. 3. Суми, 2014, с. 221].
- Potebnia A.A. 1916. *Gribnye parazity vysshikh rasteniy Kharkovskoy i smezhnykh guberniy. Vyp. 2. Sumchatye griby*. Kharkov: Izdanie Kharkovskoy oblastnoy s.-kh. oprytnoy stantsii, pp. 121–251. [Потебня А.А. 1916. *Грибные паразиты высших растений Харьковской и смежных губерний. Вып. 2. Сумчатые грибы*. Харьков: Издание Харьковской областной с.-х. опытной станции, с. 121–251].
- Prosiannikova I.B., Dzyunenko E.A., Bilyalova Z.N. 2009. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Biologiya, khimiya*, 22[61](3): 101–110. [Просьянникова И.Б., Дзюненко Е.А., Билялова З.Н.

2009. Фитотрофные облигатно-паразитические грибы окрестностей пгт. Гвардейское Симферопольского района. *Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Биология, химия*, 22[61](3): 101–110].
- Prosiannikova I.B., Ivakhnenko A.S. 2020. *Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya, khimiya*, 6[72](2): 182–194. [Просьянникова И.Б., Ивахненко А.С. 2020. Инвентаризация видового состава фитотрофных облигатно-паразитных микромицетов ландшафтно-рекреационного парка регионального значения "Научный". *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология, химия*, 6[72](2): 182–194].
- Prosiannikova I.B., Kovalchuk D.I., Kravchuk E.A. 2019. *Ekosistemy*, 18: 24–34. [Просьянникова И.Б., Ковальчук Д.И., Кравчук Е.А. 2019. Фитотрофная паразитная микобиота государственного природного заказника регионального значения Республики Крым "Степной участок у села Школьное". *Экосистемы*, 18: 24–34].
- Prosiannikova I.B., Movlyan N.P. 2010. *Ekosistemy, ikh optimizatsiya i okhrana*, 2: 9–20. [Просьянникова И.Б., Мовлян Н.П. 2010. Паразитическая микобиота большой экспозиции цветочно-декоративных культур Ботанического сада Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. *Экосистемы, их оптимизация и охрана*, 2: 9–20].
- Prosiannikova I.B., Novikova T.M., Kravchuk E.A. 2016. *Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya, khimiya*, 2[68](4): 53–65. [Просьянникова И.Б., Новикова Т.М., Кравчук Е.А. 2016. Фитотрофная паразитическая микобиота горы Аю-Кая (Балаклава, Республика Крым). *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология, химия*, 2[68](4): 53–65].
- Prudenko M.M., Solomakhina V.M. 1997. *Zapovidna sprava v Ukraini*, 3(2): 30–41. [Пруденко М.М., Соломахина В.М. 1997. Микобиота основных стадий вторичной сукцессии экосистем Канівського заповідника. *Заповідна справа в Україні*, 3(2): 30–41].
- Prydiuk N.P. 2000. *Mikologiya i fitopatologiya*, 34(4): 1–9. [Придюк Н.П. 2000. Аскомицеты Днепровско-Орельского природного заповедника. *Микология и фитопатология*, 34(4): 1–9].
- Rayevska I.O., Komaretska K.M. 1949. *Naukovi zapysky, Kyivskiy universytet*, 8(6): 51–62. [Раєвська І.О., Комарецька К.М. 1949. До вивчення мікофлори Канівського біогеографічного заповідника. *Наукові записки, Київський університет*, 8(6): 51–62].
- Rouppert K., Wróblewski A. 1911. *Grzyby z Zaleszczyk. Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej*, 45(3): 58–64.
- Rudenko D.K. 1964. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rasteniy*, 22: 189–191. [Руденко Д.К. 1964. Мучнистая роса злаков. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений*, 22: 189–191].
- Savisko M.S. 2013. In: *Materialy naukovopraktychnoi konferentsii vykladachiv, aspirantiv ta studentov Sumskoho NAU (15–19 kvitnya 2013 r.)*. Vol. 3. Sumy, p. 217. [Савісько М.С. 2013. Вплив фунгіцидів на розвиток борошнистої роси на пшениці ярій в умовах ННБК СНАУ. У зб.: *Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (15–19 квітня 2013 р.)*. Т. 3. Суми, с. 217].
- Savisko M.S., Rozhkova T.O. 2014. *Materialy naukovoї konferentsii studentiv Sumskoho NAU (1–8 lystopada 2014 r.)*. Vol. 3. Sumy, p. 225. [Савісько М.С., Рожкова Т.О. 2014. Вплив фунгіцидів на розвиток борошнистої роси на пшениці ярій в умовах ННБК СНАУ. *Матеріали наукової конференції студентів Сумського НАУ (1–8 листопада 2014 р.)*. Т. 3. Суми, с. 225].
- Scholler M., Schmidt A., Siahaan S.A.S., Takamatsu S., Braun U. 2016. A taxonomic and phylogenetic study of the *Golovinomyces biocellatus* complex (*Erysiphales, Ascomycota*) using asexual state morphology and rDNA sequence data. *Mycological Progress*, 15(article 56): 1–13. <https://doi.org/10.1007/s11557-016-1197-5>
- Spagorov G.E. 1916. *Materialy k flore parazitnykh gribov Kharkovskoy gub.* Petrograd. [Спагоров Г.Е. 1916. *Материалы к флоре паразитных грибов Харьковской губ.* Петроград].
- Strakhov T. 1926. *Trudy Sumskoy selskokhozyaystvennoy ispytatel'noy stantsii*, 22. [Страхов Т. 1926. Отчет о работе Сумского наблюдательного пункта по болезням растений за 1926 г. *Труды Сумской сельскохозяйственной испытательной станции*, 22].
- Tkachenko V.S., Didukh Ya.P., Henov A.P., Dudka I.O., Vasser S.P., Boyko M.F., Vyetrova Z.I., Navrotska I.L., Partyka L.Ya., Heluta V.P., Smyk L.V., Tykhonenko Yu.Ya., Merezko T.O., Burdyukova L.I., Soldatova I.M. 1998. *Ukrainskyi pryrodnyi stepovyi zapovidnyk. Roslynnyi svit*. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 280 pp. [Ткаченко В.С., Дідух Я.П., Генів А.П., Дудка І.О., Вассер С.П., Бойко М.Ф., Ветрова З.І., Навроцька І.Л., Партика Л.Я., Гелута В.П., Смик Л.В., Тихоненко Ю.Я., Мережко Т.О., Бурдюкова Л.І., Солдатова І.М. 1998. *Український природний степовий заповідник. Рослинний світ*. Київ: Фітосоціоцентр, 280 с.].
- Tranzschel V. 1902. *Trudy botanicheskogo muzeya Imperatorskoy akademii nauk*, 1: 47–75. [Траншель В. 1902. Материалы для микологической флоры России. I. Список грибов, собранных в Крыму в 1891 г. *Труды ботанического музея Императорской академии наук*, 1: 47–75].
- Tranzschel V. 1905. *Trudy botanicheskogo muzeya Imperatorskoy akademii nauk*, 2: 31–47. [Траншель В. 1905. Материалы для микологической флоры России. II. Список грибов, собранных в Крыму. *Труды ботанического музея Императорской академии наук*, 2: 31–47].
- Trebu O.Yu. 1913. *Trudy Obshchestva ispytateley pri Kharkovskom universitete*, 46: 1–16. [Требу О.Ю. 1913. Список паразитических грибов, собранных в

- Харьковской губ. Труды Общества испытателей при Харьковском университете, 46: 1–16].
- Tselle M.O. 1925. *Hrybni khvoroby roslyn na Kyivshchyni v 1923–24 r.r.* Kyiv: Kyivska stantsiya zakhystu roslyn vid shkidnykiv (STAZRO), 28 pp. [Целле М.О. 1925. *Грибні хвороби рослин на Київщині в 1923–24 р.р.* Київ: Київська станція захисту рослин від шкідників (СТАЗРО), 28 с.].
- Tykhonenko Yu.Ya., Heluta V.P. 2011. *Ukrainian Botanical Journal*, 68(6): 853–864. [Тихоненко Ю.Я., Гелюта В.П. 2011. Борошнисторосяні та іржасті гриби Природного заповідника "Торгани". *Український ботанічний журнал*, 68(6): 853–864].
- Tykhonenko Yu.Ya., Heluta V.P., Dudka I.O., Burdyukova L.I., Andrianova T.V. 1994. *Ukrainian Botanical Journal*, 51(2/3): 202–207. [Тихоненко Ю.Я., Гелюта В.П., Дудка І.О., Бурдюкова Л.І., Андріанова Т.В. 1994. Паразитні гриби заповідника "Крейдова флора" та його околиць (Україна). *Український ботанічний журнал*, 51(2/3): 202–207].
- Vasilkov B.P. 1960. *Botanicheskiy zhurnal*, 45(9): 1366–1372. [Васильков Б.П. 1960. Заметки о ботанической номенклатуре в трудах микологов. *Ботанический журнал*, 45(9): 1366–1372].
- Vasilkov B.P. 1963. *Botanicheskie materialy otdela sporovuykh rasteniy*, 16: 112–113. [Васильков Б.П. 1963. Об изменении названия гриба *Arthrocladiella lycii*. *Ботанические материалы отдела споровых растений*, 16: 112–113].
- Wijayawardene N.N., Hyde K.D., Dai D.Q., Sánchez-García M., Goto B.T., Saxena R.K., Erdoğdu M., Selçuk F., Rajeshkumar K.C., Aptroot A., Błaszczowski J., Boonyuen N., da Silva G.A., de Souza F.A., Dong W., Ertz D., Haelewaters D., Jones E.B.G., Karunarathna S.C., Kirk P.M., Kukwa M., Kumla J., Leontyev D.V., Lumbsch H.T., Maharachchikumbura S.S.N., Marguno F., Martínez-Rodríguez P., Mešić A., Monteiro J.S., Oehl F., Pawłowska J., Pem D., Pfliegler W.P., Phillips A.J.L., Pošta A., He M.Q., Li J.X., Raza M., Sruthi O.P., Suetrong S., Suwannarach N., Tedersoo L., Thiagaraja V., Tibpromma S., Tkalčec Z., Tokarev Y.S., Wanasinghe D.N., Wijesundara D.S.A., Wimalasekera S.D.M.K., Madrid H., Zhang G.Q., Gao Y., Sánchez-Castro I., Tang L.Z., Stadler M., Yurkov A., Thines M. 2022. Outline of *Fungi* and fungus-like taxa – 2021. *Mycosphere* 13(1): 53–453. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/13/1/2>
- Wróblewski A. 1912. Zapiski grzyboznawcze z okolic Zaleszczyk. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej*, 46(2): 21–27.
- Yakovlyeva A.P. 2020. In: *Teoretychni ta prykladni aspekty doslidzhen z biolohii, heohrafii ta khimii: materialy III Vseukrainskoi naukovoï konferentsii studentiv ta molodykh uchenykh, m. Sumy, 30 kvitnya 2020 r.* Sumy: FOP Tsioma S.P., pp. 63–67. [Яковлева А.П. 2020. Сумчасті гриби долини р. Дернова (Тростянецький район, Сумська область). *Теоретичні та прикладні аспекти досліджень з біології, географії та хімії: матеріали III Всеукраїнської наукової конференції студентів та молодих учених, м. Суми, 30 квітня 2020 р.* Суми: ФОП Цьома С.П., с. 63–67].
- Zweigbaumówna Z. 1918. Grzybki pasorzytnicze na roslinach kwiatkowych zebrane w latach 1904–1911 w Smila gub. Kijowskiej i okolicach przez J. Trzebinskiego. *Pamiętnik Fizyograficzny*, 25(3): 1–13.
- Рекомендує до друку В.П. Гайова

Гелюта В.П. 2022. **Критичний перегляд видового складу борошнисторосяних грибів (*Erysiphaceae*, *Ascomycota*) України: *Arthrocladiella* та *Blumeria*.** *Український ботанічний журнал*, 79(4): 205–220 <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.205>

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

Реферат. Попереднє узагальнення видового складу борошнисторосяних грибів України опубліковано понад 30 років тому. У ньому для України наводилося 108 видів, що належали до 12 родів. Однак за три останні десятиліття відбулося багато змін у системі колишнього порядку *Erysiphales*, зокрема в його родовому складі, було описано десятки нових видів. У цей же час в Європу, у тому числі й в Україну, занесено багато видів борошнисторосяних грибів як зі Східної Азії, так і з Північної Америки. Отже, видовий склад борошнисторосяних грибів України зазнав значних змін, тому він потребує критичного перегляду й узагальнення. З огляду на це заплановано опублікувати серію відповідних праць. Ця стаття є першою зі зазначеної серії, і присвячена вона невеликим родам *Arthrocladiella* та *Blumeria*. В ній наведені види цих родів, зареєстровані в Україні (*Arthrocladiella mougeotii*, *Blumeria avenae*, *B. bulbiger*, *B. dactylidis*, *B. graminicola*, *B. graminis* та *B. hordei*), дається їхнє поширення і розподіл за регіонами України, а також ключ для визначення. *Arthrocladiella mougeotii* траплялася зрідка і знайдена лише в дев'яти регіонах, розташованих переважно в південній частині держави, насамперед у лісостеповій та степовій зонах і на Південному березі Криму. До рідкісних в Україні також слід віднести *B. avenae*, яка виявлена лише у двох регіонах – на Південному березі Криму та Центральному Поліссі. Решта видів траплялися доволі часто, вони зареєстровані в 14–24 регіонах, при цьому до найпоширеніших належать *B. graminicola* та *B. graminis*.

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



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.221>

RESEARCH ARTICLE

Еколого-топологічна диференціація біотопів Гірського Криму

Яків П. ДІДУХ , Юлія В. РОЗЕНБЛІТ 

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

Abstract. The article provides results of the quantitative score assessment of environmental conditions of plant communities (biotopes) and comparative analysis of the topological (altitude) gradient of changes using the method of synphytoindication and the Mountain Crimean geobotanical zone as an example. Of the 126 biotopes listed for the Mountain Crimea, we selected for the analysis 68 forest, shrub, grassland and petrophytic types, reflecting the patterns of topological differentiation, i.e. β -coenotic diversity within five geobotanical regions and altitudinal zones of the southern and northern macroslopes. In the article, we highlight the specifics of the methodology of field research and data processing, based on geobotanical relevés entered into the database in the TURBOVEG software and selected ecological and coenotic profiles. At the next stage, we assessed the living conditions of the biotopes by applying modern methods and programs TWISPAN, STATISTICA-7. On the basis of key biotopes, we identified combinations within the altitude zones treated as mesocombinations and those within the macroslopes – as macrocombinations. In the article, distribution of biotopes by mesocombinations, macrocombinations and geobotanical regions is provided. The model ecological-coenotic profiles of each geobotanical region of shrub-forest and petrophytic-grass series were built showing distribution of biotopes and graphs of the indicators of major ecological factors. The regularities of altitude changes and the nature of correlation were established. For climatic factors (thermo-, cryoregime, humidity, and climate continentality), we calculated relevant indicators and coefficients used in climatology. The obtained data form the basis for assessing the differentiation of biotopes, comparative analysis of the ecological conditions and forecasting potential changes.

Keywords: biotope, β -coenotic diversity, differentiation, ecological factors, habitat, Mountain Crimea, phytoindication, vegetation

Article history. Submitted 01 June 2022. Revised 11 July 2022. Published 31 August 2022

Citation. Didukh Ya.P., Rosenblit Yu.V. 2022. Ecological and topological differentiation of biotopes in the Mountain Crimea. *Ukrainian Botanical Journal*, 79(4): 221–245. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.221>

Affiliation. M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Science of Ukraine, 2 Tereshchenkivska Str., Kyiv 01601, Ukraine: Ya.P. Didukh, Yu.V. Rosenblit.

*Corresponding author e-mail: yuliya.rosenblit@gmail.com

Вступ

Питання оцінки диференціації рослинних угруповань, яка відображає ступінь подібності-відмінності між ними і ґрунтується на класифікації рослинності активно розроблялися в процесі розвитку геоботаніки. Якщо на початкових етапах така класифікація і порівняння проводилися за якісними ознаками, при подальшому розвитку, особливо в останні десятиліття в зв'язку з використанням комп'ютерних технологій розроблялися кількісні методи та відповідні програми, а порівняльний

аналіз у різних аспектах став головним інструментом не лише класифікації, а й оцінки територіальних і часових змін, їхніх моделювання та прогнозування.

Паралельно із розробкою нових методів власне класифікації (синтаксономії) розширюється сфера її використання в картографії та районуванні, поглиблюється інтеграція з екологією. Це знайшло відображення в оцінці α -, β -, γ -різноманіття, яке ми відповідно називаємо типологічним (синтаксони), топологічним (ценомери) та регіональним (ценохори) напрямками класифікації (Didukh, 1995), а також у розробці класифікації біотопів

(габітетів). Топологічні аспекти класифікації рослинності розроблялися у колишньому СРСР школою В.Б. Сочави (вчення про ценомери та ценохори), а у Західній Європі – школою Р. Тюксена (сигмасинтаксономія) та їхніми послідовниками.

Нами (Didukh, Rosenblit, 2017; Rosenblit, 2020) удосконалено підходи щодо інтеграції цих геоботанічних напрямів та імплементовано їх до об'єктів екосистемного рівня – біотопів, які відображають структуру рослинних угруповань та умови їхнього існування (екомери, екохори). Апробація оцінки топологічної диференціації біотопів була проведена на прикладі Дністровського каньйону, де ключовою ланкою екомер є мезокомбінації заплави та схилів, тоді як плакорна частина не досліджувалася.

Порівняльна оцінка біотопів нами проводилася на основі екологічних характеристик, що відображають умови існування. При цьому досить інформативним виявилось застосування методики синфітоіндикації (Didukh, Plyuta, 1994; Didukh, 2011), яка дозволяє перевести якісні характеристики в кількісні бальні шкали та застосовувати низку математичних методів і програм для обробки даних.

Особливо актуальним і багатообіцяючим є дослідження топологічної диференціації біотопів гірських регіонів, де на перший план виходить власне тектоніко-геоморфологічний (орографічний) фактор, який спричинює перелом впливу всіх останніх (кліматичних, едафічних, ценотичних) характеристик. З погляду методики це ускладнює використання багатьох принципів дослідження диференціації рослинного покриву, які застосовуються для рівнинних територій, зокрема районування, зонування, але разом із тим зміщує акценти власне на оцінку топологічної диференціації, оскільки висотний градієнт змін багатьох чинників є значно ширшим. Основою такої оцінки є зміна показників висотної поясності, хоча принципи і методи їхнього виділення ще недостатньо розроблені. Тому нами обрано Гірський Крим, рослинний покрив якого досліджували Я.П. Дідух і Ю.Р. Шеляг-Сосонко (Shelyag-Sosonko, Didukh, 1980; Didukh, Shelyag-Sosonko, 1982), та була розроблена класифікація його біотопів (Didukh et al., 2016).

Мета роботи полягала у проведенні кількісної бальної оцінки умов існування рослинних угруповань (біотопів) Гірськокарпатського геоботанічного округу та порівняльного аналізу топологічного (висотного) градієнту змін на основі методики синфітоіндикації.

Матеріали та методи

Дослідження були проведені у період 1978–2013 рр. і включають понад 3 тис. геоботанічних описів, що репрезентують розподіл всіх типів рослинних угруповань різних геоботанічних районів та висотних поясів Гірського Криму.

Методика передбачає кілька етапів польових і камеральних робіт. Польові дослідження передбачали закладання мікро- та мезопрофілів (понад 30) у межах певного урочища довжиною від кількох сотень метрів до кількох кілометрів. Вимога до профілів полягала у наявності набору типових угруповань при максимальній зміні видимих екологічних умов (крутизни та експозиції схилів). На міліметровий аркуш наносили довжину виділів у масштабі 1 : 1000 та нумерацію (або літерні позначки) угруповань, висоту позначали таким чином, щоб витримати крутизну схилів. Паралельно виконувалися геоботанічні описи на ділянках для лісів та чагарників 25 × 25 м, трав'яних 10 × 10 м та петрофітно-скельних угруповань – 5 × 5 м. Назви таксонів вищих судинних рослин подано за чеклистом (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999). Отриманий матеріал заносили в базу даних у програмі TURBOVEG (Hennekens, Schaminée, 2001) і обробляли за допомогою модифікованої версії алгоритму TWISPAN (Roleček et al., 2009) програми JUICE (Tichý, 2002). На основі обробки даних було розроблено класифікаційну схему рослинності та проведено ідентифікацію синтаксонів відносно класифікації біотопів (Didukh et al., 2016). Показники провідних екофакторів (середні значення та стандартне відхилення) розраховували, використовуючи методику синфітоіндикації (Didukh, 2011; Didukh, Budzhak, 2020) за допомогою базового статистичного аналізу в програмі STATISTICA 6.0. Ординаційний аналіз зміни показників провідних екофакторів здійснювали в програмі Excel.

Оскільки кожний біотоп представлений неоднаковою кількістю описів, то за основу для подальшої роботи (оцінки мінімальних, максимальних, реперних показників, розрахунків кореляційних залежностей та ін.) були взяті середні для біотопу показники. Подальший аналіз полягав у оцінці місця кожного біотопу до висотного та географічного його розподілу та значимості (характерності, діагностичності та типовості) для відповідних топологічних категорій.

Основною категорією топологічного розподілу є ланки, що представлені одним ключовим біотопом (синтаксоном), у межах розподілу якого можуть бути включені інші угруповання, що відносяться до синтаксонів різних типів угруповань, тобто являють собою комбінації. Не дивлячись на різну синтаксономічну приналежність фітоценозів, така комбінація функціонує як цілісна система – так звана екомера (Didukh, Rosenblit, 2017; Rosenblit, 2020). Основною ознакою біотопів є фітоценотична характеристика, що візуально відображає його структуру, умови існування та межі розподілу. Закономірний розподіл біотопів у межах висотного поясу розглядається як мезокомбінації, а в межах макросхилу – макрокомбінації. Для їхнього виділення ми інтегрували результати розподілу рослинних угруповань конкретних мікро- та мезопрофілів і формували макропрофіль висотного розподілу типових характерних біотопів, що мають важливе діагностичне значення в межах макросхилів. Відповідний їхній розподіл по відношенню до зміни характеристик головного чи кількох екофакторів розглядається нами як екологічний ряд. Оскільки в гірських системах таким фактором є зміна гідротермічного режиму ґрунтової поверхні, то саме по відношенню до зміни цих показників формуються екологічні ряди. Гідротермічними показниками слугували дані фітоіндикації, бальні оцінки яких достатньо чутливо відображають умови існування. Оскільки, з одного боку, гірські регіони характеризуються великою різноманітністю біотопів і строкатістю їхнього розподілу, з іншого – структура рослинних угруповань може суттєво змінювати показники гідротермічних умов поверхні, для зручності та кращої візуалізації будувалися окремі екологічні ряди для чагарниково-деревного (F, G) і петрофітно-трав'яного (E, H) типів біотопів. При цьому нами виключені водні (C), прибережно-водні та болотні (D), приморські (B), антропогенні (I) біотопи як такі, що не мають прямого відношення до гідротерміки гірських умов, або є компонентами іншого типу екомер, який визначається власне водним, а не термічним режимом. На основі такої оцінки для кожного геоботанічного району будувалися ряди чагарниково-лісового та трав'яно-петрофітного типів, а також виділялися мезо- та макрокомбінації, що відображають топологічну диференціацію біотопів Гірського Криму. За топологічною значимістю біотопи можна розділити на чотири категорії: характерні – притаманні

для даного типу екомери, за межами якого не трапляються; діагностичні – трапляються в даній та вище або нижче розташованій екомері; типові для даного регіону (району чи округу) біотопи, що не мають чіткої прив'язки до конкретної мезокомбінації; додаткові біотопи, які доповнюють репрезентативність картини та інформативність даних топологічної диференціації. Отримані результати відображені в графічних моделях (еколого-ценотичних профілях), на яких показано позицію біотопу відносно інших та екологічні характеристики.

Об'єкт досліджень

Коротка фізико-географічна характеристика.

Гірський Крим – система, що складається з трьох паралельних гірських гряд з максимальною шириною 50–60 км, які простягаються з південного заходу на північний схід уздовж узбережжя Чорного моря: короткої Зовнішньої гряди, висотою до 350 м, довшої (біля 125 км) Внутрішньої, висотою 400–500 м і найдовшої (до 180 км) та найвищої (1000–1500 м н.р.м.) Головної. Гряди мають пологі північні та круті, обривисті (150–500 м) південні схили, поступово піднімаються із заходу та сходу, досягаючи максимальної висоти (найвища точка г. Роман-Кош – 1545 м) в центральній частині. Головна гряда, яка визначає поділ гірської системи на південний та північний макросхили, підвищується від Байдарської (500–700 м н.р.м.), Ай-Петрінської (1200–1300), Ялтинської (1300–1400), Нікітської (1300–1450) та Бабуган яйл (1400–1500 м н.р.м.), далі повертає на схід і вже розпадається на окремі столоподібні масиви, відділені один від одного глибокими та широкими (до 3–5 км) долинами, а в східній частині гірське пасмо знижується (400–700 м) і вершини гір мають опуклі форми, покриті лісом.

Головна гряда Кримських гір складена потужними верхньоярськими вапняками, що залягають на породах таврійської світи. Внутрішня гряда сформована із вапняків, мергелів крейдового та палеогенового періоду, а зовнішня гряда складена молодшими вапняками неогенового (сарматського) періоду (Podhorodetskiy, 1988). Суцільні потужні пласти цих порід порушені вклиненням магматичних інтрузій. Підвищення базису ерозії при достатній кількості опадів, накопичення підземних водних запасів сприяють інтенсивному розвитку карстових

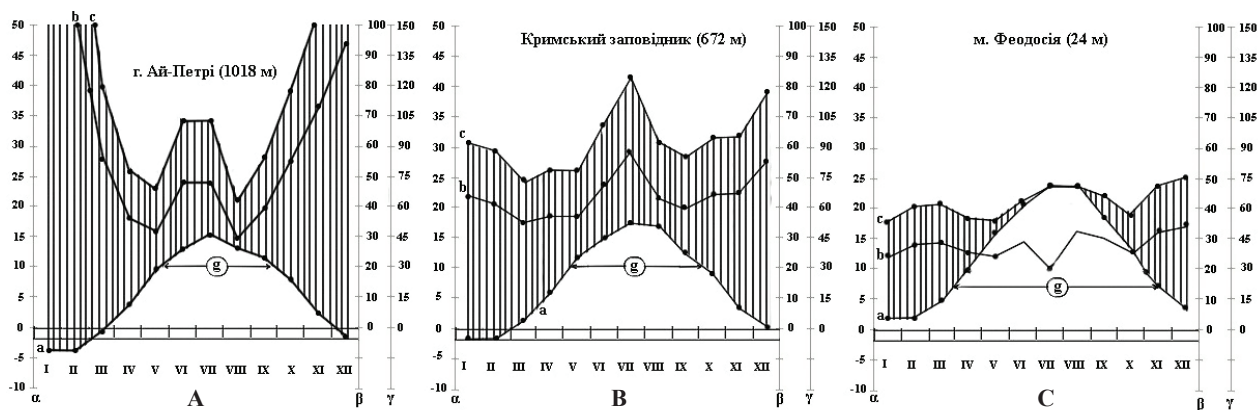


Рис. 1. Кліматодіаграми Вальтера з річним розподілом опадів (А: г. Ай-Петрі; В: Кримський заповідник; С: м. Феодосія)
 α – шкала середньомісячних температур; β – шкала середньомісячної кількості опадів по відношенню до шкали температур, як $10\text{ }^{\circ}\text{C} : 20\text{ мм}$; а – крива середньомісячних температур ($^{\circ}\text{C}$); б – крива середніх місячних сум опадів ($10\text{ }^{\circ}\text{C} : 20\text{ мм}$); с – крива середніх місячних сум опадів ($10\text{ }^{\circ}\text{C} : 30\text{ мм}$)

Fig. 1. Walter's climatic diagrams with annual precipitation distribution (A: Ai-Petri; B: Crimean Reserve; C: Feodosia)

α – scale of average monthly temperatures; β – scale of average monthly precipitation in relation to temperature scale as $10\text{ }^{\circ}\text{C} : 20\text{ mm}$; а – curve of average monthly temperatures ($^{\circ}\text{C}$); б – curve of average monthly precipitation amounts ($10\text{ }^{\circ}\text{C} : 20\text{ mm}$); с – curve of average monthly precipitation amounts ($10\text{ }^{\circ}\text{C} : 30\text{ mm}$)

процесів, що проявляються на яйлі Головної гряди у вигляді западин, знижень, колодязів і печер. Гірський Крим належить до одного з найбільш закарстованих регіонів Європи. По долинах річок акумулюються алювіальні, алювіально-пролювіальні та делювіально-пролювіальні породи (Dublyanskiy, Dublyanskaya, 1996; Pozachenyuk, 1999b; Vakhrushev, 2004).

Ґрунтовий покрив Гірського Криму досить різноманітний і представлений різними типами: чорноземи, дерново-карбонатні (рендзини), бурі, коричневі ґрунти тощо. Чорноземи формуються під степовими ценозами передгір'їв, а на плескатих вершинах яйл змінюються гірськими лучно-чорноземними. Гірські лучно-чорноземні ґрунти розвиваються в умовах доброго промочування субстрату атмосферними опадами. На карбонатних відкладах нижніх поясів Зовнішньої гряди (передгір'їв) утворюються дерново-карбонатні ґрунти (рендзини). Бурі лісові ґрунти займають найбільшу площу і формуються під лісами. Їхня потужність досягає 1 м, а "кипіння" починається на глибині 30–40 см. Вміст гумусу у верхніх горизонтах може скласти 10%, але в нижніх він різко знижується до 1,7%. Коричневі ґрунти пов'язані зі специфікою субаридного субсередземноморського клімату літнім жарким сухим і зимовим холодним

спокоєм, весняно-ранньолітньою та осінньою вегетацією. Вони формуються під ксерофітними лісами, чагарниками та однорічними саваноїдами. В пониженнях рельєфу, умовах близького залягання ґрунтових вод на делювіальних породах, трапляються лучні ґрунти, багаті карбонатами. Гумусовий горизонт потужний ($> 30\text{ см}$), добре розвинутий, вміст гумусу 4,0–6,5% (Dragan, 2004).

За кліматичними показниками Гірський Крим належить до трьох кліматичних областей: передгір'я, центральна та східна частина з помірно-теплим посушливим континентальним кліматом із жарким літом і холодною зимою; південний берег Криму та західна частина передгір'їв характеризуються субтропічним (субсередземноморським) слабко-континентальним кліматом із м'якою вологою зимою та сухим теплим літом; власне гори характеризуються помірно-прохолодним кліматом із прохолодною зимою і теплим літом. З підняттям на 100 м на північному макросхилі середньорічні температури знижуються на $0,52\text{ }^{\circ}\text{C}$, а на південному – на $0,75\text{ }^{\circ}\text{C}$, тобто в середньому на $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Bokov, Lychak, 2010). Закономірності розподілу температури та опадів протягом сезону відображено на основі кліматодіаграм Вальтера, аналіз яких показує регіональні та висотні особливості цього регіону (рис. 1).

Ізохора розподілу опадів між середземноморським зимовим максимумом і помірно континентальним літнім максимумом проходить від Алушти до Ангарського перевалу, Бахчисарая та Севастополя, тобто з південного сходу на північний захід (Ved, 2000; Vagrova et al., 2003). При цьому значний вплив на характер клімату має Чорне море, що омиває півострів і згладжує континентальність, знижуючи показники температури по відношенню до континентальних регіонів таких самих широт на 7,2 °С (Babkov, 1961), перш за все, за рахунок підвищення середньозимових температур до позитивних значень (Pavlova, 1964).

На основі комплексної оцінки природних компонентів розроблено класифікацію ландшафтів та проведено всебічний їхній аналіз (Grishankov, 1977; Pozachenyuk, 1999a, b, 2009; Bokov, 2010; Bokov, Lychak, 2010), створено карти геотопів як ландшафтних одиниць топологічного рівня окремих регіонів Гірського Криму (Garkusha et al., 2010). Проведені нами дослідження доповнюють і поглиблюють знання про складну своєрідну природу Гірського Криму з акцентом на рослинний покрив, який є чутливим індикатором природних умов.

Рослинний покрив та біотопи Гірського Криму

Територіальне розташування Кримських гір, вплив моря, висота, експозиція та крутизна схилів визначають специфіку та характер диференціації рослинного покриву. Нами (Didukh, 1992) він виділяється як Гірськокримський геоботанічний округ, який належить до Кримсько-Новоросійської підпровінції, Евксинської провінції, Субсередземноморської підобласті, Середземноморської області. Незважаючи на переважання за площею лісів неморального типу (*Carpino-Fagetea*), які займають верхні пояси, характерною особливістю його є наявність геміксерофітних і ксерофітних субсередземноморських угруповань (*Quercetea pubescentis*), з домінуванням *Quercus pubescens* Willd., *Juniperus excelsa* M.Bieb., *Pinus pallasiana* Lamb., *Pistacia mutica* Fisch. & C.A.Mey. Однак, в офіційних документах Європейського агентства з охорони навколишнього середовища ЄС цей регіон, на наш погляд, помилково включено до Степового біому (Roekaerts, 2002) і наведений для нього перелік кримських лісових біотопів суттєво спотворює картину.

У межах південного та північного макросхилів нами (Didukh, 1992) виділено по три висотні пояси, що визначаються за вертикальною зміною лісових порід, а на платоподібних вершинах домінують лучні степи. На південному макросхилі нижній (до 400–450 м н.р.м.) пояс складають геміксерофітні субсередземноморські ліси (*Quercetea pubescentis-petraeae*, *Elytrigion odosae-Quercion pubescentis*, *Carpino orientalis-Quercion pubescentis*), ксерофітні рідколісся (*Jasmino-Juniperion excelsae*) та саваноїди (*Stipo-Trachynietea*); середній пояс (від 400–450 до 800–900 м н.р.м.) складають мезоксерофітні субсередземноморські кримсько-соснові (*Pinion pallasianae*) та ксеромезофітні скельнодубові (*Paemonia dauricae-Quercion petraeae*) ліси; верхній пояс – неморальні букові (*Dentario quinquefoliae-Fagion sylvaticae*) та гірськобореальні соснові ліси (*Pinion kochianae*). На північному макросхилі нижній лісостеповий пояс (до 300–400 м н.р.м.) складається з геміксерофітних пухнастодубових лісів і шибляків (*Carpino orientalis-Quercion pubescentis*, *Elytrigion nodosae-Quercion pubescentis*) і справжніх степів (*Veronico multifidae-Stipion ponticae*); середній пояс (від 300–400 до 700–800 м н.р.м.) – зі скельнодубових (*Paemonia dauricae-Quercion petraeae*) та сформованих на їхньому місці лісів (*Carpinus betulus* L., *Fraxinus excelsior* L.); верхній пояс складається із неморальних (*Dentario quinquefoliae-Fagion sylvaticae*) лісів *Fagus sylvatica* L., із вкращенням *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Acer stevenii* Pojark. На плескатих столоподібних вершинах високих яйл (1000–1450 м н.р.м.) переважають степи *Androsaco tauricae-Caricion humilis*, а низьких яйл (600–900 м н.р.м.) – *Adonidi vernalis-Stipion tirsae* із включенням лук (*Helictotricho compressi-Bistortion officinalis*) та томілярів. Така поясність характерна для гірських систем Середземномор'я і належить до "атлантичного" або скандинаво-карпатсько-балканського типу О.С. Гребенщикова (Grebenshchikov, 1974) або гумідного типу Г. Вальтера (Walter, 1968).

Для Гірського Криму нами наводиться 126 біотопів, які віднесено до восьми типів (Didukh et al., 2016). Для аналізу топологічної структури відібрано біотопи чотирьох типів автогенного та літогенного характеру: Е – трав'яні степові, лучні, саваноїдні, томілярні; F – чагарникові; G – лісові; Н – петрофітні, які відображають еколого-ценотичні закономірності зміни гірських умов. Із відібраних типів для аналізу використано лише такі біотопи, що відображають

Таблиця 1. Розподіл біотопів за мезо- та макрокомбінаціями Гірського Криму
Table 1. Distribution of biotopes by meso- and macrocombinations of the Mountain Crimea

№	Код	Назва біотопу	Південний макросхил			Північний макросхил			Геоботанічні райони				
			Н*	С	В	Н	С	В	1	2	3	4	5
Е ЗЛАКОВО-ТРАВ'ЯНІ МЕЗО- ТА КСЕРОТИЧНІ БІОТОПИ (ЛУКИ, СТЕПИ, САВАНОЇДИ, ТОМЛІЯРИ)													
1	E:1.251	Післялісові гірські луки (<i>Trifolio pratensis-Brizion elatioris</i>)		×		×	×		×	×	×	×	
2	E:1.252	Луки в карстових воронках яйли (<i>Helictotricho compressi-Bistortion officinalis</i>)			×			×		×	×	×	
3	E:1.422	Засолені луки (<i>Plantagini salsae-Artemision santonici</i>)	×									×	×
4	E:2.1411	Справжні різнотравно-ковилісті степи передгір'я (<i>Bromopsido tauricae-Stipetum ponticae</i>)				×			×	×	×	×	×
5	E:2.1421	Типчаково-ковилісті степи низьких яйл (<i>Adonido-Stipion tirsae</i>)					×				×	×	
6	E:2.1422	Біотопи лучних степів нижнього поясу (<i>Filipendula vulgaris, Poa angustifolia</i>)	×			×	×		×	×	×	×	×
7	E:2.1511	Щільнодернинні лучно-степові петрофітні угруповання (<i>Androsaco tauricae-Caricion humilis</i>) високих яйл			×			×		×	×	×	
8	E:2.1512	Дернинні-злакові гірські лучні степи (<i>Festuca rupicola, Festuca valesiaca</i>) високих яйл			×			×		×	×		
9	E:2.1513	Гірсько-степові біотопи з розрідженим травостоєм (<i>Genisto albidae-Stipetum lithophilae</i>) високих яйл			×			×		×	×		
10	E:2.1514	Біотопи ксерофітного різнотрав'я (<i>Androsaco villosae-Caricion humilis</i>) середнього поясу		×			×		×	×	×	×	×
11	E:2.211	Біотопи ксеротичного різнотрав'я (<i>Bromopsido tauricae- Asphodelinetum tauricae</i>) нижнього поясу та передгір'я	×	×		×	×		×	×	×	×	×
12	E:2.212	Біотопи ксеротермофітного різнотрав'я (<i>Alysso-Sedetalia</i> : на виходах магматичних порід нижнього поясу)	×										×
13	E:2.213	Біотопи фриганодів (томіляри та петрофітні степи) (<i>Medicago rupestris-Satureion taurica</i>) на виходах вапняків та крейди передгір'я Криму				×					×		
14	E:2.233	Біотопи ксеротичних угруповань (<i>Agropyron ponticum, Kochia prostrata</i>) на елювіальних відкладах, глинистих відслоненнях	×								×	×	×
15	E:2.234	Біотопи ксеротичних угруповань (<i>Elytrigia nodosa, Artemisia caucasica</i>) на коричневих щербених ґрунтах та елювіальних кам'янистих відкладах	×								×	×	×
16	E:4.123	Узлісні біотопи яйл та прийлиньських схилів (<i>Geranion sanguinei</i>)		×	×		×	×		×	×		
17	E:4.124	Узлісні біотопи нижніх та середніх поясів (<i>Geranion sanguinei: Vicia tenuifolia, Dictamnus gymnostylis, Geranium sanguineum</i>)	×	×					×	×	×	×	×
18	E:4.125	Біотопи соснових та скельнодубових лісів (<i>Geranion sanguinei: Physospermum cornubiense, Aegonychon purpureocaeruleum</i>) середніх поясів	×				×			×	×	×	
19	E:4.126	Біотопи галявин широколистяних лісів (<i>Geranion sanguinei: Dorycnium herbaceum, Agrimonia eupatoria</i>)					×		×	×	×	×	
20	E:5.111	Біотопи середземноморських мезоксерофільних багаторічників (<i>Hordeum bulbosum, Achnatherum bromoides, Poterium polygamum, Dianthus humilis</i>) з участю ефемерів (<i>Aegilops, Hordeum</i>)	×						×	×	×		
21	E:5.112	Біотопи середземноморських озимих ефемерних злаковників (<i>Hordeum, Haynaldia, Aegilops, Taeniatherum</i>)	×						×	×	×	×	×
22	E:5.113	Біотопи середземноморських озимих ефемерних злаків на щербених безкарбонатних ґрунтах (<i>Vulpia ciliata, Ventenata dubia</i>)	×							×	×		
F БІОТОПИ ЧАГАРНИКОВОГО ТИПУ													
23	F:2.121	Високі чагарникові бордюри (<i>Rubus ulmifolius</i> s.l. (incl. <i>Rubus sanctus</i>), <i>R. praecox</i>)	×	×		×			×	×	×	×	×
24	F:2.122	Низькорослі чагарникові бордюри (<i>Rubus canescens, R. crimaeus</i> та ін.).	×	×		×			×	×	×	×	×

№	Код	Назва біотопу	Південний макросхил			Північний макросхил			Геоботанічні райони				
			Н*	С	В	Н	С	В	1	2	3	4	5
25	F3:122	Мезонітрофільні зарості <i>Sambucus nigra</i>	×			×			×	×	×	×	×
26	F:3.123	Мезотермофільні зарості <i>Swida sanguinea</i> subsp. <i>australis</i>	×			×			×	×	×	×	×
27	F:3.1321	Мезотермофільні зарості (<i>Berberidion</i>)	×			×			×	×	×	×	×
28	F:3.1322	Мезотермофільні зарості <i>Cornus mas</i>		×		×	×		×	×	×	×	×
29	F:3.313	Мезоксерофільні зарості Гірського Криму (<i>Prunion spinosae</i>)	×	×		×	×		×	×	×	×	×
30	F:3.322	Низькорослі зарості <i>Amygdalus nana</i> , <i>Rosa pimpinellifolia</i> , <i>Chamaecytisus</i> sp.				×			×	×	×	×	×
31	F:3.332	Геміксерофільні зарості <i>Cotinus coggygia</i>	×			×	×				×	×	×
32	F:3.333	Ксерофільні зарості <i>Cotinus coggygia</i> , <i>Jasminum fruticans</i>	×	×		×	×		×	×	×	×	×
33	F:3.511	Геміксерофільні зарості <i>Paliurus spina-christi</i>	×			×			×	×	×	×	×
34	F:3.512	Ксерофільні зарості <i>Elytrigio nodosae-Rhunion</i> : <i>Rhus coriaria</i> , <i>Coronilla emeroides</i>	×						×	×	×	×	×
35	F:4.111	Зарості <i>Cistus tauricus</i>	×						×	×			
36	F:4.112	Склерофільні зарості <i>Jasminum fruticans</i>	×						×	×	×	×	×
37	F:5.3212	Біотопи прибережних чагарників галечниково-піщаних засоленних відкладів (<i>Tamarix hohenackeri</i>)	×										×
38	F:6.121	Вічнозелені склерофільні рідколісся <i>Juniperus deltoides</i>	×			×				×			×
39	F:6.222	Зарості сланких <i>Juniperus sabina</i> , <i>J. hemisphaerica</i> в комплексі з лучно-степовими угрупованнями			×			×			×		×
40	F:7.111	Колучеподушкові фриганоїди (<i>Astracantha arnacantha</i>)	×								×	×	×
G БІОТОПИ ЛІСОВОГО ТИПУ													
41	G:1.1112	Довгозаплавні ліси <i>Salix alba</i> , <i>S. purpurea</i> , <i>S. triandra</i>				×				×	×	×	
42	G:1.1333	Вільхові ліси (<i>Alnion incanae</i>)	×			×				×			
43	G:1.214	Букові ліси (<i>Dentario quinquefoliae-Fagion</i>)			×			×		×	×	×	
44	G:1.2213	Ясеневі ліси (<i>Ranunculo constantinopolitani-Fraxinetum</i>)		×	×		×	×	×	×	×	×	×
45	G:1.2243	Стевенокленові ліси (<i>Aceri stevenii-Fagetum tauricae</i>)			×			×		×	×	×	×
46	G:1.2253	Грабові ліси (<i>Lasero trilobi-Carpinetum betuli</i>)		×	×		×	×	×	×	×	×	×
47	G:1.2263	Листяні ліси на днищах балок (<i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Acer campestre</i>)	×	×		×	×		×	×	×	×	×
48	G:1.2381	Скельнодубові ліси (<i>Corno maris-Quercetum petraeae</i>)		×			×		×	×	×	×	×
49	G:1.2382	Освітлені скельнодубові ліси (<i>Poo sterilis-Quercetum petraeae</i>)		×		×	×		×	×	×	×	×
50	G:1.3131	Геміксерофільні субсередземноморські ліси з вічнозеленими чагарниками (<i>Brachypodio rupestris-Quercetum pubescentis</i>)	×						×	×	×		
51	G:1.3132	Шибляки (<i>Elytrigio nodosae-Quercetum pubescentis</i>)	×			×					×	×	×
52	G:1.3133	Геміксерофільні ліси нижнього поясу (<i>Carpino orientalis-Quercion pubescenti</i>)	×			×			×	×	×	×	×

№	Код	Назва біотопу	Південний макросхил			Північний макросхил			Геоботанічні райони				
			Н*	С	В	Н	С	В	1	2	3	4	5
53	G:1.3211	Фісташкові рідколісся (<i>Paliuro-Pistacietum muticae</i>)	×						×	×	×	×	×
54	G:1.3311	Грабінникові ліси (<i>Physospermo-Carpinetum orientalis</i>)	×			×			×	×	×	×	×
55	G:2.2211	Ліси із сосни Коха (<i>Carici humilis-Pinion kochianae</i>)			×					×			
56	G:2.2212	Ліси із сосни кримської (<i>Brachypodio rupestris-Pinion pallasianae</i>)		×	×					×			
57	G:2.231	Субсередземноморські ліси сосни пічундської (<i>Achnathero-Pinetum pityusae</i>)	×						×				×
58	G:2.3111	Високоялівцеві рідколісся з вічнозеленими субсередземноморськими елементами (<i>Cisto-Arbutetum</i>)	×						×	×			
59	G:2.3112	Рідколісся ялівцю високого західних гір (<i>Phleo-Juniperetum excelsae</i>)		×					×				
60	G:2.3113	Рідколісся ялівцю високого з остепненим травостоєм (<i>Linosyri-Juniperetum excelsae</i>)	×								×	×	×
61	G:2.3211	Рідколісся із ялівцю смердючого (<i>Asphodelino-Juniperion foetidissimae</i>)						×			×		
62	G:3.331	Широколистяно-кохососнові ліси (<i>Pinus kochiana, Fagus sylvatica, Acer stevenii</i>)			×					×			
63	G:3.332	Скельнодубово-кримськососнові ліси (<i>Quercus petraea, Pinus pallasiana</i>)		×						×			
64	G:4.111	Вічнозелені ліси сунічника дрібноплодного (<i>Cisto-Arbutetum andrachnis</i>)	×						×	×			
Н БІОТОПИ СКЕЛЬНИХ ВІДСЛОНЕНЬ ТА ОСИПІВ													
65	H:1.131	Скельні біотопи епілітних лишайникових (<i>Rhizocarpetea geographici</i> та <i>Dermatocarpetea miniati</i>) в комплексі з хазмофітними угрупованнями <i>Asplenion septentrionalis</i> на вулканічних породах	×										×
66	H:1.132	Скельні відслонення габродіабазів, роговиків (<i>Asplenio-Bunietum ferulacei</i>) в комплексі з угрупованнями лишайників (<i>Rhizocarpetea geographici</i>)	×							×	×		
67	H:1.133	Угруповання на конгломератах, пісковиках (<i>Asplenion septentrionalis</i>) у комплексі з епілітними лишайниками (<i>Rhizocarpetea geographici</i>)			×				×	×	×		
68	H:2.1132	Хазмофітні угруповання приморських скель (<i>Roccelletea phycopsis; Protoblastenietea immersae, Rhizocarpetea geographici</i>)	×						×	×	×	×	×
69	H:2.1133	Комплекс хазмофітних (<i>Asplenio-Parietation judaicae</i>) та епілітних лишайникових угруповань (<i>Protoblastenietea immersae, Verrucarietetea nigrescentis</i>)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
70	H:2.1134	Хазмофітні угруповання яйли (<i>Drabo cuspidatae-Potentilletum geoides</i>) в комплексі з лишайниковими угрупованнями (<i>Verrucarietetea nigrescentis</i>)			×			×	×	×	×	×	
71	H:2.114	Затінені хазмофітні угруповання (<i>Saxifrago irriguae-Arabetum caucasicae</i>) в комплексі з лишайниками (<i>Protoblastenietea immersae</i>) та мохоподібними (<i>Porella platythylla, Camptothecium lutescens, Homalothecium sericeum</i>)		×	×		×	×		×	×		
72	H:2.221	Розріджена рослинність на рухливих слювіальних, делювіальних відкладах (<i>Onosmo-Ptilostemetalia</i>) у комплексі із угрупованнями <i>Verrucarietetea nigrescentis</i>	×			×					×		×
73	H:2.222	Екотопи слювіально-денудаційних відкладів (бедлендів) (<i>Atraphaco-Capparidion</i>)	×									×	×
74	H:2.231	Гляреофітні рихлі колювіальні відклади у верхніх поясах (<i>Rumici scutati-Heracleion stevenii</i>)			×			×		×	×		
75	H:2.232	Колювіальні відклади нижнього та середнього поясів (<i>Melica transylvanica, M. taurica, Teucrium chamaedrys</i>)	×			×	×		×	×	×	×	×

* Н – нижній, С – середній, В – верхній висотні пояси; 1 – Севастопольський; 2 – Бахчисарайсько-Ялтинський; 3 – Сімферопольсько-Алуштинський; 4 – Білогірсько-Привітнівський; 5 – Судацько-Феодосійський геоботанічні райони; × – присутність біотопу

* Н – lower, С – middle, В – upper altitude belts; 1 – Sevastopol; 2 – Bakhchisarai-Yalta; 3 – Simferopol-Alushta; 4 – Bilohirsk-Pryvitne; 5 – Sudak-Feodosia geobotanical regions; × – biotope presence

специфіку умов існування (типові, характерні та диференційні), кількість та повнота геоботанічних описів яких достатня для синфітоіндикаційного аналізу. Особливістю гірських систем, що суттєво відрізняє їх від рівнин, є велика різноманітність біотопів скельних відслонень та осипів (Ryff, 2000, 2006, 2007), специфіка яких не використовувалася при оцінці топологічної диференціації, зокрема характеристики поясності. Проблема синфітоіндикаційної оцінки полягає ще і в тому, що для лишайників, які формують основу угруповань, фітоіндикаційні характеристики не розроблені, тому на даному етапі вони не можуть слугувати об'єктом порівняльного аналізу. Щоб уникнути численного дублювання довгих назв біотопів по тексту, наводимо їхній перелік із мнемокодами (таблиця 1), а в тексті згадуємо лише специфічні особливості (Didukh et al., 2016).

Результати досліджень

Еколого-ценотична оцінка біотопів

Синфітоіндикаційний аналіз 68 біотопів, що становлять 54% їхньої кількості, достатньо репрезентують екологічні умови Гірського Криму. В цілому для Гірського Криму фоновими (реперними) умовами є: Hd – $9,4 \pm 1,2$ (субмезофітні), Fh – $5,6 \pm 0,4$ (гемігідроконтрастнофобні), Ae – $5,8 \pm 0,5$ (субаерофільні), Nt – $5,2 \pm 0,6$ (гемінітрофільні), Rc – $8,9 \pm 0,35$ (нейтротрофні), Sl – $8,1 \pm 0,6$ (семі-евтрофні), Ca – $8,9 \pm 0,7$ (гемікарбонатofilні), Tm – $9,9 \pm 0,5$ (субмезомезотермні), Om – $11,0 \pm 0,7$ (субаридофітні), Kn – $8,9 \pm 0,41$ (геміконтинентальні), Cr – $9,4 \pm 0,3$ (гемікріофітні) умови. Порівнюючи ці показники з такими північніших регіонів України, відмічаємо, що карбонатна основа гір та наявність великої кількості скельних біотопів (H) спричинює загальне зниження вологості субстрату, підвищення аерації завдяки карстовим процесам, підвищення рН ґрунтів і вмісту в них карбонатів, але при цьому спричинює зниження показників засолення. Цілком логічно, що тут вищі показники термо-, кріорежиму, нижчі – омброрежиму (Didukh et al., 2016). Проведений ординаційний аналіз зміни показників провідних екофакторів надав можливість встановити лінійну взаємозалежність деяких кліматичних та едафічних характеристик (рис. 2). Так, встановлено високий ступінь кореляції між омброрежимом (Om), кліматичними (Kn, Cr)

та едафічними (Rc, Sl) факторами. Це свідчить про те, що саме омброрежим, який залежить від температури, кількості опадів, вологості повітря, випаровування, накопичення вологи в ґрунті, тобто відображає гідротермічні умови, має ключове значення в посушливих кримських умовах (Kochkin, 1967). Зміни вологості, аерації, вмісту нітрогенів у ґрунті взаємопов'язані та свідчать про те, що дефіцит вологи при підвищенні температур спричинює збіднення на поживні речовини, підвищення лужності та засолення ґрунтів.

Залежно від наявності чи відсутності певних типів угруповань (біотопів), що обумовлюють специфіку поясів, нами виділено п'ять геоботанічних районів: Севастопольський, Бахчисарайсько-Ялтинський, Симферопольсько-Алуштинський, Білогірсько-Привітнівський та Судацько-Феодосійський (Didukh, 1992). Оцінюючи географічну варіабельність умов по геоботанічних районах, слід відмітити високий ступінь їхньої подібності (коливання становлять 0,2–0,3 бала), за виключенням показників вологості ґрунту та омброрежиму, де ця амплітуда становить 0,5–0,6 балів між Бахчисарайсько-Ялтинським та Судацько-Феодосійським геоботанічними районами, що пов'язано зі значно різною їхньою висотою над рівнем моря. В цілому за екологічними характеристиками райони близькі між собою і характеризують Гірськокримський округ як цілісну екологічну систему. Це слугує вагомим аргументом на користь того, чому саме на рівні округів доцільно проводити такі порівняння.

З метою такої оцінки були побудовані еколого-ценотичні профілі, що відображають закономірності висотно-ландшафтного розподілу біотопів, тобто їхню топологічну структуру в межах макрокомбінацій та діапазон значень і характер кореляції між показниками екофакторів. Положення кожного біотопу є умовним і визначається по відношенню до сусідніх, а також характеру ізохор показників провідних екофакторів. Реально ділянки певних біотопів на конкретних профілях неодноразово повторюються, а їхнє місце може змінюватися залежно від крутизни, експозиції схилів, виходів корінних порід, потужності та зволоження ґрунтів (Didukh, Sokolenko, 2014). На відміну від аналогічних графіків рівнинних територій, які для лісових рядів мають згладжений характер, зміна екологічних показників має різкі перепади, що свідчить про складний характер диференціації гірських умов. При цьому на профілях не відображено багато

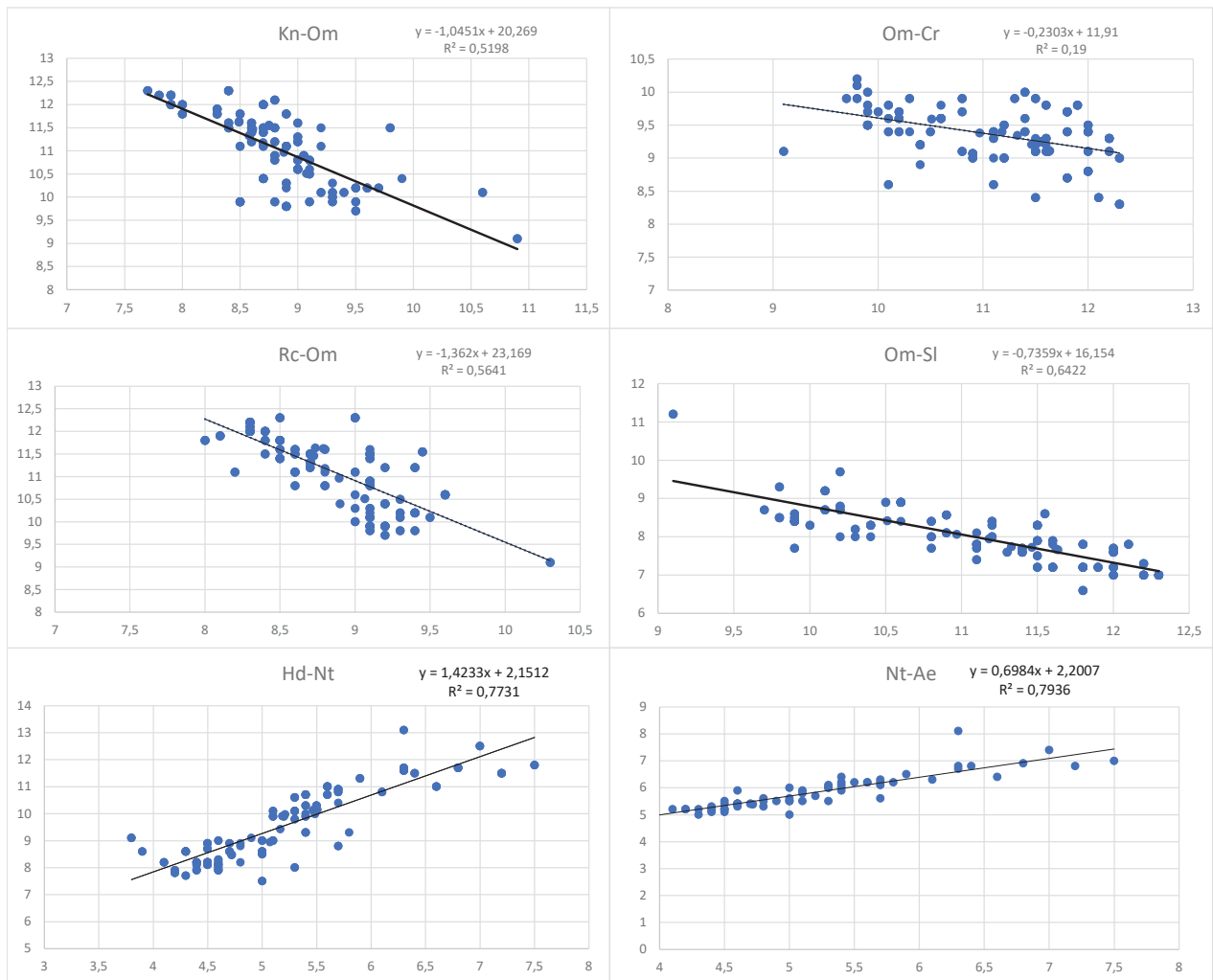


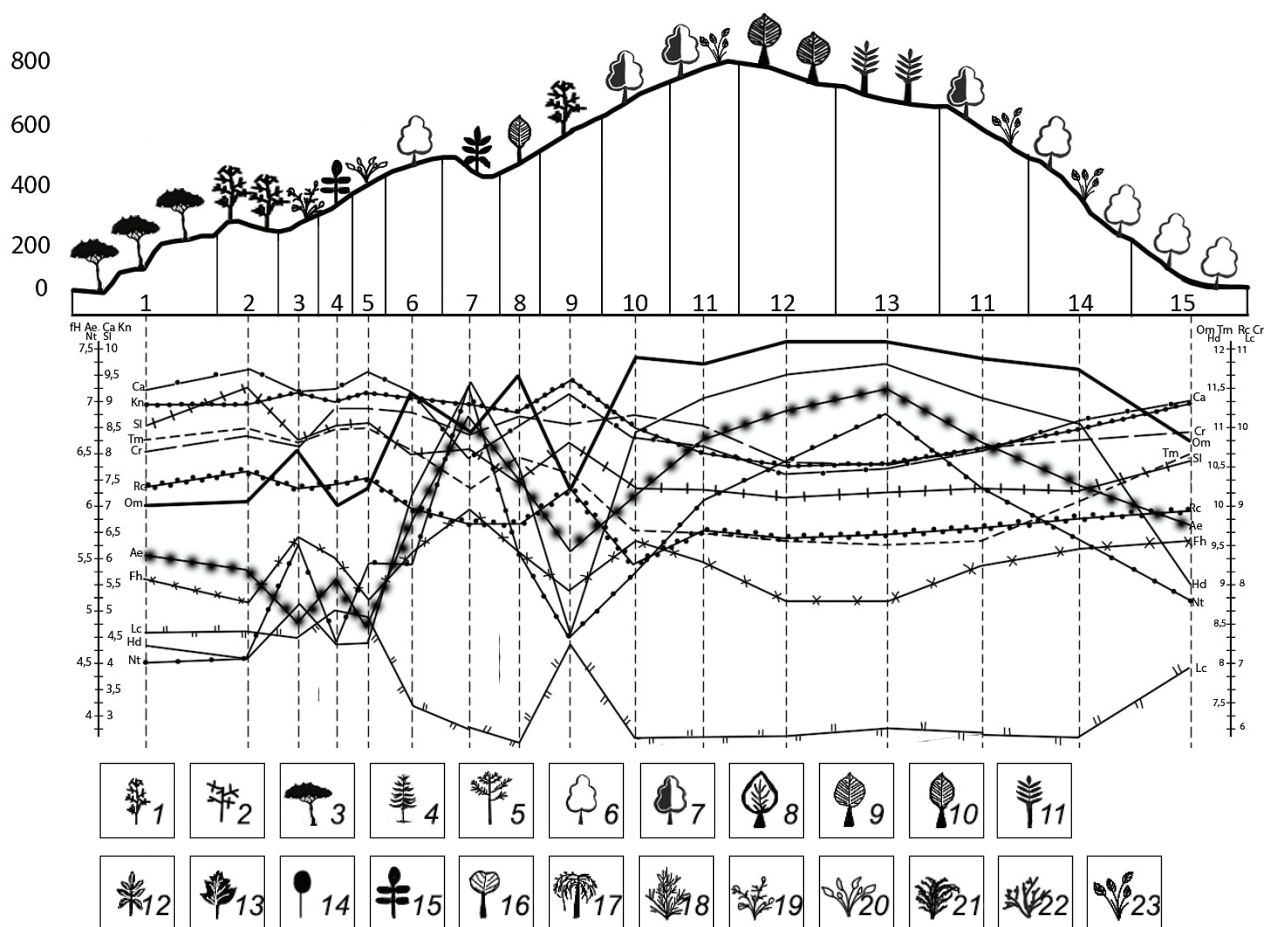
Рис. 2. Лінійна залежність зміни показників провідних екофакторів. Вісі x, y – бальні значення екологічних факторів (Didukh, 2011). Позначення наведені на рис. 3

Fig. 2. Linear relationship between changes in indicators of major environmental factors. X- and Y-axis – values of environmental factors (Didukh, 2011). See legend in Fig. 3

специфічних наскельних біотопів (Н), оскільки для них не вистачає фітоіндикаційних даних. При аналізі та порівнянні графічних зображень на профілях, візуально прослідковується характер кореляції між показниками екофакторів, зокрема пряmlinейна взаємозалежність Hd, Ae, Nt, Om, а зворотнolінійна – по відношенню до згаданих факторів Lc, Ca, Sl, які між собою мають пряmlinейну кореляцію. Деякі показники (Fh, Kn) не проявляють корелятивних ознак, але це не знижує їхньої значимості, яка не залежить від даних топологічних характеристик. На

графіках добре проявляються збільшення показників Om, Hd, Ae та значне Tm, Cr і слабке Rc зниження залежно від висоти над рівнем моря.

Севастопольський геоботанічний район займає західні відроги Кримських гір і характеризується низькогірним рельєфом до 800 м н.р.м. Нижній пояс тут формують ліси *Quercetea pubescentis* (*Carpino-Quercion pubescentis*) – *Q. pubescens*, *Carpinus orientalis* Mill., *Pistacia mutica* (G:1.3211, G:1.1313, G:1.1313, G:1.2263), але на південному макросхилі



Біотопи, розшифрування мнемоніків тут і на рис. 4–7 подано у табл. 1 (Biotopes, (here and in Figs. 4–7 – in the decryption of mnemonics are presented in Table 1): 1 – G:2.231; 2 – G:2.3111; 3 – F:3.511; 4 – G:1.3211; 5 – F:4.111; 6 – G:1.3131; 7 – G:1.2263; 8 – G:1.3311; 9 – G:2.3112; 10 – G:1.2382; 11 – G:1.2381 12 – G:1.2253; 14 – G:1.2213; 15 – G:1.3133; 16 – G:1.3132

Рис. 3. Еколого-ценотична диференціація чагарникових, лісових та петрофітних, трав'яних біотопів на макросхилах Севастопольського геоботанічного району

Fig. 3. Ecological and coenotic differentiation of shrub, forest and petrophytic, grass biotopes on macroslopes of the Sevastopol geobotanical region

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

Тут, в табл. 1 і на рис. 2, 4–7 позначено екологічні фактори: Hd – вологість; fH – змінність зволоження; Ae – аерація ґрунту; Nt – вміст азоту; Rc – кислотність ґрунту; Sl – сольовий режим; Ca – вміст карбонатів; Tm – терморегімі; Om – омброрегімі; Kn – континентальність; Cr – кріоклімат; Lc – світловий режим

Here, in Table 1 and Figs 2, 4–7 the environmental factors are designated: Hd – soil humidity; fH – damping variability; Ae – soil aeration; Nt – nitrogen content in soil; Rc – soil acidity; Sl – salt regime; Ca – carbonate content in soil; Tm – thermal climate; Om – climate humidity (ombroregime); Kn – climate continentality; Cr – cryoclimate; Lc – light

характерними є ялівцеві рідколісся *Jasmino-Juniperion* (G:2.3111), які піднімаються високо в гори (*Phleo-Juniperetum*, G:2.3112), а на узбережжі (мис Айя) наявний локалітет субсередземноморських ксерофітних лісів *Pinus brutia* Ten. (= *P. pityusa* Steven) (G:2.231), які належать до класу *Pinetea halepensis* Bonari, M.Chytry 2021 (Bonari et al., 2021). Вище поширені ліси із *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior* (G:1.2382, G:1.2381, G:1.2353, G:1.2213). Ботаніко-екологічною специфікою цього району є те, що, на відміну від низькогірних східних районів, на західному узбережжі формуються більш гумідні субсередземноморські умови і тут набули поширення вічнозелені елементи (*Arbutus andrachne* L., *Cistus tauricus* J.Presl & C.Presl, *Ruscus ponticus* Woronow), що займають домінуючі позиції. У межах всіх поясів південного макросхилу наявні стрімкі обривисті відслонення (H:2.1132, H:2.1133). Як видно з рис. 3 для біотопів G:1.2263 на графіках спостерігаються різкі коливання Hd, Nt, Ae у бік збільшення показників, проте для G:1.2212 – зниження Om, Hd, Nt і деяке підвищення Kn. Натомість листяні ліси неморального типу (*Paenion-Quercetion*) характеризуються хоча і високими показниками факторів Om, Hd, Ae, Nt, але їхній розподіл на графіках має згладжений характер.

Бахчисарайсько-Ялтинський геоботанічний район включає територію, яка з півдня та півночі прилягає до Ай-Петринської, Нікітської та та Бабуган яйл. Характеризується найвищими висотами в Криму (г. Роман-Кош – 1545 м н.р.м.) і тут спостерігається найбільша диференціація біотопів, де виражені всі гірські пояси та їхні відміни, що проявляється в наявності соснових лісів (*Erico-Pinetea*) з домінуванням *Pinus pallasiana* (G:2.2212), *P. kochiana* Klotzsch ex K.Koch (G:2.2211), які є характерними для району. На відміну від інших районів, поясність південного та північного макросхилів різко відрізняється. Інша специфіка полягає в наявності по долинах річок Кача та Узень вільхових лісів (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (G:1.2263)). Нижній пояс південного макросхилу схожий до попереднього району і його формують *Q. pubescens*, *Carpinus orientalis* (G:1.3311, G:1.3131, G:1.3133, G:1.2263) та рідколісся з *Juniperus excelsa* M.Bieb. (G:2.3111) із співдомінуванням вічнозелених *Arbutus andrachne* L. (G:4.111), *Cistus tauricus* (F:4.111), а на їхньому місці розвиваються

саваноїдні угруповання (E:5.111, E:5.112). Середній пояс представлений лісами *P. pallasiana* (G:2.2212), що по обривистих схилах піднімається до яйли. Для цього поясу характерні скельнодубові ліси *Paenion-Quercetum petraeae* (G:1.2381, G:3.332). Верхній пояс відзначається наявністю лісів *P. kochiana* (G:2.2211, G:3.331) та *Fagus sylvatica* subsp. *moesiaca* (G:1.214), у межах яких вкраплені масиви *Carpinus betulus* (G:1.2353), *Fraxinus excelsior* (G:1.2213) та *Acer stevenii* (G:1.2243), що трапляються і в середньому поясі (рис. 4А).

Верхній пояс північного макросхилу (рис. 4В) утворений буковими лісами (G:1.214), середній – скельнодубовими (G:1.2381), із вкрапленням грабових та ясенових масивів (G:1.2353, G:1.2213), а нижній – пухнастодубовими (G:1.3133), де значні площі займають степи понтичного типу (E:2.1411).

Відносно плескату столоподібну вершину гір займають лучні степи (E:2.1511, E:2.1512) з домінуванням *Carex humilis* Leys., *Festuca rupicola* Heuff., *Bromopsis taurica* Sljussar., *Stipa lithophila* P.A.Smirn. ex Roshev. (*Androsaco-Caricion humilis*), томілярні угруповання (E:2.1513) *Helianthemum stevenii* Rupr. ex Juz. & Pozdeeva, *Thymus callieri* Bord. ex Velen., *T. tauricus* Klovov & Des.-Shost., *Genista albida* Willd., *Cytisus polytrichus* (M.Bieb.) Rothm., а у від'ємних формах рельєфу – луки *Brachypodium pinnatum* (L.) P.Beauv., *Briza elatior* Sibth. & Smith, *Alchemilla* sp. (E:1.252). Південні схили, особливо Головної гряди, характеризуються високими обривистими стінками, що представлені біотопами H:2.1132, H:2.1133, на яйлі – H:2.1134, а під затіненими наметами дерев специфічні угруповання з домінуванням ендемічної *Saxifraga irrigua* M.Bieb. (H:2.114) (рис. 4С).

На зображених профілях (рис. 4А, В, С) добре видно складний характер топологічної диференціації біотопів та корелятивні закономірності змін, про які згадувалося вище. При цьому, північний макросхил лісового ряду характеризується більш згладженими показниками, ніж південний, а різкі коливання умов фіксуються у пониженнях рельєфу та передгір'ях. Тобто, нижній лісовий пояс різко контрастує із вищими поясами. Зокрема, йдеться про біотоп G:1.3211, що відрізняється за своїми екологічними особливостями. Трав'яно-петрофітний ряд (рис. 3В) характеризується різкішими коливаннями показників екофакторів, особливо петрофітних типів біотопів (H:2.1133, H:2.1134 та H:2.114).

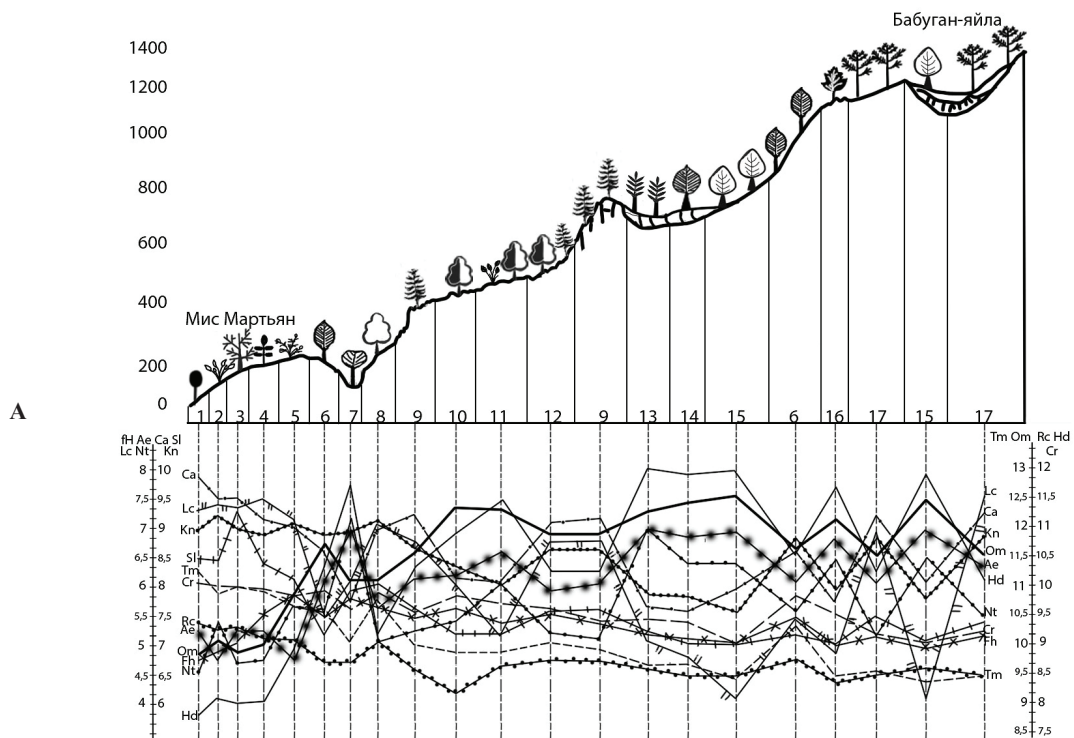
Симферопольсько-Алуштинський геоботанічний район включає територію, прилеглу до гірських масивів Чатир-Даг та Демерджи. Це високі яйли (найвища точка 1527 м н.р.м.), що визначає високий ступінь диференціації біотопів. Вертикальна поясисть південного та північного схилів у цілому співпадає, хоча склад біотопів нижніх поясів відрізняється. Зокрема, нижній пояс південного макросхилу (рис. 5А) формують пухнастодубові ліси (G:1.3132) з участю співдомінуючих або переважаючих *Carpinus orientalis* Mill. (G:1.3133), *Pistacia mutica* (G:1.3211), а в місцях їхньої відсутності – саваноїди (Е:5.112). Середній і верхній пояси характеризуються відповідно скельнодубовими (G:1.2381) та буковими (G:1.214) лісами, серед яких наявні масиви грабових (G:1.2353), ясеневих (G:1.2213) та стевенокленових (G:1.2243) лісів. Обривисті карбонатні відслонення та осипи під ними представлені біотопами Н:2.1132, Н:2.1133, Н:2.1134, Н:2.114, Н:2.231. Характерним є наявність на вершині г. Демерджи виходів діабазів, що відомі як "Долина привидів" із специфічним складом епілітних угруповань (Н:1.132).

Плеската, похила у північному напрямку (рис. 5В) вершина яйли та прилеглі схили зайняті біотопами гірських лучних степів (Е:2.1511), але специфічними є наявні на степових ділянках значні за розміром куртини низькорослих *Juniperus sabina* L. та *J. hemisphaerica* C.Presl (F:6.222). Лісові угруповання верхнього та середнього поясів аналогічні до таких південного макросхилу. Специфікою даного району є наявність на відрогах гір Чучелі та Чорної рідколісь *J. foetidissima* Willd. (G:2.3211). Нижній пояс утворюють ксерофітні, часто у вигляді куртин, ліси *Q. pubescens* (G:1.3132, G:1.3133, G:1.3311) у вигляді окремих лісових масивів "дубків", які чергуються зі степовими ділянками (Е:2.1411). На південних крутих схилах зовнішньої гряди розвиваються томілярні угруповання (Е:2.211, Е:2.213). Аналіз профілів лісового ряду (рис. 5А, В) свідчить про різкі відміни біотопів нижніх поясів та рідколісь *Juniperus foetidissima* (G:2.3211) по відношенню до інших. При цьому спостерігається тенденція підвищення значень Hd, Nt, Ae, Om та зниження показників Tm, Cr, Rc, Sl, Ca залежно від зміни висоти н.р.м. Показники біотопів трав'яно-петрофітного ряду (рис. 5С) характеризуються різкішими коливаннями та в цілому картина їхнього розподілу виглядає більш строкатою, але і тут на піках простежується корелятивна їхня взаємозалежність. Зміна показників

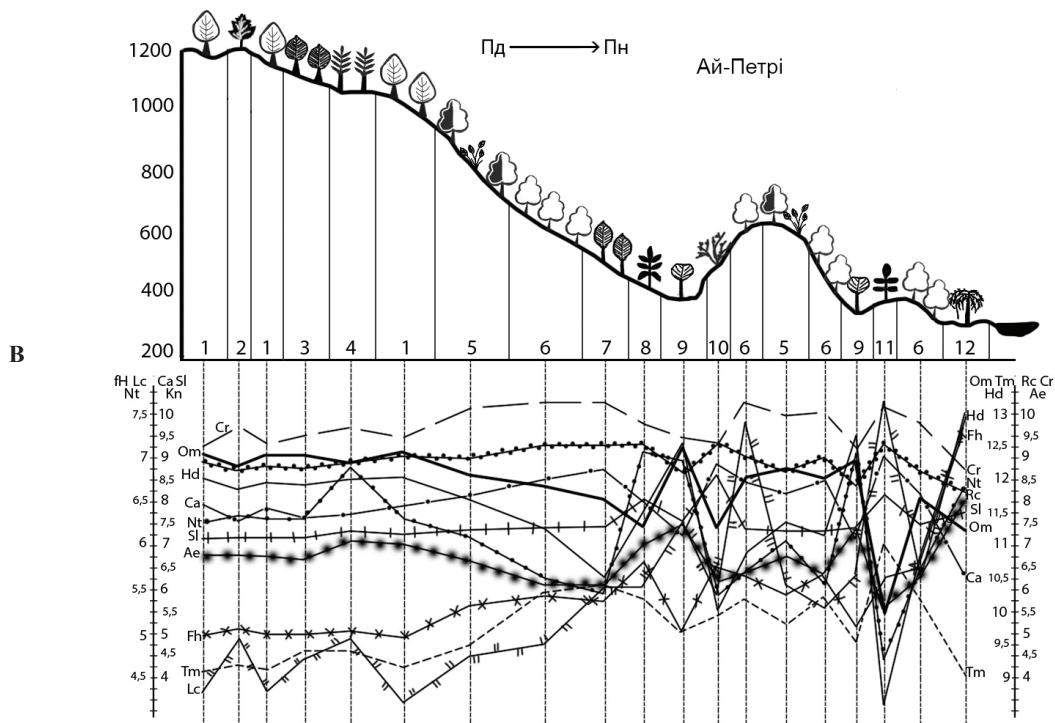
більшою мірою залежить від характеру структури біотопу, ніж від висоти над рівнем моря.

Білогорсько-Привітнівський геоботанічний район прилягає до Карабі-яйли і в цілому характеризується висотами 600–800 м н.р.м. (найвища точка 1240 м) та високим ступенем закарстованості. Нижній пояс південного макросхилу формують ксерофітні пухнастодубові ліси, що часто мають куртинний характер (G:1.3132). Місцями є ділянки фісташкових (G:1.3211) та високоялівцевих (G:2.3113) рідколісь, в яких уже відсутні вічнозелені співдомінанти. Середній пояс створюють скельнодубові ліси (G:1.2381, G:1.2382), а верхній у вигляді фрагментів – неморальні букові (G:1.214) з ділянками грабових (G:1.2353) та ясеневих (G:1.2213). Хоча на висоті вище 950 м трапляються угруповання з *Carex humilis* (Е:2.1511), але основу яйлинських степів утворюють угруповання *Adonido-Stipion tirsae* з *Stipa tirsae* Steven, а також *Festuca rupicola*, *Bromopsis taurica* (Е:2.1421). Незначні за розміром але у вигляді густої сітки карстові зниження зайняті лучними ценозами (Е:1.251), а підвищення – томілярними (Е:2.1514). Висока строкатість та диференціація цих угруповань представлена нами на профілі Карабі-яйли (рис. 6А) (Didukh, Sokolenko, 2014).

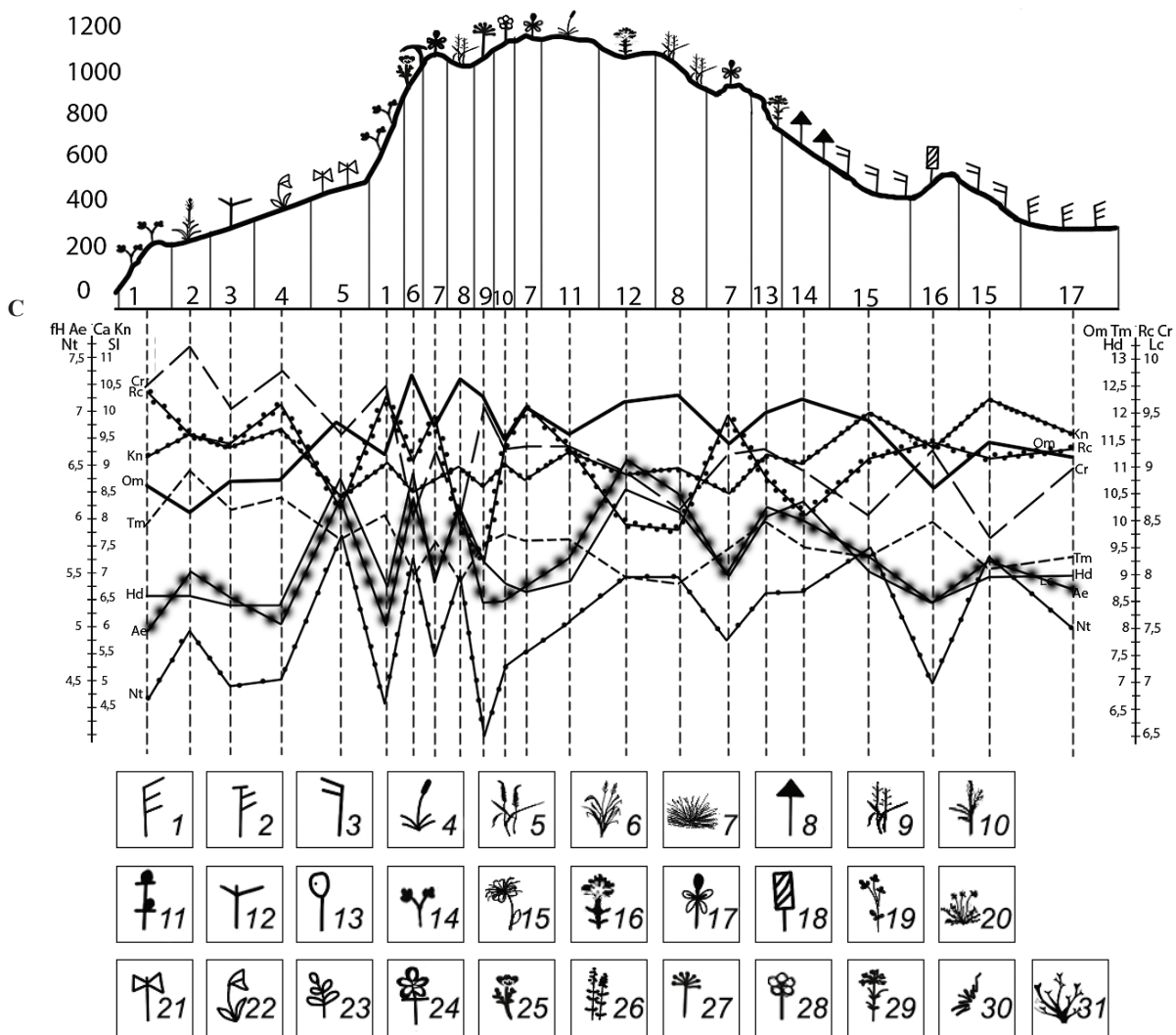
Північний макросхил – типовий для Гірського Криму і зверху до низу характеризується зміною букових (G:1.214), скельнодубових (G:1.2381 та пухнастодубових (G:1.3132, G:1.3133) лісів, а також передгірних злаково-ковилиових степів (Е:2.1411) (рис. 6А). Особливістю району є наявність на карстових гребнях передгір'їв специфічних томілярних угруповань з домінуванням вузькоендемичних *Satureja taurica* Velen., *Medicago rupestris* M.Bieb. (Е:2.213) та *Onosmo-Ptilostemion* (Н:2.221). Як видно з макропрофілю лісових рядів (рис. 6А) екологічні умови середнього та верхнього поясів досить подібні, а найбільш контрастне коливання характерно для південнобережних біотопів (G:1.3211, F:3.511) з низькими показниками Hd, Nt, Ae, Om. Такі ж контрастні показники екологічних факторів характерні для геміксерофільних пухнастодубових лісів (G:1.3132) на південному та північному макросхилах, а також для заплавних вербових лісів (G:1.112) з високими показниками Hd, Fh, Ae, і низькими Tm. Для трав'яно-петрофітного ряду (рис. 6В) характерні протилежні тенденції щодо зміни показників відслонень приморських схилів *Atraphaco-Capparidion* (Н:2.222) та гляреофітних



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



Біотопи (Biotopes): 1 – G:1.214; 2 – G:1.2243; 3 – G:1.2253; 4 – G:1.2213; 5 – G:1.2381; 6 – G:1.3133; 7 – G:1.3311; 8 – G:1.2263; 9 – G:1.1333; 10 – F:3.441; 11 – G:1.3211; 12 – G:1.1112

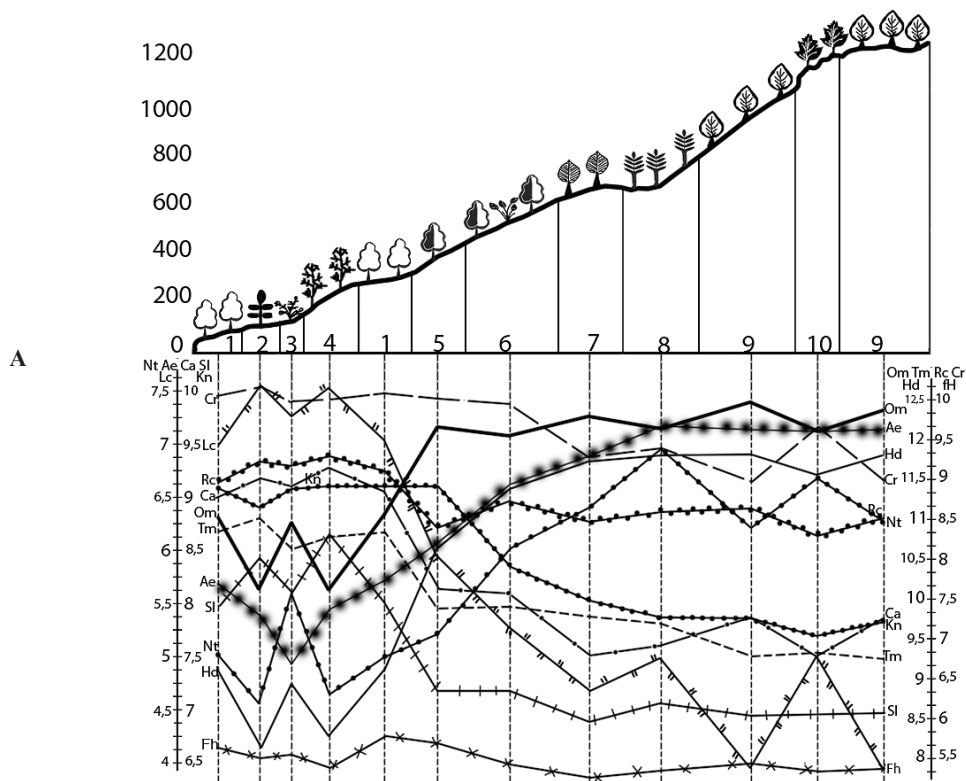


Біотопи (Biotopes): 1 – H:2.1133; 2 – E:5.111; 3 – E:5.112; 4 – E:4.124; 5 – E:4.125; 6 – H:2.114; 7 – E:2.1513; 8 – E:1.252; 9 – H:2.231; 10 – H:2.1134; 11 – E:2.1512; 12 – E:4.123; 13 – E:4.126; 14 – E:1.251; 15 – E:2.1421; 16 – E:2.211; 17 – E:2.1411

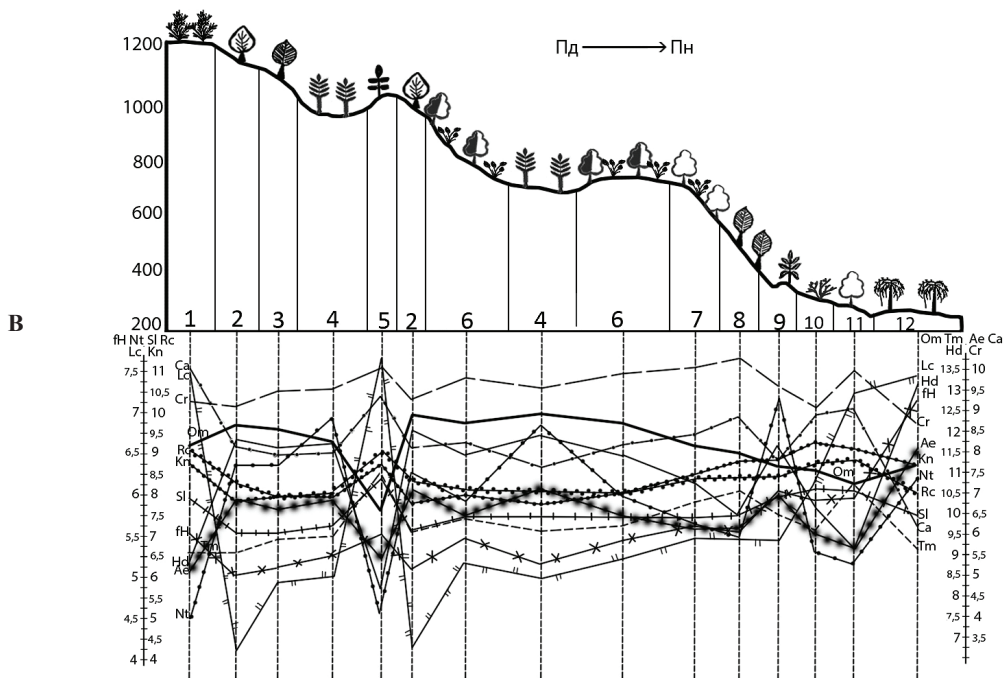
Рис. 4. Еколого-ценотична диференціація біотопів Бахчисарайсько-Ялтинського геоботанічного району (умовні позначення та зображення характерних видів див. рис 3). А: чагарникових і лісових біотопів на південному макросхилі; В: чагарникових і лісових біотопів на північному макросхилі; С: петрофітних, трав'яних біотопів на південному і північному макросхилах

Fig. 4. Ecological and coenotic differentiation of biotopes of the Bakhchisaray-Yalta geobotanical region (for symbols and images of characteristic species, see Fig. 3). A: shrub and forest biotopes on southern macroslope; B: shrub and forest biotopes on northern macroslope; C: petrophytic, grass biotopes on southern and northern macroslopes

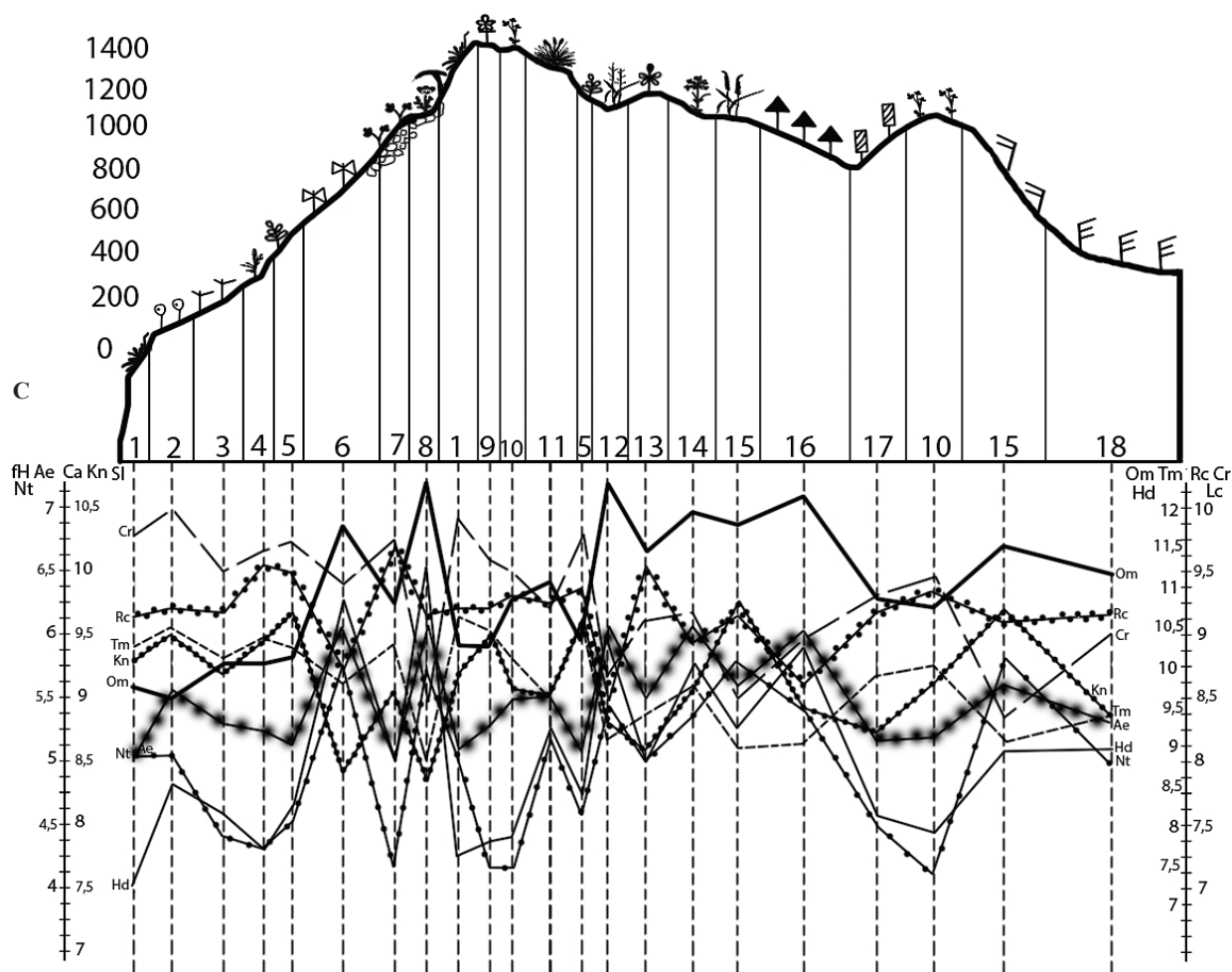
Домінанти та характерні трав'яні та чагарничкові рослини до рис. 4C; 5C; 6B; 7B (Dominants and characteristic herbaceous and shrubby plants for Figs. 4C; 5C; 6B; 7B): 1 – *Stipa pontica*; 2 – *S. lithophila*; 3 – *S. tirsia*; 4 – *Festuca valesiaca*; 5 – *Poa angustifolia*; 6 – *Agropyron pectinatum*; 7 – *Carex humilis*; 8 – *Briza elatior*; 9 – *Brachypodium pinnatum*; 10 – *Elytrigia nodosa*; 11 – *E. elongate*; 12 – *Aegilops biuncialis*; 13 – *Hordeum bulbosum*; 14 – *Asplenium ruta-muraria*; 15 – *Capparis herbacea*; 16 – *Origanum vulgare*; 17 – *Helianthemum stevenii*; 18 – *Asphodeline lutea*; 19 – *Medicago rupestris*; 20 – *Sedum acre*; 21 – *Geranium sanguineum*; 22 – *Dictamnus gymnostylis*; 23 – *Vicia tenuifolia*; 24 – *Onosma polyphylla*; 25 – *Saxifraga irrigua*; 26 – *Thymus callieri*; 27 – *Heracleum stevenii*; 28 – *Potentilla geoides*; 29 – *Dorycnium herbaceum*; 30 – *Roccella phycopsis*; 31 – *Cladonia rangiferina*



Біотопи (Biotopes): 1 – G:1.3132; 2 – G:1.3211; 3 – F:3.511; 4 – G:2.3113; 5 – G:1.2382; 6 – G:1.2381; 7 – G:1.2253; 8 – G:1.2213; 9 – G:1.214; 10 – G:1.2243



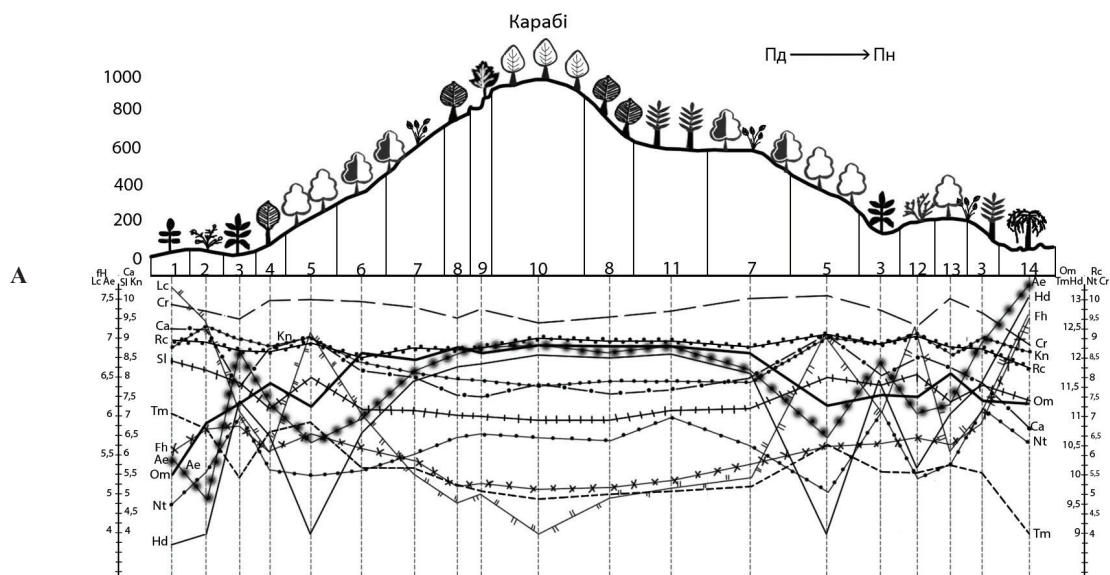
Біотопи (Biotopes): 1 – F:6.222; 2 – G:1.214; 3 – G:1.2253; 4 – G:1.2213; 5 – G:1.3211; 6 – G:1.2381; 7 – G:1.3133; 8 – G:1.3311; 9 – G:1.2263; 10 – F:3.441; 11 – G:1.3132; 12 – G:1.1112



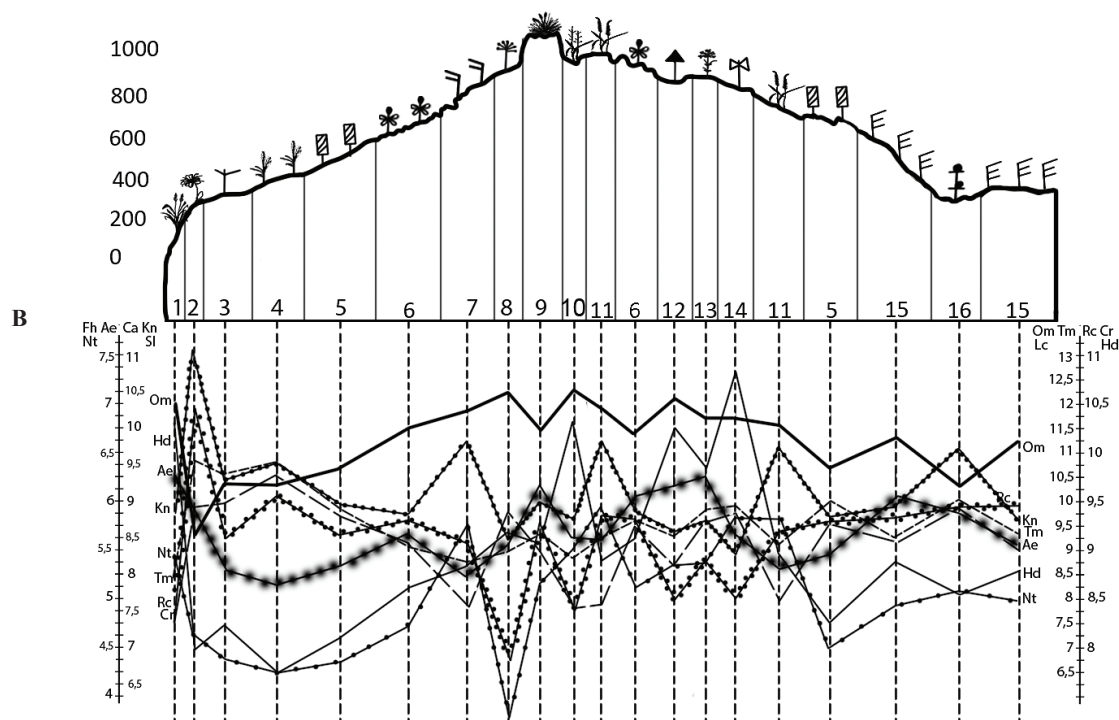
Біотопи (Biotopes): 1 – H:2.1132; 2 – E:5.111; 3 – E:5.112; 4 – E:2.234; 5 – E:4.124; 6 – E:4.125; 7 – H:2.1133; 8 – H:2.114; 9 – E:2.212; 10 – E:2.213; 11 – E:2.1512; 12 – E:1.252; 13 – E:2.1513; 14 – E:4.126; 15 – E:2.1421; 16 – E:1.251; 17 – E:2.211; 18 – E:2.1411

Рис. 5. Еколого-ценотична диференціація біотопів Симферопольсько-Алуштинського геоботанічного району. А: чагарникових, лісових біотопів на південному макросхилі; В: чагарникових, лісових біотопів на північному макросхилі; С: петрофітних, трав'яних біотопів на південному і північному макросхилах

Fig. 5. Ecological and coenotic differentiation of biotopes of the Simferopol-Alushta geobotanical region. A: shrub and forest biotopes on southern macroslope; B: shrub and forest biotopes on northern macroslope; C: petrophytic, grass biotopes on southern and northern macroslopes



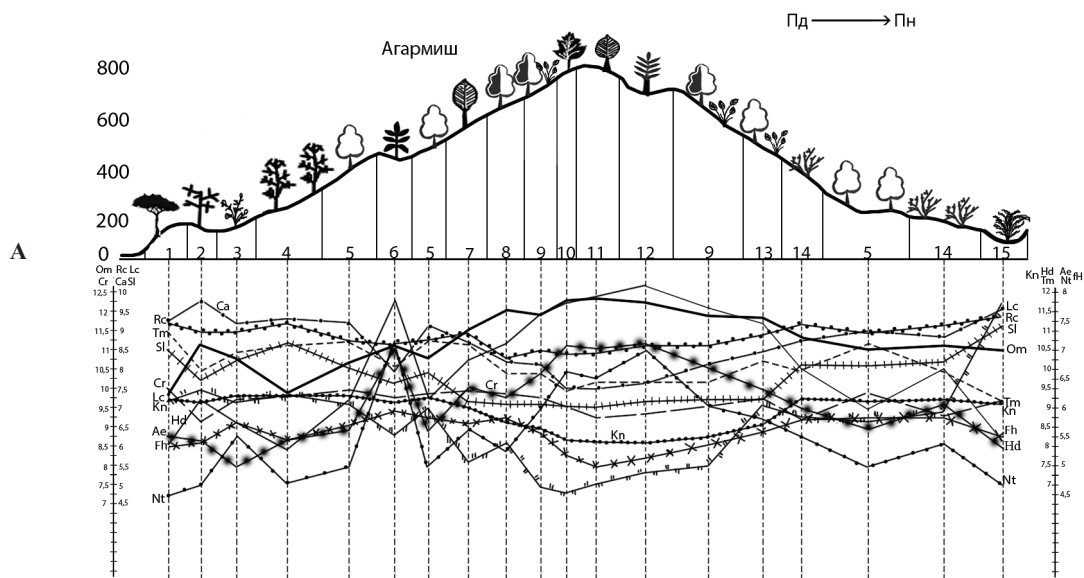
Біотопи (Biotopes): 1 – G:1.3211; 2 – F:3.511; 3 – G:1.2263; 4 – G:1.3311; 5 – G:1.3132; 6 – G:1.2382; 7 – G:1.2381; 8 – G:1.2253; 9 – G:1.2243; 10 – G:1.214; 11 – G:1.2213; 12 – F:3.441; 13 – G:1.31333; 14 – G:1.1112



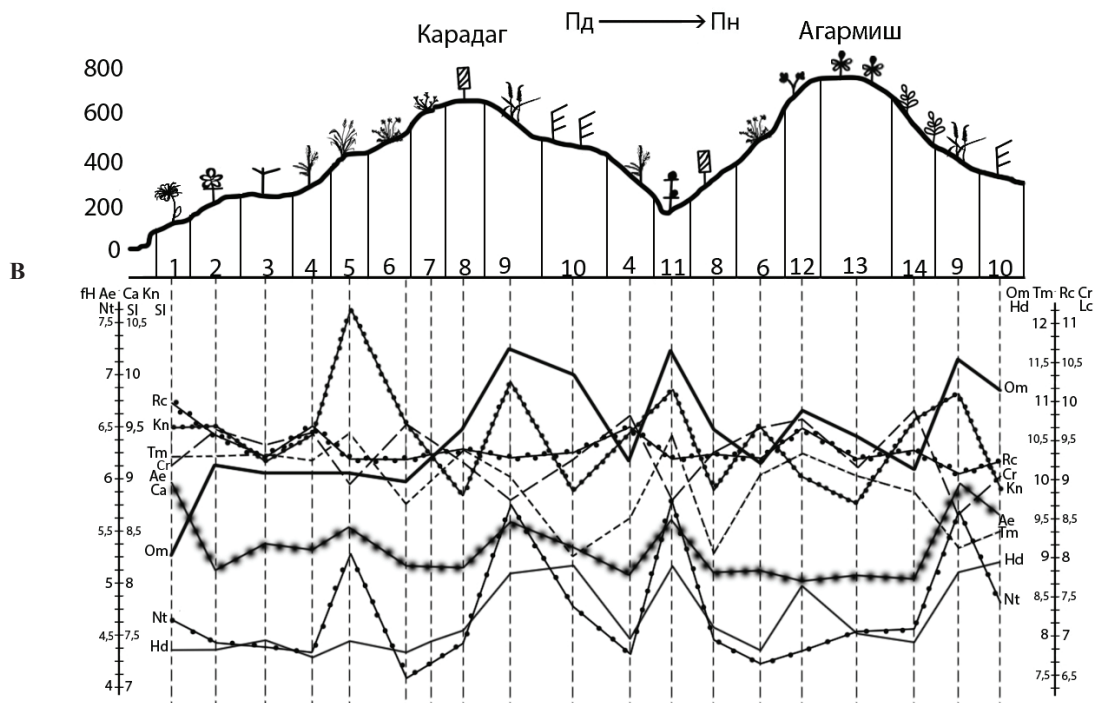
Біотопи (Biotopes): 1 – E:2.233; 2 – H:2.222; 3 – E:5.112; 4 – E:2.234; 5 – E:2.211 6 – E:2.1514; 7 – E:2.1421; 8 – H:2.231; 9 – E:2.1512; 10 – E:1.252; 11 – E:2.1422; 12 – E:1.251; 13 – E:4.126; 14 – E:4.125; 15 – E:2.1411; 16 – E:1.422

Рис. 6. Еколого-ценотична диференціація біотопів на північному та південному Білогорсько-Привітнівському геоботанічному районі. А: чагарникових, лісових біотопів; В: петрофітних, трав'яних біотопів

Fig. 6. Ecological and coenotic differentiation of biotopes on northern and southern macroslopes of the Belohirsk-Pryvitne geobotanical region. A: shrub, forest biotopes; B: petrophytic, grass biotopes



Біотопи (Biotopes): 1 – G:2.231; 2 – G:2.3211; 3 – F:3.511; 4 – G:2.3113; 5 – G:1.3132; 6 – G:1.2263; 7 – G:1.3311; 8 – G:1.2382; 9 – G:1.2381; 10 – G:1.2243; 11 – G:1.2253; 12 – G:1.2213; 13 – G:1.3133; 14 – F:3.441; 15 – F:5.3212



Біотопи (Biotopes): 1 – H:2.222; 2 – H:2.221; 3 – E:5.112; 4 – E:2.234; 5 – E:2.233; 6 – E:2.212; 7 – H:1.131; 8 – E:2.211; 9 – E:2.1422; 10 – E:2.1411; 11 – E:1.422; 12 – H:2.1133; 13 – E:2.1514; 14 – E:4.124

Рис. 7. Еколого-ценотична диференціація біотопів на північному та південному макросхилах Судасько-Феодосійського геоботанічного району. А: чагарникових, лісових біотопів; В: петрофітних, трав'яних біотопів

Fig. 7. Ecological and coenotic differentiation of biotopes on northern and southern macroslopes of the Sudak-Feodosia geobotanical region. A: shrub, forest biotopes; B: petrophytic, grass biotopes

угруповань яйли (Н:2.231). На фоні петрофітно-степових угруповань за показниками відрізняються лучні біотопи, що займають карстові пониження (Е:1.251, Е:1.252).

Судацько-Феодосійський геоботанічний район – найбільш східний район Гірського Криму. Характеризується гірськими масивами висотою до 800 м, вершини яких вкриті буковими лісами, тобто тут відсутні гірські лучні степи та луки яйл, хоча наявні ділянки петрофітних степів (Е:2.1514), а в нижніх поясах – справжні понтичні степи (Е:2.1411), томіляри (Е:2.211) та саваноїди (Е:5.112) (рис. 7А, В). Морські узбережжя та прилеглі схили займають розріджені трав'яні ценози (Н:2.222, Е:2.233, Е:2.234). Оригінальність району зумовлена наявністю вулканічного масиву Карадаг, що представлений низкою унікальних біотопів (Е:2.212, Н:1.131), зокрема на щербенистих осипах біотопом *Onosmo-Ptilostemion* (Н:2.221). Вертикальна поясність макросхилів лісового ряду в цілому аналогічна до попереднього району, однак оригінальним є масив лісів *Pinus pityusa* біля м. Судак (Г:2.231).

Для оцінки топологічної диференціації біотопів наводимо розподіл їх по висотних поясах, які відображають мезокомбінації, та геоботанічних районах Гірського Криму, де північні та південні макросхили в окремих районах розглядаються як макрокомбінації (табл. 1). Аналіз таблиці 1 і отриманих показників екофакторів (Didukh et al., 2016) для геоботанічних районів свідчить про їхню подібність, тому таке порівняння недоцільно проводити на рівні макрокомбінацій, тобто між районами, проте ефективним є порівняння на рівні мезокомбінацій, тобто в межах висотних поясів.

Вологість ґрунту (**Hd**) біотопів коливається від 7,7 до 13,0 балів, а середнє значення становить 9,4 бала. Крім топологічної відмінності щодо розташування біотопів відносно елементів рельєфу, спостерігаються і висотні зміни: від нижнього поясу південного (8,9) та північного макросхилу (10,0) вони підвищуються в середньому лісовому поясі до 10,1, а у верхньому знижуються 9,9–10,0 бала, тобто, за цим показником максимум ґрунтового зволоження припадає на середні пояси. При цьому південний берег Криму досить відрізняється від останніх. Зниження показника у верхньому поясі, де опадів випадає більше, пояснюється тим, що в мезокомбінаціях яйли основу формують петрофітні та гірськолучностепові, а не лісові ценози, де в умовах

високої закарстованості волога не затримується і субстрат швидко висихає (Vakhrushev, 2004; Didukh, Sokolenko, 2014). Доказом цього є те, що реперний показник чагарниково-лісових біотопів на бал вищий ($9,9 \pm 1,2$), ніж петрофітно-трав'яних ($8,9 \pm 0,8$). Найсухішими (7,9) серед лісів є біотоп карбонатних відслонень ПБК з домінуванням вічнозеленого середземноморського *Arbutus andrachne* (Г:4.111), найвологішими (12,5–13,0) є вільхові (Г:1.1333) та вербові (Г:1.111) а для петрофітно-трав'яних біотопів найсухішими (7,7) є біотопи щербенистих відкладів з домінуванням *Elytrigia nodosa* (Nevski) Nevski (Е:2.234), найвологішими (11,0) є затінених кронами бука високогірних біотопів *Saxifraga irriguae-Arabidetum caucasicae* (Н:2.114). За показником змінності зволоження (**Fh**), як і слід було очікувати, найвищі значення (7,3 бала) мають прирусові вербові ліси (Г:1.111), найстабільніші умови вологості (4,5) характерні для затінених кронами дерев петрофітних біотопів (Н:2.114) при середньому значенні 5,6 балів. Фіксується зниження показників змінності зволоження від нижніх поясів (5,6) до середніх (5,5) і верхніх (5,35). Структура ценозів практично не впливає на цю екологічну характеристику.

Показники вмісту нітрогенів (**Nt**) у ґрунті коливаються у значних межах від анітрофільних умов (3,8) біотопів сухих гляреофітних відслонень яйли (Н:2.231) до багатих (7,5) нітрофільних чагарників *Sambucus nigra* L., а середній показник становить 5,2 бала (F:3.122). Ці показники, як і вологості ґрунту, на південному макросхилі нижнього поясу від 5,1 підвищуються на середньому до 5,5, а у верхньому поясі знижуються до 5,2, а на північному макросхилі – від 5,5 (нижній та середній пояс) до 5,2. У лісових біотопах у середньому цей показник вищий (5,4), ніж у петрофітно-трав'яних (4,8), що свідчить про високу значимість лісових екосистем у депонуванні азотних, а відтак і карбонатних сполук, що має важливе значення в регулюванні процесів кругообігу речовин і трансформації енергії.

Показники аерованості (**Ae**) коливаються від 5,0 для петрофітних біотопів скельних відслонень (Н:2.1132 та Н:1.133) до 7,0 під чагарниками *Sambucus nigra* на днищах (F:3.123), а середній показник становить 5,8. Цей показник трохи нижчий на південному березі Криму (5,7), підвищується у середньому поясі (6,0) і знижується у верхньому (5,8), а власне ступінь аерації ґрунтів змінюється навпаки. На північному макросхилі він практично

стабільний (5,9–6,0). Логічно, що петрофітно-трав'яні біотопи більш аеровані (5,5), ніж лісові (6,0).

Кислотність ґрунтів (**Rc**) Гірського Криму досить висока (8,9) і найбільші коливання від 8,0 до 10,3 зафіксовані для петрофітних біотопів відповідно високогірних яйлинських гляреофітних відкладів (Н:2.231) та приморських конгломеративних осипів на бедлендах *Atraphaco-Capparidion* (Н:2.222) (Korzhenevskiy, Klyukin, 1989). Цей показник знижується на південному макросхилі нижнього поясу від 9,1 до 8,7 у середньому та верхньому поясах, в той час, як на північному макросхилі цей показник відносно стабільний (8,8). Отже, тільки біотопи ПБК відрізняються за кислотністю ґрунтів. Лісові біотопи мають нижчі показники (8,7 бала), ніж петрофітно-трав'яні (9,0), тобто лісові екосистеми підвищують кислотність ґрунту. Аналогічні закономірності спостерігаються по відношенню до **сольового** режиму (Sl), де найвищі показники (11,2) зафіксовані для *Atraphaco-Capparidion* (Н:2.222), найнижчі (6,6) для високогірних яйлинських гляреофітних відкладів *Rumex scutatus* L. (Н:2.231), а середні становлять 8,1 бала. Ці показники досить високі для ПБК (8,4), різко знижуються в середньому та верхньому поясах (7,7), в той час, як на північному макросхилі таке зниження має низький градієнт від 7,9 балів нижнього поясу до 7,7 середнього та верхнього поясів. Для чагарниково-лісових біотопів цей показник дорівнює 7,8, а для петрофітно-трав'яних 8,3, тобто, зниження едифікаторної ролі ценозів сприяє підвищенню вмісту солей у ґрунті.

Такі загальні тенденції зміни сольового режиму та кислотності дещо відрізняються по відношенню до вмісту карбонатів у ґрунтах (**Ca**). Найнижчі показники карбонатів (7,1) зафіксовані для чагарників (F:3.123), а найвищі (10,4) – для степів (E:2.1511) при достатньо високих середніх показниках 8,9, що обумовлено природою кримських гір. На південному макросхилі цей показник знижується від нижнього поясу (9,0) до середнього (8,6), а потім наростає (8,8), що обумовлено "ефектом яйли", а на північному макросхилі показники нижнього і середнього поясів співпадають (8,6) і підвищуються з висотою над рівнем моря до 8,8. Тобто, ПБК відносно різко відрізняється від гірської частини. В лісах, де накопичується підстилка та гумус у ґрунтах, вміст карбонатів нижчий (8,9), ніж у петрофітно-трав'яних біотопах (9,3).

На відміну від едафічних кліматичні фактори проявляють значно чіткіші закономірності

висотних змін. Показники терморежиму (**Tm**) коливаються від 11,2 бала для вічнозелених листяних біотопів *Arbutus andrachne* (G:4.111) до 8,6 для петрофітних затінених угруповань *Saxifraga irriguae-Arabidetum caucasicae* (Н:2.114) верхніх поясів, а середнє значення становить 9,9 бала, що відповідає середньорічним температурам 11,9, 7,7 та 9,9 °С, хоча середньорічні температури повітря знижуються у ширших межах від 13,3 (ПБК) до 5,7 °С на Ай-Петрі (Ved, 1999). Тобто, приземні умови біотопів стабільніші, ніж умови атмосфери, хоча в цілому середні показники близькі. Відповідно, за нашими розрахунками, ФАР змінюється від 2344 до 1800, а середній показник становить 2070 МДж/м², що співпадає з нашими попередніми розрахунками (ПБК – 2332–2488 МДж/м², а в горах – 1973 МДж/м²) (Didukh et al., 2016). Кількість днів активної вегетації при $T > 10$ °С триває від 200 до 160, а в середньому 180 днів. Найвищі показники термоклімату характерні для нижнього поясу ПБК (середньорічна температура 10,4 °С, ФАР 2144 МДж/м², тривалість активної вегетації – 186 днів), при підйомі до середнього поясу показники знижуються відповідно – 9,6 °С, 2025 МДж/м² та 177 днів, а у верхньому поясі – 9,0 °С, 1955 МДж/м² та 172 дні. На північному макросхилі від верхнього поясу до середнього ці показники зростають до 9,4 °С, 2000 МДж/м² та 175 днів, а у нижнього поясу становлять 9,8 °С, 2068 МДж/м² та 180 днів, тобто характеризуються нижчим градієнтом зміни. За такими розрахунками на південному макросхилі при підйомі на кожні 100 м середньорічна температура знижується на 0,14 °С, ФАР на 19 МДж/м², кількість днів активної вегетації – 0,8, а на північному макросхилі відповідно 0,1 °С, 11 МДж/м² та 0,8 днів, що дещо відрізняється від атмосферних показників клімату (Ved, 1999, 2000), оскільки лісові екосистеми значно змінюють мікрокліматичні умови.

Показники кріоклімату (**Cr**) корелюють з такими терморежиму. Їхня амплітуда у ГК становить від 8,3 (–4,8 °С) для петрофітних затінених біотопів вищих поясів (Н:2.114) до 10,2 бала (2,8 °С) для біотопів з домінуванням *Arbutus andrachne* (G:4.111) ПБК, а середнє значення 9,9 балів (–0,5 °С). При цьому показники знижуються від позитивних значень ПБК 0,4 °С (9,6 бала) до негативних –0,6 °С (9,3) для середнього, до –1,6 °С (9,1) для верхнього поясу, а на північному макросхилі відповідно –0,4, –1,2 та –1,6 °С. Градієнт зміни при зростанні висоти на 100 м південного макросхилу сягає 0,2, а північного –

0,12 °C. Середнє значення для чагарниково-лісових біотопів є позитивним (0,1), а для відкритих петрофітно-трав'яних негативним (–1,5 °C). Загалом ці показники та тенденція їхніх змін збігаються з такими, що наводяться кліматологами (Ved, 1999; 2000; Bokov, Lychak, 2010; Reteyum, 2010; Parubets, 2010), хоча амплітуда для біотопів вужча, ніж показників атмосфери.

Континентальність (**Kn**) коливається у межах 8,0 для лісових середнього поясу *Paenion-Quercion petraeae* (G:1.2381) до 10,9 балів для відкритих прибережних осипів на бедлендах *Atraphaco-Capparion* (H:2.222), а середнє значення становить 8,9. На основі цих показників були розраховані індекси Горчинського (відповідно 24,5, 34,9 та 27,7). Цей показник, як і попередні кліматичні показники, знижується з висотою на південному макросхилі від 28,4 у середньому поясі до 26,6, у верхньому – 26,3, а на північному макросхилі відповідно від 27,0 до 26,7 та 26,3. Для чагарниково-лісових біотопів він становить 27,0, а петрофітно-степових – 28,4.

Амплітуда омброрежиму (**Om**) дещо ширша, ніж попередніх факторів і максимальний розмах має у петрофітних біотопах від 9,1 (*Atraphaco-Capparidion* – H:2.222) до 12,3 (*Saxifrago irriguae-Arabidetum caucasicae* – H:2.114), а середнє значення дорівнює 11,0 балів, що відповідає індексу Де-Мартонна (Ід-м) відповідно 18,9, 32,4 та 22,3, а ГТК Селянінова – 0,58, 1,3 та 0,76, тобто характеризуються як достатньою зволоженістю повітря, так і дефіцитом опадів. З висотою над рівнем моря ці показники нарастають: на південному макросхилі від ПБК 10,5 бала (ГТК = 0,9; Ід-м = 22,3), у середньому поясі – 11,3 (ГТК = 1,1; Ід-м = 28,3), у верхньому – 11,6 (ГТК = 1,1; Ід-м = 29,6), а у нижньому поясі північного макросхилу – 11,2 (1,0; 27,7), середньому – 11,5 (1,1; 28,9), верхньому – 11,6 (1,1; 29,6), тобто з висотою нарастає і ГТК > 1, за виключенням ПБК. При цьому для чагарниково-лісових біотопів цей показник дещо вищий (11,1 бала, ГТК = 1,1) ніж петрофітно-трав'яних (11,0; 1,0), що свідчить про більшу випаровуваність відкритих територій.

Висновки

На основі отриманих протягом тривалого періоду польових досліджень рослинності (1973–2013 рр.) даних та аналізу еколого-ценотичних профілів Гірського Криму відпрацьована методика оцінки

топологічної диференціації біотопів гірських регіонів, що відображає β-ценорізноманіття екомер різного рангу. Закономірний розподіл угруповань (біотопів) на південному та північному макросхилах геоботанічних районів трактуються як відповідні макрокомбінації, а в межах висотних поясів – мезокомбінації. Для зручності аналізу окремо виділено ряди чагарниково-лісових та петрофітно-трав'яних біотопів. На основі застосування методики синфітоіндикації проведена порівняльна оцінка екологічних показників, які відображають характер кореляції між ними та специфіку диференціації біотопів Гірського Криму. Встановлено кількісні показники зміни гідротермічних та едафічних факторів залежно від структури біотопів та їхнього висотного розподілу. Показано велику значимість лісових екосистем у стабілізації екологічних умов. Проведені дослідження мають велике практичне значення в аспекті розробки заходів збереження біорізноманіття та природи Гірського Криму в цілому.

Подяки

Автори вдячні Л.П. Вакаренко за люб'язно надані геоботанічні описи, О.О. Чусовій за проведені розрахунки показників екофакторів.

ORCID

Я.П. Дідух:  <https://orcid.org/0000-0001-7619-0283>

Ю.В. Розенбліт:  <https://orcid.org/0000-0002-8516-3823>

Список посилань

- Babkov I.I. 1961. *Klimat Kryma*. Ed. I.I. Babkov. Leningrad: Gidrometeoizdat, 88 pp. [Бабков И.И. 1961. *Климат Крыма*. Отв. ред. И.И. Бабков. Ленинград: Гидрометеиздат, 88 с.].
- Bagrova L.A., Bokov V.A., Garkusha L.Ya., Dragan H.A. 2003. *Tematicheskij vupusk nauchnykh trudov* (Simferopol), 13: 95–105. [Багрова Л.А., Боков В.А., Гаркуша Л.Я., Драган Н.А. 2003. Крымское субсредиземноморье. Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. *Тематический выпуск научных трудов* (Симферополь), 13: 95–105].
- Bokov V.A. 2010. In: *Transformatsiya landshaftno-ekologicheskikh protsessov v Krymu v XX veke – nachale XXI veka*. Ed. V.A. Bokov. Simferopol: DOLYA,

- pp. 23–35. [Боков В.А. 2010. История изучения ландшафтно-экологических процессов в Крыму и их классификация. В кн.: *Трансформация ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX веке – начале XXI века*. Отв. ред. В.А. Боков. Симферополь: ДОЛЯ, с. 23–35].
- Bokov V.A., Lychak A.I. 2010. In: *Transformatsiya landshaftno-ekologicheskikh protsessov v Krymu v XX veke – nachale XXI veka*. Ed. V.A. Bokov. Simferopol: DOLYA, pp. 36–66. [Боков В.А., Лычак А.И. 2010. Природные предпосылки формирования ландшафтноэкологических процессов. В кн.: *Трансформация ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX веке – начале XXI века*. Отв. ред. В.А. Боков. Симферополь: ДОЛЯ, с. 36–66].
- Bonari G., Fernández-González F., Çoban S., Monteiro-Henriques T., Bergmeier E., Didukh Ya.P., Xystrakis F., Angiolini C., Chytrý K., Acosta T.R.A., Agrillo E., Costa C.J., Danihelka J., Hennekens S.M., Kavgaci A., Knollová I., Neto C.S., Sağlam C., Škvorec Ž., Tichý L., Chytrý M. 2021. Classification of the Mediterranean lowland to submontane pine forest vegetation. *Applied Vegetation Science*, 24(1): 1–88. <https://doi.org/10.1111/avsc.12544>
- Didukh Ya.P. 1992. *Rastitelnyi pokrov Gornogo Kryma (struktura, dinamika, evolyutsiya i okhrana)*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Naukova Dumka, 253 pp. [Дидух Я.П. 1992. *Растительный покров Горного Крыма (структура, динамика, эволюция и охрана)*. Отв. ред. Я.П. Дидух. Киев: Наукова думка, 253 с.].
- Didukh Ya.P. 1995. *Ekologia i noosferologia*, 1(1–2): 56–73. [Дидух Я.П. 1995. Структура классификационных единиц растительности и ее таксономические категории. *Екологія і ноосферологія*, 1(1–2): 56–73].
- Didukh Ya.P. 2011. *The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication*. Kyiv: Phytosociocentre, 176 pp.
- Didukh Ya.P., Mala Y.I., Pashkevich N.A., Fitsailo T.V., Khodosovtsev O.E. 2016. *Biotopes of the Crimean Mountains*. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: TOV NVP Interservis, 292 pp. [Дидух Я.П., Мала Ю.И., Пашкевич Н.А., Фіцайло Т.В., Ходосовцев О.Є. 2016. *Біотопи Гірського Криму*. Ред. Я.П. Дідух. Київ: ТОВ "НВП Інтерсервіс", 292 с.].
- Didukh Ya.P., Shelyag-Sosonko Yu.R. 1982. *Karadagskiy gosudarstvennyi zapovednik: rastitelnyi mir*. Kyiv: Naukova Dumka, 152 pp. [Дидух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. 1982. *Карадагский государственный заповедник: растительный мир*. Киев: Наукова думка, 152 с.].
- Didukh Ya.P., Plyuta P.H. 1994. *Fitoindykatsiya ekologichnykh faktoriv*. Kyiv: Naukova Dumka, 280 pp. [Дидух, Я.П., Плюта, П.Г. 1994. *Фітоіндикація екологічних факторів*. Київ: Наукова думка, 280 с.].
- Didukh Ya.P., Sokolenko U.M. 2014. *Ukrainian Botanical Journal*, 71(2): 127–139. [Дидух Я.П., Соколенко У.М. 2014. Екологічна диференціація біотопів Карабі-Яйли (Гірський Крим). *Український ботанічний журнал*, 71(2): 127–139]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj71.02.127>
- Didukh Ya.P., Rozenblit Yu.V. 2017. *Ukrainian Botanical Journal*, 74(3): 227–247. [Дідух Я.П., Розенбліт Ю.В. 2017. Методичні основи виділення та оцінки екомер (на прикладі Дністровського каньйону). *Український ботанічний журнал*, 74(3): 227–247]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj74.03.227>
- Didukh Ya.P., Budzhak V.V. 2020. *Prohrama dlya avtomatyzatsii protsesu rozrakhunku balnykh pokaznykiv ekologichnykh faktoriv: metodychni rekomendatsii*. Chernivtsi: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, 40 pp. [Дідух Я.П., Буджак В.В. 2020. Програма для автоматизації процесу розрахунку бальних показників екологічних факторів: методичні рекомендації. Чернівці: Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, 40 с.].
- Dragan N.A. 2004. *Pochvennye resursy Kryma*. Ed. N.A. Dragan. Simferopol: DOLYA, 208 pp. [Драган Н.А. 2004. *Почвенные ресурсы Крыма*. Отв. ред. Н.А. Драган. Симферополь: ДОЛЯ, 208 с.].
- Dublyanskiy V.N., Dublyanskaya G.N. 1996. *Karstovaya respublika*. Simferopol, 88 pp. [Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н. 1996. *Карстовая республика*. Симферополь, 88 с.].
- Garkusha L.Ya., Lychak A.I., Gorbunov R.V. 2010. In: *Transformatsiya landshaftno-ekologicheskikh protsessov v Krymu v XX veke – nachale XXI veka*. Ed. V.A. Bokov. Simferopol: DOLYA, pp. 266–275. [Гаркуша Л.Я., Лычак А.И., Горбунов Р.В. 2010. Связь растительного покрова с условиями увлажнения. В кн.: *Трансформация ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX веке – начале XXI века*. Отв. ред. В.А. Боков. Симферополь: ДОЛЯ, с. 266–275].
- Grebenshchikov O.S. 1974. *Problemy botaniki*, 12: 127–134. [Гребенщиков О.С. 1974. О поясности растительного покрова в горах Средиземноморья в широтной полосе 35–40 с.ш. *Проблемы ботаники*, 12: 127–134].
- Grishankov G.E. 1977. *Voprosy geografii*, 104: 128–139. [Гришанков Г.Е. 1977. Парагенетическая система ландшафтных зон Крыма. *Вопросы географии*, 104: 128–139].
- Hennekens S.M., Schaminée J.H.J. 2001. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science*, 12(4): 589–591. <https://doi.org/10.2307/3237010>
- Kochkin M.A. 1967. *Pochvy, lesa i klimat Gornogo Kryma i puti ikh ratsionalnogo ispolzovaniya*. Ed. M.A. Kochkin. Moscow: Kolos, 368 pp. [Кочкин М.А. 1967. *Почвы, леса и климат Горного Крыма и пути их рационального использования*. Ред. М.А. Кочкин. Москва: Колос, 368 с.].
- Korzhenevskiy V.V., Klyukin A.A. 1989. *Ekologiya*, 6: 26–33. [Корженевский В.В., Клюкин А.А. 1989. Растительность бедлендов Крыма. *Экология*, 6: 26–33].
- Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. 1999. *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*. Kyiv, 345 pp. + xxiii.

- Parubets O.V. 2010. In: *Transformatsiya landshaftno-ekologicheskikh protsessov v Krymu v XX veke – nachale XXI veka*. Ed. V.A. Bokov. Simferopol: DOLYA, pp. 88–99. [Парубец О.В. 2010. Изменения и колебания климата. В кн.: *Трансформация ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX веке – начале XXI века*. Отв. ред. В.А. Боков. Симферополь: ДОЛЯ, с. 88–99].
- Pavlova N.N. 1964. *Fizicheskaya geografiya Kryma*. Leningrad: Izd-vo Leningradskogo universiteta, 104 pp. [Павлова Н.Н. 1964. *Физическая география Крыма*. Ленинград: Изд-во Ленинградского университета, 104 с.].
- Podhorodetskyi P.D. 1988. *The Grimea: Nature*. Symferopol: Tavriya, 192 pp. [Подгороденский П.Д. 1988. *Крым: Природа. Справочное издание*. Симферополь: Таврия, 192 с.].
- Pozachenyuk E.A. 1999a. *Vvedenie v geoeologicheskuyu ekspertizu: mezhdistsiplinarnyi podkhod, funktsionalnye tipy, obektnye orientatsii*. Simferopol: Tavria, pp. 413. [Позаченюк Е.А. 1999. *Введение в геоэкологическую экспертизу: Междисциплинарный подход, функциональные типы, объектные ориентации*. Симферополь: Таврия, 413 с.].
- Pozachenyuk E.A. 1999b. *Voprosy razvitiya Kryma*. 11: 20–25. [Позаченюк Е.А. 1999. Ландшафтно-типологическая структура Крыма. *Вопросы развития Крыма*, 11: 20–25].
- Pozachenyuk E.A. 2009. *Sovremennye landshafty Kryma i sopredelnykh akvatoriy*. Ed. E.A. Pozachenyuk. Simferopol: Biznes-Inform, 672 pp. [Позаченюк Е.А. 2009. *Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий*. Ред. Е.А. Позаченюк. Симферополь: Бизнес-Информ, 672 с.].
- Reteyum A.Yu. 2010. In: *Transformatsiya landshaftno-ekologicheskikh protsessov v Krymu v XX veke – nachale XXI veka*. Ed. V.A. Bokov. Simferopol: DOLYA, pp. 67–87. [Ретеюм А.Ю. 2010. Климат Крыма в прошлом, настоящем и будущем. В кн.: *Трансформация ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX веке – начале XXI века*. Отв. ред. В.А. Боков. Симферополь: ДОЛЯ, с. 67–87].
- Rockaerts M. 2002. *The Biogeographical Regions Map of Europe: Basic principles of its creation and overview of its development*. Copenhagen: European Environment Agency, 18 pp.
- Roleček J., Tichý L., Zelený D., Chytrý M. 2009. Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science*, 20: 596–602. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01062.x>
- Rozenblit Yu.V. 2020. *Ecomers of the Dniester canyon*. Cand. Sci. Diss. Kyiv, M.G. Kholodny Institute of Botany NAS of Ukraine, 304 pp. (manuscript). [Розенблит Ю.В. 2020. *Екомери Дністровського каньйону*. Дис... канд. біол. наук: спец. 03.00.05 ботаніка. Київ, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 304 с. (рукопис)].
- Ryff L.E. 2000. In: *Materialy mezhdunarodnoy konferentsii po sadovodstvu*. Yalta, pp. 115–119. [Рыфф Л.Э. 2000. Флористические находки на денудационных склонах Горного Крыма. В зб.: *Современные научные исследования в садоводстве: материалы международной конф. по садоводству (Ялта, 11–13 сент. 2000 г.)*. Ч. 3. Ялта, с. 115–119].
- Ryff L.E. 2006. *Byulleten Nikitskogo botanicheskogo sada*, 92: 96–104. [Рыфф Л.Э. 2006. Растительность скальных обнажений роговиков и магматических пород в Горном Крыму. *Бюллетень Никитского ботанического сада*, 92: 96–104].
- Ryff L.E. 2007. *Byulleten Nikitskogo botanicheskogo sada*, 94: 9–13. [Рыфф Л.Э. 2007. *Sobolewskio sibiricae-Herocleetum (Tholospitea rotundifolia)* – новая ассоциация растительности приайлинских осыпей Горного Крыма. *Бюллетень Никитского ботанического сада*, 92: 96–104].
- Shelyag-Sosonko Yu.R., Didukh Ya.P. 1980. *Yaltinskiy gorno-lesnoy gosudarstvennyi zapovednik*. Kyiv: Naukova Dumka, 183 pp. [Шеляг-Сосонко Ю.Р., Дидух Я.П. 1980. *Ялтинский горно-лесной государственный заповедник*. Киев: Наукова думка, 183 с.].
- Tichý L. 2002. JUICE, soft ware for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 13: 451–453. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x>
- Vakhrushev B.A. 2004. *Karstoviy heomorfogenez Krymsko-Kavkazskoho hirsko-karstovoho rehionu*. Dr. Sci. Diss. Abstract. Kyiv, Institute of Geography NAS of Ukraine, 38 pp. [Вахрушев Б.О. 2004. Карстовый геоморфогенез Крымско-Кавказского горско-карстового региона. Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: спец. 11.00.04. Київ, Інститут географії НАН України, 38 с.].
- Ved I.P. 1999. *Voprosy razvitiya Kryma*, 11: 10–12. [Ведь И.П. 1999. Мезо- и микроклиматическое разнообразие Крыма. *Вопросы развития Крыма*, 11: 10–12].
- Ved I.P. 2000. *Klimaticheskii atlas Kryma*. Simferopol: Tavriya plus, 119 pp. [Ведь И.П. 2000. *Климатический атлас Крыма*. Симферополь: Таврия плюс, 119 с.].
- Walter G. 1968. *Rastitelnost zemnogo shara: Tropicheskie i subtropicheskie zony*. Vol. 1. Moscow: Progress, 547 pp. [Вальтер Г. 1968. *Растительность земного шара: Тропические и субтропические зоны*. Т. 1. Москва: Прогресс, 547 с.].

Рекомендує до друку І.І.Чорней

Дідух Я.П., Розенблінт Ю.В. 2022. Еколого-топологічна диференціація біотопів Гірського Криму. *Український ботанічний журнал*, 79(4): 221–245.

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська 2, Київ 01601, Україна: Я.П. Дідух, Ю.В. Розенблінт.

Реферат. На прикладі Гірськокримського геоботанічного округу проведено кількісну бальну оцінку умов існування рослинних угруповань (біотопів) та порівняльний аналіз топологічного (висотного) градієнту змін на основі методики синфітоіндикації. Серед 126 біотопів, що наводяться для Гірського Криму, для аналізу обрано 68 лісових, чагарникових, трав'яних та петрофітних типів, що відображають закономірності топологічної диференціації, тобто β -ценорізноманіття у межах п'яти геоботанічних районів і висотних поясів південного та північного макросхилів. Висвітлено специфіку методики польових досліджень та камеральної обробки даних, яка ґрунтується на геоботанічних описах, занесених до бази даних TURBOVEG і закладених еколого-ценотичних профілях з подальшою оцінкою умов існування та застосування сучасних методів і програм TWISPAN, STATISTICA-7. На основі ключових біотопів виділені комбінації, поєднання яких у межах висотних поясів трактується як мезо-, а в межах макросхилів – макрокомбінації. Наведено розподіл біотопів по мезо, макрокомбінаціях та геоботанічних районах. Побудовано модельні еколого-ценотичні профілі кожного геоботанічного району чагарниково-лісового та петрофітно-трав'яного рядів, на яких зображено розподіл біотопів та графіки показників провідних екофакторів. Встановлено закономірності їхніх змін залежно від висоти та характер кореляції між ними. Для кліматичних факторів (термо-, кріо-, омброрежиму, континентальності клімату) розраховано відповідні показники та коефіцієнти, що використовуються в кліматології. Отримані дані є основою оцінки диференціації біотопів, порівняльного аналізу екологічних умов їхнього існування та прогнозування можливих змін.

Ключові слова: біотоп, Гірський Крим, диференціація, екологічні фактори, рослинність, фітоіндикація, β -ценорізноманіття



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.246>

RESEARCH ARTICLE

Нові знахідки видів *Ascomycota* на території Національного природного парку "Гуцульщина"

Стелла І. ФОКШЕЙ 

Національний природний парк "Гуцульщина", вул. Дружби 84, Косів 78601, Івано-Франківська обл., Україна

Abstract. The article presents the results of mycological research conducted during 2013–2021 in Hutsulshchyna National Nature Park. The main tasks were to study the species diversity of ascomycetes and to identify new localities of rare species. As a result, 35 new records are reported for the park. Among them, *Discina ancilis*, *Morchella elata*, *M. semilibera*, *Otidea cochleata*, *Pyrenopeziza benesuada*, *Rutstroemia conformata*, *Sarcosphaera coronaria*, and *Verpa bohemica* were recorded in the Carpathian forests for the first time. *Anthracobia maurilabra*, *Choiromyces meandriformis*, *Dumontinia tuberosa*, *Geopyxis carbonaria*, *Gyromitra gigas*, *G. infula*, *Helvella acetabulum*, *H. macropus*, *Hymenoscyphus fagineus*, *Leotia lubrica*, *Peziza succosa*, *P. vesiculosa*, *P. violacea*, *Sarcosphaera coronaria*, and *Spathularia flavida* were found each in one or two localities. These fungi do not produce fruit bodies annually and are considered as rarely occurring species in the park. Most of the reported species are confined to deciduous forests.

Keywords: ascomycetes, Carpathian forests, mycological research, rare species

Article history. Submitted 31 May 2022. Revised 05 July 2022. Published 31 August 2022

Citation. Fokshei S.I. 2022. New records of *Ascomycota* species in Hutsulshchyna National Nature Park. *Ukrainian Botanical Journal*, 79(4): 246–253. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.246>

Affiliation. Hutsulshchyna National Nature Park, 84 Druzhby Str., Kosiv 78601, Ivano-Frankivsk Region, Ukraine.

Author e-mail: stellaannafr@gmail.com

Вступ

Одним із важливих напрямів біологічних досліджень є вивчення біорізноманіття на різних рівнях організації живого, насамперед на видовому. Мікологічне обстеження Національного природного парку (НПП) "Гуцульщина" розпочалося в 2002 р. (Natsionalnyi..., 2013). У результаті перших досліджень для його території наводилося 72 види *Basidiomycota* та два види *Ascomycota* (Derzhypilskyi, 2004). Подальші вивчення грибів тут проводили мікологи з різних наукових установ України –

Національного лісотехнічного університету України (Bazyuk-Dubey, 2010), Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (Heluta, Hayova, 2014; Tykhonenko, Heluta, 2014; Heluta et al., 2016; Andrianova, 2017; Dudka, Kryvomaz, 2017; Prydiuk, 2017; Zykova, 2017b), Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна (Akulov, Leontyev, 2014) тощо. Дослідження здебільшого мали епізодичний характер і стосувалися переважно груп грибів маловідомих на території парку. З 2011 р. комплексне вивчення мікобіоти у НПП "Гуцульщина" здійснює автор цієї статті. За результатами

досліджень, проведених упродовж 20-ти років, на території НПП загалом зареєстровано 1207 видів грибів і грибоподібних організмів, серед яких – 307 сумчастих, що становить 26% від загальної кількості.

Матеріали та методи

Упродовж 2013–2021 рр. здійснено понад 400 експедиційних виїздів з метою вивчення видового різноманіття мікобіоти та виявлення нових локалітетів рідкісних видів. Дослідження проводили маршрутно-експедиційним методом. Види ідентифікували за допомогою низки визначників і посібників (Morochkovskyi et al., 1969; Smitska, 1980; Courtecuisse, Duhem, 1995; Kibbi, 2009). Назви макроміцетів подано відповідно до *Index Fungorum* (Index..., 2008–onward). Відомості про поширення видів та їхню загальну екологію наведено на основі літературних джерел і електронних ресурсів (Morochkovskyi et al., 1969; Smitska, 1980; Dudka et al., 2009, 2019; Sarkina, 2009; Akulov et al., 2016; Bublyk, 2017; Prylutskyi et al., 2017; Zyкова, 2017a; Nagasawa et al., 2019). Назви ботаніко-географічних регіонів подано відповідно до випуску "Флора грибів України", присвяченого борошністоросям грибам (Heluta, 1989).

Результати та обговорення

Під час досліджень опрацьовано понад дві тисячі зразків макроскопічних представників відділу *Ascomycota*. У результаті список мікобіоти НПП "Гуцульщина" поповнено на 35 видів. Серед знайдених сумчастих грибів вісім видів (*Discina ancilis*, *Morchella elata*, *M. semilibera*, *Otidea cochleata*, *Pyrenopeziza benesuada*, *Rutstroemia conformata*, *Sarcosphaera coronaria*, *Verpa bohemica*) виявилися новими для Карпатських лісів і 15 видів (*Anthracobia maurilabra*, *Choiromyces meandriformis*, *Dumontinia tuberosa*, *Geopyxis carbonaria*, *Gyromitra gigas*, *G. infula*, *Helvella acetabulum*, *H. macropus*, *Hymenoscyphus fagineus*, *Leotia lubrica*, *Peziza succosa*, *P. vesiculosa*, *P. violacea*, *Sarcosphaera coronaria*, *Spathularia flavida*) траплялися на території парку дуже рідко (зареєстровано один-два локалітети).

Нижче наводимо список сумчастих грибів, нових для Карпатських лісів та НПП "Гуцульщина".

Український ботанічний журнал, 2022, 79(4)

LEOTIOMYCETES

HELOTIALES

Chlorociboriaceae

Chlorociboria aeruginascens (Nyl.) Kanouse

Івано-Франківська обл., Косівський р-н, с. Шешори, потік над печерою Довбуша, на трухлявій деревині *Fagus sylvatica* L., 13.08.2013, С.І. Фокшей¹.

Росте на гнилій деревині (без кори) листяних порід, насамперед бука та дуба. В Україні відомий з Карпатських і Прикарпатських лісів, Центрального та Лівобережного Полісся (Morochkovskyi et al., 1969; Dudka et al., 2019).

Gelatinodiscaceae

Ascotremella faginea (Peck) Seaver

Великорожинське лісництво, хребет Сокільський, смереково-буковий ліс, на сухій гілці *Fagus sylvatica*, 03.07.2019.

Росте на мертвій деревині переважно *F. sylvatica* (Nagasawa et al., 2019). В Україні відомий з Карпатських лісів (Dudka et al., 2019).

Helotiaceae

Hymenoscyphus fagineus (Pers.) Dennis

Старокутське природно-охоронне науково-дослідне відділення (ПНДВ), хребет Голиця, буковий ліс, на оплоднях букових горішків, 22.09.2020.

На території НПП "Гуцульщина" зафіксовано два локалітети.

Росте на опалих плодах *Fagus sylvatica*. В Україні відомий з Карпатських лісів (Morochkovskyi et al., 1969; Dudka et al., 2019).

Rutstroemiaceae

Rutstroemia conformata (P. Karst.) Nannf.

Старокутське ПНДВ, хребет Хоминський, ялицево-буковий ліс з домішкою *Alnus incana* (L.) Moench, на лісовій підстилці вільхи, 26.09.2018.

Росте на опалому листі та черешках вільхи, осики, тополі. В Україні відомий з Прикарпатських лісів та Західного Полісся (Morochkovskyi et al., 1969; Zyкова, 2017a).

Уперше виявлений у Карпатських лісах.

¹ Оскільки всі матеріали зібрані лише автором і тільки на території Косівського р-ну Івано-Франківської обл., надалі для всіх видів прізвище колектора, адміністративні область та район не вказуються.

Ploettnerulaceae

***Pyrenopeziza benesuada* (Tul.) Gremmen**

Старокутське ПНДВ, хребет Голиця, буковий ліс з домішкою *Picea abies* (L.) H.Karst., на поваленому *Fagus sylvatica*, 07.07.2021.

Росте групами на гілках і гнилій деревині. В Україні відомий із Центрального Полісся, Донецького злаково-лучного Степу (Morochkovskyi et al., 1969; Dudka et al., 2009).

Уперше виявлений у Карпатських лісах.

Sclerotiniaceae

***Dumontinia tuberosa* (Bull.) L.M. Kohn**

Старокутське ПНДВ, урочище Голиця, грабово-буковий ліс, на кореневищі *Anemone nemorosa* L., 18.04.2014.

На території НПП "Гуцульщина" зафіксовано два локалітети. Плодоносить не щорічно.

Росте в листяних та мішаних лісах, склероції розвиваються на кореневищах анемон. Трапляється зрідка. В Україні відомий з Розтоцьких і Прикарпатських лісів, Західного та Центрального Полісся, Правобережного і Харківського Лісостепу (Morochkovskyi et al., 1969; Dudka et al., 2009; Zykova, 2017a).

LEOTIALES

Leotiaceae

***Leotia lubrica* (Scop.) Pers.**

Старокутське ПНДВ, хребет Хоминський, ялицево-буковий ліс, на ґрунті, 26.09.2018.

На території НПП "Гуцульщина" зафіксовано два локалітети. Плодоносить не щорічно.

Росте групами під листяними або хвойними деревами (часто серед моху); зрідка на гниючій деревині (Kibbi, 2009). Трапляється зрідка. В Україні відомий з Розтоцьких, Карпатських і Прикарпатських лісів, Центрального Полісся (Morochkovskyi et al., 1969; Dudka et al., 2019).

RHYTISMATALES

Cudoniaceae

***Spathularia flavida* Pers.**

Дендрарій Старокутського ПНДВ, на хвойному опаді (між *Tsuga canadensis* (L.) Carrière та *Juniperus virginiana* L.), 24.11.2014.

На території НПП "Гуцульщина" зафіксовано один локалітет. Плодоносить не щорічно.

Росте групами у хвойних лісах на підстилці (Kibbi, 2009). Трапляється зрідка. В Україні відомий з Карпатських лісів (Dudka et al., 2019).

PEZIZOMYCETES

PEZIZALES

Discinaceae

***Discina ancilis* (Pers.) Sacc.**

Старокутське ПНДВ, урочище Голиця, смереково-буковий ліс з домішкою сосни, на пні *Picea abies*, 22.04.2014.

Росте у хвойних і мішаних лісах, садах і парках, на трухлявій деревині, біля неї, на вологому ґрунті, групами. В Україні відомий із Центрального Полісся (Morochkovskyi et al., 1969).

Уперше виявлений у Карпатських лісах.

***Gyromitra gigas* (Krombh.) Cooke**

Старокутське ПДВ, урочище Голиця, грабово-буковий ліс з домішкою *Picea abies*, на ґрунті, 27.04.2012.

На території НПП "Гуцульщина" зафіксовано два локалітети.

Росте у хвойних, мішаних і листяних лісах, на родючих ґрунтах, залишках трухлявої деревини. Трапляється зрідка. В Україні відомий з Розтоцьких і Карпатських лісів, Центрального Полісся (Morochkovskyi et al., 1969; Dudka et al., 2019).

***Gyromitra infula* (Schaeff.) Quél.**

Косівське ПНДВ, хребет Каменистий, ялицево-буковий ліс, на поваленому дереві *Abies alba* Mill., 19.11.2013.

На території НПП "Гуцульщина" зафіксовано один локалітет. Плодоносить не щорічно.

Росте у хвойних соснових та смерекових лісах, на залишках трухлявої деревини, поодинокі та невеликими групами. Трапляється зрідка. В Україні відомий з Карпатських лісів, Західного та Центрального Полісся (Morochkovskyi et al., 1969; Zykova, 2017a; Dudka et al., 2019).

Helvellaceae

***Helvella acetabulum* (L.) Quél.**

Старокутське ПНДВ, хребет Голиця, смереково-буковий ліс, на ґрунті, 08.04.2013.

На території НПП "Гуцульщина" зафіксовано один локалітет. Плодоносить не щорічно.

Росте у хвойних, листяних і мішаних лісах, поодинокі та групами. Трапляється зрідка. В Україні відомий з Карпатських лісів, Західного і Центрального Полісся, Правобережного Лісостепу, Лівобережного злакового Степу та Гірського Криму (Morochkovskyi et al., 1969; Sarkina, 2009; Zykova, 2017a; Dudka et al., 2019).

***Helvella crispa* (Scop.) Fr.**

Косівське ПНДВ, хребет Каменистий, ялицево-буковий ліс, на ґрунті, 02.08.2013.

Росте в листяних і мішаних лісах, поодинокі та групами. В Україні відомий з Розтоцьких і Карпатських лісів, Західного, Центрального та Лівобережного Полісся, Харківського Лісостепу та Гірського Криму (Morochkovskiy et al., 1969; Dudka et al., 2009, 2019; Sarkina, 2009; Zyкова, 2017a).

***Helvella lacunosa* (Afzel.) Fr.**

Старокутське ПНДВ, урочище Кремениця, смереково-буковий ліс, на трухлявій деревині, 17.07.2013.

Росте в листяних і мішаних лісах, на залишках трухлявої деревини, згарищах. Трапляється зрідка. В Україні відомий з Карпатських лісів, Західного та Центрального Полісся, Правобережного та Харківського Лісостепу (Dudka et al., 2009, 2019; Zyкова, 2017a).

***Helvella macropus* (Pers.) P. Karst.**

Старокутське ПНДВ, урочище Хоминське, ялицево-буковий ліс, серед моху, 26.09.2018.

На території НПП "Гуцульщина" зафіксовано два локалітети. Плодоносить не щорічно.

Росте в листяних і мішаних лісах, на ґрунті, серед моху, на трухлявій деревині. Трапляється зрідка. В Україні відомий з Розтоцьких і Карпатських лісів, Західного, Центрального і Лівобережного Полісся та Харківського Лісостепу (Morochkovskiy et al., 1969; Dudka et al., 2009, 2019; Zyкова, 2017a).

Morchellaceae

***Morchella elata* Fr.**

Кутське лісництво, урочище Овид, мішаний ліс, на ґрунті, 08.04.2014.

Росте в листяних та мішаних лісах, на лісових галявинах. В Україні відомий із Західного та Харківського Лісостепу (Morochkovskiy et al., 1969; Prylutskiy et al., 2017).

Уперше виявлений у Карпатських лісах.

***Morchella semilibera* DC.**

Кутське лісництво, урочище Овид, мішаний ліс, на ґрунті, 12.04.2014.

Росте в листяних і мішаних лісах (Kibbi, 2009; Sarkina, 2009). Трапляється зрідка. В Україні відомий з Гірського Криму (Sarkina, 2009).

Уперше виявлений у Карпатських лісах.

***Verpa bohemica* (Krombh.) J. Schröt.**

Кутське лісництво, урочище Овид, мішаний ліс, на ґрунті, 12.04.2014.

Росте в листяних лісах (вологих місцях), групами. Трапляється зрідка. В Україні відомий з Розтоцьких і Карпатських лісів, Центрального Полісся, Правобережного Лісостепу (Morochkovskiy et al., 1969; Bubyk, 2017).

Уперше виявлений у Карпатських лісах.

Otidea

***Otidea cochleata* (L.) Fuckel**

Околиці с. Вербовець (урочище Дубки), грабово-дубовий ліс, на ґрунті, 11.09.2015.

Росте в листяних лісах, на ґрунті. Трапляється зрідка. В Україні відомий з Розтоцьких лісів, Західного та Центрального Полісся (Smitska, 1980; Zyкова, 2017a).

Уперше виявлений у Карпатських лісах.

Pezizaceae

***Peziza succosa* Berk.**

Старокутське ПНДВ, урочище Кремениця, буково-сосновий ліс з домішкою *Larix decidua* Mill., на ґрунті, 19.06.2013.

На території НПП "Гуцульщина" зафіксовано два локалітети. Плодоносить не щорічно.

Росте в листяних, мішаних і хвойних лісах, на ґрунті, поодинокі та групами. Трапляється зрідка. В Україні відомий з Розтоцьких і Карпатських лісів і Правобережного Лісостепу (Smitska, 1980; Dudka et al., 2019).

***Peziza vesiculosa* Bull.**

Старокутське ПНДВ, хребет Голиця, на стежці "Під скелею", буково-грабовий ліс, на ґрунті, 14.06.2013.

На території НПП "Гуцульщина" зафіксовано два локалітети. Плодоносить не щорічно.

Росте в садах, лісах, на ґрунті, залишках гнилої деревини, багатих органікою ґрунтах, на вологих ділянках, поодинокі та групами. В Україні відомий із Центрального Полісся, Харківського Лісостепу, Лівобережного злакового Степу та Гірського Криму (Smitska, 1980; Dudka et al., 2009; Sarkina, 2009; Akulov et al., 2016).

Уперше виявлений у Карпатських лісах.

***Peziza violacea* Pers.**

Старокутське ПНДВ, урочище Кремениця, буково-сосновий ліс, на місці згарища, 19.06.2019.

На території НПП "Гуцульщина" зафіксовано один локалітет. Плодоносить не щорічно.

Росте в лісах, на місцях згарищ та попелищ, скупченими групами. Трапляється зрідка. В Україні відомий з Прикарпатських та Карпатських лісів, Західного і Центрального Полісся (Morochkovskyi et al., 1969; Zyкова, 2017a; Dudka et al., 2019).

***Sarcosphaera coronaria* (Jacq.) J. Schröt.**

Косівське ПНДВ, хребет Каменистий, смереково-буковий ліс, на ґрунті, 22.05.2013.

На території НПП "Гуцульщина" вид зафіксовано тільки в 2013 р.

Росте в лісах, на ґрунті. Трапляється зрідка. В Україні відомий із Центрального Полісся та Гірського Криму (Smitska, 1980; Sarkina, 2009).

Уперше виявлений у Карпатських лісах.

Pyronemataceae

***Anthracobia maurilabra* (Cooke) Boud.**

Старокутське ПНДВ, хребет Голиця, грабово-буковий ліс, на обвугленій деревині, 05.09.2016.

На території НПП "Гуцульщина" зафіксовано два локалітети.

Росте на згарищах, гнилій обвугленій деревині, на ґрунті, лісовій підстилці, групами. Трапляється зрідка. В Україні відомий з Карпатських лісів та Західного Полісся (Morochkovskyi et al., 1969; Zyкова, 2017a; Dudka et al., 2019).

***Geopyxis carbonaria* (Alb. & Schwein.) Sacc.**

Косівське ПНДВ, г. Гаршиця, на обвугленій деревині, 25.06.2013.

На території НПП "Гуцульщина" зафіксовано два локалітети. Плодоносить не щорічно.

Росте в лісах, на місцях згарищ вогнищ, на деревному вугіллі, поодинокі та скупченими групами. В Україні відомий з Карпатських лісів, Центрального Полісся, Лівобережного та Харківського Лісостепу (Smitska, 1980; Dudka et al., 2009, 2019).

***Scutellinia* sp.**

Старокутське ПНДВ, біля адміністративного корпусу, на пні *Carpinus betulus* L., 18.06.2013.

Росте на гнилих гілках, пнях.

Sarcoscyphaeae

***Sarcoscypha austriaca* (Beck ex Sacc.) Boud.**

Косівське ПНДВ, хребет Голиця, смереково-буковий ліс, біля потоку, на гнилих гілках, 09.04.2013.

Росте на вологих ділянках, гнилих гілках листяних порід, гілках, занурених у ґрунт, поодинокі та невеликими групами. В Україні відомий з Розтоцьких і Карпатських лісів, Західного Полісся, Лівобережного і Харківського Лісостепу та Гірського Криму (Smitska, 1980; Dudka et al., 2009, 2019; Sarkina, 2009; Zyкова, 2017a).

Tarzettaceae

***Tarzetta cupularis* (L.) Lambotte**

Шешорське ПНДВ, під полониною Росохата, на ґрунті, 13.08.2013.

Росте в лісах, садах і парках, на ґрунті. В Україні відомий з Карпатських лісів та Центрального Полісся (Smitska, 1980; Dudka et al., 2019).

Tuberaceae

***Choiromyces meandriformis* Vittad.**

Старокутське ПНДВ, хребет Голиця, грабово-буковий ліс, під самою поверхнею ґрунту, 14.06.2013.

На території НПП "Гуцульщина" зафіксовано два локалітети. Плодоносить не щорічно.

Росте в листяних, хвойних та мішаних лісах, на піщаних і глинистих ґрунтах, у ґрунті на глибині 3–10 см або під самою поверхнею. Трапляється зрідка. В Україні відомий з Карпатських лісів, Центрального та Лівобережного Полісся (Morochkovskyi et al., 1969; Dudka et al., 2019).

SORDARIOMYCETES

HYPOCREALES

Bionectriaceae

***Nectriopsis violacea* (J.C. Schmidt ex Fr.) Maire**

Старокутське ПНДВ, хребет Голиця, смереково-грабово-буковий ліс, на старому плодовому тілі *Fuligo septica* (L.) F.H. Wigg., 11.08.2016.

Паразитиє на старих плодових тілах *F. septica*. В Україні відомий з Карпатських лісів (Dudka et al., 2019).

SORDARIALES

Helminthosphaeriaceae

***Ruzenia spermoides* (Hoffm.) O. Hilber**

Старокутське ПНДВ, урочище Каменистий, ялицево-буковий ліс, на сухостійному дереві *Fagus sylvatica*, 15.09.2021.

Росте на сухих гілках, пенях листяних дерев, рідше хвойних. В Україні відомий з Розтоцьких і Карпатських лісів, Центрального Полісся та

Лівобережного Лісостепу (Morochkovskyi et al., 1969; Dudka et al., 2019).

XYLARIALES

Graphostromataceae

Biscogniauxia nummularia (Bull.) Kuntze

Старокутське ПНДВ, урочище Хоминське, ялицево-буковий ліс, на поваленому стовбурі *Fagus sylvatica*, 04.08.21.

Росте на гілках і стовбурах дерев листяних порід, переважно бука. В Україні відомий з Розтоцьких і Карпатських лісів (Morochkovskyi et al., 1969; Bublyk, 2017; Dudka et al., 2019).

Hypoxylaceae

Daldinia fissa Lloyd

Старокутське ПНДВ, урочище Кремениця, на обгорілій деревині *Acer pseudoplatanus* L., 08.08.2013.

Росте на гниючій та обгорілій деревині листяних порід. В Україні відомий з Карпатських лісів, Центрального Полісся, Харківського Лісостепу, Лівобережного злаково-лучного Степу (Morochkovskyi et al., 1969; Dudka et al., 2009, 2019).

Melogrammataceae

Melogramma campylosporium Fr.

Старокутське ПНДВ, хребет Голиця, буковий ліс з домішкою *Picea abies*, на опалих гілках *Fagus sylvatica*, 07.07.2021.

Росте на гілках граба, бука, ліщини. В Україні відомий з Карпатських лісів, Центрального Полісся, Західного та Правобережного Лісостепу, (Morochkovskyi et al., 1969).

З наведеного списку звичайними видами в парку є *Chlorociboria aeruginascens*, *Daldinia fissa*, *Helvella lacunosa*, *Hymenoscyphus fagineus* і *Sarcoscypha austriaca*. Оскільки 98% території НПП "Гуцульщина" займають ліси (Natsionalnyi..., 2013), майже всі види приурочені до лісових угруповань. Аналіз розподілу за біотопами показав, що серед описаних сумчастих грибів найбільше (51%, 18 видів), приурочені до листяних лісів, які переважають на території НПП "Гуцульщина" і займають 77% площі парку. Ще сім видів віддають перевагу як листяним так і мішаним лісам, шість видів ростуть повсюдно. Лише два види приурочені до хвойних деревостанів і ще два – і до хвойних і до мішаних.

Висновки

Упродовж дев'яти років для території НПП "Гуцульщина" знайдено 35 нових видів макроскопічних сумчастих грибів. З них вісім уперше виявлені в Карпатських лісах, 15 є рідкісними в парку. Понад половина з них (18 видів) приурочені до листяних лісів.

Подяка

Автор статті щиро вдячна професору В.П. Гелюті (Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України) за цінні поради та зауваження при підготовці статті до друку.

ORCID

С.І. Фокшей:  <https://orcid.org/0000-0001-5730-3617>

Список посилань

- Akulov O.Yu., Leontyev D.V. 2014. In: *Litopys pryrody Natsionalnoho pryrodnoho parku "Hutsulshchyna"*. Vol. 11. Ed. Yu.P. Stefurak. Kosiv, pp. 95–110. [Акулов О.Ю., Леонт'єв Д.В. 2014. Нові відомості про гриби НПП "Гуцульщина". В кн.: *Літопис природи Національного природного парку "Гуцульщина"*. Т. 11. Відп. ред. Ю.П. Стефурак. Косів, с. 95–110].
- Akulov O.Yu., Leontyev D.V., Savchenko A.O., Usichenko A.S., Shlakhter M.L., Yatsyuk I.I. 2016. *Chornomorskyi botanichnyi zhurnal*, 12(2): 178–190. [Акулов О.Ю., Леонт'єв Д.В., Савченко А.О., Усиченко А.С., Шлактер М.Л., Яцюк І.І. 2016. Матеріали до мікобіоти Національного природного парку "Олешківські піски" та прилеглих територій (Херсонська область, Україна). *Чорноморський ботанічний журнал*, 12(2): 178–190].
- Andrianova T.V. 2017. In: *Environmental, historical, cultural and ecoeducational aspects of the Ukrainian Carpathians balanced development: materials of international research and practical conference dedicated to the 15th anniversary of Hutsulshchyna National Nature Park*. Ed. Yu.P. Stefurak. Kosiv, pp. 195–203. [Андріанова Т.В. Відомості про фітопатогенні конідіальні гриби території НПП "Гуцульщина" і його околиць. У зб.: *Природоохоронні, історико-культурні та екоосвітні аспекти збалансованого розвитку Українських Карпат: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 15-й річниці НПП "Гуцульщина" (Косів, 8–9 червня 2017 р.)*. Ред. Ю.П. Стефурак, Косів, с. 195–203].

- Bazyuk-Dubey I.V. 2010. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 20(16): 118–127. [Базюк-Дубей І.В. 2010. Мікофлора Національного природного парку "Гуцульщина". *Науковий вісник НЛТУ України*, 20(16): 118–127].
- Bublyk Ya.Yu. 2017. *Naukovi zapysky Derzhavnoho pryrodnoznavchoho muzeu (Lviv)*, 33: 153–164. [Бублик Я.Ю. 2017. Екологічні групи ранньовесняних аскомікотів (*Ascomycota*) НПП "Сколівські Бескиди". *Наукові записки Державного природознавчого музею (Львів)*, 33: 153–164].
- Courtecuisse R., Duhem B. 1995. *Mushrooms and Toadstools of Britain and Europe*. London: Harper Collins Publishers, 480 pp.
- Derzhypilskyi L.M. 2004. In: *Litopys pryrody Natsionalnoho pryrodnoho parku "Hutsulshchyna"*. Vol. 1. Ed. Yu.P. Stefurak. Kosiv, p. 99 (manuscript) [Держипільський Л.М. 2004. Мікофлора НПП "Гуцульщина". В кн.: *Літопис природи Національного природного парку "Гуцульщина"*. Т. 1. Відп. ред. Ю.П. Стефурак. Косів, с. 99 (рукопис)].
- Dudka I.O., Heluta V.P., Andrianova T.V., Hayova V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Prydiuk M.P., Holubtsova Yu.I., Kryvomaz T.I., Dzhanan V.V., Leontyev D.V., Akulov O.Yu., Syvokon O.V. 2009. *Hryby zapovidnykiv ta natsionalnykh pryrodnykh parkiv Livoberezhnoi Ukrainy*. Vol. 2. Kyiv: Vydavnytstvo "Aristei" 428 pp. [Дудка І.О., Гелюта В.П., Андріанова Т.В., Гайова В.П., Тихоненко Ю.Я., Придюк М.П., Голубцова Ю.І., Кривомаз Т.І., Джаган В.В., Леонтьєв Д.В., Акулов О.Ю., Сивоконь О.В. 2009. *Гриби заповідників та національних природних парків Лівобережної України*. Т. 2. Київ: Видавництво "Арістей", 428 с.].
- Dudka I.O., Heluta V.P., Prydiuk Yu.A., Tykhonenko M.P., Akulov O.Yu., Hayova V.P., Zykova M.O., Andrianova T.V., Dzhanan V.V., Shcherbakova Yu.V. 2019. *Hryby zapovidnykiv i natsionalnykh pryrodnykh parkiv Ukrainy Karpatsk. Ed. V.P. Helyuta*. Kyiv: Naukova Dumka, 214 pp. [Дудка І.О., Гелюта В.П., Придюк Ю.А., Тихоненко М.П., Акулов О.Ю., Гайова В.П., Зикова М.О., Андріанова Т.В., Джаган В.В., Шчербакова Ю.В. 2019. *Гриби заповідників і національних природних парків Українських Карпат*. Ред. В.П. Гелюта. Київ: Наукова думка, 214 с.].
- Dudka I.O., Kryvomaz T.I. 2017. Supplement to the checklist of myxomycetes from National Nature park "Hutsulshchyna". In: *Environmental, historical, cultural and ecoeducational aspects of the Ukrainian Carpathians balanced development: materials of international research and practical conference dedicated to the 15th anniversary of Hutsulshchyna National Nature Park*. (Kosiv, June 8-9, 2017). Eds Yu.P. Stefurak et al. Kosiv, p. 223–229.
- Heluta V.P. 1989. *Flora gribov Ukrainy. Muchnistorosyanye griby*. Kiev: Naukova Dumka, 256 pp. [Гелюта В.П. 1989. *Флора грибів України. Мучнисторосяні гриби*. Київ: Наукова думка, 256 с.].
- Heluta V.P., Fokshei S.I., Derzhypilskyi L.M. 2016. In: *Rare plants and fungi of Ukraine and adjacent areas: implementing conservation strategies: abstracts of the fourth International conference*. Kyiv: Palyvoda, pp. 182–184. [Гелюта В.П., Фокшей С.І., Держипільський Л.М. 2016. Перші знахідки в Україні рідкісного гриба *Sparassis nemecii* (*Sparassidaceae*). У зб.: *Рідкісні рослини і гриби України та прилеглих територій: реалізація природоохоронних стратегій: матеріали четвертої міжнародної наукової конференції* (Київ, 16–20 травня, 2016 р.). Київ: Паливода, с. 182–184].
- Heluta V.P., Hayova V.P. 2014. In: *Litopys pryrody Natsionalnoho pryrodnoho parku "Hutsulshchyna"*. Vol. 11. Ed. Yu.P. Stefurak. Kosiv, pp. 78–95 (manuscript) [Гелюта В.П., Гайова В.П. 2014. Звіт науковців Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України про роботи, проведені на території НПП "Гуцульщина". В кн.: *Літопис природи Національного природного парку "Гуцульщина"*. Т. 11. Відп. ред. Ю.П. Стефурак. Косів, с. 78–95 (рукопис)].
- Index Fungorum. 2008–onward. Available at: <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp> (Accessed 18 January 2022).
- Kibbi Dzh. 2009. *Atlas gribov: Opredelitel vidov*. St. Petersburg: Amfora, 269 pp. [Кибби Дж. 2009. *Атлас грибів: Определитель видов*. Санкт-Петербург: Амфора, 269 с.].
- Morochkovskiy S.F., Zerova M.Ya., Lavitska Z.H., Smitska M.F. 1969. *Uznachnyk hrybiv Ukrainy: Askomitsety*. Vol. 2. Ed. D.K. Zerov. Kyiv: Naukova Dumka, 516 pp. [Морочковський С.Ф., Зерова М.Я., Лавітська З.Г., Сміцька М.Ф. 1969. *Визначник грибів України: Аскоміцети*. Т. 2. Відп. ред. Д.К. Зеров. Київ: Наукова думка, 516 с.].
- Nagasawa E., Yonezawa T., Nakagiri A. 2019. *Ascotremella faginea* (*Helotiales, Helotiaceae*) new to Japan. *Report of the Tottori Mycological Institute* 49: 1–4.
- Natsionalnyi pryrodnyi park "Hutsulshchyna". 2013. Eds. V.V. Prorochuk, Yu.P. Stefurak, V.P. Brusak, L.M. Derzhypilskyi. Lviv: Karty i Atlasy, 408 pp. [Національний природний парк "Гуцульщина" 2013. Відп. ред. В.В. Пророчук, Ю.П. Стефурак, В.П. Брусак, Л.М. Держипільський. Львів: НВФ "Карти і Атласи", 408 с.].
- Prydiuk M.P. 2017. In: *Litopys pryrody Natsionalnoho pryrodnoho parku "Hutsulshchyna"*. Vol. 14. Ed. Yu.P. Stefurak. Kosiv, pp. 72–80 (manuscript) [Придюк М.П. 2017. Базидіальні макроміцети Національного природного парку "Гуцульщина" (Івано-Франківська обл., Косівський р-н), зібрані у серпні 2016 р. В кн.: *Літопис природи Національного природного парку "Гуцульщина"*. Т. 14. Відп. ред. Ю.П. Стефурак. Косів, с. 72–80 (рукопис)].
- Prylutskyi O.V., Akulov O.Yu., Leontyev D.V., Ordynets O.V., Yatsiuk I.I., Usichenko A.S., Savchenko A.O. 2017. Fungi and fungus-like organisms of Homilsha forests National Park, Ukraine. *Mycotaxon*, 132(3): 1–56. <http://dx.doi.org/10.5248/132.705>
- Sarkina I.S. 2009. *Griby znakomye i neznakomye. Spravochnik-opredelitel gribov Kryma*. Simferopol, Biznes-Inform, 416 pp. [Саркина И.С. 2009. *Грибы знакомые и незнакомые. Справочник-определитель грибів Крыма*. Симферополь: Бизнес-Информ, 416 с.].

- Smitska M.F. 1980. *Flora gribov Ukrainy. Operkulyatnye diskomitsety*. Kyiv: Naukova Dumka, 224 pp. [Смицка М.Ф. 1980. *Флора грибов Украины. Оперкулятные дискосмицеты*. Киев: Наукова думка, 224 с.].
- Tykhonenko Yu.Ya., Heluta V.P. 2014. *Ukrainian Botanical Journal*, 71(4): 489–495. [Тихоненко Ю.Я., Гелюта В.П. 2014. Іржасті гриби Національного природного парку "Гуцульщина". *Український ботанічний журнал*, 71(4): 489–495]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj71.04.489>
- Zykova M.O. 2017a. In: *Materials of scientific conference dedicated to the 10th anniversary of the National Park "Prypiat-Stokhid"*. Ed. A.-T. Bashta. Lutsk, pp. 74–82. [Зикова М.О. 2017. Дискосмицети національного природного парку "Прип'ять-Стохід". У зб.: *Матеріали наукової конференції, присвяченої 10-річчю створення національного природного парку "Прип'ять-Стохід" (сmt Любешиів, 16–18 серпня 2017 р.)*. Ред. А.-Т. Башта. Луцьк, с. 74–82].
- Zykova M.O. 2017b. In: *Environmental, historical, cultural and ecoeducational aspects of the Ukrainian Carpathians balanced development: materials of international research and practical conference dedicated to the 15th anniversary of Hutsulshchyna National Nature Park*. Ed. Yu.P. Stefurak. Kosiv, pp. 229–231. [Зикова М.О. 2017. Карботрофні дискосмицети НПП "Гуцульщина". В зб.: *Природоохоронні, історико-культурні та екоосвітні аспекти збалансованого розвитку Українських Карпат: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 15-й річниці НПП "Гуцульщина" (Косів, 8–9 червня 2017 р.)*. Ред. Ю.П. Стефурак. Косів, с. 229–231].
- Рекомендує до друку В.П. Гелюта

Фокшей С.І. 2022. **Нові знахідки видів *Ascomycota* на території Національного природного парку "Гуцульщина"**. *Український ботанічний журнал*, 79(4): 246–253. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.246>

Національний природний парк "Гуцульщина", вул. Дружби 84, Косів 78601, Івано-Франківська обл., Україна: С.І. Фокшей

Реферат. У статті представлені результати мікологічних досліджень, які тривали впродовж 2013–2021 років на території Національного природного парку "Гуцульщина". Головне завдання полягало у вивченні видового різноманіття сумчастих грибів та виявленні нових локалітетів рідкісних видів. У результаті зареєстровано 35 нових для парку видів. Серед них *Discina ancilis*, *Morchella elata*, *M. semilibera*, *Otidea cochleata*, *Pyrenopeziza benesuada*, *Rutstroemia conformata*, *Sarcosphaera coronaria* та *Verpa bohemica* вперше виявлені в Карпатських лісах. *Anthracobia maurilabra*, *Choiromyces meandriiformis*, *Dumontinia tuberosa*, *Geopyxis carbonaria*, *Gyromitra gigas*, *G. infula*, *Helvella acetabulum*, *H. macropus*, *Hymenoscyphus fagineus*, *Leotia lubrica*, *Peziza succosa*, *P. vesiculosa*, *P. violacea*, *Sarcosphaera coronaria* та *Spathularia flavida* є рідкісними на території парку (зареєстровано одне-два місцезростання), і вони плодоносять тут не щорічно. Більшість виявлених видів приурочені до листяних лісів.

Ключові слова: Карпатські ліси, мікологічні дослідження, рідкісні види, сумчасті гриби



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.254>

RESEARCH ARTICLE

Вплив праймування гібереловою кислотою на проростання жолудів та ріст рослин *Quercus robur* і *Q. rubra* (Fagaceae)

Ірина В. КОСАКІВСЬКА , Леся В. ВОЙТЕНКО* , Валентина А. ВАСЮК , Микола М. ЩЕРБАТЮК 

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного, Національна академія наук України, вул. Терещенківська 2, Київ 01601, Україна

Abstract. The effect of pre-sowing priming with gibberellic acid (GA_3) solution (50 mg/L) on acorn germination and growth characteristics of 47-day-old plants of *Quercus robur* and *Q. rubra* was studied under laboratory conditions. The priming effect varied depending on the oak species and development phase of the plants. After priming, 86% of *Q. robur* acorns germinated that exceeded the control by 25%, while the number of sprouted acorns of *Q. rubra* was at the control level and amounted to 85%. The 47-day-old plants of *Q. robur* were divided into three groups: (1) sprouted acorns with cracked pericarp and main root; (2) seedlings with formed epicotyl and apical bud; (3) seedlings with unopened true leaves of juvenile type. The plants of *Q. rubra* were divided into two groups: (1) seedlings with formed epicotyl and apical bud; (2) seedlings with open true leaves. In plants of *Q. robur*, priming caused decrease of biomass in cotyledons, while no visible changes were found for those of *Q. rubra*. An increase in growth characteristics, fresh and dry biomass accumulation was noted for all *Q. robur* plants whereas thickening of shoots was observed only in seedlings of the second group. Instead, hormone treatment of acorns of *Q. rubra* led to inhibition of growth processes in plants of both groups. In general, priming with GA_3 solution enhanced germination of acorns and stimulated growth of *Q. robur* plants and, conversely, slowed the growth of *Q. rubra* plants. Exogenous GA_3 did not eliminate the syndrome of unfriendly seedlings of the studied oak species, but improved the viability of acorns and increased the number of seedlings/shoots.

Keywords: acorn, biometrics, germination, gibberellic acid, priming, *Quercus robur*, *Quercus rubra*, seedling

Ключові слова: *Quercus robur*, *Quercus rubra*, гіберелова кислота, жолуді, біометричні показники, праймування, проростки

Article history. Submitted 09 June 2022. Revised 11 August 2022. Published 30 August 2022

Citation. Kosakivska I.V., Vasyuk V.A., Voytenko L.V., Shcherbatiuk M.M. 2022. Effect of priming with gibberellic acid on acorn germination and growth of plants of *Quercus robur* and *Q. rubra* (Fagaceae). *Ukrainian Botanical Journal*, 79(4): 254–266. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.04.254>

Affiliation. M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Science of Ukraine, 2 Tereshchenkivska Str., Kyiv 01601, Ukraine: I.V. Kosakivska, V.A. Vasyuk, L.V. Voytenko, M.M. Shcherbatiuk.

*Corresponding author e-mail: lesyavoytenko@gmail.com

Вступ

Quercus robur L. (дуб звичайний) належить до головних лісоутворюючих порід України. Це світлолюбна, вимоглива до якості ґрунтів рослина (Hrodzynskyi, 2001). Умови зростання *Q. robur* на півночі України близькі до оптимальних, тоді як на півдні та південному сході проходить екологічна межа ареалу. При зміні клімату в бік аридизації, збільшенні частоти та суворості посухи виникає

загроза збереженню цього виду (Rogovsky, 2006). Природне поновлення *Q. robur* досить ускладнене, тому в різних регіонах спостерігається деградація дібров та зменшення їхньої площі (Didenko, 2008). У паркових біоценозах часткове самовідновлення відбувається на ділянках зі змінним лісовим фітоценотичним складом та зрідженим деревостаном (Patlay, 1984).

Quercus rubra L. (дуб червоний) походить зі сходу США та Канади. Завезений до Європи в 1691 р. та

© 2022 I.V. Kosakivska, V.A. Vasyuk, L.V. Voytenko, M.M. Shcherbatiuk. Published by the M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

на сьогодні поширений повсюдно за виключенням найхолоднішої частини Скандинавії. *Quercus rubra* – швидкозростаюча високоросла лісова порода, здатна адаптуватися до несприятливих екологічних умов, легко відновлюється насінням. Потенціал адаптації *Q. rubra* до прогнозованих змін клімату, особливо посухи та забруднення, вищий, ніж у *Q. robur*, чому зокрема сприяє значна щільність проростків на листках (Timbal, Dreyer, 1994; Brus, 2011; Nicolescu et al., 2020).

Для покращення проростання насіння використовують біологічно активні речовини та фітогормони (Trots, 2016; Yücedağ et al., 2019). Серед останніх особливе місце посідають гібереліни – найчисельніший клас фітогормонів, задіяних у життєвому циклі рослин різних систематичних груп і грибів (Sytnyk et al., 2003). Поміж більш як 130 форм цих гормонів фізіологічна активність притаманна лише окремим гібереловим кислотам ($ГК_1$, $ГК_3$, $ГК_4$, $ГК_5$, $ГК_6$ та $ГК_7$), інші ж є їхніми попередниками та неактивними формами (Sponsel, Hedden, 2010). До головних біологічних функцій гіберелінів належать регуляція процесів проростання насіння, координація поділу клітин і їхнього розтягу, детермінування статі, розвиток пилку і квіток, індукція цвітіння, формування насіння та плодів (Gantait et al., 2015; Kosakivska et al., 2019). Екзогенну обробку гіберелінами успішно використовують для покращення ростових характеристик сіянців різних деревних видів (Ameen, Al-Imam, 2007; Elo et al., 2009; Maku et al. 2014; Acar et al., 2017; Thangjam, Sahoo, 2017; Yuan al., 2019; Yücedağ et al., 2019).

Метою нашої роботи було порівняльне вивчення ефектів праймування гібереловою кислотою на проростання жолудів, ріст проростків і сіянців двох видів, які характеризуються різною посухостійкістю – *Q. robur* та *Q. rubra*.

Матеріали та методи

Жолуді *Q. robur* та *Q. rubra* були зібрані в лютому 2022 р. з-під чотирьох дерев кожного виду на території парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення "Феофанія" (м. Київ). Після природної стратифікації зафіксовано розтріскування оплодня жолудів і відзначено появу кореня. Сортування плодів проводилось методом флотації. Для цього жолуді занурювали у воду та перемішували декілька разів. Під час флотації

жолуді розподілялись за питомою вагою. Здорові й непошкоджені плоди, важчі за воду, занурювались на дно посудини, а пустотілі/пошкоджені піднімалися на поверхню води. Відкалібровані неушкоджені жолуді стерилізували в 2,5%-му розчині гіпохлориту натрію впродовж 10 хв, після чого промивали водою та висушували на фільтрувальному папері за кімнатної температури. Відібрані плоди по 60 штук замочували впродовж 24 год у воді (контроль) та розчині 50 мг/л гіберелової кислоти ($ГК_3$) і висаджували в ємності, заповнені 2 кг суміші ґрунту ("Ґрунт універсальний", м. Дніпро) та піску (1:1). Пророщували жолуді в контрольованих умовах за температури +20 °С, освітленні 190 мкмоль/(м²·с), фотоперіод складав 16/8 год (день/ніч), відносна вологість повітря – 65±5%. Вологість субстрату підтримували на рівні 60% від повної вологоємності. До появи проростків полив водою проводили кожні три доби з розрахунку 50 мл на ємність, а після появи сходів – щоденно.

Визначення ростових показників *Q. robur* та *Q. rubra* здійснювали на 47-му добу вегетації. Визначали висоту надземної частини та довжину коренів, масу органів, біометричні показники сім'ядолей та листків. Життєздатність насіння визначали за співвідношенням між пророслими та посадженими жолудями у відсотках.

Досліди проводили у трьох біологічних та трьох аналітичних повторях. Отримані результати обробляли статистично за допомогою комп'ютерної програми Statistica 6.0. Застосовували однофакторний дисперсійний аналіз, відмінності між середніми значеннями вважали значущими за $P \leq 0,05$ (Van Emden, 2008).

Результати та обговорення

Проростання жолудів

Поява поодиноких сходів *Q. robur* спостерігалась через 38 діб після висіву плодів, тоді як *Q. rubra* – через 27 діб. Масові сходи з'явилися відповідно на 40–45 та 30–34 добу. За умов праймування розчином $ГК_3$ частка пророслих жолудів дуба *Q. robur* на 47-му добу вегетації склала 86%, тоді як у непраймованих контрольних зразків – 61% жолудів. Натомість у *Q. rubra* кількість пророслих жолудів за праймування гормоном і в контролі була однакова і склала 85% (рис. 1). У роботі Zavala-Chávez (2004) повідомлялось, що жолуді різних видів дубів здатні проростати за короткий час після опадання.

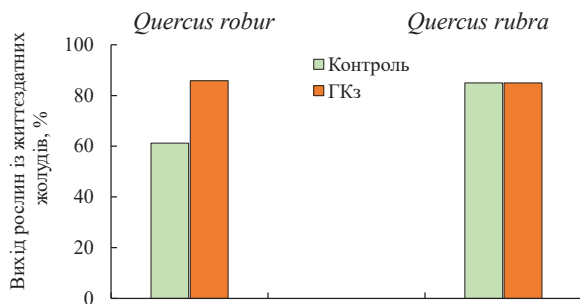


Рис. 1. Вплив праймування розчином гібереллової кислоти (50 мг/л) на проростання жолудів *Quercus robur* та *Q. rubra* (47-ма доба, %), n = 60

Fig. 1. Effect of pre-sowing priming with gibberellic acid solution (50 mg/l) on acorn germination of *Quercus robur* and *Q. rubra* (47th day, %), n = 60

Умови для проростання мають бути близькими до максимальної гідратаційної здатності жолудів, а за вмісту води в жолудях менше 25–30% останні втрачають життєздатність.

Відомості про вплив гіберелінів на проростання насіння та ріст сіянців деревних видів носять фрагментарний характер. Показано, що праймування насіння екзогенною ГК₃ до холодової стратифікації (ХС) більш ефективно для схожості граба звичайного (*Carpinus betulus* L.), ніж граба східного (*C. orientalis* Mill.). У *C. betulus* за використання ГК₃ відпала потреба у теплової стратифікації (ТС) і скоротилась тривалість ХС, що призвело до зростання відсотка схожості. У *C. orientalis* обробка ГК₃ прискорила на два-три місяці схожість насіння після ХС, проте відсоток схожості був значно меншим, ніж у насіння, підданого ХС впродовж чотирьох місяців. В обох видів після обробки ГК₃ відсоток схожості був на 70% вищим, та за тривалішої ХС скорочувався час проростання (Pipinis et al., 2012). Відмічено, що екзогенна ГК₃ покращує схожість насіння скумпії звичайної (*Cotinus coggygria* Scop.) Обробка ГК₃ нестратифікованого, скарифікованого сірчаною кислотою насіння, значно покращила схожість, тоді як у стратифікованого не спостерігалось значних відмінностей у відсотках схожості між обробленим і необробленим насінням. Показано, що концентрація ГК₃ не впливає на проростання, а в насінні, скарифікованому кислотою, застосування ГК₃ не змінило періоду ХС, необхідного для виходу зі стану спокою (Pipinis et al., 2014).

Наші дослідження показали, що після природної стратифікації праймування розчином гібереллової

кислоти позитивно вплинуло на проростання жолудів *Q. robur*, натомість не вплинуло на *Q. rubra*.

На 47-му добу вегетації, враховуючи морфологічні характеристики, ми розділили рослини *Q. robur* на три групи. До першої були віднесені пророслі жолуді з розтріснутим оплоднем і головним коренем; до другої – рослини з розвиненим епікотилем з верхівковою брунькою (проростки); до третьої – сіянці з нерозкритими справжніми листками ювенільного типу (сіянці) (рис. 2).

У *Q. rubra* на 47-му добу вегетації ми виділили дві групи рослин: до першої були віднесені проростки з рослини з розвиненим епікотилем з верхівковою брунькою (проростки); до другої – рослини зі справжніми розкритими листками (рис. 3).

Праймування жолудів *Q. robur* розчином ГК₃ індукувало збільшення числа рослин другої групи у півтора раза. Натомість кількість рослин першої та третьої груп зменшилась відповідно в 1,4 та 2,9 раза. Найбільша кількість контрольних рослин *Q. rubra* (50%) знаходилась у третій групі. Після праймування жолудів розчином ГК₃ їхнє число зросло ще на 5%, а рослин першої групи виявилось на 5% менше за контроль (табл. 1).

У дослідженні В.Г. Скляр (Sklyar, 2011) серед початкових етапів розвитку *Q. robur* були виділені фази сходів, проростків та ювенільних рослин. Але ці фази у порівнянні із нашими були дуже розтягнуті у часі. Наші дослідження охоплювали сходи/проростки та сіянці, які репрезентують перший, один із найуразливіших років життя, коли спостерігається масове відмирання рослин. Отже, на 47-му добу вегетації пророслі рослини дуба *Q. robur* та *Q. rubra* знаходились на стадіях проростків та сіянців. Обробка жолудів розчином ГК₃ індукувала посилення ростових процесів, що призвело до збільшення числа проростків *Q. robur*, а у *Q. rubra* – до незначного збільшення числа сіянців зі справжніми листками.

Біометрична характеристика сім'ядолей

Плоди *Q. robur* мали світло-коричневе забарвлення та довгасту форму. Їхня довжина варіювала від 3,00±0,15 до 3,50±0,18 см, діаметр – близько 1,50±0,08 см. Для садіння відбирали жолуді масою 6,14±0,31 г. Плоди *Q. rubra* мали коричневе з червонуватим відтінком забарвлення і округлу форму. Їхня довжина становила 2,8±0,14 см, діаметр 2,70±0,14 см. Для садіння відбирали жолуді масою 8,41±0,42 г.

Рис. 2. Рослини *Quercus robur* на 47-му добу вегетації за лабораторних умов, вирощені з непраймованих (контроль) жолудів: 1 – пророслі жолуді, 2 – проростки з розвиненим епікотилем та верхівковою брунькою, 3 – сіянці з ювенільними листками

Fig. 2. Plants of *Quercus robur* on the 47th day of vegetation in laboratory conditions, grown from non-primed (control) acorns: 1 – sprouted seeds, 2 – seedlings, 3 – plants with juvenile leaves



Рис. 3. Рослини *Quercus rubra* на 47-му добу вегетації за лабораторних умов, вирощені з непраймованих (контроль) жолудів: 1 – проростки з розвиненим епікотилем та верхівковою брунькою, 2 – сіянці зі справжніми листками, lsh – бічний пагір

Fig. 3. Plants of *Quercus rubra* on the 47th day of vegetation in laboratory conditions, grown from non-primed (control) acorns: 1 – seedlings; 2 – plants with true leaves, lsh – lateral shoot



Таблиця 1. Розподіл рослин *Quercus robur* та *Q. rubra* по групах (47-ма доба вегетації за лабораторних умов, %)
 Table 1. Distribution of plants of *Quercus robur* and *Q. rubra* by groups (47th day of vegetation under laboratory conditions, %)

Варіант досліджу	Пророслі жолуді, %	Проростки, %	Сіянци з ювенільними листями, %	Сіянци зі справжніми листями, %
Quercus robur				
Контроль	23,5	41,2	23,5	-
ГК ₃	16,3	61,4	8,2	
Quercus rubra				
Контроль	-	35,0	-	50
ГК ₃		30,0		55

Після набухання та проростання жолудів *Q. robur* довжина сім'ядолей залишалась практично незмінною, тоді як маса праймованих у розчині ГК₃ зменшилась у пророслого насіння на 3,3%, у сходах – на 8,9%, у сіянцях – на 4,4%. Обробка ГК₃ також не вплинула на довжину сім'ядолей *Q. rubra*, тоді як маса сім'ядолей сіянців зі справжніми листками порівняно з проростками зменшилась на 6,8% (табл. 2).

У своїй статті Silvertown (1989) наголошує, що маса насіння є фундаментальною ознакою життєздатності, яка впливає на ріст і розвиток рослини. У висококонкурентних середовищах існування, таких як лісові підстилки, природний відбір надає перевагу деревам з більш важким насінням, оскільки це прискорює розвиток сіянців і підвищує їхню конкурентоспроможність щодо ґрунтових ресурсів (Silvertown, 1989; Bruun, Ten Brink, 2008; Yi, Wang, 2016). Більш важке насіння деревних видів дає стійкіші до посухи та поїдання тваринами сходи, що збільшує шанси на їхнє укорінення (Chacón et al., 1998; Gómez, 2004; Huerta-Paniagua, Rodríguez-Trejo, 2011). Вважають, що за негативних впливів

навколишнього середовища насіння, яке має більшу масу, краще розвивається за рахунок більших сім'ядоліних резервів та адаптаційної спроможності (Fenner, Thompson, 2005). З'ясовано, що значний запас поживних речовин у сім'ядолях дуба на перших етапах онтогенезу забезпечує не лише проростання жолудів буквально з поверхні ґрунту, використовуючи вологу опадів, а й автономний ріст сіянців. Так, у перший рік розвитку спостерігається формування глибокої до 50–80 см кореневої системи та головного стебла заввишки 10–15 см (Patlay, 1984). Від ресурсів насіння залежить збільшення площі листків та інших органів проростків, які забезпечують автотрофне живлення (Wulf, 1986; Paz, Martínez-Ramos, 2003) і надходження поживних речовин (Schupp, 1995). Так, у дубів *Quercus rugosa* Née і *Q. laurina* Bonpl. початковий ріст пагонів не потребує фотосинтетичної активності, оскільки джерелом поживних речовин є сім'ядолі (Bonfil, 1998). Сім'ядолі та стрижневі корені сходів *Quercus crispula* Blume виконують роль накопичувальних органів, але з розвитком проростків їхні функції змінюються (Kabeya, Sakai, 2003).

Таблиця 2. Характеристика сім'ядолей *Quercus robur* та *Q. rubra*, вирощених з непраймованих (контроль) та праймованих 50 мг/л розчином ГК₃ жолудів (на 47-му добу вегетації за лабораторних умов)

Table 2. Characteristics of cotyledons of *Quercus robur* and *Q. rubra* grown from unprimed acorns (control) and acorns primed with 50 mg/l GA₃ solution (on the 47th day of vegetation under laboratory conditions)

Варіант досліджу	Пророслі жолуді		Проростки		Сіянци з ювенільними листками		Сіянци зі справжніми листками	
	Довжина, см	Сира маса, г	Довжина, см	Сира маса, г	Довжина, см	Сира маса, г	Довжина, см	Сира маса, г
Quercus robur								
Контроль	3,3±0,17	5,71±0,29	3,5±0,17	5,53±0,28	3,3±0,17	4,92±0,25	-	
ГК ₃	3,4±0,17	5,52±0,28	3,6±0,18	5,04±0,25	3,4±0,17	4,73±0,24		
Quercus rubra								
Контроль	-		2,5±0,13	7,16±0,36	-		2,5±0,13	6,64±0,33
ГК ₃			2,5±0,13	7,18±0,36			2,5±0,13	6,69±0,34

n = 10; x ± стандартна похибка (SE); n = 10; x ± standard error (SE)

Для червоних дубів *Q. affinis* Scheidw., *Q. castanea* Née, *Q. crassifolia* Humb. & Bonpl., *Q. eduardii* Trel., *Q. jonesii* Trel., *Q. mexicana* Humb. & Bonpl. та *Q. vimeana* Trel. встановлений позитивний зв'язок між швидкістю проростання та масою жолудів. Гідратовані жолуді білих дубів *Q. laeta* Liebm., *Q. polymorpha* Schltdl. & Cham. та *Q. potosina* Trel. важчі та проростають швидше, ніж жолуді червоних дубів. У всіх видів дубів схожість збільшується зі зростанням сирі маси жолудя. У межах виду ймовірність проростання збільшується за більшої маси жолудя, але такий зв'язок більш характерний для червоних дубів. У всіх видів дубів величина сирі маси проростків позитивно корелює із сухою біомасою жолудя, з якого він виріс, і не залежить від вмісту води. Припускають, що проростання жолудів білого дуба не так сильно залежить від сирі маси, як червоного дубу (Sánchez-Montes de Oca et al., 2018). Разом із тим повідомлялось, що маса жолудів *Q. germana* Schltdl. & Cham., *Q. insignis* M.Martens & Galeotti, *Q. sartorii* Liebm. та *Q. xalapensis* Bonpl. не впливала на схожість та розвиток проростків (García-De La Cruz et al., 2016).

Встановлено, що гібереліни стимулюють продукування гідролітичних ензимів α -амілази, протеаз та β -глюканаз, які задіяні у розщепленні поживних речовин ендосперму, необхідних для росту зародка (Yamaguchi, 2008). При проростанні насіння до алеїронового шару надходить лише гібереліновий сигнал, тоді як сам гормон не синтезується (Gubler et al., 1995). Ми показали, що після праймування жолудів розчином ГК₃ відбулось зменшення маси сім'ядолей всіх досліджуваних рослин *Q. robur*, що опосередковано засвідчило посилене використання запасних речовин та ініціювало ріст зародка. Натомість у *Q. rubra* видимих змін не виявлено.

Біометрична характеристика проростків і сіянців

Висота надземної частини 47-добових рослин всіх трьох груп рослин *Q. robur*, вирощених із праймованих ГК₃ жолудів, була відповідно на 9,8, 24 і 32% більша за контроль (рис. 4, А). Приріст сирі біомаси склав 16,7, 17,8 та 19,2% (рис. 4, В). Діаметр епикотилу рослин другої групи сягав $6,20 \pm 0,31$ мм, що перевищило контроль, і рослини третьої групи на 21%.

Після праймування жолудів розчином ГК₃ найбільше видовження кореня виявлено у проростків, довжина яких на 16,3% переважала показники контролю і склала

$11,40 \pm 0,57$ см (рис. 4, С). Найбільший приріст сирі біомаси головного кореня за дії ГК₃ відбувся також у проростків. Їхня біомаса перевищила контроль на 9,9% і склала $0,78 \pm 0,04$ г. Натомість біомаса коренів рослин першої та третьої груп була вищою за контроль лише на 3% та 5,1% відповідно (рис. 4, D).

Особливістю *Q. rubra* є одночасне формування головного пагону та бічних пагонів (рис. 2). За обробки жолудів розчином ГК₃ кількість бічних пагонів у проростків (перша група) була в 1,2 раза, а у сіянців з справжніми листками у 2,5 раза більше, ніж у контрольних рослин (табл. 3).

У *Q. rubra*, на відміну від *Quercus robur*, за обробки жолудів розчином ГК₃ висота та сира біомаса головного пагону 47-добових рослин не досягли контрольних показників. У рослин першої та другої груп висота пагонів була на 14,3 та 5,1% меншою, натомість довжина бічних пагонів рослин другої групи в 1,1 раза перевищила контрольні показники і склала $4,70 \pm 0,24$ см. За обробки жолудів розчином ГК₃ накопичення сирі біомаси у надземній частині рослин першої та другої груп було відповідно в 1,6 та 1,5 раза менше за контроль (рис. 5, А, В).

Обробка жолудів *Q. rubra* розчином ГК₃ пригнічувала ріст головного кореня, довжина якого у проростках та сіянцях із справжніми листками (перша та друга групи) не досягла показників контролю відповідно на 20,6 та 24,6%. Біомаса головного кореня проростків та сіянців за обробки ГК₃ сягала відповідно $1,35 \pm 0,07$ та $1,75 \pm 0,09$ г, що було на 30 та 18% менше за контроль (рис. 5, С, D).

Накопичення сухої речовини у коренях проростків обох видів дубів у всіх варіантах дослідження відбувалось активніше, ніж у пагонах. Натомість оводненість пагонів була вищою, ніж коренів. У надземній частині і коренях 47-добових проростків *Q. robur* маса сухої речовини за праймування жолудів розчином ГК₃ зросла відповідно на 76,7 та 5,5% (або у 1,877 та 1,106 раза), тоді як у *Q. rubra* зменшилась на 20,9 та 15,7% (або у 1,21 та 1,16 раза) (табл. 4). На прикладі *Mansonia altissima* (A.Chev.) A.Chev. було показано, що збільшення маси сухої речовини пагонів, коренів і листків після праймування насіння розчином ГК₃ (0,005 та 0,02 г/л) сприяло прискоренню переходу до репродуктивної фази розвитку (Maku et al., 2014).

Культурні насадження *Q. robur* створюють двома шляхами – посадка сіянців і посів жолудів. Перший є більш ефективним, оскільки сіянці мають сформовані надземну частину і кореневу систему стандартних розмірів. У перші роки життя сіянці

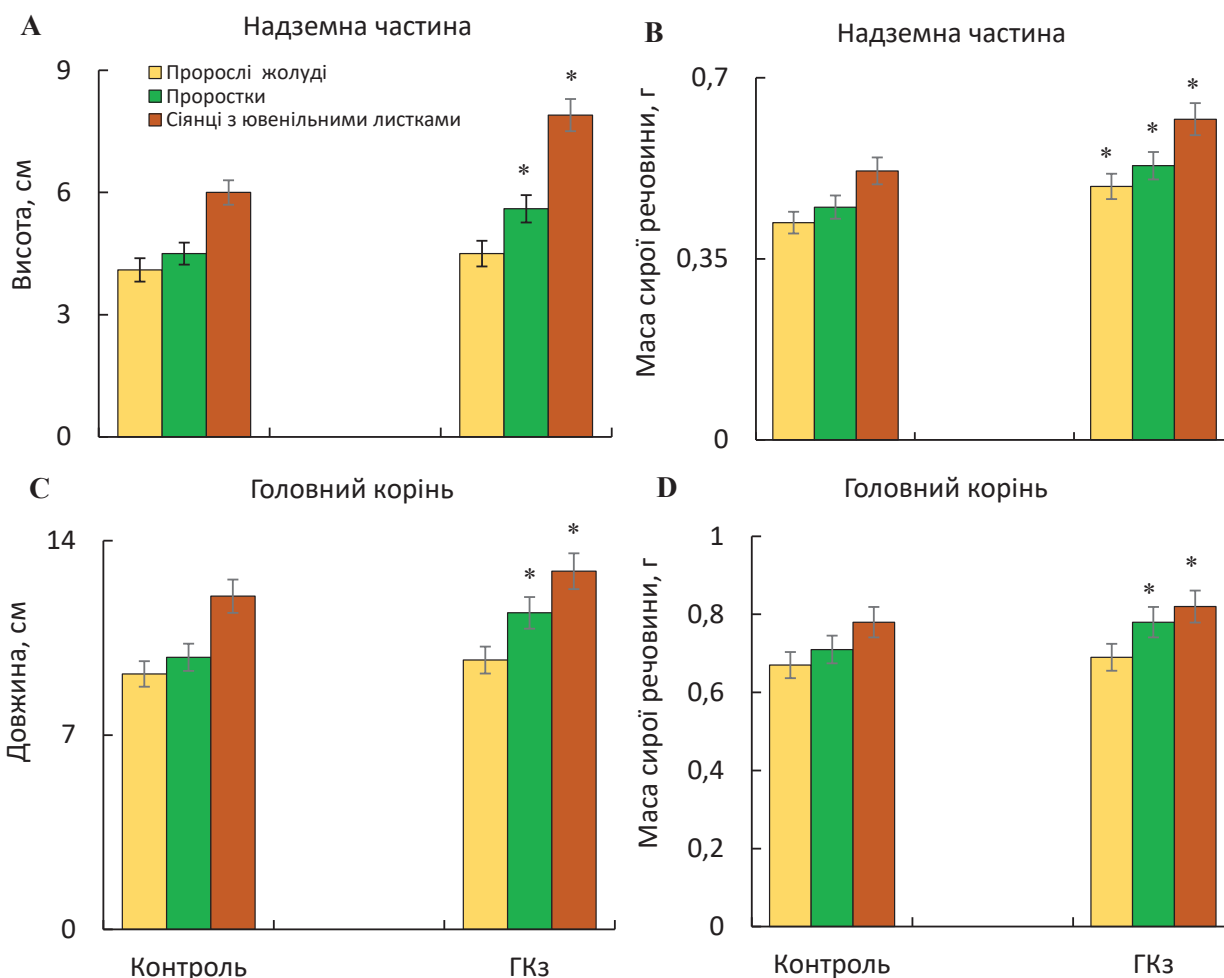


Рис. 4. Характеристики 47-добових рослин *Quercus robur*, вирощених з непраймованих (контроль) та праймованих розчином ГК₃ (50 мг/л) жолудів. А, В: висота та біомаса надземної частини; С, D: довжина та біомаса коренів. *Достовірна відмінність при $P \leq 0,05$ порівняно з контролем; представлені дані є середніми значеннями $\pm$ SE, n = 10

Fig. 4. Characteristics of 47-day-old plants of *Quercus robur* grown from non-primed (control) and primed with GA₃ solution (50 mg / L) acorns. A, B: height and fresh weight of aboveground part; C, D: length and fresh weight of roots. *Significant difference at $P \leq 0.05$ vs. control; data are the mean $\pm$ SE, n = 10

Таблиця 3. Вплив праймування жолудів розчином ГК₃ (50 мг/л) на формування бічних пагонів *Quercus rubra*, % рослин з бічними пагонами
Table 3. The effect of priming of acorns with a solution of GA₃ (50 mg/l) on the formation of lateral shoots of *Quercus rubra*, % of plants with lateral shoots

Група рослин	Контроль, %	ГК ₃ , %
Проростки	60	72,7
Сіянци зі справжніми листками	20	50

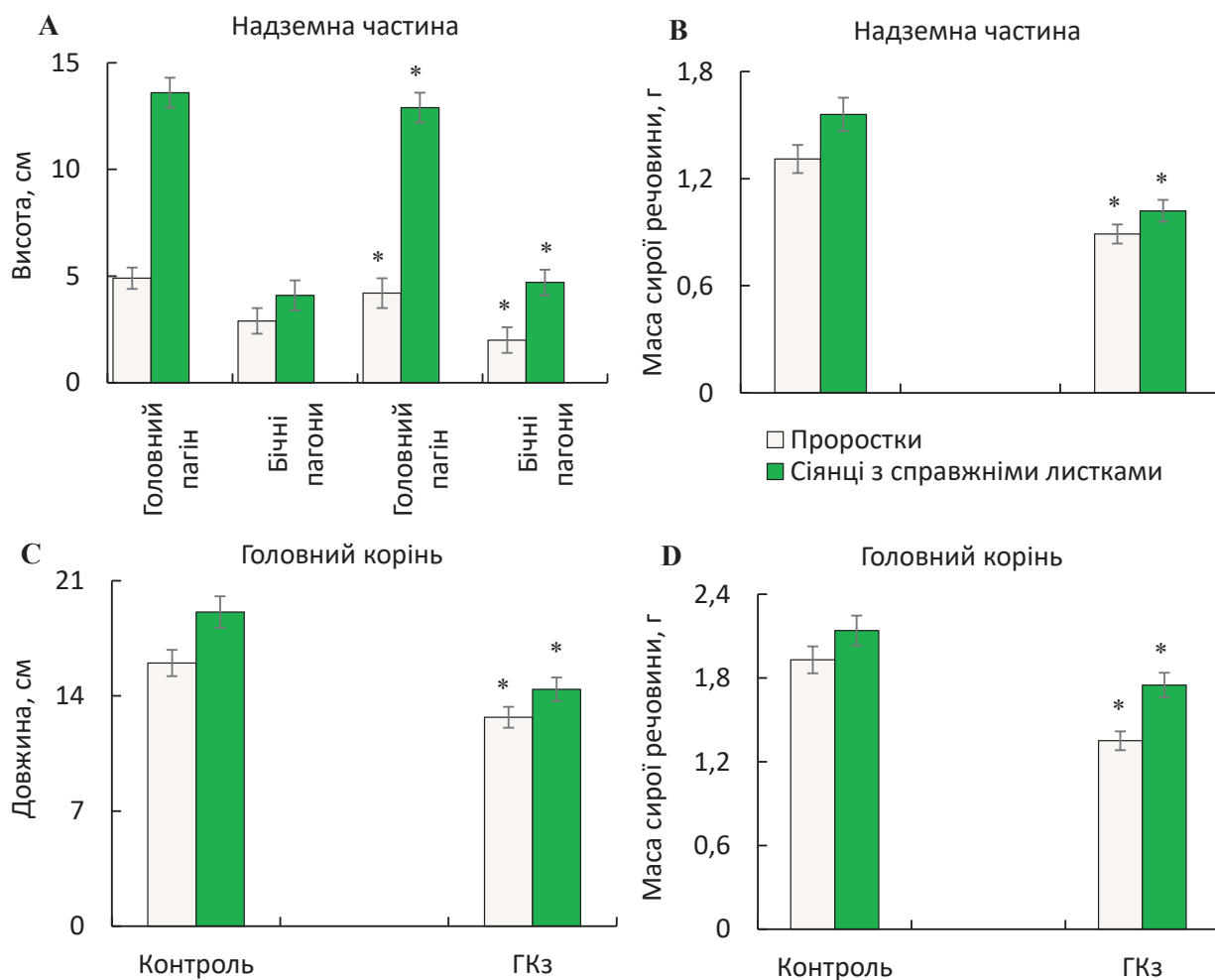


Рис. 5. Характеристики 47-добових рослин *Quercus rubra*, вирощених з непраймованих (контроль) та праймованих розчином ГК₃ (50 мг/л) жолудів. А, В: висота та сира маса надземної частини; С, D: довжина та сира маса коренів. *Достовірна відмінність при $P \leq 0,05$ порівняно з контролем; представлені дані є середніми значеннями $\pm$ SE, $n = 10$

Fig. 5. Characteristics of 47-day-old plants of *Quercus rubra* grown from non-primed (control) and primed with GA₃ solution (50 mg/L) acorns. A, B: height and fresh weight of aboveground part; C, D: length and fresh weight of roots. *Significant difference at $P \leq 0.05$ vs. control; data are the mean $\pm$ SE, $n = 10$

успішно конкурують з трав'яною рослинністю за поживні речовини (Zhukov, 1950; Houchuk, 1998). Характер росту та розвитку однорічних сіянців *Q. robur* залежить від термінів посіву жолудів. Сіянци, вирощені з жолудів осіннього посіву, характеризуються слабкішим лінійним та радіальним приростом. За весняного посіву спостерігається прискорений лінійний і радіальний ріст сіянців, формується потужніша коренева система (Avtonomov, 2014). Агрохімічні властивості субстратів суттєво не впливають на біометричні показники, кількість та розмір листків сіянців *Q. robur* (Romanov et al., 2017).

Для проростків *Q. robur* встановлений досить тісний кореляційний зв'язок (при значенні коефіцієнта кореляції 0,60–0,76) між величинами більшості статичних метричних показників та масою жолудя. Найбільш суттєвою виявилась залежність між масою жолудів та загальною масою проростків (Sklyar, 2011).

Для покращення проростання насіннєвого матеріалу використовують різні регулятори росту. Так, передпосівне праймування жолудів *Q. robur* водним розчином полігексаметиленгуанідин-гідрохлориду в концентрації 0,0001–0,5% індукувало

Таблиця 4. Вплив праймування жолудів розчинами ГК₃ (50 мг/л) на вміст сухої речовини (мг) і води (%) у пагонах та коренях 47-добових рослин *Quercus robur* та *Q. rubra*
 Table. 4. The effect of priming of acorns with GA₃ solutions (50 mg/l) on the content of dry matter (mg) and water (%) in shoots and roots of 47-day-old plants of *Quercus robur* and *Q. rubra*

Біометричні характеристики	Контроль		ГК ₃	
	Надземна частина	Корені	Надземна частина	Корені
<i>Quercus robur</i>				
Маса сухої речовини, мг	60,0±3,1	162,0±8,1	106,0±5,3*	171,6±8,6
Вміст води, %	86,6±4,3	75,8±3,8	80,8±4,1	78,1±3,9
<i>Quercus rubra</i>				
Маса сухої речовини, мг	91,0±4,6	198,0±9,9	72,0±3,6*	167,0±8,4*
Вміст води, %	81,2±4,1	73,8±3,7	84,8±4,2	80,4±4,1

*Достовірна відмінність при $P \leq 0,05$ порівняно з контролем; представлені дані є середніми значеннями $\pm$ SE, $n = 10$

*Significant difference at $P \leq 0.05$ vs. control; data are the mean $\pm$ SE, $n = 10$

збільшення висоти пагону на 11–45%, загальної кількості листків у 3,7–4,2 раза та загальної площі листової поверхні в 3,1–3,9 раза (Fylonyk et al., 2007). Передпосівне замочування жолудів *Q. robur* в розчинах препаратів Енерген (розчин на основі калієвих солей гумінових кислот), Нв-101 (екстракт, отриманий із сумішей витяжки рослинних високоенергетичних сполук з рослин *Cryptomeria japonica* (Tunb. ex L.f.) D.Don, *Cupressus* L. sp., *Achillea* L. sp., *Pinus* L. sp.) та Альбіт (комплексний препарат із властивостями регулятора росту та фунгіциду) сприяли зростанню темпів лінійного росту сіянів в середньому на 16,9–38,1% та їхнього діаметру в 1,3–1,7 раза. Препарат Епін-екстра (0,025 г/л розчин епібрасиноліду в спирті та полі-β-гідроксимаєляної кислоти з ґрунтових бактерій *Bacillus megaterium* та *Pseudomonas aureofaciens*, терпенової кислоти хвойного екстракту та збалансованого набору макро- і мікроелементів) дозволив отримати 97,1% стандартних сіянів вже на кінець першого року (Trots, 2016). Повідомлялось, що екзогенні фітогормони впливають на проростання насіння та ріст сіянів африканського ріжкового дерева (Sale, 2016), покращують ростові характеристики *Quercus frainetto* Ten. (Yücedağ, Bilir, 2019), сприяють перериванню спокою та активують ріст проростків *Pistacia khinjuk* Stocks (Ameen, Al-Imam, 2007; Acar et al., 2017), посилюють ріст проростків *Parkia timoriana* (DC.) Merr. (Thangjam, Sahoo, 2017), проростання насіння та ріст сходів рослин *Mansonia altissima* (Maku et al., 2014).

Фітогормони залучені в індукцію утворення деревини *Populus simonii* Carrière $\times$ *P. nigra* Mill. (Yuan et al., 2019), регуляцію цвітіння та росту плодів *Prunus dulcis* (Mill.) D.A.Webb (*P. amygdalus* Batsch) (Koukouroukou-Petridou, 1996), росту

та утворення камбію проростками *Azadirachta indica* A.Juss. (Elo et al., 2009). Досить детально вивчено функцію гіберелінів в активації так званих "початкових ефектів" проростання та стимуляції лінійного росту органів і поверхні листків трав'яних рослин (Finkelstein et al., 2008). В той же час участь екзогенних гіберелінів у регуляції ростових процесів деревних видів залишається маловивченою. Повідомлялось, що після обробки жолудів *Q. frainetto* розчинами ГК₃ та ГК₄ (300 ppm) збільшується висота проростків і діаметр кореневої шийки, однак не змінюється сира та суха маса стебла та кореня (Yücedağ, Bilir, 2019). Подібні результати після обробки розчином ГК₃ (500 ppm, 24 год) отримані на *Pistacia khinjuk* (Acar et al., 2017). Замочування насіння *Pistacia vera* L. у 200 мг/л ГК₃ впродовж 12 год сприяло збільшенню висоти та діаметру сходів, тоді як відсоток пророслого насіння, довжина міжвузлів, суха маса пагону та кореня були значно вищими після подовження часу замочування впродовж 24 год (Ameen, Al-Imam, 2007). Максимальні ефекти на ростові показники проростків *Parkia timoriana* були отримані за обробки ГК₃ у концентрації 500 ppm впродовж 12 та 24 год. Виявлена позитивна кореляція між сирою та сухою біомасою коренів та зменшення діаметру кореневої шийки (Thangjam, Sahoo, 2017). В *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden та *Pinus elliottii* Engelm. діаметр кореневої шийки був тісно пов'язаний з усіма ростовими показниками (Binotto et al., 2010). Застосування ГК₃ у концентрації 0,005–0,03 г/мл не давало позитивних результатів під час проростання насіння *Tetrapleura tetraptera* (Schumacher & Thonn.) Thaub. (Maku et al., 2014). Обробка екзогенною ГК₃ (100 мг/л) *Populus simonii* $\times$ *P. nigra* індукувала збільшення діаметру стебла та накопичення целюлози (Zhao et al., 2019).

Таблиця 5. Характеристика листків 47-добових сіянців *Quercus robur* та *Q. rubra*, вирощених з непраймованих (контроль) та праймованих розчинами ГК₃ (50 мг/л) жолудів

Table 5. Morpho-phenological characteristics of leaves of 47-day-old seedlings of *Quercus robur* and *Q. rubra* grown from unprimed (control) and primed with GA₃ solutions (50 mg/l) acorns

Біометричні характеристики	Контроль		ГК ₃		Контроль	ГК ₃
	Ювенільні листки				Справжні розкриті листки	
	<i>Q. robur</i>	<i>Q. rubra</i>	<i>Q. robur</i>	<i>Q. rubra</i>	<i>Q. rubra</i>	
Кількість, од.	4(5)	4(6)	5(6)	5(6)	5(6)	5(7)
Довжина, мм (від верхнього до нижнього)	5,0±0,3 22,0±1,1	8,0±0,4 36,0±1,8	8,0±0,4 24,0±1,2	11,0±0,7 45,0±2,3	7,0±0,4 95,0±4,9	16,0±0,8 73,0±3,7
Маса, мг	60,0±3,2	180,0±6,1	70,0±3,5	260,0±13,2*	610,0±30,7	570,0±28,5*
Площа одного листка, мм ² (нумерація від кореня)						
7						186,0±9,3
6		32,0±1,6		49,0±2,6	22,0±1,3	403,0±20,3
5	16,0±0,8	83,0±4,2	35,0±1,8	236,0±11,8	412,0±20,7	499,0±24,9
4	36,0±1,8	154,0±7,7	53,0±2,7	375,0±18,8	959,0±48,1	806,0±40,4
3	68,0±3,4	229,0±11,5	70,0±3,5	452,0±22,6	1519,0±76,0	1129,0±56,5
2	90,0±4,6	311,0±15,6	95,0±4,8	309,0±15,7	1905,0±95,3	1262,0±63,2
1	174,0±8,7	484,0±24,2	122,0±6,2	502,0±25,1	1372,0±68,7	1143,0±57,2
Загальна площа листків, мм ²	384,0±19,2	1292,0±64,6	406,0±20,3	1922,0±96,2*	6189,0±309,6	5427,0±27,3*

*Достовірна відмінність при $P \leq 0,05$ порівняно з контролем; представлені дані є середніми значеннями $\pm$ SE, $n = 10$

*Significant difference at $P \leq 0.05$ vs. control; data are the mean $\pm$ SE, $n = 10$

Встановлено взаємозв'язок між сигнальними шляхами індоліл-3-оцтової кислоти та гіберелінів при регулюванні процесу розвитку ксилеми (Yuan et al., 2019). Домінуючим фактором утворення камбію у деревних видів виступають ауксини, за присутності яких посилюється продукування ГК₃. Так, утворення камбію у проростків *Azadirachta indica* регулювали саме ауксини (Elo et al., 2009).

Ми визначили, що ефекти праймування жолудів розчином ГК₃ по-різному проявлялись на досліджених видах дубів і залежали від фази розвитку рослин. Так, гормон індукував збільшення ростових показників і накопичення сирової та сухої біомаси в усіх досліджених 47-добових рослин *Q. robur*. Потовщення ж пагонів відбулось лише у проростків другої групи. Натомість обробка гормоном жолудів *Q. rubra* призводила до пригнічення ростових процесів у рослин першої та другої груп.

Ростові характеристики листків

У частини 47-добових рослин *Q. robur* та *Q. rubra* на стеблах сформувались нерозкриті ювенільні листки. Справжні розкриті листки були лише у рослин другої групи дуба червоного. У всіх варіантах досліду біометричні показники ювенільних листків *Q. robur* були меншими, ніж *Q. rubra*. Праймування жолудів *Q. robur* розчином ГК₃ індукувало

збільшення маси і площі листків відповідно на 16,7 і 5,7%. У *Q. rubra* маса та площа листків за дії ГК₃ зросла відповідно на 44,4 та 48,8%. У сіянців *Q. rubra*, вирощених із праймованих ГК₃ жолудів, число листків зросло до 5–6/7одиниць. Маса та площа листків за дії ГК₃ були у 1,1 раза нижче за контроль (табл. 5).

Отже, праймування жолудів обох видів досліджуваних дубів розчином ГК₃ позитивно впливало на ріст ювенільних листків. Біометричні ж показники справжніх листків у *Q. rubra*, які розвивались з праймованих жолудів, не досягали показників контролю.

Висновки

Праймування розчином ГК₃ активує проростання жолудів і стимулює ріст 47-добових рослин *Q. robur* та уповільнює ріст рослин *Q. rubra*. Екзогенна ГК₃ не знімає синдром появи недружніх сходів у досліджуваних видів дубів, але покращує життєздатність насіння і сприяє збільшенню кількості сходів. У цілому, праймування жолудів розчином ГК₃ може бути використане для стимуляції проростання насіння *Q. robur*.

Подяки

Публікація містить результати досліджень, проведених у рамках проекту, що фінансується Національною академією наук України (Договір № 8-22 від 04.01.2022 р.) "Визначення структурно-функціональних та молекулярних ознак стійкості дуба звичайного (*Quercus robur* L.) до аридизації клімату України" (2022–2023 pp.).

ORCID

I.B. Косаківська: <https://orcid.org/0000-0002-2173-8341>
Л.В. Войтенко: <https://orcid.org/0000-0003-0380-0807>
В.А. Васюк: <https://orcid.org/0000-0003-1069-9698>
М.М. Щербатюк: <https://orcid.org/0000-0002-6453-228X>

Список посилань

- Acar I., Yaşar H., Ercişli S. 2017. Effects of dormancy-breaking treatments on seed germination and seedling growth of *Pistacia khinjuk* Stocks using as rootstock for pistachio trees. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 90: 191–196. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2017.090.024>
- Ameen N.M., Al-Imam A. 2007. Effect of soaking periods, gibberellic acid, and benzyladenine on pistachio seeds germination and subsequent seedling growth (*Pistacia vera* L.). *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 35: 2–8. <http://dx.doi.org/10.33899/magrj.2007.26495>
- Avtonomov A.N. 2014. *Vestnyk ChHPU im. Y. Ya. Yakovleva*, 4(84): 52–56. [Автономов А.Н. 2014. Влияние сроков посева желудей дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) на биометрические показатели семян. *Вестник ЧГПУ им. И. Я. Яковлева*, 4(84): 52–56].
- Binotto A.F., Dal' Col Lúcio A., Lopes S.J. 2010. Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. *Cerne Lavras*, 16(4): 457–464. <https://doi.org/10.1590/S0104-77602010000400005>
- Bonfil C. 1998. The effects of seed size, cotyledon reserves, and herbivory on seedling survival and growth in *Quercus rugosa* and *Q. laurina* (Fagaceae). *American Journal of Botany*, 85(1): 79–87.
- Brus R. 2008. *Dendrologija za gozdarje (Dendrology for Foresters)*. 2nd ed. Ljubljana: Univerza Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 408 pp.
- Bruun H.H., Ten Brink D.-J. 2008. Recruitment advantage of large seeds is greater in shaded habitats. *Écoscience*, 15(4): 498–507. Available at: <http://www.jstor.org/stable/42902423>
- Chacón P., Bustamante R.O., Henríquez C.A. 1998. The effect of seed size on germination and seedling growth of *Cryptocarya alba* (Lauraceae) in Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 71(2): 189–197.
- Didenko M.M. 2008. *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchayev. Seria Soil science, agrochemistry, farming, forestry, ecology of soil*, 4: 112–114. [Діденко М.М. 2008. Особливості природного поновлення дубових лісів в умовах свіжої кленово-липової діброви. *Вісник ХНАУ імені В.В. Докучаєва. Серія Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів*, 4: 112–114].
- Elo A., Immanen J., Nieminen K., Helariutta Y. 2009. Stem cell function during plant vascular development. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 20(9): 1097–1106. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2009.09.009>
- Fenner M., Thompson K. 2005. *The ecology of seeds*. Cambridge: Cambridge University Press, 250 pp. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511614101>
- Finkelstein R., Reeves W., Ariizumi T., Steber C. 2008. Molecular aspects of seed dormancy. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 387–415. <http://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092740>
- Fylonyk Y.A., Aprasyukhyn A.Y., Nykytyn M.M. 2007. *Stimulyator prorstaniya, rosta i razvitiya drevesnykh rastenyi i sposob stimulyatsyi prorstaniya, rosta i razvitiya drevesnykh rastenyi*. Patent 2007115687/04. 26.04.2007. [Филоник И.А., Априасюхин А.И., Никитин М.М. 2007. *Стимулятор прорастания, роста и развития древесных растений и способ стимуляции прорастания, роста и развития древесных растений*. Патент 2007115687/04. 26.04.2007]. Available at: <https://patents.google.com/patent/RU2362303C2/ru>
- Gantait S., Sinniah U.R., Ali M.N., Sahu N.C. 2015. Gibberellins – a multifaceted hormone in plant growth regulatory network. *Current Protein & Peptide Science*, 16(5): 406–412. <http://doi.org/10.2174/1389203716666150330125439>
- García-De La Cruz Y., López-Barrera F., Ramos-Prado J.M. 2016. Germination and seedling emergence of four endangered oak species. *Madera Bosques*, 22(2): 77–87. <https://doi.org/10.21829/myb.2016.2221326>
- Gómez J.M. 2004. Bigger is not always better: conflicting selective pressures on seed size in *Quercus ilex*. *Evolution*, 58(1): 71–80. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2004.tb01574.x>
- Gubler F., Kalla R., Roberts J.K., Jacobsen J.V. 1995. Gibberellin-regulated expression of a myb gene in barley aleurone cells: evidence for Myb transactivation of a high-pI alpha-amylase gene promoter. *The Plant cell*, 7(11): 1879–1891. <https://doi.org/10.1105/tpc.7.11.1879>
- Hoychuk A.F. 1998. *Hospodarski zakhody formuvannya vysokoproductyvnykh dubovykh nasadzhzen*. Zhytomir: Polissya, 95 pp. [Гойчук А.Ф. 1998. *Господарські заходи формування високопродуктивних дубових насаджень*. Житомир: Полісся, 95 с.].
- Hrodzynskiy D.M., Shelyah-Sosonko Yu.R., Cherevchenko T.M., Yemelyanov I.H., Sobko V.H. 2001. *Problemy zberezheniya ta vidnovlennya bioriznomanitya v Ukraini*. Kyiv: Akadempriodyka,

- 105 pp. [Гродзинський Д.М., Шеляг-Сосонко Ю.Р., Черевченко Т.М., Ємельянов І.Г., Собко В.Г. 2001. *Проблеми збереження та відновлення біорізноманіття в Україні*. Київ: Академперіодика, 105 с.].
- Huerta-Paniagua R., Rodríguez-Trejo D. 2011. Efecto del tamaño de semilla y la temperatura en la germinación de *Quercus rugosa* Née. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17(2): 179–187. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.08.053>
- Kabeya D., Sakai S. 2003. The role of roots and cotyledons as storage organs in early stages of establishment in *Quercus crispula*: a quantitative analysis of the nonstructural carbohydrate in cotyledons and roots. *Annals of Botany*, 92(4): 537–545. <https://doi.org/10.1093/aob/mcg165>
- Kosakivska I.V., Voytenko L.V., Vasyuk V.A., Vedenychova N.P., Babenko L.M., Shcherbatyuk M.M. 2019. *Fiziologiya roslin i henetyka*, 51(3): 187–206. [Косаківська І.В., Войтенко Л.В., Васюк В.А., Веденичова Н.П., Бабенко Л.М., Щербатюк М.М. 2019. Фітогормональна регуляція проростання насіння. *Фізіологія рослин і генетика*, 51(3): 187–206. <http://www.frg.org.ua/uk/2019/187-206N3V51.htm>] <https://doi.org/10.15407/frg2019.03.187>
- Koukouroukou-Petridou M.A. 1996. Paclobutrazol affects growth of almond fruits and germination of almond seeds. *Plant Growth Regulation*, 20: 267–269.
- Maku J., Gbadamosi A.E., Fadoju O. 2014. Germination and seedling growth of *Mansonia altissima* (A.Chev.) A.Chev. in response to hormonal treatment. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 4(4): 269–274.
- Niculescu V.-N., Vor T., Mason W.L., Bastien J.-C., Brus R., Henin J.-M., Kupka I., Lavnyy V., Porta N.L., Mohren F. 2020. Ecology and management of northern red oak (*Quercus rubra* L. syn. *Q. borealis* F. Michx.) in Europe: a review. *International Journal of Forest Research*, 93(4): 481–494. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpy032>
- Patlay Y.N. 1984. *Seleksionno-ekologicheskie osnovy semenovodstva i vyrashchivaniya vysokoproduktivnykh kultur sosny obyknovnoy, duba chereschatoho, yasenya obyknovennoho v ravninnoy chasty Ukrainskoy SSR*: Dr. Sci. Diss. Kharkov, 586 pp. (manuscript). [Патлай І.Н. 1984. Селекційно-екологічні основи семенівництва і вирощування високопродуктивних культур сосни обыкновенної, дуба черешчатого, ясеня обыкновенного в рівнинній частині Української ССР: Дис. ... д-ра с.-х. наук; спец. 06.03.01 "Лесные культуры, селекция, семеноводство и озеленение огородов". Харьков, 586 с. (рукопись)].
- Paz H., Martínez-Ramos M. 2003. Seed mass and seedling performance within eight species of *Psychotria* (*Rubiaceae*). *Ecology*, 84(2): 439–450. Available at: <http://www.jstor.org/stable/3107899>
- Pipinis E., Milios E., Kiamos N., Mavrokordopoulou O., Smiris P. 2012. Effects of stratification and pre-treatment with gibberellic acid on seed germination of two *Carpinus* species. *International Seed Testing Association*, 40(1): 21–31. <https://doi.org/10.15258/sst.2012.40.1.03>
- Pipinis E., Milios E., Tomazos N., Smiris P. 2014. Breaking dormancy and germination of *Cotinus coggygria* Scop. seeds by means of sulphuric acid scarification, cold stratification and gibberellic acid. *Silva Balcanica*, 15(1): 38–46. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/283856431>
- Rogovsky S.V. 2006. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy* (Lviv), 16.2: 41–47. [Роговський С.В. 2006. Внутрішньовидова мінливість та адаптаційна стратегія (*Quercus robur* L.) на прикладі дубових насаджень дендропарку "Олександрія". *Науковий вісник НЛТУ України: збірник науково-технічних праць* (Львів), 16.2: 41–47].
- Romanov E.M., Smyshlyaeva M.I., Krasnov V.G., Mukhortov D.I. 2017. Growing of one-year containerized seedlings of English oak (*Quercus robur* L.) with the use of various nutritious substrates. *Vestnik of Volga State University of Technology. Seria: Forest. Ecology. Nature Management*, 3(35): 26–36. <https://doi.org/10.15350/2306-2827.2017.3.26>
- Sale F.A. 2016. Effects of different growth hormones on seed germination and seedling growth of African Locust Bean (*Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth). *International Journal of Forestry and Horticulture*, 2(2): 14–20. <https://dx.doi.org/10.20431/2454-9487.0202002>
- Sánchez-Montes de Oca E.J., Badano E.I., Silva-Alvarado L.E., Flores J., Barragán-Torres F., Flores-Cano J.A. 2018. Acorn weight as determinant of germination in red and white oaks: evidences from a common-garden greenhouse experiment. *Annals of Forest Science*, 75: 12. <https://doi.org/10.1007/s13595-018-0693-y>
- Schupp W.E. 1995. Seed-seedling conflicts, habitat choice, and patterns of plant recruitment. *American Journal of Botany*, 82(3): 399–409. <https://doi.org/10.2307/2445586>
- Silvertown J.W. 1989. The paradox of seed size and adaptation. *Trends in Ecology and Evolution*, 4: 24–26. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(89\)90013-X](https://doi.org/10.1016/0169-5347(89)90013-X)
- Sklyar V.H. 2011. *Bulletin of Zaporizhzhia National University. Biological Sciences*, 2: 119–125. [Скляр В.Г. 2011. Морфологічні ознаки проростків дуба звичайного в різних еколого-ценотичних умовах Новгород-Сіверського Полісся. *Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки*, 2: 119–125].
- Sponsel V., Hedden P. 2010. In: *Gibberellin Biosynthesis and Inactivation. Plant Hormones*. Ed. P.J. Davies. Dordrecht: Springer, pp. 63–94. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2686-7_4
- Sytnyk K.M., Musatenko L.I., Vasyuk V.A., Vedenychova N.P., Heneralova V.M., Martyn H.I., Nyesterova A.N. 2003. *Hormonalnyi kompleks roslin i hrybiv*. Kyiv, 186 pp. [Ситник К.М., Мусатенко Л.І., Васюк В.А., Веденичова Н.П., Генералова В.М., Мартин Г.І., Нестерова А.Н. 2003. *Гормональний комплекс рослин і грибів*. Київ, 186 с.].
- Thangjam U., Sahoo U.K. 2017. Effects of different pre-treatments and germination media on seed germination and seedling growth of *Parkia timoriana* (DC.) Merr. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 5(1): 98–105. <https://doi.org/10.18006/2017.5%281%29.098.105>

- Timbal J., Dreyer E. 1994. Water consumption and drought resistance. In: Timbal J., Kremer A., Le Goff N., Nepveu G. (eds). *Le chêne rouge d'Amérique*. INRA éditions, pp. 85–90.
- Trots V.B. 2016. *Ahrokhimiya i lesnoe khozyaystvo*, 5: 49–51. [Троць В.Б. 2016. Применение биологически активных веществ при выращивании дуба черешчатого. *Агрохимия и лесное хозяйство*, 5: 49–51].
- Van Emden H. 2008. *Statistics for terrified biologists*. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 360 pp.
- Wulf R. 1986. Seed size variation in *Desmodium paniculatum* II. Effects on seedling growth and physiological performance. *Journal of Ecology*, 74(1): 99–114.
- Yamaguchi S. 2008. Gibberellin metabolism and its regulation. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 225–251. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092804>
- Yi X., Wang Z. 2016. The importance of cotyledons for early-stage oak seedlings under different nutrient levels: a multi-species study. *Journal of Plant Growth Regulation*, 35(1): 183–189. <https://doi.org/10.1007/s00344-015-9516-7>
- Yuan H., Zhao L., Guo W., Yu Y., Tao L., Zhang L., Song X., Huang W., Cheng L., Chen J., Guan F., Wu G., Li H. 2019. Exogenous application of phytohormones promotes growth and regulates expression of wood formation-related genes in *Populus simonii* × *P. nigra*. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(3): 792. <https://doi.org/10.3390/ijms20030792>
- Yücedağ C., Bilir N. 2019. Phytohormone effect on seedling quality in *Hungarian oak*. *Forest Systems*, 28(2): 1–7. <https://doi.org/10.5424/fs/2019282-14604>
- Zavala-Chávez F. 2004. Desecación de bellotas y su relación con la viabilidad y germinación en nueve especies de encinos mexicanos. *CIENCIA ergo-sum*, 11(2): 177–185. Available at: <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/7555>
- Zhukov A.B. 1950. *Dubravyy SSSR*. Vol. 1. Moscow, Leningrad: Hoslesbumyzzdat, 352 pp. [Жуков А.Б. 1950. *Дубравы СССР*. Т. 1. Москва, Ленинград: Гослесбумиздат, 352 с.].
- Рекомендує до друку О.К. Золотарьова

Косаківська І.В., Войтенко Л.В., Васюк В.А., Щербатюк М.М. 2022. Вплив праймування гібереловою кислотою на проростання жолудів та ріст рослин *Quercus robur* і *Q. rubra* (Fagaceae). *Український ботанічний журнал*, 79(4): 254–266.

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного Національної академії наук України, вул. Терещенківська 2, Київ 01601, Україна: І.В. Косаківська, Л.В. Войтенко, В.А. Васюк, М.М. Щербатюк.

Реферат. У лабораторних умовах досліджено вплив праймування розчином гіберелової кислоти (ГК₃, 50 мг/л) на проростання жолудів та ростові характеристики 47-добових рослин *Quercus robur* і *Q. rubra*. Ефекти праймування плодів розчином ГК₃ по-різному проявлялись на досліджених видах дубів і залежали від фази розвитку рослин. За праймування проросло 86% жолудів *Q. robur*, що перевищило контроль на 25%, тоді як у *Q. rubra* кількість пророслих жолудів знаходилась на рівні контролю і складала 85%. На 47-му добу вегетації серед рослин *Q. robur* були виділені три групи: перша – пророслі жолуді з розтріснутим оплоднем і головним коренем; друга – рослини з розвиненим епикотилем з верхівковою брунькою; третя – сіянці з нерозкритими справжніми листками ювенільного типу. У *Q. rubra* були виділені дві групи, до першої увійшли проростки з рослини з розвиненим епикотилем з верхівковою брунькою, до другої – рослини зі справжніми розкритими листками. Праймування призводило до зменшення маси сім'ядолей рослин *Q. robur*, тоді як у *Q. rubra* видимих змін виявлено не було. Відмічено збільшення ростових показників і накопичення сирої та сухої біомаси в усіх рослин *Q. robur*. Потовщення пагонів відбулось лише у проростків другої групи. Натомість обробка гормоном жолудів *Q. rubra* призводила до пригнічення ростових процесів у рослин обох груп. В цілому, праймування розчином ГК₃ активувало проростання жолудів і стимулювало ріст рослин *Q. robur* та уповільнювало ріст рослин *Q. rubra*. Екзогенна ГК₃ не знімала синдрому появи недружніх сходів у досліджуваних видів дубів, але покращувала життєздатність насіння і сприяла збільшенню кількості сходів/проростків.

Ключові слова: *Quercus robur*, *Quercus rubra*, гіберелова кислота, жолуді, біометричні показники, праймування, проростки



Рецензія на книгу: Косаківська І.В., Васюк В.А., Войтенко Л.В., Щербатиук М.М. 2022. **Гормональна система рослин за дії важких металів**. Київ: Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного, 176 с.

Book review: Kosakivska I.V., Vasyuk V.A., Voytenko L.V., Shcherbatiuk M.M. 2022. **Hormonal system of plants under the action of heavy metals**. Kyiv: M.G. Kholodny Institute of Botany, 176 p.

У липні 2022 року вийшла друком і в електронному форматі (https://www.botany.kiev.ua/doc/hormonal_monograph_2022.pdf) монографія "Гормональна система рослин за дії важких металів". Видання присвячене 140-річчю від дня народження видатного українського вченого академіка Миколи Григоровича Холодного.

Монографія написана українською мовою, ілюстрована 50 рисунками та 4 таблицями, список посилань нараховує 885 джерел, складається зі вступу, чотирьох розділів і заключення. Ця наукова праця є результатом глибокого і всебічного аналізу новітніх літературних джерел та власних досліджень, проведених у відділі фітогормонології Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України і спрямованих на з'ясування особливостей функціонування гормональної системи рослин за дії важких металів.

Однією з найгостріших екологічних проблем сучасного індустріального світу є забруднення біосфери важкими металами (ВМ). Вони потрапляють у ґрунт, водойми та атмосферу внаслідок природних процесів та промислової діяльності людини. Швидкий розвиток промислового виробництва й транспорту спричинює різке зростання вмісту ВМ на урбанізованих територіях, поблизу видобувних кар'єрів і виробничих потужностей, електростанцій, магістралей. Навіть у незначних концентраціях ВМ здатні впливати на ріст і розвиток рослин. У відповідь на дію ВМ у рослинному організмі формуються реакції-відповіді, дослідження яких має вирішальне значення для пошуку шляхів підвищення стресостійкості, збільшення продуктивності рослин, очищення забруднених ґрунтів і водойм. Особливу роль в індукції та інтеграції захисних реакцій рослин на дію ВМ відіграють рослинні гормони.

Науковій спільноті в Україні та за її межами добре відомі роботи, що здійснюються у відділі фітогормонології, очолюваному доктором біологічних наук, професором І.В. Косаківською, і спрямовані на вивчення фітогормональної системи

рослин за нормальних і стресових умов. Питання, пов'язані з вивченням ролі рослинних гормонів за дії важких металів, що розглядаються у монографії, є актуальними і мають теоретичне та практичне значення.

У першому розділі книги наведені новітні відомості щодо участі і ролі фітогормонів у регуляції процесів росту та розвитку рослин. Детально проаналізовано участь ауксинів (ІОК), гіберелінів (ГК), цитокінінів (ЦК), абсцизової (АБК) та саліцилової (СК) кислоти, жасмонатів (ЖК) і брасиностероїдів (БС) в координації усіх етапів онтогенезу від початку проростання насіння до його дозрівання. Обговорені етапи біосинтезу окремих класів гормонів, специфіка їхньої компартименталізації, транспорту та сигналіну. Зазначено, що нагальним завданням молекулярної фізіології рослин є розуміння того, яким чином гормони взаємодіють для координації росту та стійкості рослин.

У другому розділі подано детальну інформацію про вплив металів на ріст і розвиток рослин. Відзначено, що головним джерелом надходження ВМ до навколишнього середовища є відходи господарської діяльності. До найбільш токсичних ВМ належать іони металів Pb, Cr, Mn, Hg, Cd, Sn, Cu та Fe. Крім згубного впливу на природні екосистеми, забруднення ґрунту і водних ресурсів ВМ призводить до значних втрат врожаю. У розділі обговорюються шляхи надходження і характер розподілу ВМ у рослинах. Наведені відомості щодо токсичності окремих ВМ, описано їхню пряму і непряму дію на рослини.

Головним є третій розділ монографії, присвячений власне ролі фітогормонів у захисті рослин від дії ВМ. Увага зосереджена на фітогормональній регуляції процесів росту й розвитку рослин за дії ВМ. Зазначено, що токсичні рівні ВМ провокують утворення активних форм кисню (АФК), надмірний вміст котрих переважantly перевантажує антиоксидантну систему, створює окислювальний стрес, який призводить до серйозних порушень у метаболізмі

рослин. Проаналізована участь БС, ГК та СК у стимулюванні антиоксидантної активності. Різні аспекти функціонування гормональної системи автори розглянули з урахуванням особливостей дії того чи іншого ВМ. Показано, що за дії ВМ фітогормони взаємодіють із системами захисту рослин, регулюють ріст і метаболізм. Завдяки такій взаємодії відбуваються анатомічні та морфологічні зміни на рівні клітин та органів рослин; пом'якшується негативний вплив АФК внаслідок стимуляції антиоксидантної системи; посилюється продукування лігандів або органічних хелаторів, таких як глутатіон і фітохелатини, які зв'язують ВМ та моделюють транслокацію токсичних сполук між коренями, пагонами та листками.

У четвертому розділі обговорено захисний вплив праймування та фоліарної обробки екзогенними гормонами за дії ВМ. Приклади підвищення стресостійкості та стабілізації метаболічних процесів за обробки екзогенними гормонами наведені в таблиці. Окрема увага зосереджена на результатах власних досліджень. Авторами було показано, що на ювенільній стадії розвитку озимої пшениці під впливом високих концентрацій цинку та екзогенної АБК відбуваються зміни в акумуляції та балансі гормонів стимуляторів ростових процесів і гормонів, задіяних у формуванні захисних механізмів. Відмічено нівелювання гальмівного ефекту ВМ на ріст рослин і зростання вмісту СК та АБК. Це дозволило зробити висновок про те, що зміни в балансі фітогормонів здатні ініціювати

захисні механізми і подальшу адаптацію рослин до впливу надмірної концентрації ВМ, а праймування зернівок екзогенною АБК може бути використаним для підвищення стресостійкості.

У заключенні відмічено, що забруднення наземних і водних екосистем ВМ спонукає до пошуку та розробки нових екологічно безпечних технологій, спрямованих на пом'якшення негативного впливу на навколишнє середовище, а дослідження в цій галузі суттєво поглиблюють розуміння механізмів поглинання, транспорту й детоксикації ВМ. Фітогормони є інтегруючою ланкою сигнальних систем, що регулюють реакцію рослин на стресори. Відповідь рослинного організму на стрес, спричинений високим рівнем ВМ, проявляється у швидкій зміні рівнів фітогормонів. Толерантність рослин до дії ВМ формується в результаті прямої або опосередкованої дії фітогормонів.

Представлена монографія є важливим внеском у теорію та практику гормональної регуляції росту й розвитку рослин за дії важких металів. Слід відзначити цікавий і якісний ілюстративний матеріал, представлений у кожному з підрозділів, а також значний обсяг бібліографічних посилань.

Монографія розрахована на спеціалістів у галузі фізіології та екології, студентів і аспірантів біологічного профілю. Представлені матеріали доцільно використовувати при викладанні спецкурсів із екології та фізіології рослин.

Н.Ю. ТАРАН

Український ботанічний журнал. 2022 • 79 • 4. Національна академія наук України. Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного. Науковий журнал. Заснований у 1921 р. Виходить один раз на два місяці (українською та англійською мовами). Головний редактор С.Л. Мосякін

Затверджено до друку вченою радою Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
(протокол №. 9 від 18 серпня 2022)

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

