УКРАЇНСЬКИЙ БОТАНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

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

UKRAINIAN BOTANICAL JOURNAL
An international journal for botany & mycology

2018 • 75 • 6

"*Український ботанічний журнал*" публікує статті з усіх напрямів ботаніки та мікології, в тому числі із загальних питань, систематики, флористики, геоботаніки, екології, еволюційної біології, географії, історії флори та рослинності, а також морфології, анатомії, фізіології, біохімії, клітинної та молекулярної біології рослин і грибів. Статті, повідомлення та інші матеріали публікуються в таких основних розділах: "Загальні проблеми, огляди та дискусії", "Систематика, флористика, географія рослин", "Гриби і грибоподібні організми", "Геоботаніка, екологія, охорона рослинного світу", "Червона книга України", "Флористичні знахідки", "Мікологічні знахідки", "Структурна ботаніка", "Фізіологія, біохімія, клітинна та молекулярна біологія рослин", "Гербарна справа", "Історія науки", "Хроніка", "Ювілейні дати", "Втрати науки", "Рецензії та новини літератури", "Дослідники фітобіоти та мікобіоти України".

Статті друкуються українською, англійською та російською мовами

Ukrainian Botanical Journal is a scientific journal publishing articles and contributions on all aspects of botany and mycology, including general issues, taxonomy, floristics, vegetation science, ecology, evolutionary biology, geography, history of flora and vegetation as well as morphology, anatomy, physiology, biochemistry, cell and molecular biology of plants and fungi. Original articles, short communications and other contributions are published in sections "General Issues, Reviews and Discussions", "Plant Taxonomy, Geography and Floristics", "Fungi and Fungi-like Organisms", "Vegetation Science, Ecology, Conservation", "Red Data Book of Ukraine", "Floristic Records", "Mycological Records", "Structural Botany", "Plant Physiology, Biochemistry, Cell Biology and Molecular Biology", "Herbarium Curation", "History of Science", "News and Views", "Anniversary Dates", "In Memoriam", "Reviews and Notices of Publications", "Explorers of Plants and Fungi of Ukraine".

Publication languages: Ukrainian, English and Russian

На першій сторінці обкладинки: Верховинський Національний природний парк
Фото Ярослава Форгіля

Front page: Verkhovynsky National Nature Park
Photo by Yaroslav Forhil

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

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

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ • ІНСТИТУТ БОТАНІКИ ім. М.Г. ХОЛОДНОГО
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE • M.G. KHOLODNY INSTITUTE OF BOTANY

УКРАЇНСЬКИЙ БОТАНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

2018 • 75 • 6

UKRAINIAN BOTANICAL JOURNAL

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

ЗМІСТ

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Систематика, флористика, география растений

Геоботаника, экология, охрана растительного мира

Красная книга Украины

Микологические находки

Физиология, биохимия, клеточная и молекулярная биология растений

Гербарное дело

Исследователи фитобиоты и микобиоты Украины

https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.06.509

Infrageneric placement of the Southern Hemisphere taxa of *Anemonastrum* and *Knowltonia* earlier included in *Anemone* sensu lato (*Ranunculaceae*)

Sergei L. MOSYAKIN[1], Peter J. de LANGE[2], Olena V. BULAKH[1]

[1] M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine
2 Tereschenkivska Str., Kyiv 01004, Ukraine
s_mosyakin@hotmail.com

[2] Environment and Animal Sciences, Unitec Institute of Technology
Private Bag 92025, Victoria Street West, Auckland 1142, New Zealand
pdelange@unitec.ac.nz

Mosyakin S.L., de Lange P.J., Bulakh O.V. **Infrageneric placement of the Southern Hemisphere taxa of *Anemonastrum* and *Knowltonia* earlier included in *Anemone* sensu lato (*Ranunculaceae*).** Ukr. Bot. J., 2018, 75(6): 509–516.

Abstract. The genera *Anemonastrum* and *Knowltonia* earlier usually included in *Anemone* sensu lato (*Ranunculaceae*: *Anemoneae*) were recently proposed to be recognized in expanded circumscriptions, based on molecular phylogenetic findings and partly also morphological and biogeographical evidence. Both these genera contain some representatives that are noteworthy from morphological and biogeographical viewpoints, and the general ranges of these genera (combining the ranges of their included species) demonstrate remarkable continent-scale disjunctions. In particular, *Knowltonia* in its new circumscription (corresponding to *Anemone* sect. *Pulsatilloides* sensu Hoot et al., 2012) contains southern African and some American taxa (mostly South American ones, including *Oreithales*, *Barneoudia*, etc.), and *K. crassifolia* from Tasmania. *Anemonastrum* (corresponding to *Anemone* subg. *Anemonidium* sensu Hoot et al., excluding *Hepatica*) is mainly Eurasian, but it also includes several North American species, as well as *A. antucense* from southern South America and *A. tenuicaule* from New Zealand. Species of the newly outlined *Anemonastrum* and *Knowltonia* were placed in various infrageneric taxa of *Anemone* sensu lato. Following the re-circumscription of genera, it is now timely to nomenclaturally update and partly re-circumscribe the relevant infrageneric taxa earlier treated in *Anemone* sensu lato. Here we propose the following new combinations at the section and subsection ranks: *Knowltonia* sect. *Mexicanae* (Starod.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. mexicana*); sect. *Crassifoliae* (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. crassifolia*); sect. *Rigidae* (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *Knowltonia hootae* = *Anemone rigida*, *K. hepaticifolia*, *K. moorei*); sect. *Meridium* (Starod.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. helleborifolia* and *K. peruviana*), sect. *Sellowiae* (Hoot) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. sellowii* and *K. assisbrasiliana*); sect. *Oreithales* (Schltdl.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. integrifolia*); sect. *Barneoudia* (Gay) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. balliana*, *K. chilensis*, *K. major*); sect. *Pulsatilloides* (DC.) Mosyakin & de Lange, comb. nov.; [sect. *Pulsatilloides*] subsect. *Alchemillifoliae* (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. caffra* and *K. fanninii*), and [sect. *Pulsatilloides*] subsect. *Pinnatifoliae* (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. tenuifolia*). The new species-rank combination *Knowltonia caffra* (Eckl. & Zeyh.) Christenh. & Byng ex Mosyakin & de Lange, comb. nov. is validated. The new subsectional name *Anemonastrum* sect. *Anemonidium* subsect. *Makariri* de Lange & Mosyakin, subsect. nov. is proposed; this new subsection houses *Anemonastrum antucense* from South America and *A. tenuicaule* from New Zealand.

Keywords: *Anemonastrum*, *Anemone*, infrageneric classification, *Knowltonia*, nomenclature, *Ranunculaceae*, Southern Hemisphere, taxonomy

Introduction

In our earlier articles (Mosyakin, 2016, 2018a, b; Mosyakin, de Lange, 2018, and references therein) we discussed extensively the problem of a rational circumscription of genera in the group of *Anemone* L. sensu lato (*Ranunculaceae*: *Anemoneae*). In general, in these articles we favored a rather narrow circumscription of genus-rank entities, with recognition of the following genera: (1) *Hepatica* Mill., (2) *Anemonastrum* Holub (including *Anemonidium* (Spach) Holub, *Arsenjevia* Starod., *Jurtsevia* Á. Löve & D. Löve, and *Tamuria* Starod.; corresponding mainly to *Anemone* subgen. *Anemonidium* sensu Hoot et al., 2012, but excluding *Hepatica*), (3) *Knowltonia* (corresponding to *Anemone* subg. *Anemone* sect. *Pulsatilloides* sensu Hoot et al., 2012), (4) *Pulsatilla* Mill., and (5) *Anemone* sensu stricto.

These genera correspond to the main phylogenetic lineages (clades) outlined in recent molecular phylogenetic studies (e.g., Ehrendorfer, Samuel, 2000, 2001; Schuettpelz et al., 2002; Wang et al., 2009; Meyer et al., 2010; Pfosser et al., 2011; Hoot et al., 2012; Lehtonen et al., 2016; Jiang et al., 2017, and references therein). As reported by Lehtonen et al. (2016), Jiang et al. (2017), Liu et al. (2018b) and some other authors, the clade containing the genus *Clematis* L. (incl. *Archiclematis* (Tamura) Tamura and *Naravelia* Adans.: see Liu et al., 2018a, b) and its sister genus *Anemoclema* (Franch.) W.T.Wang (Wang et al., 2009; Jiang et al., 2017, 2018; Liu et al., 2018a, b) is phylogenetically rooted in *Anemone* sensu lato. Recent comparative analysis of complete chloroplast genomes of taxa of *Anemoclema*, *Anemone*, *Pulsatilla*, and *Hepatica* (Liu et al., 2018b) also indicated the placement of the *Anemoclema* + *Clematis* clade as sister to the *Hepatica* + *Anemonastrum* clade, well within the larger clade of *Anemone* sensu latissimo.

Consequently, if we follow the principles of phylogeny-based taxonomy not recognizing polyphyletic and paraphyletic taxa, we should either (1) unite *Anemone* sensu lato with *Clematis* sensu lato, with numerous new combinations needed and rather confusing nomenclatural and taxonomic outcomes, or (2) recognize several generic segregates from *Anemone* sensu lato, such as *Anemonastrum*, *Hepatica*, *Knowltonia*, *Pulsatilla*, *Anemone* sensu stricto (Mosyakin, 2016, 2018a, b; Mosyakin, de Lange, 2018; Christenhusz et al., 2018, and references therein), and probably also *Eriocapitella* Nakai (as recognized by Christenhusz and Byng in Christenhusz et al., 2018). The second option is preferred here and in our earlier publications (Mosyakin, 2016, 2018a, b; Mosyakin, de Lange, 2018), and is further justified and nomenclaturally implemented by Christenhusz and Byng (Christenhusz et al., 2018).

As suggested by Mosyakin (2016, 2018a) and explicitly proposed by Christenhusz and Byng (in Christenhusz et al., 2018), who validated most of the required species-level combinations and names in *Knowltonia*, this genus in its new much expanded circumscription includes both dry-fruited and fleshy-fruited southern African species, plus some American taxa (mainly from South America), and the geographically isolated Tasmanian *K. crassifolia* (Hook.) Christenh. & Byng. The resulting wider genus, as compared to its traditional rather narrow circumscription (as recognized by Rasmussen, 1979; see also comments in Manning et al., 2009; Mosyakin, 2018a), is morphologically rather diverse and, in our opinion, is in need of recognition of several morphologically and phylogenetically distinct infrageneric taxa. The corresponding infrageneric taxa have been considered, and some of them validated, by Hoot et al. (2012), mainly as subsections and series of *Anemone* (sensu lato) subg. *Anemone* sect. *Pulsatilloides* DC. Here these infrageneric entities are transferred to *Knowltonia*, in most cases with the change of their rank (the subsections recognized by Hoot et al. (2012) are mainly treated here as sections, etc.). Updated morphological descriptions and/or diagnoses for most of the infrageneric taxa considered below are provided in Hoot et al. (2012); additional taxonomic, nomenclatural, and morphological data on some taxa (species and/or species groups) are available from several other publications (e.g., Ulbrich, 1905, 1906; Starodubtsev, 1989, 1991; Tamura, 1991, 1993, 1995; Ziman et al., 2006, 2008, and references therein).

Validation of new infrageneric combinations in *Knowltonia*

Knowltonia Salisb. sect. ***Mexicanae*** (Starod.) Mosyakin & de Lange, comb. nov.

Basionym: *Anemonidium* (Spach) Holub sect. *Mexicana* Starod., Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad) 74(9): 1345. 1989. ≡ *Anemone* L. [sect. *Rivularidium* Jancz.] ser. *Mexicanae* (Starod.) Ziman, Bulakh & Kadota, J. Jap. Bot. 81(4): 196. 2006. ≡ *Anemone* L. [subg. *Anemone* sect. *Pulsatilloides* DC.] subsect. *Mexicanae* (Starod.) Hoot, in Hoot & al., Syst. Bot. 37(1): 148. 2012.

Type: *Anemonidium mexicanum* (Kunth.) Starod. (Starodubtsev, 1989), accepted here as ***Knowltonia mexicana*** (Kunth.) Christenh. & Byng.

Species included: *Knowltonia mexicana* (Kunth.) Christenh. & Byng (≡ *Anemone mexicana* Kunth).

Knowltonia Salisb. sect. ***Crassifoliae*** (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov.

Basionym: *Anemone* L. [sect. *Rivularidium* Jancz.] ser. *Crassifoliae* Ulbr., Bot. Jahrb. Syst. 37(2): 199. 1905 (as "*Crassifolia*"). ≡ *Anemone* L. [subg. *Rivularidium* (Jancz.) Juz.] sect. *Crassifoliae* (Ulbr.) Tamura, Acta Phytotax. Geobot. 42: 178. 1991, comb. inval. (as "sect. *Crassifolia* Ulbr.", without direct reference to the basionym; see Art. 41.5 of the ICN: Turland et al., 2018). ≡ *Anemone* L. [subg. *Anemone* sect. *Pulsatilloides* DC.] subsect. *Crassifoliae* (Ulbr.) Hoot, in Hoot & al., Syst. Bot. 37(1): 148. 2012.

Type: *Anemone crassifolia* Hook. (the only species included in the protologue; see also Art. 10.8 of the ICN: Turland et al., 2018), now accepted as ***Knowltonia crassifolia*** (Hook.) Christenh. & Byng.

Species included: *Knowltonia crassifolia* (Hook.) Christenh. & Byng (≡ *Anemone crassifolia* Hook.).

Knowltonia Salisb. sect. ***Rigidae*** (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov.

Basionym: *Anemone* L. [sect. *Rivularidium* Jancz.] ser. *Rigidae* Ulbr., Bot. Jahrb. Syst. 37(2): 199. 1905 (as "*Rigida*"). ≡ *Anemone* L. sect. *Rigidae* (Ulbr.) Tamura, Sci. Rep. Coll. Gen. Educ. Osaka Univ. 16: 28. 1967. ≡ *Anemone* L. subgen. *Rigida* (Ulbr.) Tamura, Acta Phytotax. Geobot. 42(2): 178. 1991. ≡ *Anemonidium* (Spach) Starod. [subg. *Meridium* Starod. sect. *Meridium* Starod.] subsect. *Rigida* (Ulbr.) Starod., Veterenitsy: sist. evol. [Ветреницы: систематика и эволюция]: 118. 1991. ≡ *Anemone* L. [subg. *Anemone* sect. *Pulsatilloides* DC.] subsect. *Rigidae* (Ulbr.) Hoot, in Hoot & al., Syst. Bot. 37(1): 149. 2012.

Type: *Anemone rigida* Gay (Art. 10.8 of the ICN: Turland et al., 2018), accepted here as ***Knowltonia hootae*** Christenh. & Byng.

Species included: *Knowltonia hepaticifolia* (Hook. f.) Christenh. & Byng (≡ *Anemone hepaticifolia* Hook. f.), *K. hootae* Christenh. & Byng (≡ *Anemone rigida* Gay, non *Knowltonia rigida* Salisb., nom. illeg.), *K. moorei* (Espinosa) Christenh. & Byng (≡ *Anemone moorei* Espinosa).

Knowltonia Salisb. sect. ***Meridium*** (Starod.) Mosyakin & de Lange, comb. nov.

Basionym: *Anemonidium* (Spach) Holub sect. *Meridium* Starod., Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad) 74(9): 1345. 1989.

= *Anemonidium* (Spach) Holub [sect. *Meridium* Starod.] subsect. *Helleborifolia* Starod., Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad) 74(9): 1345. 1989. ≡ *Anemone* L. [subg. *Rivularidium* (Jacz.) Juz. sect. *Rivularidium* Jacz.] ser. *Helleborifoliae* Tamura, Acta Phytotax. Geobot. 42(2): 178. 1991 (published as "ser. nov.", with a brief Latin diagnosis). ≡ *Anemone* L. [subg. *Anemone* sect. *Pulsatilloides* DC.] subsect. *Helleborifoliae* (Starod.) Hoot, in Hoot & al., Syst. Bot. 37(1): 148. 2012.

Type: *Anemonidium helleborifolium* (DC.) Starod. (Starodubtsev, 1989), accepted here as ***Knowltonia helleborifolia*** (DC.) Christenh. & Byng.

Species included: *Knowltonia helleborifolia* (DC.) Christenh. & Byng (≡ *Anemone helleborifolia* DC.), *K. peruviana* (Britton) Christenh. & Byng (≡ *A. peruviana* Britton).

Note: The infrageneric epithet *Meridium* has priority over *Helleborifolia* (*Helleborifoliae* if placed in *Knowltonia* or *Anemone*) if this infrageneric entity is recognized as a section (Art. 11.2 of the ICN: Turland et al., 2018).

Knowltonia Salisb. sect. ***Sellowiae*** (Hoot) Mosyakin & de Lange, comb. nov.

Basionym: *Anemone* L. [subg. *Anemone* sect. *Pulsatilloides* DC.] subsect. *Sellowiae* Hoot, in Hoot & al., Syst. Bot. 37(1): 148. 2012 (as "*Sellowii*").

Type: *Anemone sellowii* Pritz. (Hoot et al., 2018), accepted here as ***Knowltonia sellowii*** (Pritz.) Christenh. & Byng.

Species included: *Knowltonia sellowii* (Pritz.) Christenh. & Byng (≡ *Anemone sellowii* Pritz.), *K. assisbrasiliana* (Kuhlm. & Porto) Christenh. & Byng (≡ *A. assisbrasiliana* Kuhlm. & Porto).

Knowltonia Salisb. sect. ***Oreithales*** (Schltdl.) Mosyakin & de Lange, comb. nov.

Basionym: *Oreithales* Schltdl., Linnaea 27: 559. 1856. ≡ *Anemone* L. [subg. *Anemone* sect. *Pulsatilloides* DC.] subsect. *Oreithales* (Schltdl.) Hoot, in Hoot & al., Syst. Bot. 37(1): 149. 2012. ≡ *Capethia* Britton, Ann. New York Acad. Sci. 6: 235. 1891, nom. illeg.

Type: *Oreithales integrifolia* (DC.) Schltdl. (the only species included in the genus *Oreithales* in the protologue), accepted here as ***Knowltonia integrifolia*** (DC.) Christenh. & Byng.

Species included: *Knowltonia integrifolia* (DC.) Christenh. & Byng. (≡ *Hepatica integrifolia* DC. ≡ *Anemone integrifolia* (DC.) Spreng. ≡ *Oreithales integrifolia* (DC.) Schltdl. ≡ *Capethia integrifolia* (DC.) Britton).

Knowltonia Salisb. sect. ***Barneoudia*** (Gay) Mosyakin & de Lange, comb. nov.

Basionym: *Barneoudia* Gay, Fl. Chil. 1: 29, t. 1. 1845. ≡ *Anemone* L. sect. *Barneoudia* (Gay) Prantl, in Engler & Prantl, Nat. Pflanzenfam. 3(2): 62. 1891. ≡ *Anemone* L. [subg. *Anemone* sect. *Pulsatilloides* DC.] subsect. *Barneoudia* (Gay) Hoot, in Hoot & al., Syst. Bot. 37(1): 149. 2012.

Type: *Barneoudia chilensis* Gay (the only species included in the genus *Barneoudia* in the protologue), accepted here as ***Knowltonia chilensis*** (Gay) Christenh. & Byng.

Species included: *Knowltonia balliana* (Britton) Christenh. & Byng (≡ *Barneoudia balliana* Britton ≡ *Anemone balliana* (Britton) Hoot), *K. chilensis* (Gay)

Christenh. & Byng (≡ *Barneoudia chilensis* Gay ≡ *Anemone chilensis* (Gay) Kurtz), *K. major* (Phil.) Christenh. & Byng (≡ *Barneoudia major* Phil. ≡ *Anemone major* (Phil.) F. Meigen).

Knowltonia Salisb. sect. ***Knowltonia***

≡ *Anemone* L. sect. *Knowltonia* (Salisb.) Prantl, in Engler & Prantl, Nat. Pflanzenfam. 3(2): 62. 1891. ≡ *Anemone* L. ser. *Knowltonia* (Salisb.) J.C. Manning & Goldblatt, Bothalia 39(2): 218. 2009.

Type (typus generi): *Knowltonia rigida* Salisb. (the only species included in *Knowltonia* by Salisbury, 1796), nom. illeg. (*Adonis capensis* L. cited in synonymy; Art. 52.1 and 52.2 of the ICN: Turland et al., 2018), now accepted as ***Knowltonia capensis*** (L.) Huth.

Species included: *Knowltonia anemonoides* H. Rasmussen (≡ *Anemone anemonoides* (H. Rasmussen) J.C. Manning & Goldblatt), *K. bracteaea* Harv. ex J. Zahlbr. (≡ *A. bracteata* (Harv. ex J. Zahlbr.) J.C. Manning & Goldblatt), *K. brevistylis* Szyszyl. (≡ *A. brevistylis* (Szyszyl.) J.C. Manning & Goldblatt), *K. cordata* H. Rasmussen (≡ *A. cordata* (H. Rasmussen) J.C. Manning & Goldblatt), *K. filia* (L. f.) T. Dur. & Schinz (≡ *A. filia* (L. f.) J.C. Manning & Goldblatt), *K. capensis* (L.) Huth (≡ *A. knowltonia* Burtt Davy), *K. vesicatoria* (L. f.) Sims (≡ *A. vesicatoria* (L. f.) Prantl), *K. transvaalensis* Szyszyl. (≡ *A. transvaalensis* (Szyszyl.) Burtt Davy). See further taxonomic and morphological information in Rasmussen (1979) and Manning et al. (2009; taxa treated as species of *Anemone* sensu lato). Infraspecific taxa recognized by Rasmussen (1979) and Manning et al. (2009) are not considered here.

Knowltonia Salisb. sect. ***Pulsatilloides*** (DC.) Mosyakin & de Lange, comb. nov.

Basionym: *Anemone* sect. *Pulsatilloides* DC., Syst. Nat. 1: 195. 1817. ≡ *Anemone* L. subgen. *Pulsatilloides* (DC.) Juz., Flora URSS [Флора СССР] 7: 256. 1937, pro parte. ≡ *Pulsatilloides* (DC.) Starod., Veterenitsy: sist. evol. [Ветреницы: систематика и эволюция]: 124. 1991, pro min. parte.

Type: *Anemone capensis* (L.) Lam. (lectotype, designated by Starodubtsev, 1991: 124) (≡ *Knowltonia pulsatilloides* Christenh. & Byng, non *K. capensis* (L.) Huth).

Note: Mosyakin (2018b: 6) already commented that the concept of the genus *Pulsatilloides* as outlined by Starodubtsev (1991), who included in that genus the members of *Anemonastrum* sect. *Anemonastrum* subsect. *Himalayicae* (Ulbr.) Mosyakin together with *Pulsatilloides capensis* (L.) Starod. (now recognized as *Knowltonia tenuifolia* (L. f.) Mosyakin, incl. *K. pulsatilloides*), *P. glaucifolia* (Franch.) Starod. (now properly accepted as *Anemoclema glaucifolium* (Franch.) W.T. Wang), and *P. begoniifolia* (H. Lév. & Vaniot) Starod. (which is *Anemone begoniifolia* H. Lév. & Vaniot, a member of *Anemone* sensu stricto), is "very unnatural phylogenetically and has not been confirmed by molecular, morphological, and karyological evidence". *Anemone* sect. *Pulsatilloides* as understood and circumscribed by Hoot et al. (2012) appears to be phylogenetically natural, but it was applied in a very wide sense to all taxa placed here and in Christenhusz et al. (2018) in the genus *Knowltonia*. Here the name *Knowltonia* sect. *Pulsatilloides* is restricted only to dry-fruited southern African taxa, which we place in two subsections (see below).

Knowltonia Salisb. sect. ***Pulsatilloides*** subsect. ***Pinnatifoliae*** (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov.

Basionym: *Anemone* [sect. *Pulsatilloides* DC.] ser. *Pinnatifoliae* Ulbr., Bot. Jahrb. Syst. 37(2): 200 (diagn.), 239. 1905.

Type: *Anemone capensis* (L.) Lam. (the only species included in the series in the protologue, cited with the authorship "(L.) DC.") (≡ *Knowltonia pulsatilloides* Christenh. & Byng, non *K. capensis* (L.) Huth).

Species included: *Knowltonia tenuifolia* (L. f.) Mosyakin (incl. *K. pulsatilloides* Christenh. & Byng; see nomenclatural comments and synonymy in Mosyakin, 2018).

Note: If the second species (corresponding to *Atragene capensis* L. ≡ *Anemone capensis* (L.) Lam. sensu stricto) is recognized in this subsection, its correct species-rank name in *Knowltonia* will be *K. pulsatilloides* Christenh. & Byng (see, however, taxonomic and nomenclatural comments in Manning and Goldblatt, 2013, and Mosyakin, 2018a).

Knowltonia Salisb. sect. ***Pulsatilloides*** subsect. ***Alchemillifoliae*** (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov.

Basionym: *Anemone* L. [sect. *Pulsatilloides* DC.] ser. *Alchemillifoliae* Ulbr., Bot. Jahrb. Syst. 37(2): 201. 1905 (as "*Alchimillifoliae*"). ≡ *Anemone* L. sect. *Alchemillifoliae* (Ulbr.) Tamura, Acta Phytotax. Geobot. 42(2): 179. 1991 (as "*Archimillifolia*", sphalm.). ≡ *Anemone* L. [subg. *Anemone* sect. *Pulsatilloides* DC.] subsect. *Alchemillifoliae* (Ulbr.) Hoot, in Hoot et al., Syst. Bot. 37(1): 149. 2012, pro parte (excl. *Anemone tenuifolia*).

Type: *Anemone alchemillifolia* E. Mey. ex Pritz. (Art. 10.8 of the ICN: Turland et al., 2018), a homotypic synonym of ***Knowltonia caffra*** (Eckl. & Zeyh.) Christenh. & Byng ex Mosyakin & de Lange, see below.

Species included: *Knowltonia caffra* (≡ *Anemone caffra* (Eckl. & Zeyh.) Harv.), *K. fanninii* (Harv. & Hook. f.) Christenh. & Byng (≡ *A. fanninii* Harv. & Hook. f.); for further taxonomic and morphological information see Manning and Goldblatt (2013; taxa treated in *Anemone* sensu lato).

Note 1: Hoot et al. (2012: 149–150) reported the type of *Anemone* ser. *Alchemillifoliae* Ulbr. as "LECTOTYPE: designated by Tamura (1995): *Anemone caffra* Harv. Gen. S. Afr. Pl. 9. 1838" and commented that "The source of the name "*alchemillifolia*" appears to be *A. alchemillifolia* E. Mey. ex Pritz. (Linnaea 15: 758 [erroneous page citation—S.M. & P.dL.] 1842), synonymous with *Pulsatilla* (*Anemone*) *caffra* Eckl. & Zeyh. (Enum. Pl. Afric. Austral. [Ecklon & Zeyher] 1: 1. 1934–35)". However, according to Art. 10.8 of the ICN (Turland et al., 2018), "When the epithet in the name of a subdivision of a genus is identical with or derived from the epithet in one of the originally included species names, the type of the higher-ranking name is the same as that of the species name, unless the original author of the higher-ranking name designated another type". Ulbrich (1905) rather confusingly listed two accepted species of this series as "*A. caffra* (Eckl. et Zeyh.) Harvey" and "*A. Fanninii* Harvey" on page 201 (where the name "*alchemillifolia* E. Mey. in Pritzel, Revisio Gen. Anem. 1841" was also mentioned in a footnote), but on pages 188 and 240 of the same publication accepted *A. alchemillifolia* (including "var. *caffra* (Eckl. et Zeyh.) Huth" on page 240) and *A. fanninii*. Consequently, the name *Anemone alchemillifolia* E. Mey. ex Pritz. (an illegitimate and superfluous name because Pritzel (1842: 614) cited *Pulsatilla caffra* Eckl. & Zeyh. in synonymy) is the type of the series and the lectotypification by Tamura (1995) was unnecessary.

Note 2: The name *Anemone caffra* was sometimes cited with the authorship of only Harvey (1838). However, this name is a nomenclatural combination based on *Pulsatilla caffra* Eckl. & Zeyh. (Ecklon, Zeyher, 1834: 1). Christenhusz and Byng (in Christenhusz et al., 2018: 75) cited the name "*Anemone caffra* Harv. Gen. S. Afr. P.: 9. 1838" as the basionym of their new nomenclatural combination *Knowltonia caffra*. Since they failed to cite the correct basionym and the actual place of its valid publication, their new combination is invalid (Art. 41.5 of the ICN: Turland et al., 2018). This combination is validated below with the proper reference to its basionym. It should be also noted that the combination *Anemone caffra* was validated by Harvey in 1838 by his reference to "*Pulsatilla caffra. Eck. and Zeyh.*", not in 1859 as indicated by Manning and Goldblatt (2013: 6).

Knowltonia caffra (Eckl. & Zeyh.) Christenh. & Byng ex Mosyakin & de Lange, comb. nov.

Basionym: *Pulsatilla caffra* Eckl. & Zeyh., Enum. Pl. Afric. Austral. 1: 1. 1834 [Dec 1834 – Mar 1835]. ≡ *Anemone caffra* (Eckl. & Zeyh.) Harv., Gen. S. Afr. Pl.: 9. 1838. ≡ *Anemone alchemillifolia* E. Mey. ex Pritz., Linnaea 15(6): 614. 1842 (as "*alchemillaefolia*"), nom. illeg. superfl. (*Pulsatilla caffra* cited in synonymy; Art. 52.1 and 52.2 of the ICN: Turland et al., 2018). ≡ *A. alchemillifolia* E. Mey. ex Pritz. var. *caffra* (Eckl. & Zeyh.) Huth, Bull. Herb. Boissier 4: 423. 1896. ≡ *Knowltonia caffra* "(Harv.)" Christenh. & Byng, Global Fl. 4: 75. 2018, nom. inval. (Art. 41.5 of the ICN: Turland et al., 2018).

Validation of a new subsection in *Anemonastrum*

Anemonastrum Holub sect. ***Anemonidium*** (Spach) Mosyakin subsect. ***Makariri*** de Lange & Mosyakin, subsect. nov.

Type: *Anemonastrum tenuicaule* (Cheeseman) de Lange & Mosyakin (≡ *Ranunculus tenuicaulis* Cheeseman ≡ *Anemone tenuicaulis* (Cheeseman) Parkin & Sledge ≡ *Anemonidium tenuicaule* (Cheeseman) Christenh. & Byng).

Species included: *Anemonastrum antucense* (Poepp.) Mosyakin & de Lange (southern South America: Chile) and *A. tenuicaule* (Cheeseman) de Lange & Mosyakin (New Zealand).

Description: Perennial rhizomatous herbaceous plants. Basal leaf blades 3–8(–10) cm long, sparsely pubescent. Inflorescences 2–3-flowered or flowers solitary. Tepals (4–)5–15 mm long, without anastomosing veins, subglabrous, white to pinkish-white (*A. antucense*) or pink to red or reddish-brown (*A. tenuicaule*). Carpels and achenes compressed, glabrous or subglabrous, shortly stalked (*A. antucense*), sessile or subsessile (*A. tenuicaule*), with hooked or spirally coiled styles.

Etymology: The name of the subsection is from the Te Reo Maori (Maori language) word for "cold" (also "winter") because the New Zealand species, the nomenclatural type of this subsection, is confined to cold and shady habitats, and it flowers in winter (astronomical summer in the Southern Hemisphere).

Note: Two species of this subsection were included by various authors in several infrageneric taxa of *Anemone* sensu lato. For example, Ulbrich (1905) placed *Anemonastrum antucense* (as *Anemone antucensis*) in *Anemone* sect. *Rivularidium* Jancz. ser. *Rivulares* Ulbr. Ziman et al. (2006, 2008) included *Anemone antucensis* and *A. tenuicaulis* in *Anemone* sect. *Rivularidium* Jancz. ser. *Jamesoniae* Ziman, Bulakh & Kadota (as "*Jamesonii*"), together with *A. jamesonii* Hook. f., *A. sellowii*, *A. assibrasiliana*, and *A. moorei*. Hoot et al. (2012) placed our two species in *Anemone* subgen. *Anemonidium* (Spach) Juz. sect. *Anemonidium* Spach together with *A. canadensis* L., *A. dichotoma* L., and *A. richardsonii* Hook. f., which are now recognized as *Anemonastrum canadense* (L.) Mosyakin, *A. dichotomum* (L.) Mosyakin, and *A. richardsonii* (Hook. f.) Mosyakin (see Mosyakin, 2016).

Trans-Pacific biogeographical links and phylogenetic relationships of *A. antucense* and *A. tenuicaule* were discussed by Ehrendorfer and Samuel (2000, 2001), Schuettpelz et al. (2002), Ziman et al. (2006, 2008), Meyer et al. (2010), Hoot et al. (2012), and some other authors. Information on taxonomy, nomenclature, morphology, and biogeography of *A. tenuicaule* and *A. antucense* was summarized in our earlier article (Mosyakin, de Lange, 2018).

Acknowledgments

We are grateful to Svetlana M. Ziman (M.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine) for her advice, critical comments, and collaboration on our earlier articles on *Anemone* sensu lato. The useful comments of reviewers are also greatly appreciated.

REFERENCES

Christenhusz M.J.M., Fay M.F., Byng J.W. (eds.). *The Global Flora. Vol. 4: Special Edition, GLOVAP Nomenclature Part 1*. Bradford, United Kingdom: Plant Gateway Ltd., 2018, 155 pp.

Ecklon C.F., Zeyher C. *Enumeratio plantarum Africae australis extratropicae quae collectae, determinatae et expositae a Christiano Frederico Ecklon & Carolo Zeyher*. Hamburgi [Hamburg]: Sumtibus auctorum; Prostat apud Perthes & Besser, 1834 (1834–1835), vol. 1, 144 pp.

Ehrendorfer F., Samuel R. Comments on S.B. Hoot's interpretation of Southern Hemisphere relationships in *Anemone* (*Ranunculaceae*) based on molecular data [Am. J. Bot. 2000; 87(6, Suppl.), 154–155]. *Taxon*, 2000, 49: 781–784.

Ehrendorfer F., Samuel R. Contributions to a molecular phylogeny and systematics of *Anemone* and related genera (*Ranunculaceae – Anemoninae*). *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 2001, 39: 293–307.

Harvey W.H. *The genera of South African plants: arranged according to the natural system*. Cape Town: A.S. Robertson, 1838, lxvi + 429 pp.

Hoot S.B., Meyer K.M., Manning J.C. Phylogeny and reclassification of *Anemone* (*Ranunculaceae*), with an emphasis on Austral species. *Systematic Botany*, 2012, 37: 139–152. https://doi.org/10.1600/036364412X616729

Jiang N., Zhou Z., Yang J.-B., Zhang S.-D., Guan K.-Y., Tan Y.-H., Yu W.-B. Phylogenetic reassessment of tribe *Anemoneae* (*Ranunculaceae*): Non-monophyly of *Anemone* s. l. revealed by plastid datasets. *PLoS ONE*, 2017, 12(3): e0174792 (17 pp.). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174792

Jiang N., Zhou Z., Yang J.-B., Yu W.-B. Complete chloroplast genome of *Anemoclema glaucifolium* (*Ranunculaceae*), a vulnerable and threatened species endemic to the Hengduan Mountains. *Conservation Genetic Resources*, 2018, 10: 601–604. https://doi.org/10.1007/s12686-017-0874-2

Lehtonen S., Christenhusz M.J.M., Falck D. Sensitive phylogenetics of *Clematis* and its position in *Ranunculaceae*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2016, 182: 825–867. https://doi.org/10.1111/boj.12477

Liu H.J., Ding C.H., He J., Cheng J., Pei L.Y., Xie L. Complete chloroplast genomes of *Archiclematis*, *Naravelia* and *Clematis* (*Ranunculaceae*), and their phylogenetic implications. *Phytotaxa*, 2018a, 343: 214–226. http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.343.3.2

Liu H.J., He J., Ding C.H, Lyu R., Pei L.Y., Cheng J., Xie L. Comparative analysis of complete chloroplast genomes of *Anemoclema*, *Anemone*, *Pulsatilla*, and *Hepatica* revealing structural variations among genera in tribe *Anemoneae* (*Ranunculaceae*). *Frontiers in Plant Science*, 2018b, 9: 1097 (16 pp.). https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01097

Manning J.C., Goldblatt P. A taxonomic review of the dry-fruited species of *Anemone* (*Ranunculaceae*) in southern Africa. *Bothalia*, 2013, 43(1): 1–13. https://doi.org/10.4102/abc.v43i1.81

Manning J.C., Goldblatt P., Hoot S.B. The genus *Knowltonia* (*Ranunculaceae*) subsumed within *Anemone*. *Bothalia*, 2009, 39: 217–219. https://doi.org/10.4102/abc.v39i2.246

Meyer K.M., Hoot S.B., Arroyo M.T.K. Phylogenetic affinities of South American *Anemone* (*Ranunculaceae*), including the endemic segregate genera, *Barneoudia* and *Oreithales*. *International Journal of Plant Sciences*, 2010, 171(3): 323–331. https://doi.org/10.1086/650153

Mosyakin S.L. Nomenclatural notes on North American taxa of *Anemonastrum* and *Pulsatilla* (*Ranunculaceae*), with comments on the circumscription of *Anemone* and related genera. *Phytoneuron*, 2016, 2016-79: 1–12. Available at: http://www.phytoneuron.net/2016Phytoneuron/79PhytoN-Anemonastrum.pdf

Mosyakin S.L. The correct name in *Knowltonia* for an iconic southern African species earlier known as *Anemone tenuifolia* and *A. capensis* (*Ranunculaceae*). *Ukrainian Botanical Journal* [*Український ботанічний журнал*], 2018a, 75(3): 230–237. https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.03.230

Mosyakin S.L. Further new combinations in *Anemonastrum* (*Ranunculaceae*) for Asian and North American taxa. *Phytoneuron*, 2018b, 2018-55: 1–11. Available at: http://www.phytoneuron.net/2018Phytoneuron/55PhytoN-Anemonastrum.pdf

Mosyakin S.L., de Lange P.J. *Anemonastrum tenuicaule* and *A. antucense* (*Ranunculaceae*), new combinations for a New Zealand endemic species and its South American relative. *PhytoKeys*, 2018, 99: 107–124. https://doi.org/10.3897/phytokeys.99.26489

Pfosser M., Sun B.-Y., Stuessy T.F., Jang Ch.-G., Guo Y.-P., Taejin K., Hwan K.C., Kato H., Sugawara T. Phylogeny of *Hepatica* (*Ranunculaceae*) and origin of *Hepatica maxima* Nakai endemic to Ullung Island, Korea. *Stapfia*, 2011, 95: 16–27. Available at: https://www.zobodat.at/pdf/STAPFIA_0095_0016-0027.pdf

Pritzel G.A. Anemonarum revisio. *Linnaea*, 1842 ("1841"), 15(6): 561–698.

Rasmussen H.N. The genus *Knowltonia* (*Ranunculaceae*). *Opera Botanica*, 1979, 53: 1–45. Available at: https://curis.ku.dk/ws/files/126327732/The_genus_Knowltonia.pdf

Salisbury R.A. *Prodromus stirpium in horto ad Chapel Allerton vigentium*. Londini [London], 1796, viii + 422 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.427

Schuettpelz E., Hoot S.B., Samuel R., Ehrendorfer F. Multiple origins of Southern Hemisphere *Anemone* (*Ranunculaceae*) based on plastid and nuclear sequence data. *Plant Systematics and Evolution*, 2002, 231: 143–151. https://doi.org/10.1007/s006060200016

Starodubtsev V.N. New taxa of the subtribe *Anemoninae* (*Ranunculaceae*). *Botanicheskii Zhurnal*, 1989, 74(9): 1344–1346. [Стародубцев В.Н. Новые таксоны подтрибы *Anemoninae* (*Ranunculaceae*). *Ботанический журнал*, 1989, 74(9): 1344–1346].

Starodubtsev V.N. *Anemones: systematics and evolution*. Leningrad: Nauka, 1991, 198 pp. [Стародубцев В.Н. *Ветреницы: систематика и эволюция*. Л.: Наука, 1991, 198 с.].

Tamura M. A new classification of the family *Ranunculaceae* 2. *Acta Phytotaxonomica et Geobotanica*, 1991, 42(2): 177–187.

Tamura M. *Ranunculaceae*. In: *The families and genera of vascular plants*. Eds K. Kubitzki, J.G. Rohwer, V. Bittrich. Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 1993, vol. 2: Flowering Plants. Dicotyledons. Magnoliid, Hamamelid and Caryophyllid Families, pp. 563–583. https://doi.org/10.1007/978-3-662-02899-5_67

Tamura M. Phylogeny and classification of the *Ranunculaceae*. *Plant Systematics and Evolution* (*Supplement*), 1995, 9: 201–206. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-7091-6612-3_20

Turland N.J., Wiersema 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. International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress, Shenzhen, China, July 2017. *Regnum Vegetabile*, 2018, 159: i–xxxviii + 1–254. https://doi.org/10.12705/Code.2018

Ulbrich E. Über die systematische Gliederung und geographische Verbreitung der Gattung *Anemone* L. [Part 1]. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie*, 1905, 37(2): 172–256.

Ulbrich E. Über die systematische Gliederung und geographische Verbreitung der Gattung *Anemone* L. [Part 2]. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie*, 1906, 37(3): 257–334.

Wang W., Lu A.M., Ren Y., Endress M.E., Chen Z.D. Phylogeny and classification of *Ranunculales*: evidence from four molecular loci and morphological data. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 2009, 11: 81–110. https://doi.org/10.5167/uzh-19189

Ziman S.N., Keener C.S., Kadota Y., Bulakh E.V., Tsarenko O.N. A revision of *Anemone* L. (*Ranunculaceae*) from the Southern Hemisphere. *Journal of Japanese Botany*, 2006, 81: 193–224. Available at: http://www.jjbotany.com/pdf/JJB_081_193_224.pdf

Ziman S.N., Bulakh E.V., Kadota Y., Keener C.S. Modern view on the taxonomy of the genus *Anemone* L. sensu stricto (*Ranunculaceae*). *Journal of Japanese Botany*, 2008, 83: 127–155.

Recommended for publication by D.V. Dubyna

Submitted 30.10.2018

Мосякін С.Л.[1], де Ланге П.Дж.[2], Булах О.В.[1]
Внутрішньородові таксони для видів *Anemonastrum* та *Knowltonia* з Південної Півкулі, які раніше включалися до *Anemone* sensu lato (*Ranunculaceae*). Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 509–516.

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

[2]Технологічний інститут УніТек,
П/скр. 92025, вул. Вікторії (Захід), Окленд 1142, Нова Зеландія

На основі молекулярно-філогенетичних і частково також морфологічних та біогеографічних даних нещодавно було запропоновано визнати у значно розширеному розумінні роди *Anemonastrum* та *Knowltonia*, які раніше здебільшого включали до *Anemone* sensu lato (*Ranunculaceae*). Обидва ці роди включають представників, які є цікавими з морфологічної та біогеографічної точок зору, а загальні ареали цих родів (тобто, сума ареалів їхніх видів) демонструють явні міжконтинентальні диз'юнкції. Зокрема, *Knowltonia* в новому розумінні (що відповідає *Anemone* sect. *Pulsatilloides* sensu Hoot et al., 2012) включає південноафриканські та деякі американські (переважно південноамериканські) таксони, а також *K. crassifolia* з о-ва Тасманія. Рід *Anemonastrum* (що відповідає *Anemone* subg. *Anemonidium* sensu Hoot et al., за виключенням роду *Hepatica*) є переважно євразійським, але також містить декілька північноамериканських видів та південноамериканський *A. antucense* і новозеландський *A. tenuicaule*. Види, що зараз включені до *Anemonastrum* та *Knowltonia*, раніше розміщували в різних внутрішньородових таксонах роду *Anemone* sensu lato. Тепер ці внутрішньородові таксони мають бути дещо переглянуті та перенесені до відповідних родів. Ми пропонуємо в статті такі нові комбінації рангів секції та підсекції: *Knowltonia* sect. *Mexicanae* (Starod.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. mexicana*); sect. *Crassifoliae* (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. crassifolia*); sect. *Rigidae* (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *Knowltonia hootae* ≡ *Anemone rigida*, *K. hepaticifolia*, *K. moorei*); sect. *Meridium* (Starod.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. helleborifolia* та *K. peruviana*), sect. *Sellowiae* (Hoot) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. sellowii* та *K. assisbrasiliana*); sect. *Oreithales* (Schltdl.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. integrifolia*); sect. *Barneoudia* (Gay) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. balliana*, *K. chilensis*, *K. major*); sect. *Pulsatilloides* (DC.) Mosyakin & de Lange, comb. nov., [sect. *Pulsatilloides*] subsect. *Alchemillifoliae* (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. caffra* та *K. fanninii*), [sect. *Pulsatilloides*] subsect. *Pinnatifoliae* (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. tenuifolia*). Валідизована нова комбінація у ранзі виду, *Knowltonia caffra* (Eckl. & Zeyh.) Christenh. & Byng ex Mosyakin & de Lange, comb. nov. Описана нова підсекція *Anemonastrum* sect. *Anemonidium* subsect. *Makariri* de Lange & Mosyakin, subsect. nov.; ця підсекція містить *Anemonastrum antucense* з Південної Америки та *A. tenuicaule* з Нової Зеландії.

Ключові слова: *Anemone*, *Knowltonia*, *Ranunculaceae*, внутрішньородова класифікація, номенклатура, Південна півкуля, систематика

Мосякин С.Л.[1], де Ланге П.Дж.[2], Булах Е.В.[1]
Внутриродовые таксоны для видов *Anemonastrum* и *Knowltonia* из Южного полушария, которые ранее включались в *Anemone* sensu lato (*Ranunculaceae*). Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 509–516.

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

[2]Технологический институт УниТек,
П/я. 92025, ул. Виктории (Запад), Окленд 1142, Новая Зеландия

На основе молекулярно-филогенетических и частично также морфологических и биогеографических данных недавно было предложено признать в значительно расширенном понимании роды *Anemonastrum* и *Knowltonia*, которые ранее преимущественно включали в род *Anemone* sensu lato (*Ranunculaceae*). Оба эти рода включают представителей, которые интересны с морфологической и биогеографической точек зрения, а ареалы этих родов (то есть, сумма ареалов их видов) демонстрируют явные межконтинентальные дизъюнкции. В частности, *Knowltonia* в новом понимании (соответствующем *Anemone* sect. *Pulsatilloides* sensu Hoot et al., 2012) включает южноафриканские и некоторые американские (преимущественно южноамериканские) таксоны, а также *K. crassifolia* из о-ва Тасмания. Род *Anemonastrum* (соответствующий *Anemone* subg. *Anemonidium* sensu Hoot et al., за исключением рода *Hepatica*) преимущественно евразийский, но он также включает несколько североамериканских видов, южноамериканский *A. antucense* и новозеландский *A. tenuicaule*. Виды, которые сейчас включены в *Anemonastrum* и *Knowltonia*, ранее размещали в различных внутриродовых таксонах рода *Anemone* sensu lato. Теперь эти внутриродовые таксоны должны быть несколько пересмотрены и перенесены в соответствующие роды. Мы предлагаем здесь следующие новые номенклатурные комбинации рангов секции и подсекции: *Knowltonia* sect. *Mexicanae* (Starod.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. mexicana*); sect. *Crassifoliae* (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. crassifolia*); sect. *Rigidae* (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *Knowltonia hootae* ≡ *Anemone rigida*, *K. hepaticifolia*, *K. moorei*); sect. *Meridium* (Starod.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. helleborifolia* и *K. peruviana*), sect. *Sellowiae* (Hoot) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. sellowii* и *K. assisbrasiliana*); sect. *Oreithales* (Schltdl.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. integrifolia*); sect. *Barneoudia* (Gay) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. balliana*, *K. chilensis*, *K. major*); sect. *Pulsatilloides* (DC.) Mosyakin & de Lange, comb. nov., [sect. *Pulsatilloides*] subsect. *Alchemillifoliae* (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. caffra* и *K. fanninii*), [sect. *Pulsatilloides*] subsect. *Pinnatifoliae* (Ulbr.) Mosyakin & de Lange, comb. nov. (incl. *K. tenuifolia*). Действительно обнародована новая комбинация в ранге вида, *Knowltonia caffra* (Eckl. & Zeyh.) Christenh. & Byng ex Mosyakin & de Lange, comb. nov. Описана новая подсекция *Anemonastrum* sect. *Anemonidium* subsect. *Makariri* de Lange & Mosyakin, subsect. nov.; эта подсекция включает *Anemonastrum antucense* из Южной Америки и *A. tenuicaule* из Новой Зеландии.

Ключевые слова: *Anemone*, *Knowltonia*, *Ranunculaceae*, внутриродовая классификация, номенклатура, систематика, Южное полушарие

Геоботаніка, екологія, охорона рослинного світу
Vegetation Science, Ecology, Conservation

https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.06.517

Реконструкція щорічної акумуляції вуглецю в стовбурах дерев *Quercus robur* (*Fagaceae*) заплавних лісів Києва

Юлія С. ПРОКОПУК

Інститут еволюційної екології НАН України
вул. акад. Лебедєва, 37, Київ 03143, Україна
ju.prokopuk91@gmail.com

Prokopuk Yu.S. **Reconstruction of annual carbon sequestration in stems of *Quercus robur* (*Fagaceae*) in the floodplain forests of Kyiv.** Ukr. Bot. J., 2018, 75(6): 517–524.

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

Abstract. Floodplain forests are highly productive terrestrial ecosystems that perform crucial ecological functions, e.g. carbon sequestration. *Quercus robur*, a long-lived hardwood species often dominating in floodplains, is an appropriate object to investigate the long-term aboveground carbon fixation. In this study we apply dendrochronological approaches for reconstruction of the carbon sequestration in *Q. robur* stem biomass. We studied trees growing in five floodplain sites in Kyiv and compared them with a site situated about 4 km away from the nearest floodplain, Feofania Park. The total carbon stock in stems of *Q. robur* at the age of 50 years averages 319 kg in the Muromets forest, 129 kg in Zhukiv Ostriv Reserve (zakaznyk), 114 kg in Lisnyky Reserve (zakaznyk), 101 kg and 72 kg in the Bychok and Dubysche forests, respectively. At the age of 150, oaks growing in the Zhukiv Ostriv Reserve show the largest amount of stems carbon, 902 kg, while in Lisnyky Reserve trees contain the lowest value of 708 kg. Long-term estimation reveals an increasing trend in the annual carbon stock in all studied floodplain forests, although the highest values up to 15 kg per year are found to occur in periods with optimal growth conditions. In the periods of drought and low water level of the Dnipro River, floodplain oaks yearly carbon stock is found to drop to 9 kg. At the same time, carbon accumulated in old-grown oaks outside the floodplain is higher than in the floodplain forests by 37% at the age of 25 and by 14–28% in older trees. In the Muromets site, 25 year old oaks are found to have 56% higher carbon accumulation than in the trees of the same age in Feofania. Hence, this difference becomes nonsignificant with trees aging. The analyses using 25-yr successive intervals reveal that carbon stock in Feofania is higher than that in the floodplain by 1.6 and 1.5–2.8 times in young and in mature trees, respectively.

Keywords: *Quercus robur,* floodplain forests, radial growth, carbon, dendrochronology

Вступ

Заплавні ліси виконують важливі екологічні функції – регулюють водний потік, зменшують ерозію ґрунтів, є осередком біорізноманіття та джерелом деревини, а також місцем для відпочинку (Gren et al., 1995; Klimo, 1998). Завдяки постійній наявності вологи та поживних речовин заплавні ліси вважаються найпродуктивними серед лісових екосистем, тому виконують одну з ключових ролей в глобальному вуглецевому циклі (Cierjacks et al., 2010).

Незважаючи на високу продуктивність заплавних екосистем, приріст біомаси дерев лімітується надлишком вологи в ґрунті та пов'язаною з ним нестачею кисню. Приріст наземної біомаси зменшується при тривалому затопленні (Rieger et al., 2015) і залежить від виду (Glenz et al., 2006) й сукупності факторів, які варіюють у часі (клімат, рівень води в річці) та просторі (відстань до річки, рівень залягання ґрунтових вод, конкуренція). Така велика кількість чинників ускладнює оцінку умов зростання видів у екосистемах з періодичним перезволоженням ґрунту.

Quercus robur L. – один із широко розповсюджених у лісових екосистемах Європи видів (Ducousso, Bordacs, 2004; Ellenberg, 2009), що часто домінує у прибережних та заплавних лісах. Так, у зеленій зоні Києва вид зростає у різних біотопах, у т. ч. заплавах (Didukh, Alioshkina, 2012), і може бути зручним об'єктом для порівняння впливу локальних умов на приріст біомаси. Оцінена біомаса деревного ярусу грабово-дубових лісів Києва становила 229,4 т/га (Didukh, Alioshkina, 2007), тоді як заплавних дубового та ясенево-дубового лісів – 338,2 та 273,8 т/га відповідно (Alioshkina et al., 2011).

Однак дані щодо продуктивності та накопичення вуглецю *Q. robur* у заплавах досить обмежені (Cierjacks et al., 2010; Alioshkina et al., 2011), а багаторічна динаміка взагалі не досліджена. Щорічне накопичення вуглецю наземною біомасою можна оцінити ретроспективно за динамікою радіального приросту дерев (Babst et al., 2014; Rieger et al., 2016).

Мета цієї роботи – на основі аналізу приросту річних кілець реконструювати щорічне накопичення вуглецю у стовбуровій біомасі *Q. robur*, що зростає в заплаві Дніпра в межах Києва та порівняти з даними поза заплавою – в насадженнях парку пам'ятки садово-паркового мистецтва "Феофанія".

Матеріали та методи

Місця дослідження. Ділянки, що вивчалися, знаходяться в заплаві р. Дніпро та розташовані на територіях: 1) урочища Дубище; 2) регіонального ландшафтного парку "Дніпровські острови", о. Муромець; 3) урочища "Бичок"; 4) ландшафтного заказника "Жуків острів"; 5) ботанічного заказника "Лісники". Насадження урочища "Бичок", заказника "Жуків острів" та о. Муромець належать до рідкісних біотопів Києва G1.225 Заплавні діброви (Alioshkina, 2011; Didukh, Alioshkina, 2012). Значний фрагмент заплавної діброви також зберігся в урочищі "Дубище", що знаходиться на півночі затоки Верблюд (Parnikoza, 2014). Досліджені ділянки заказника "Лісники" в долині р. Сіверка належать до біотопу G1. A133 Ясенево-дубові ліси з *Allium ursinum* (Alioshkina, 2011; Didukh, Alioshkina, 2012).

Відбір та обробка зразків деревини. Впродовж 2015–2016 рр. відібрано 64 домінантних дерева: 15 – з деревостану о. Муромець, 11 – з урочища "Бичок", 13 – із заказника "Жуків острів", 9 – з урочища "Дубище", 16 дерев – із заказника "Лісники". З кожного дерева взято не менше двох кернів на висоті 1,3 м за допомогою бурава Преслера, Haglof (Швеція). Керни, висушені на повітрі, фіксували на дерев'яній основі, зачищали скальпелем та сканували планшетним сканером "Epson V33" з роздільною здатністю 3200 dpi.

Ширину річних кілець вимірювали з точністю до 0,01 мм, використовуючи програму "AxioVision (Carl Zeiss)". Наявність фальшивих кілець

Таблиця. **Вік, діаметр та радіальний приріст досліджених дерев**
Table. **Age, diameter and mean tree-ring width of trees by study sites**

Місце збору	Кількість дерев	Середня ширина річного кільця, мм ± стандартне відхилення	Вік, роки		Діаметр*, см	
			min	max	min	max
BYC	11	2,00±1,115	72	180	63	89
DUB	9	1,99±1,023	151	175	72	95
ZHU	13	2,32±1,371	75	195	58	101
LIS	16	2,07±1,233	116	154	59	85
MUR	15	5,12±2,023	33	52	41	73

BYC – урочище "Бичок", DUB – урочище "Дубище", ZHU – заказник "Жуків острів", LIS – заказник "Лісники", MUR – о. Муромець.
*Діаметр дано на висоті 1,3 м з урахуванням товщини кори.

встановлювали під мікроскопом МБС–1. Дані двох кернів з одного дерева використали для подальшого аналізу як одну деревно-кільцеву хронологію після перехресного датування та осереднення. Точність датування оцінювали за програмою "COFECHA" (Holmes, 1983; Grissino-Mayer, 2001).

Оцінка депонування вуглецю. Багаторічне накопичення вуглецю в стовбуровій деревині *Q. robur* оцінювали на основі аналізу радіального приросту. Вік дерев визначали шляхом підрахунку річних кілець, а у зразків без серцевини – геометричним методом (Rozas, 2003).

Для кожного стовбура за щорічним приростом розраховували кумулятивний радіус. Зміну площі поперечного перерізу (S_i) визначали за формулою: $S_i = \pi r_i^2$, де r_i – кумулятивний радіус в i-ому році. Для розрахунку щорічного вертикального приросту використовували рівняння залежності висоти дерева від віку, що встановлене на основі даних лісовпорядних робіт *Q. robur* у "Феофанії" (Prokopuk, Netsvetov, 2016). Щорічну зміну об'єму стовбура (V_i) розраховували за формулою: $V_i = S_i \times H_i/3$, де H_i – висота дерева в i-ому році.

Для визначення фітомаси стовбура використовували значення щільності сухої речовини для стовбурної деревини *Q. robur* 575 кг/м^3 (Netsvetov, Suslova, 2009), а для розрахунку маси депонованого в ній вуглецю – коефіцієнт 0,5 (Matthews, 1993).

Результати та обговорення

Станом на 2015-й рік досліджені дерева мали вік 33–52 років на о. Муромець, 72–180 років в урочищі "Бичок", 75–195 років у заказнику "Жуків острів", 151–175 років в урочищі "Дубище" та 116–154 років у заказнику "Лісники". Середній річний радіальний приріст у дерев із заказника "Жуків острів" становив 2,32±1,371 мм, із заказника "Лісники" – 2,07±1,233 мм, з урочища "Бичок" – 2,00±1,115 мм та "Дубище" – 1,99±1,023 мм. Середня ширина річного кільця дерев на о. Муромець складала 5,12±2,023 мм (див. таблицю).

У 2015 р. середня площа поперечного перерізу досліджених дерев в урочищі "Бичок" становила 0,345 $м^2$ (рис. 1, *a*) та варіювала в межах 0,217–0,552 $м^2$, в урочищі "Дубище" – 0,363 $м^2$ (0,200–0,499 $м^2$), в заказнику "Жуків острів" – 0,347 $м^2$ (0,121–0,528 $м^2$), в заказнику "Лісники" – 0,266 $м^2$ (0,177–0,369 $м^2$), на о. Муромець – 0,179 $м^2$ (0,108–0,286 $м^2$).

Загальна маса фіксованого вуглецю в стовбурі *Q. robur* збільшувалась з віком дерев (рис. 1, *b*). У середньому в стовбуровій фітомасі дерев віком 25 років у заказнику "Жуків острів" накопичено 36 кг вуглецю, в урочищі "Бичок" – 25 кг, у заказнику "Лісники" – 21 кг, в урочищі "Дубище" – 18 кг. Середня маса акумульованого вуглецю у дерев, що зростають на о. Муромець за умов низької конкуренції за світло, становила близько 80 кг, що в 3–4 рази більше, ніж у стовбуровій деревині інших досліджених насаджень. Дерева *Q. robur* віком 50 років у середньому акумулювали 319 кг вуглецю на о. Муромець, 129 кг у заказнику "Жуків острів", 114 кг у заказнику "Лісники", 101 кг та 72 кг в урочищах "Бичок" та "Дубище" відповідно. Середня маса накопиченого вуглецю дерев віком 75 років становила 262 кг у заказнику "Жуків острів", 222 кг у заказнику "Лісники", 210 та 175 кг в урочищах "Бичок" і "Дубище" відповідно. У віці 100 років у стовбуровій деревині було акумульовано 435 кг вуглецю в заказнику "Жуків острів", 366 кг у заказнику "Лісники", 353 та 325 кг в урочищах "Бичок" і "Дубище" відповідно. У віці 125 років в середньому зафіксовано 648 кг вуглецю в деревині в заказнику "Жуків острів", 526 кг у заказнику "Лісники", 530 та 524 кг відповідно в урочищах "Бичок" і "Дубище". Середня маса акумульованого вуглецю в стовбурах *Q. robur* віком 150 років становила 902 кг у заказнику "Жуків острів", 770 та 740 кг в урочищах "Дубище" та "Бичок", 708 кг у заказнику "Лісники" (рис. 1, *b*).

Щорічне накопичення вуглецю в стовбуровій деревині варіює з року в рік, але в цілому зростає протягом усього досліджуваного періоду. У вікових заплавах до 1930-х років спостерігалося рівномірне зростання маси фіксованого вуглецю, а після – щорічне його коливання, яке пов'язано з віковими змінами приросту площі поперечного перерізу (рис. 2). Піки максимального накопичення вуглецю (до 15 кг) припадають на 1969–1971 рр., 1996–1998 рр. та 2013 р., мінімального (до 9 кг) – на 1972–1974 рр. та 2002–2004 рр. У період з 1972 до 1974 рр. спостерігалася посуха та мінімальні значення рівнів води в Дніпрі (Vyshnevskyi, 2005), а в 2002–2004 рр. вімічена одна з найсуворіших посух за останні десятиріччя (Netsvetov et al., 2018). Отже роки максимальних значень накопичення вуглецю передували посухам і характеризувалися оптимальними умовами для росту *Q. robur*.

Для з'ясування, на скільки умови заплавних лісових екосистем Дніпра сприятливі для росту *Q. robur*, було проведено порівняльний аналіз насаджень парку "Феофанія", розташованого поза заплавою, але в подібних кліматичних умовах. Маса вуглецю, фіксованого віковими деревами *Q. robur* у парку "Феофанія", була більшою на 37%, ніж у заплавних дібровах віком до 25 років та на 14–28% – у дерев старшого віку (рис. 3, *a*). У насадженні на о. Муромець накопичення вуглецю 25-річними деревами на 56% більше, ніж у лісових культурах парку "Феофанія", а в дерев віком 50 років різниця зменшилася та стала недостовірною (рис. 3, *b*). При аналізі накопичення вуглецю в динаміці встановлено, що воно в 1,5–2,8 разів більше у вікових (рис. 3, *c*) та у 1,6 разів у середньовікових (рис. 3, *d*) деревостанах парку "Феофанія" порівняно з заплавними дібровами відповідного віку.

Згідно з результатами наших досліджень, найоптимальнимими для росту *Q. robur* є умови парку "Феофанія", де спостерігається помірне зволоження. Можливим винятком є лише окремі ділянки заплави заказника "Лісники", де періодично відмічається надлишок вологи взимку й на початку вегетаційного сезону та її дефіцит із середини літа (Netsvetov et al., 2018). Схожі дані було отримано на півночі Бельгії (Vincke et al., 2005).

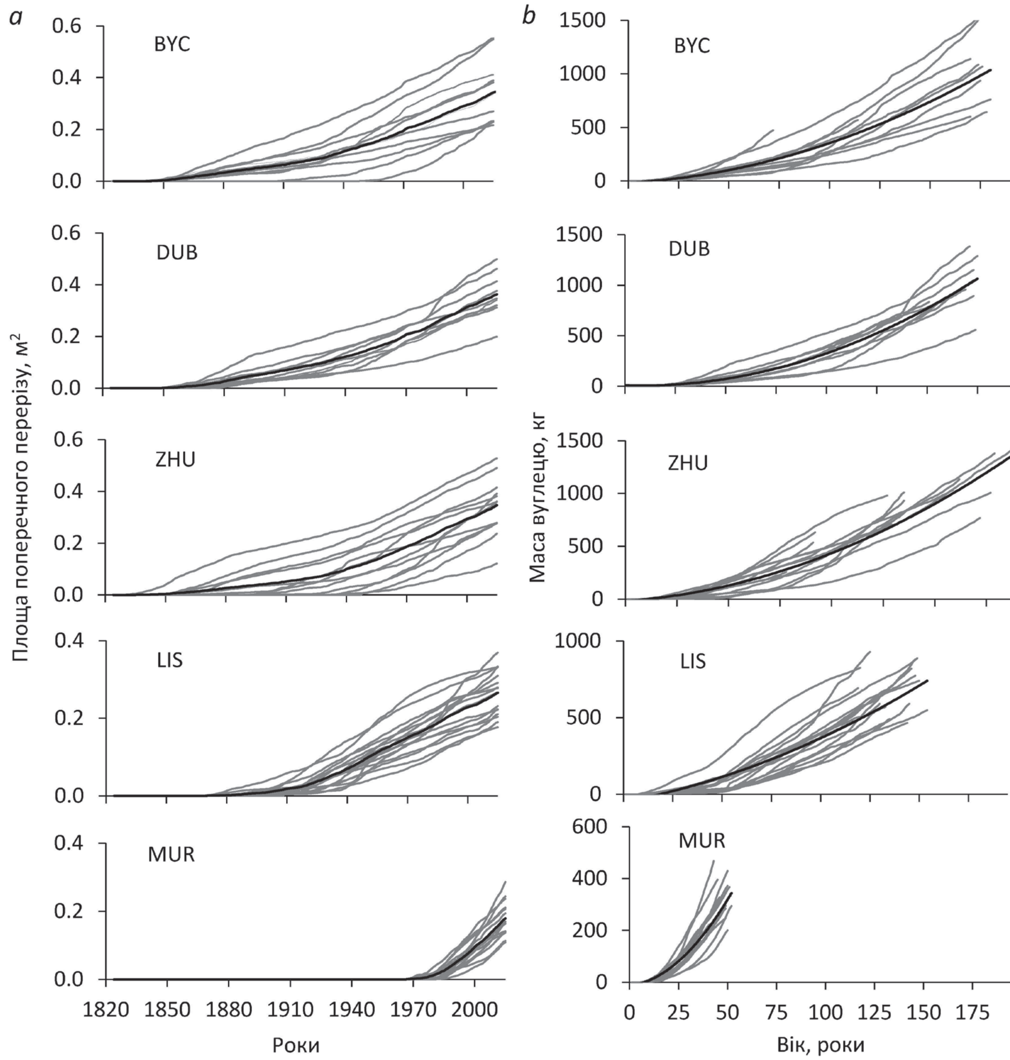


Рис. 1. Кумулятивні криві площі поперечного перерізу (*a*) та маси накопиченого вуглецю в стовбуровій деревині *Quercus robur* залежно від віку (*b*): BYC – урочище "Бичок", DUB – урочище "Дубище", ZHU – заказник "Жуків острів", LIS – заказник "Лісники", MUR – о. Муромець. Сірі лінії – залежність для окремих дерев, чорні – середнє (*a*) або згладжене (поліном другого ступеня) середнє (*b*) для деревостанів

Fig. 1. Cumulative annual basal area increment (*a*) and carbon stock in *Quercus robur* stems according to tree age (*b*): BYC – Bychok forest, DUB – Dubysche forest, ZHU – Zhukiv Ostriv Reserve, LIS – Lisnyky Reserve, MUR – Muromets forest. Gray lines denote individual tree series. Black lines denote site-level averages (*a*) and smoothed by squared polynomial averages (*b*)

Результати порівняння накопичення вуглецю в діброваx, розташованих у заплаві та поза нею, виявилися несподіваними. Загальновідомо, що відсутність дефіциту вологи та оптимальне забезпечення рослин поживними речовинами роблять заплави продуктивнішими за інші наземні екосистеми (Wright et al., 2001). Паводки та збільшення рівня ґрунтових вод підвищують наземну продуктивність деревостанів (Burke et al., 1999), а також опаду (Conner, Day, 1992) та коріння (Rieger et al., 2013). Однак тривале підтоплення та насичення ґрунту вологою може призвести до зменшення приросту (Rozas, García-González, 2012) та біопродуктивності (Day et al., 1988), що підтверджується нашими даними.

Стійкість дерев до підтоплення варіює залежно від виду, віку, фази розвитку та умов росту. Так, *Quercus robur* є помірно толерантним видом до повеней (Späth, 1988; Siebel et al., 1998): у старшому віці може витримувати понад 100 днів затоплення,

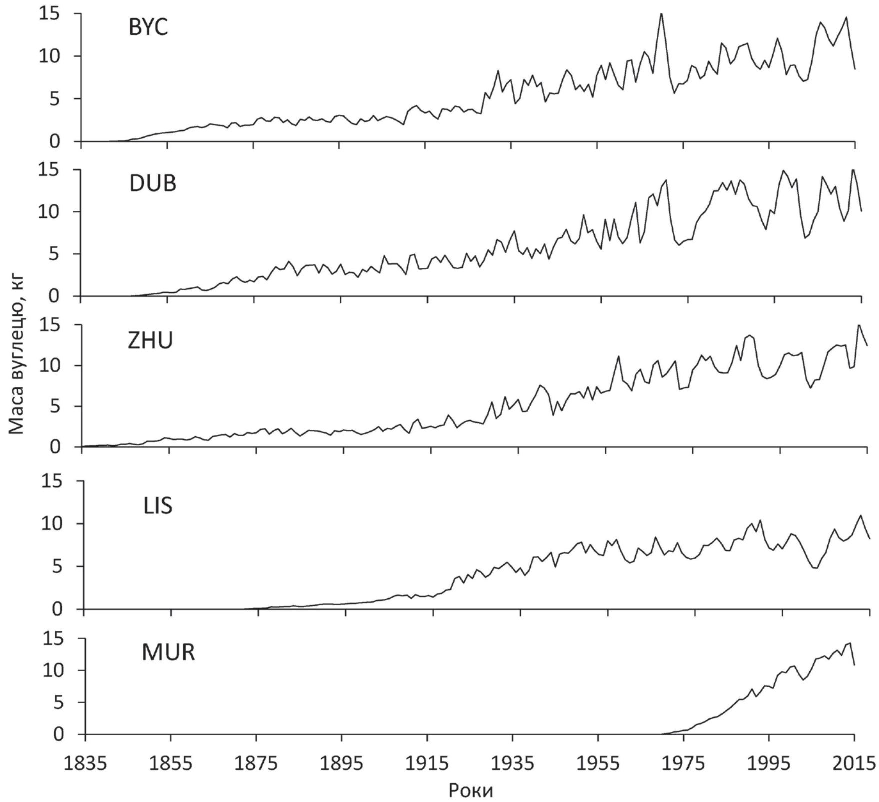


Рис. 2. Хронологія середньої річної маси вуглецю в стовбуровій деревині *Quercus robur*: BYC – урочище "Бичок", DUB – урочище "Дубище", ZHU – заказник "Жуків острів", LIS – заказник "Лісники", MUR – о. Муромець

Fig. 2. Chronology of average annual carbon mass in *Quercus robur* stem by study sites. BYC – Bychok forest, DUB – Dubysche forest, ZHU – Zhukiv Ostriv Reserve, LIS – Lisnyky Reserve, MUR – Muromets forest

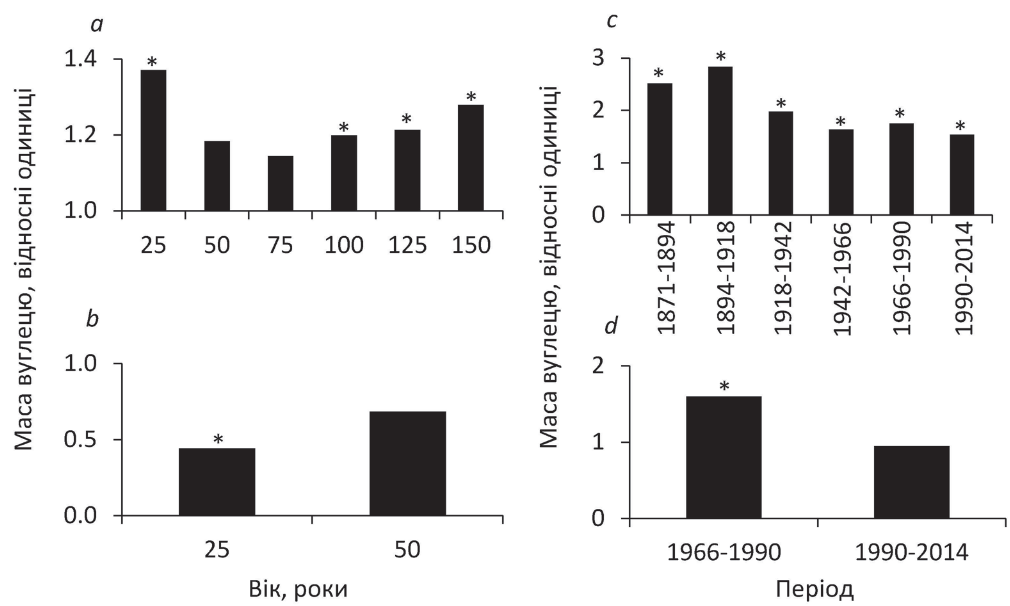


Рис. 3. Співвідношення маси накопиченого вуглецю в стовбуровій деревині *Quercus robur* парку "Феофанія" й заплавних дібров залежно від віку (*a, b*) та в динаміці (*c, d*). Вікові, понад 100 років, деревостани (*a, c*); середньовікові, 40–70 років (*b, d*). Зірочкою позначені достовірні (p < 0,05) значення

Fig. 3. Carbon stock in *Quercus robur* stem ratio in Feofania and floodplains by age (*a*, *b*) and 25-yr time periods (*c*, *d*) for mature, over 100 year old trees (*a*, *c*) and younger, 40–70 year old trees (*b*, *d*). Asterisk (*) indicates significant (p < 0,05) values

проте в молодому – лише до 50 днів (Siebel et al., 1998; Kreuzwieser et al., 2004; Glenz et al., 2006). Відповідно негативний вплив повеней на приріст *Q. robur* більш вірогідний у молодшому віці (Copini et al., 2016), тоді як підтоплення старших дерев може призвести, навпаки, – до формування ширшого річного кільця (Gričar et al., 2013). Проте отримані нами результати не узгоджуються з вищезгаданими, адже приріст у заплавах був меншим, ніж у дерев парку "Феофанія" як в молодому, так і в старшому віці (див. рис. 3, *а*).

Причиною невідповідності наших даних літературним може бути врахування нами лише стовбурової біомаси. Так, надлишок ґрунтової вологи в заплавних деревостанах може одночасно позитивно впливати на накопичення вуглецю в підстилці та корінні й негативно – в наземній біомасі (Rieger et al., 2015). Ймовірно, це пов'язано з уникненням загрози аноксії шляхом підвищення інтенсивності транспірації дерева за рахунок збільшення маси коренів і листя та її зменшення в стовбурі (Rieger et al., 2015, 2016).

Висновки

Встановлено, що в заплавних дібровах Києва щорічне накопичення вуглецю в стовбуровій деревині *Quercus robur* збільшується з віком дерев. Однак мають місце й значні коливання цього показника, викликані посухами в 1972–1974 та 2002–2004 рр. Середня маса вуглецю, акумульована в стовбуровій деревині *Q. robur* у заплавах, є меншою порівняно з грабовою дібровою парку "Феофанія", що суперечить загальним уявленням про продуктивність заплавних екосистем. З'ясування причин такої невідповідності потребує подальших досліджень з урахуванням розподілу фіксованого вуглецю за фракціями.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

Alioshkina U.M. *Ukr. Bot. J.*, 2011, 68(1): 76–90. [Альошкіна У.М. Поширення та характеристика рідкісних біотопів м. Києва. *Укр. бот. журн.*, 2011, 68(1): 76–90].

Alioshkina U.M., Zhovtenko A.A., Vyshenska I.G., Rasevych V.V., Gavrylov S.O., Tkachova A.O. *Naukovi zapysky NaUKMA*, 2011, 119: 52–56. [Альошкіна У.М., Жовтенко А.А., Вишенська І.Г., Расевич В.В., Гаврилов С.О., Ткачова А.О. Акумуляція вуглецю лісовими екосистемами (на прикладі модельних ділянок у заказнику "Лісники", м. Київ). *Наук. записки НаУКМА*, 2011, 119: 52–56].

Babst F., Bouriaud O., Papale D., Gielen B., Janssens I.A., Nikinmaa E., Ibrom A., Wu J., Bernhofer C., Köstner B., Grünwald T., Seufert G., Ciais P., Frank D. Aboveground woody carbon sequestration measured from tree rings is coherent with net ecosystem productivity at five eddy-covariance sites. *New Phytol.*, 2014, 201: 1289–1303. https://doi.org/10.1111/nph.12589

Burke M.K., Lockaby G.B., Conner W.H. Aboveground production and nutrient circulation along a flooding gradient in a South Carolina Coastal Plain forest. *Canad. J. For. Res.*, 1999, 29: 1402–1418.

Cierjacks A., Kleinschmit B., Babinsky M., Kleinschroth F., Markert A., Menzel M., Ziechmann U., Schiller T., Graf M., Lang F. Carbon stocks of soil and vegetation on Danubian floodplains. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 2010, 173(5): 644–653. https://doi.org/10.1002/jpln.200900209

Conner W.H., Day J.W. Water level variability and litterfall production of forested fresh-water wetlands in Louisiana. *Amer. Midl. Nat.*, 1992, 128: 237–245.

Copini P., den Ouden J., Robert E.M.R., Tardif J.C., Loesberg W.A., Goudzwaard L., Sass-Klaassen U. Flood-ring formation and root development in response to experimental flooding in young *Quercus robur* trees. *Front. Plant Sci.*, 2016, 7: e775. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00775

Day F.P., West S.K., Tupacz E.G. The influence of groundwater dynamics in a periodically flooded ecosystem, the Great Dismal Swamp. *Wetlands*, 1988, 8: 1–13.

Didukh Ya.P., Alioshkina U.M. *Ukr. Phytosoc. Coll.* Ser. C, 2007, 25: 48–56. [Дідух Я.П., Альошкіна У.М. Оцінка енергетичного балансу екосистем м. Києва та його зеленої зони. *Укр. фітоцен. зб.* Сер. С., 2007, 25: 48–56].

Didukh Ya.P., Alioshkina U.M. *Biotopy Kyeva* (*Biotopes of Kyiv*). Kyiv: NaUKMA, 2012, 163 pp. [Дідух Я.П., Альошкіна У.М. *Біотопи міста Києва*. Київ: НаУКМА, 2012, 163 с.].

Ducousso A., Bordacs S. *Technical Guidelines for genetic conservation and use for pedunculate and sessile oaks* (*Quercus robur and Q. petraea*). Rome, 2004. Available at: http://www.euforgen.org (accessed 2 October 2018).

Ellenberg H.H. *Vegetation Ecology of Central Europe*. 4th ed. Cambridge; New York: Cambridge Univ. Press, 2009, 756 pp.

Glenz C., Schlaepfer R., Iorgulescu I., Kienast F. Flooding tolerance of Central European tree and shrub species. *For. Ecol. Manage*, 2006, 235: 1–13. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.05.065

Gren I.-M., Groth K.-H., Sylvén M. Economic values of Danube floodplains. *J. Environ. Manag.*, 1995, 45(4), 333–345. https://doi.org/10.1006/jema.1995.0080

Gričar J., Luis M., Hafner P., Levanič T. Anatomical characteristics and hydrologic signals in tree-rings of oaks (*Quercus robur* L.). *Trees*, 2013, 27: 1669–1680. https://doi.org/10.1007/s00468-013-0914-9

Grissino-Mayer H. Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA. *Tree-Ring Research*, 2001, 57: 205–221.

Holmes R.L. Computer assisted quality control in tree ring dating and measurement. *Tree-Ring Bull.*, 1983, 43: 69–78.

Klimo E. History, condition and management of floodplain forest ecosystems in Europe. In: *Environmental Forest Science*. Ed. K. Sassa. Dordrecht: Springer Science+Business Media, 1998, pp. 173–186.

Kreuzwieser J., Papadopoulou E., Rennenberg H. Interaction of flooding with carbon metabolism of forest trees. *Plant Biol.*, 2004, 6(3): 299–306. https://doi.org/10.1055/s-2004-817882

Matthews G. The carbon content of trees. *Forestry Commission Technical Paper*, 1993, 4: 1–21.

Netsvetov M.V., Suslova E.P. *Industrial botany* (*Promyshlennaya botanika*), 2009, 9: 60–67. [Нецветов М.В., Суслова Е.П. Механическая устойчивость деревьев и кустарников к вибрационным загрузкам. *Промыш. ботаника*, 2009, 9: 60–67].

Netsvetov M., Prokopuk Yu., Didukh Ya., Romenskyy M. Climatic sensitivity of *Quercus robur* L. in floodplain near Kyiv under river regulation. *Dendrobiology*, 2018, 79: 20–30. https://doi.org/10.12657/denbio.079.003

Parnikoza I.Yu. *Strana znaniy*, 2014, 9: 43–46. [Парникоза И.Ю. Растительность поймы Днепра в Киеве. *Страна знаний*, 2014, 9: 43–46].

Prokopuk Yu.S., Netsvetov M.V. *Naukovyi visnyk NLTU*, 2016, 26(3): 158–164. [Прокопук Ю.С., Нецветов М.В. Динаміка депонування вуглецю в стовбуровій біомасі *Quercus robur* L. парку "Феофанія". *Наук. вісник НЛТУ*, 2016, 26(3): 158–164].

Rieger I., Kowarik I., Cierjacks A. Drivers of carbon sequestration by biomass compartment of riparian forests. *Ecosphere*, 2015, 6(10): art185. https://doi.org/10.1890/ES14-00330.1

Rieger I., Kowarik I., Cherubini P., Cierjacks A. A novel dendrochronological approach reveals drivers of carbon sequestration in tree species of riparian forests across spatiotemporal scales. *Sci. Total Environ.*, 2016, 574: 1261–1275. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.174

Rieger I., Lang F., Kleinschmit B., Kowarik I., Cierjacks A. Fine root and aboveground carbon stocks in riparian forests: the roles of diking and environmental gradients. *Plant Soil*, 2013, 370(1–2): 497–509. https://doi.org/10.1007/s11104-013-1638-8

Rozas V. Tree age estimates in *Fagus sylvatica* and *Quercus robur*: testing previous and improved methods. *Plant Ecol.*, 2003, 167(2): 193–212.

Rozas V., García-González I. Non-stationary influence of El Niño-Southern Oscillation and winter temperature on oak latewood growth in NW Iberian Peninsula. *Int. J. Biometeorol.*, 2012, 56: 787–800. https://doi.org/10.1007/s00484-011-0479-5

Siebel H.N., van Wijk M., Blom C.W .P.M. Can tree seedlings survive increased flood levels of rivers? *Acta Bot. Neerl.*, 1998, 47(2): 219–230.

Späth V. Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbaeumen. *Natur und Landschaft*, 1988, 63: 312–315.

Vincke C., Delvaux B. Porosity and available water of temporarily waterlogged soils in a *Quercus robur* (L.) declining stand. *Plant Soil*, 2005, 271: 189–203. https://doi.org/10.1007/s11104-004-2388-4

Vyshnevskyi V.I. *Dnipro bilya Kyeva*. Kyiv: Interpres LTD, Nika-Tsentr, 2005, 92 pp. [Вишневський В.І. *Дніпро біля Києва*. Київ: Інтерпрес ЛТД, Ніка-Центр, 2005, 92 с.].

Wright R.B., Lockaby B.G.,Walbridge M.R. Phosphorus availability in an artificially flooded southeastern floodplain forest soil. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 2001, 65(4): 1293–1302. https://doi.org/10.2136/sssaj2001.6541293x

Рекомендує до друку
Я.П. Дідух

Надійшла 02.07.2018

Прокопук Ю.С. **Реконструкція щорічної акумуляції вуглецю в стовбурах дерев *Quercus robur* (*Fagaceae*) заплавних лісів Києва.** Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 517–524.

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

Заплавні ліси – високопродуктивні наземні екосистеми, що виконують надзвичайно важливі екологічні функції, зокрема накопичення вуглецю. В заплавних біоценозах часто домінує *Quercus robur*, який відрізняється великою тривалістю життя й тому є зручним об'єктом для оцінки багаторічної фіксації вуглецю наземною фітомасою. В даній роботі на основі деревно-кільцевої хронології ми реконструювали накопичення вуглецю в стовбуровій деревині *Q. robur* п'яти заплавних дібров Києва та порівняли з даними деревостану парку "Феофанія", що знаходиться на відстані близько 4 км до найближчої заплави. Загальний вміст вуглецю в стовбуровій деревині *Q. robur* віком 50 років становив у середньому 319 кг на о. Муромець, 129 кг у заказнику "Жуків острів", 114 кг у заказнику "Лісники", 101 та 72 кг в урочищах "Бичок" та "Дубище" відповідно. Найбільший середній вміст вуглецю (902 кг) у стовбуровій деревині *Q. robur* віком 150 років зафіксовано в заказниках "Жуків острів", мінімальний (708 кг) – у заказнику "Лісники". Оцінка багаторічної динаміки депонування вуглецю в стовбурі показала тренд, який підвищується в усіх заплавах. Найбільша маса, до 15 кг/рік, акумульованого вуглецю спостерігалася в роки з оптимальними умовами росту, найменша, до 9 кг/рік, у період посух або низьких рівнів води в Дніпрі. При цьому ретроспективний аналіз свідчить, що поза заплавою кількість вуглецю в стовбуровій деревині *Q. robur* віком до 25 років була вищою, ніж у заплавах на 37% та на 14–28% у дерев старшого віку. Винятком є деревостан на о. Муромець, в якому середня кількість накопиченого вуглецю 25-річними деревами була на 56% більшою, ніж в лісових культур парку "Феофанія" того ж віку, але вже в деревостані віком 50 років різниця зменшилася та стала недостовірною. В цілому, поза заплавою кількість щорічно депонованого вуглецю в стовбуровій деревині перевищує його значення в заплавах більше ніж у 1,5–2,8 разів у деревостанах віком понад 100 років і в 1,6 разів у середньовікових культур віком до 70 років.

Ключові слова: *Quercus robur,* заплавні ліси, радіальний приріст, вуглець, дендрохронологія

Прокопук Ю.С. **Реконструкция ежегодной аккумуляции углерода в стволах деревьев *Quercus robur* (*Fagaceae*) пойменных лесов Киева.** Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 517–524.

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

Пойменные леса – высокопроизводительные наземные экосистемы, которые выполняют чрезвычайно важные экологические функции, в частности накопление углерода. В пойменных биоценозах часто доминирует *Quercus robur*, который отличается большой продолжительностью жизни и поэтому является удобным объектом для оценки многолетней фиксации углерода наземной фитомассой. В данной работе на основе древесно-кольцевой хронологии мы реконструировали накопление углерода в стволовой древесине *Q. robur* пяти пойменных дубрав Киева и сравнили с данными древостоя парка "Феофания", который находится на расстоянии около 4 км до ближайшей поймы. Общее содержание углерода в стволовой древесине *Q. robur* возрастом 50 лет составляло в среднем 319 кг на о. Муромец, 129 кг – в заказнике "Жуков остров", 114 кг – в заказнике "Лесники", 101 и 72 кг – в урочищах "Бычок" и "Дубище" соответственно. Наибольшее содержание углерода (902 кг) в стволовой древесине *Q. robur* возрастом 150 лет зафиксировано в заказнике "Жуков остров", наименьшее (708 кг) – в заказнике "Лесники". Оценка многолетней динамики накопленияния углерода в стволе показала растущий тренд во всех поймах. Наибольшая масса аккумулированного углерода – до 15 кг/год наблюдалась в годы с оптимальными условиями роста, а наименьшая – до 9 кг/год – в период засухи или низких уровней воды в Днепре. При этом по результатам ретроспективного анализа количество углерода в стволовой древесине *Q. robur* в возрасте до 25 лет вне поймы было на 37% выше, чем в поймах, и на 14–28% выше у деревьев старшего возраста. Исключением является древостой о. Муромец, в котором среднее количество накопленного углерода 25-летними деревьями было на 56% больше, чем в лесных культурах парка "Феофания" того же возраста, но уже в древесине возрастом 50 лет разница уменьшилась и стала недостоверной. В целом, вне поймы количество ежегодно накопленного углерода в стволовой древесине превышает его значения в пойме более, чем в 1,5–2,8 раза у деревьев возрастом свыше 100 лет и в 1,6 раза у средневековых – возрастом до 70 лет.

Ключевые слова: *Quercus robur,* пойменные леса, радиальный прирост, углерод, дендрохронология

https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.06.525

Номенклатурна ревізія як передумова створення продромусу рослинності (на прикладі Національного природного парку "Джарилгацький")

Анастасія О. ДАВИДОВА

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна
anasta3kz@gmail.com

Davydova A.O. **Nomenclature revision as a prerequisite for producing a vegetation prodromus (a case study of Dzharylgach National Nature Park).** Ukr. Bot. J., 2018, 75(6): 525–527.

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine
2 Tereshchenkivska Str., Kyiv 01004, Ukraine
anasta3kz@gmail.com

Abstract. In the article we highlight problems of using phytosociological nomenclature in preparation of regional prodromes of vegetation. Among the results of the revision of the vegetation prodromus of Dzharylgach Island (Dzharylgach National Nature Park) are corrected authorship and dates of the syntaxa of coastal and halophytic vegetation within the classes *Crithmo-Staticetea*, *Festucetea vaginatae* and *Festuco-Puccinellietea*. In particular, the association *Lactuco tataricae-Elytrigietum bessarabicae* Korzhenevsky ex Davydova ass. nov. has been validated; the phantom associations *Artemisietum arenariae* and *Puccinellietum fominii* were found to be correct; correct authorship and dates for the association *Secali-Stipetum borysthenicae* and alliance *Puccinellion fominii* are provided. The examples are followed by explanations of the causes of invalidity, evidence of proper attribution of the authorship or date, and references to relevant articles of the third edition of the International Code of Phytosocological Nomenclature.

Keywords: syntaxonomy, phytosociological nomenclature, validation, phantoms

Геоботанічні дослідження, як і будь-які польові, розпочинаються з ретельного аналізу даних щодо існуючих синтаксонів. На жаль, багато часу витрачається не на ознайомлення із протологами, базами даних геоботанічних описів та порівняння із власним матеріалом, а на перевірку правильності синтаксономічної назви.

У ході підготовки продромусу рослинності Національного природного парку (НПП) "Джарилгацький" було виявлено деякі номенклатурні аспекти, що виникли внаслідок некоректного використання правил Міжнародного кодексу фітосоціологічної номенклатури (Weber et al., 2000) та через цитування вітчизняних джерел, які містять вже усталені помилкові назви синтаксонів закордонних авторів без можливості перевірки оригінального діагнозу. Нижче наводимо приклади, виявлені під час ревізії попереднього зведення рослинності о. Джарилгач (Dubyna, Dzyuba, 2005) та вітчизняних робіт, присвячених псамофітній та галофітній рослинності.

Аналізуючи дані синтаксонів щодо класу *Festucetea vaginatae* Soó ex Vičherek 1972 у межах України, ми виявили два варіанти авторства при цитуванні такого синтаксону, як *Secali-Stipetum borysthenicae* – Korzhenevsky 1986 та *Secali-Stipetum borysthenicae* Korzhenevsky ex Dubyna, Neuhäuslová et Shelyag-Sosonko 1995 (Korzhenevsky, Klyukin, 1986; Dubyna et al., 1995). Який з них є правильним? У праці 1986 року вперше була представлена асоціація *Secali-Stipetum borysthenicae* з субасоціаціями *agropyretosum* та *crataegetosum orientale*. Але не було обрано типову субасоціацію (ст. 5). У *crataegetosum orientale* в описах відсутній імя'утворюючий таксон (ст. 3f). Отже, вірним є цитування валідизованої назви *Secali-Stipetum borysthenicae* Korzhenevsky ex Dubyna, Neuhäuslová et Shelyag-Sosonko 1995.

У межах вищезгаданого класу ми зіткнулися із фантомом – *Artemisietum arenariae* Popescu et Sanda 1975. Фантоми є окремою категорією серед синонімів. Це назви, які використовували різні дослідники, приписуючи їм помилково неправильне авторство (тобто, автор/автори або дата наведені помилково) (Mucina et al., 2016).

У вітчизняних працях використовується помилкове посилання на працю "Etudés sur la vegétation du littoral de la Mer Noire entre Mamaia et le Cap Midia" (Popescu, Sanda, 1975) замість "Contribuţii noi la cunoaşterea vegetaţiei litoralului românesc al Mării Negre", в якій описано *Artemisietum arenariae* Popescu et Sanda 1977. Протолог цієї праці нам відшукати не вдалося, тому спиралися на останнє видання румунського продромусу (Sanda et al., 2008).

Клас *Crithmo-Staticetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1952 наводився в попередніх класифікаційних схемах для о-ва Джарилгач, але нині його представленість за межами Криму не підтверджена (Dubyna, Dzyuba, 2005). Під час ознайомлення з протологом, у якому представлені описи рослинності цього класу, було виявлено, що асоціація *Lactuco tataricae-Elytrigietum bessarabicae* є невалідною, оскільки її типом було обрано не опис, а субасоціацію *Lactuco tataricae-Elytrigietum argusietosum sibiricae* (ст. 5). Ми валідизуємо *Lactuco tataricae-Elytrigietum bessarabicae* Korzhenevsky 2001, вибираючи *holotypus hoc loco* (Korzhenevsky 2001, с. 120: таб. 6, оп. 6). Відповідно, валідною є така назва: ***Lactuco tataricae-Elytrigietum bessarabicae* Korzhenevsky ex Davydova ass. nov. hoc loco.**

Клас *Festuco-Puccinellietea* Soó ex Vicherek 1973 містить багато вітчизняних синтаксонів, більшість з яких були описані валідно, але деякі з них лишилися поза увагою. Асоціація *Puccinellietum fominii* Solomakha et Shelyag-Sosonko 1984 була опублікована вперше неефективно, у депонованому рукописі (ст. 2a) (Solomakha, Shelyah-Sosonko, 1984). *Puccinellietum fominii* Solomakha et Shelyag-Sosonko in Golub et Tchorbadze 1995 є фантомом, оскільки стаття "Vegetation communities of Western substeppe ilmens of the Volga delta" (Golub, Tchorbadze, 1995) присвячена переважно класу *Therosalicornietea* Tx. in Tx. et Oberd. 1958 і жодної згадки щодо *Puccinellietum fominii* не містить. Вірними є такі авторство і дата – *Puccinellietum fominii* Solomakha et Shelyag-Sosonko ex Golub 1994 (Golub, 1994). У цій праці було валідизовано союз *Puccinellion fominii*, тому замість "Shelyag-Sosonko et Solomakha 1987" (не є валідним згідно до ст. 17) слід використовувати таку комбінацію – *Puccinellion fominii* Shelyag-Sosonko et Solomakha ex Golub 1994 (Solomakha, Shelyah-Sosonko, 1987; Golub, 1994). Ситуація із союзом *Salicornio-Puccinellion* Mirkin in Golub et Solomakha 1988 демонструє інший приклад причин невалідності: цей синтаксон був опублікований із вказівкою номенклатурного типу нижчого рангу (ст. 8), але провізорно (ст. 3b) (Golub, Solomakha, 1988). Проте залишається питання, чи слід цей синтаксон валідизувати й визнавати. Зараз в його складі, незважаючи на чітко вказану авторами діагностичну комбінацію видів, наводяться асоціації, які не відповідають змісту першоопису. Ми вважаємо, що без ретельної синтаксономічної обробки немає потреби валідизувати цей союз, тому при цитуванні коректно вказувати *Salicornio-Puccinellion* Mirkin in Golub et Solomakha 1988 nom. inval.

Проведена номенклатурна ревізія ще раз підтверджує необхідність використання протологів при виділенні нових синтаксонів. Переважно саме вітчизняні синтаксони потребують валідизації, втім проблеми із протологами закордонного походження виникають через складнощі їхнього отримання. Активне застосування еколого-флористичної класифікації в Україні впродовж 1980–1990 рр. призвело до появи великої кількості невалідно описаних синтаксонів і синонімів більш ранніх закордонних назв синтаксонів. Дигіталізація старих видань (початок XX ст.) та оприлюднення їх в електронних бібліотеках значно спрощує процес пошуку протологів для ревізії. Але вітчизняні та закордонні праці, опубліковані з середини XX ст., не завжди є доступними, іноді навіть не через специфічність процесу оцифрування, а внаслідок того, що матеріали були оприлюднені в збірках матеріалів університетських конференцій, у маловідомих і тому важкодоступних виданнях. В такому випадку важливою є кооперація колег з різних країн щодо пошуку та обміну інформацією.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

Dubyna D.V., Neuhäuslova Z., Shelyag-Sosonko Yu.R. Vegetation of the Birjucij Island Spit in Azov Sea. Sand Steppe Vegetation. *Folia Geobot. Phytotax.*, 1995, 30: 1–31.

Dubyna D.V., Dzyuba T.P. *Ukr. Bot. J.*, 2005, 62(2): 128–142. [Дубина Д.В., Дзюба Т.П. Фітоценотична різноманітність острова Джарилгач (Херсонська обл.). *Укр. бот. журн.*, 2005, 62(2): 128–142].

Golub V.B. Class *Asteretea tripolium* on the territory of the former USSR and Mongolia. *Folia Geobot. Phytotax.*, 1994, 29(1): 15–54.

Golub V.B., Solomakha V.A. *Bull. MOIP*. Otd. Byol., 1988, 93(6): 81–92. [Голуб В.Б., Соломаха В.А. Высшие единицы классификации растительности засоленных почв европейской части СССР. *Бюл. МОИП*. Отд. биол., 1988, 93(6): 81–92].

Golub V.B., Tchorbadze N.B. Vegetation communities of Western substeppe ilmens of the Volga delta. *Phytocoenologia*, 1995, 25(4): 449–466.

Korzhenevskiy V.V. *Trudy Gos. Nikit. bot. sada*, 2001, 120: 107–124. [Корженевский В.В. Синтаксономическая схема и типология местообитаний Азовского и Черноморского побережий Крыма. *Труды Гос. Никит. бот. сада*, 2001, 120: 107–124].

Korzhenevskiy V.V., Klyukin A.A. *Trudy Gos. Nikit. bot. sada*, 1986, 86: 111–122. [Корженевский В.В., Клюкин А.А. Фитоиндикация рельефа возвышенностей Керченского полуострова на примере Казантипа. *Труды Гос. Никит. бот. сада*, 1986, 86: 111–122].

Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., Gavilán García R., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F.J.A., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J.H.J., Lysenko T., Didukh Y.P., Pignatti S., Rodwell J.S., Capelo J., Weber H.E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S.M., Tichý L. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Appl. Veget. Sci.*, 2016, 19(1): 3–264.

Popescu A., Sanda V. Etudés sur la vegétation du littoral de la Mer Noire entre Mamaia et le Cap Midia. *Revue Roum. de Biol.* Ser. de Botanique, 1975, 20(1): 7–17.

Sanda V., Ollerer K., Burescu P. *Fitocenozele din România – sintaxonomie, structură, dinamică şi evoluţie*. Bucureşti: Editura Ars Docendi, 2008, 576 pp.

Solomakha V.A., Shelyah-Sosonko Yu.R. *Floristicheskaya klassifikatsiya galofilnoy rastitelnosti Ukrainy*, (deposited manuscript). 1984, 30 pp. [Соломаха В.А., Шеляг-Сосонко Ю.Р. *Флористическая классификация галофильной растительности Украины*. 1984, 30 с. Рукопись депон. в ВИНИТИ 16.08.84, № 5965-В84].

Solomakha V.A., Shelyah-Sosonko Yu.R. *Ukr. Bot. J.*, 1987, 44(6): 13–17. [Соломаха В.А., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Нові синтаксони галофільної рослинності України. *Укр. бот. журн.*, 1987, 44(6): 13–17].

Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.-P. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd ed. *J. Veget. Sci.*, 2000, 11: 739–768.

Рекомендує до друку Я.П. Дідух

Надійшла 19.06.2018

Давидова А.О. **Номенклатурна ревізія як передумова створення продромуса рослинності (на прикладі Національного природного парку "Джарилгацький")**. Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 525–527.

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

Висвітлено проблеми застосування фітосоціологічної номенклатури під час підготовки регіональних продромусів рослинності. Результатом ревізії попереднього продромусу рослинності о-ва Джарилгач (Національний природний парк "Джарилгацький") є встановлення вірного авторства та дат синтаксонів аренної та галофітної рослинності в межах класів *Crithmo-Staticetea*, *Festucetea vaginatae* та *Festuco-Puccinellietea*. Зокрема, валідизовано асоціацію *Lactuco tataricae-Elytrigietum bessarabicae* Korzhenevsky ex Davydova ass. nov.; виявлено фантоми асоціацій *Artemisietum arenariae* і *Puccinellietum fominii* та встановлено правильні; наведено вірне авторство та дати для асоціації *Secali-Stipetum borysthenicae* та союзу *Puccinellion fominii*. Приклади супроводжуються поясненнями причин невалідності, доказами вірності іншого авторства або дати та посиланнями на відповідні статті 3-го видання Міжнародного кодексу фітосоціологічної номенклатури.

Ключові слова: синтаксономія, фітосоціологічна номенклатура, валідизація, фантоми

Давыдова А.А. **Номенклатурная ревизия как предпосылка создания продромуса растительности (на примере Национального природного парка "Джарылгачский")**. Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 525–527.

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

Освещены проблемы использования фитосоциологической номенклатуры при подготовке региональных продромусов растительности. Результатом ревизии предыдущего продромуса растительности о-ва Джарылгач (Национальный природный парк "Джарылгачский") является установление правильного авторства и дат синтаксонов аренной и галофитной растительности в пределах классов *Crithmo-Staticetea*, *Festucetea vaginatae* и *Festuco-Puccinellietea*. В частности, валидизирована ассоциация *Lactuco tataricae-Elytrigietum bessarabicae* Korzhenevsky ex Davydova ass. nov.; выявлены фантомы ассоциаций *Artemisietum arenariae* и *Puccinellietum fominii* и установлены правильные; приведены верное авторство и даты для ассоциации *Secali-Stipetum borysthenicae* и союза *Puccinellion fominii*. Примеры сопровождаются объяснением причин невалидности, доказательствами правильности иного авторства или даты и ссылками на соответствующие статьи 3-го издания Международного кодекса фитосоциологической номенклатуры.

Ключевые слова: синтаксономия, фитосоциологическая номенклатура, валидизация, фантомы

https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.06.528

Поширення в Україні рідкісного гриба *Pseudoboletus parasiticus* (*Boletales, Basidiomycota*)

Василь П. ГЕЛЮТА

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна
vheluta@botany.kiev.ua

Heluta V.P. **Distribution of a rare fungus *Pseudoboletus parasiticus* (*Boletales*, *Basidiomycota*) in Ukraine.** Ukr. Bot. J., 2018, 75(6): 528–532.

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

Abstract. Generalized information on the distribution of *Pseudoboletus parasiticus* (*Boletales*, *Basidiomycota*) in Ukraine is provided. This fungus parasitizing basidiocarps of *Scleroderma citrinum* (also *Boletales*) is a rare and endangered species in Ukraine. *Pseudoboletus parasiticus*, as *Boletus parasiticus*, was included in the *Red Data Book of Ukraine* under the conservation status "Rare" and was reported from only four regions: Volyn, Transcarpathian, Lviv, and Rivne. This article significantly expands knowledge about the distribution of *P. parasiticus* in Ukraine. New records are added to the list of already known localities not only from the mentioned regions, but also from Zhytomyr, Ivano-Frankivsk, Kyiv, and Khmelnytsky regions (oblasts). Despite the largely increased number of localities, this fungus nevertheless is considered to be a rare species in Ukraine with a disjunctive range. Therefore, it is necessary to search for new localities, to protect the reported sites, to isolate it into a pure culture, and to carry out experiments on cultivation of *P. parasiticus* on fruit bodies of *S. citrinum*.

Keywords: Red Data Book of Ukraine, *Boletaceae*, *Boletus*, *Xerocomus*, *Scleroderma*

Pseudoboletus parasiticus (Bull.) Šutara (*Boletales*, *Basidiomycota*) – типовий вид роду, один з небагатьох паразитних представників родини *Boletaceae*. Він розвивається на плодових тілах іншого болетального гриба – *Scleroderma citrinum* Pers. (рис. 1), однак залишається при цьому й мікоризним грибом. Даний вид зовні дуже схожий на ксерокомоїдних представників роду *Boletus* L., особливо на *B. subtomentosus* L., тому раніше в Україні його розглядали в рамках родів *Xerocomus* Quél. (Bazyuk, Heluta, 1999; Prydiuk, 2002) або *Boletus* (Dudka, 2009; Fokshei, 2016; Vanzar et al., 2016). Проте розміщення цього гриба в роді *Xerocomus* досить спірне, оскільки за низкою важливих морфологічних характеристик він не відповідає видам цього роду через те, що має стерильну поверхню ніжки та болетоїдну, а не філопороїдну траму гіменофора. Остання ознака засвідчує, що даний вид є ближчим до роду *Boletus*, ніж до *Xerocomus* (Šutara, 1991). До того ж, поверхня його спор інша, ніж у ксерокомоїдних видів (Šutara, 1991, 2008). Тому на підставі анатомічних особливостей Й. Шутарою (Šutara, 1991) був описаний новий рід *Pseudoboletus* Šutara, куди й був поміщений даний вид як *P. parasiticus*. Правильність виділення окремого роду *Pseudoboletus* підтверджується результатами молекулярних досліджень (Desjardin et al., 2009; Nuhn et al., 2013). Зокрема показано, що *P. parasiticus* утворює самостійну кладу та є сестринським до великої групи інших болетоїдних грибів, які на сьогодні потрапили в різні роди, виділені з *Boletus* s. l.

Pseudoboletus parasiticus поширений в Європі, Азії (Японія), Північній Америці та Північній Африці. Однак трапляється він спорадично, не має суцільного ареалу, у багатьох країнах Європи (Болгарія, Данія, Іспанія, Латвія, Литва, Нідерланди, Німеччина, Польща, Румунія, Угорщина, Швейцарія) належить до видів, які перебувають під загрозою (https://www.wsl.ch/eccf/candlist-subtotals.xls). В Україні як *Boletus parasiticus* Bull. включений у Червону книгу

Рис. 1. Плодові тіла *Pseudoboletus parasiticus* на базидіокарпах *Scleroderma citrinum* (*a–c*) та гіменофор цього гриба (*d*) (*a* – фото А. Кондратюка, *b–d* – автора статті)

Fig. 1. Fruit bodies of *Pseudoboletus parasiticus* on basidiocarps of *Scleroderma citrinum* (*a–c*) and the hymenophore of the fungus (*d*) (*a* – photo by A. Kondratyuk, *b–d* – by the author)

(Dudka, 2009) з природоохоронним статусом "рідкісний" і вказується лише для чотирьох областей – Волинської, Закарпатської, Львівської та Рівненської. На карті поширення виду нанесено лише чотири локалітети (рис. 2), два з них були встановлені автором даної статті.

Pseudoboletus parasiticus трапляється в лісах різних типів. Він легко впізнається у природі завдяки своїм специфічним екологічним особливостям – розвитку на плодових тілах *Scleroderma citrinum* (рис. 1). Така особливість *P. parasiticus* унеможливлює помилку при його визначенні. Тому для збору інформації про поширення виду можна користуватися непрофесійними даними, отриманими з електронних ресурсів та особистих повідомлень, особливо за наявності фотозображень. Унаслідок постійного перегляду матеріалів, що завантажуються мікологами-аматорами та просто грибниками на сторінки групи "Гриби України" в мережі *Facebook* (https://www.facebook.com/groups/Hryby.Ukrayiny/?ref=bookmarks), ми змогли значно поповнити свідчення про поширення *P. parasiticus* в Україні. Нижче наводимо перелік усіх його локалітетів, відомих сьогодні в Україні, враховуючи також результати нещодавніх польових досліджень фахівців відділу мікології Інституту ботаніки НАН України і відносно нечисленні літературні дані (Smarda, 1963; Bazyuk, Heluta, 1999; Prydiuk, 2002; Bazyuk, 2003; Bazyuk-Dubey, 2010; Heluta, Vysotska, 2010; Derzhypilskyi et al., 2012a, b; Fokshei, 2013, 2016; Gleb, 2016; Vanzar et al., 2016).

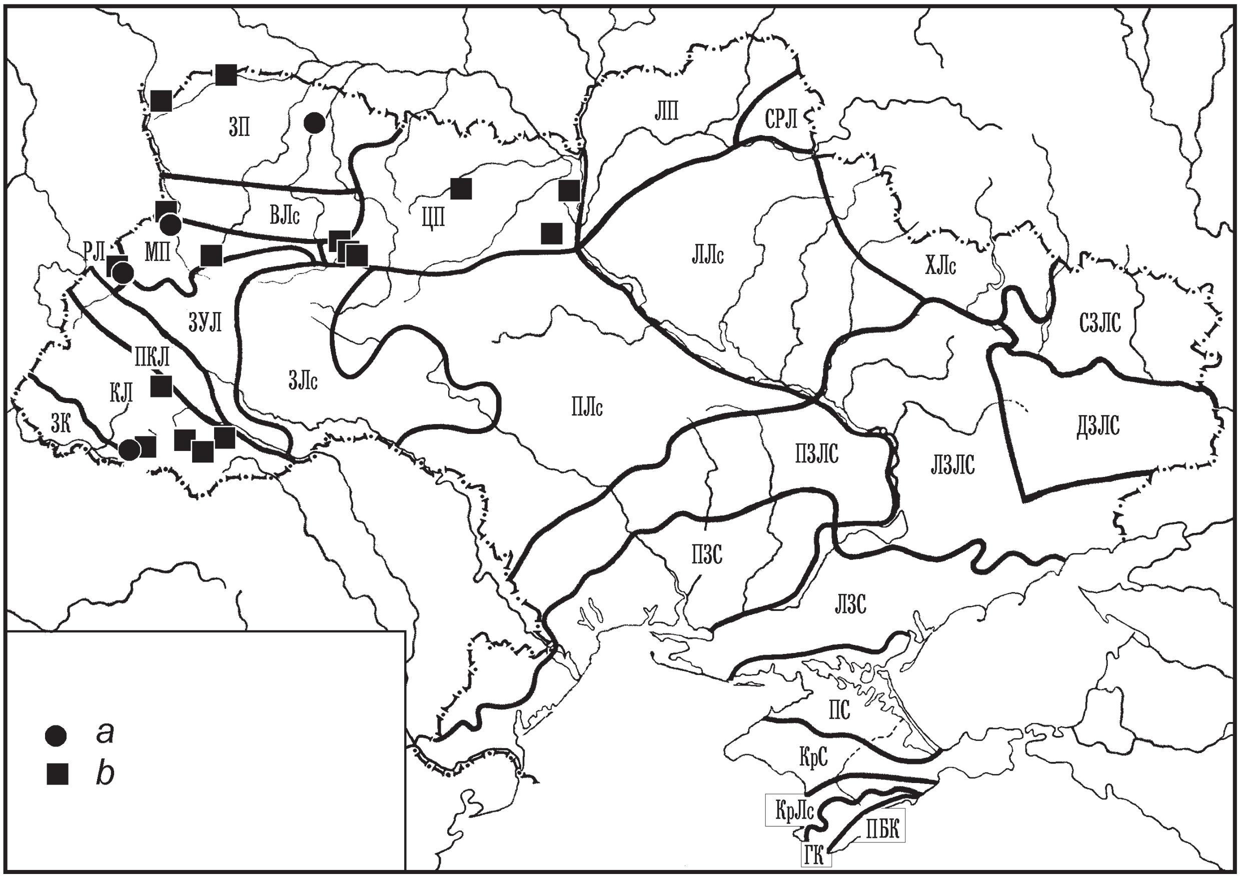


Рис. 2. Поширення *Pseudoboletus parasiticus* на території України: *a* — відповідно до схеми, наведеної в Червоній книзі України (Dudka, 2009), *b* — найновіші додаткові відомості

Fig. 2. Distribution of *Pseudoboletus parasiticus* in Ukraine: *a* — localities listed in the *Red Data Book of Ukraine* (Dudka, 2009), *b* — additional recent data

Pseudoboletus parasiticus **(Bull.) Šutara, Česká Mykol. 45(1–2): 2. 1991**

Syn.: *Boletus parasiticus* Bull., Herb. Fr. 10: tab. 451, fig. 1. 1790. — *Versipellis parasitica* (Bull.) Quél., Enchir. fung. (Paris): 159. 1886. — *Xerocomus parasiticus* (Bull.) Quél., Fl. mycol. France (Paris): 418. 1888. — *Ceriomyces parasiticus* (Bull.) Murrill, Mycologia 1(4): 148. 1909.

Волинська обл.: Ратнівський р-н, с. Залухів, 01.08.2009, 22.09.2009, В.П. Гелюта (Heluta, Vysotska, 2010); Шацький р-н, Шацький національний природний парк, жовтень 2018 р., М.П. Придюк.

Житомирська обл.: Коростенський р-н, с. Забране, 08.09.2018, 27.10.2018, С. Степанюк; Хорошівський р-н, смт Іршанськ, 05.09.2013, 02.09.2018, З. Косинська.

Закарпатська обл.: Рахівський р-н, с. Косівська Поляна (Smarda, 1963); м. Рахів, Карпатський біосферний заповідник 04.09.2014, Р. Глеб; там само (Gleb, 2016).

Івано-Франківська обл.: Богородчанський р-н, с. Манява, 2014–2015 рр. (Vanzar et al., 2016); Верховинський р-н, поблизу Буковецького перевалу, 02.09.2012, С. Козлан; Косівський р-н, Національний природний парк "Гуцульщина" (Bazyuk-Dubey, 2010; Derzhypilskyi et al., 2012b); там само, Космацьке лісництво, гора Ґреґіт (Derzhypilskyi et al., 2012a); там само, 1 454 м н.р.м., 31.07.2014, С.І. Фокшей (Fokshei, 2016); села Космач і Шепот, серпень 2010 р., Л.М. Держипільський (Fokshei, 2013).

Київська обл.: Бородянський р-н, с. Плахтянка, 30.08.2018, О. Янчевський; Вишгородський р-н, с. Сухолуччя, 2017 р., О. Янчевський.

Львівська обл.: Бродівський р-н, с. Станіславчик, 25.08.1988, В.П. Гелюта (Prydiuk, 2002); Кам'янка-

Бузький р-н, с. Стриганка, 22.09.2018, А. Юрасов; Сокальський р-н, м. Сокаль, 01.09.2018, В. Руденко; Яворівський р-н, с. Завадів, 25.08.2018, Т. Лущак; смт Івано-Франкове, Природний заповідник "Розточчя", 02.09.1988, В.П. Гелюта (Bazyuk, Heluta, 1999); там само, 24.08.1993, 17.07.1997, І.В. Базюк (Bazyuk, Heluta, 1999); с. Ставки (Bazyuk, 2003).

Рівненська обл., Дубровицький р-н, с. Крупове, 12.07.1999, 06.08.1999, 15.08.1999, 20.08.1999, М.П. Придюк (Prydiuk, 2002).

Хмельницька обл.: Ізяславський р-н, Національний природний парк "Мале Полісся", с. Лютарка, 17.09.2018, О.А. Більовський, В.П. Гайова, В.П. Гелюта, М.О. Зикова, О.В. Мнюх, М.П. Придюк (дві популяції); Славутський р-н, Національний природний парк "Мале Полісся", південніше м. Славута, 16.09.2018, М.П. Придюк; Шепетівський р-н, с. Климентовичі, 04.09.2010, 31.08.2018, А. Кондратюк; с. Рилівка, 21.08–30.09.2018, А. Кондратюк; с. Червоний Цвіт, 21.08.2018, А. Кондратюк; м. Шепетівка, 06.09.2018, А. Кондратюк.

Як бачимо з вищенаведеного переліку локалітетів та рис. 2, на сьогодні *P. parasiticus* в Україні відомий з Волинського Лісостепу, Західного Полісся, Карпатських лісів, Малого Полісся, Розтоцьких лісів і Центрального Полісся (Волинська, Житомирська, Закарпатська, Івано-Франківська, Київська, Львівська, Рівненська та Хмельницька обл.). Незважаючи на таке поширення й значно збільшену кількість знахідок, цей гриб залишається в нашій країні рідкісним видом з диз'юнктивним ареалом. Вважаємо за необхідне продовжувати пошуки його нових локалітетів, брати під охорону місця зростання, намагатися ввести в чисту культуру та здійснити експерименти з вирощування *P. parasiticus* на плодових тілах *Scleroderma citrinum*.

Подяки

Автор щиро вдячний дирекції та співробітникам Національного природного парку "Мале Полісся" за підтримку наукових досліджень, під час яких було знайдено три нові локалітети *P. parasiticus*, а також усім грибникам-аматорам, які на сторінках групи "Гриби України" в мережі *Facebook* надали автору статті інформацію про нові місцезнаходження цього рідкісного гриба.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

Bazyuk I.V. *Agarykoidni hryby lisiv Ukrainskoho Roztochchya*: Cand. Sci. Diss. Lviv, 2003, 275 pp. [Базюк І.В. *Агарикоїдні гриби лісів Українського Розточчя*: дис. ... канд. с.-г. наук. Львів, 2003, 275 с.].

Bazyuk I.V., Heluta V.P. *Pryroda Roztochchya*, 1999, issue. 1: 116–120. [Базюк І.В., Гелюта В.П. Болетальні гриби лісів Українського Розточчя. *Природа Розточчя*, 1999, вип. 1: 116–120].

Derzhypilskyi L.M., Fokshey S.I., Fokshey D.L. In: *Roslynnyi svit u Chervoniy knyzi Ukrainy: vprovadzhennya Hlobalnoi stratehii zberezhennya roslyn: mater. II Mizhnar. nauk. konf.* Kyiv: Palyvoda A.V., 2012a, pp. 204–206. [Держипільський Л.М., Фокшей С.І. , Фокшей Д.Л. Червонокнижні макроміцети Національного природного парку "Гуцульщина". У зб.: *Рослинний світ у Червоній книзі України: впровадження Глобальної стратегії збереження рослин: матер. II Міжнар. наук. конф.* (*м. Умань, Черкаська обл., 9–12 жовтня 2012 р.*). Київ: Паливода А.В., 2012a, с. 204–206].

Derzhypilskyi L.M., Prorochuk V.V., Fokshey S.I. In: *Rol pryrodookhoronnykh ustanov u zberezhenni biorozmaittya, etnokulturnoi spadshchyny ta zbalansovanomu rozvytku terytoriy: mater. mizhnar. nauk.-prakt. konf., prysvyach. 10-richchyu NPP Hutsulshchyna*. Kosiv: PP Pavlyuk M.D., 2012b, pp. 166–170. [Держипільський Л.М., Пророчук В.В., Фокшей С.І. Засади охорони і примноження запасів макроміцетів в національному природному парку "Гуцульщина" . У зб.: *Роль природоохоронних установ у збереженні біорозмаїття, етнокультурної спадщини та збалансованому розвитку територій: матер. міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 10-річчю НПП "Гуцульщина"* (*м. Косів, 18–19 травня 2012 р.*). Косів: ПП Павлюк М.Д., 2012b, с. 166–170].

Desjardin D.E., Binder M., Roekring S., Flegel T. *Spongiforma*, a new genus of gasteroid boletes from Thailand. *Fungal Diversity*, 2009, 37: 1–8.

Dudka I.O. In: *Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyi svit* (*Red Data Book of Ukraine. Plant Kingdom*). Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Globalconsulting, 2009, 798 pp. [Дудка І.О. *Boletus parasiticus* Fr. [*Xerocomus parasiticus* (Bull.: Fr.) Quel.]. У кн.: *Червона книга України. Рослинний світ*. Ред. Я.П. Дідух. Київ: Глобалконсалтинг, 2009, 798 с.].

Fokshei S.I. Ridkisni ta znykayuchi makromitsety. In: *Natsionalnyi pryrodnyi park Hutsulshchyna*. Ed. V.V. Prorochuk. Lviv: NVF Karty i atlasy, 2013, pp. 138–139. [Фокшей С.І. Рідкісні та зникаючі макроміцети. В кн.: *Національний природний парк "Гуцульщина"*. За ред. В.В. Пророчука. Львів: НВФ "Карти і атласи", 2013, с. 138–139].

Fokshei S.I. *Ukr. Bot. J.*, 2016, 73(1): 72–77. [Фокшей С.І. Рідкісні види грибів у старовікових лісах і пралісах Національного природного парку "Гуцульщина". *Укр. бот. журн.*, 2016, 73(1): 72–77]. https://doi.org/10.15407/ukrbotj73.01.072

Gleb R.Yu. In: *Rehionalni aspekty florystychnykh i faunistychnykh doslidzhen: mater. Tretioi mizhnar. nauk.-prakt. konf.* Chernivtsi: Druk Art, 2016, pp. 313–315.

[Глеб Р.Ю. Рідкісні види грибів Карпатського біосферного заповідника. У зб.: *Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень: матер. Третьої міжнар. наук.-практ. конф.* (*смт Путила, 13–14 травня 2016 р.*). Чернівці: Друк Арт, 2016, с. 313–315].

Heluta V.P., Vysotska O.P. In: *Roslynnyi svit u Chervoniy knyzi Ukrainy: vprovadzhennya Hlobalnoi stratehii zberezhennya roslyn: mater. mizhnar. nauk. konf*. Kyiv: Alterpress, 2010, pp. 229–231. [Гелюта В.П., Висоцька О.П. Поширення на території Західного Полісся України видів грибів, занесених до Червоної книги України. У зб.: *Рослинний світ у Червоній книзі України: впровадження Глобальної стратегії збереження рослин: матер. міжнар. наук. конф.* (*м. Київ, 11–15 жовтня 2010 р.*). Київ: Альтерпрес, 2010, с. 229–231].

Nuhn M.E., Binder M., Taylor A.F.S., Halling R.E., Hibbett D.S. Phylogenetic overview of the *Boletineae*. *Fungal Biology*, 2013, 117(7–8): 479–511.

Prydiuk M.P. *Ukr. Bot. J.*, 2002, 59(1): 43–44. [Придюк М.П. *Xerocomus parasiticus* (Bull.: Fr.) Quél. – рідкісний для України вид макроміцета. *Укр. бот. журн.*, 2002, 59(1): 43–44].

Smarda F. Prispevek k mapovani makromycetu v Europe na prikladu suchohriba prizivneho – *Xerocomus parasiticus* (Bull. ex Fr.) Quel. v Československu. *Česka Mykologie*, 1963, 17(3): 127–133.

Šutara J. *Pseudoboletus*, nový rod řádu Boletales. *Česka Mykologie*, 1991, 45(1–2): 1–9.

Šutara J. *Xerocomus* s. l. in the light of the present state of knowledge. *Česka Mykologie*, 2008, 60(1): 29–62.

Vanzar O.M., Romanyuk V.V., Drychak O.M. In: *Rehionalni aspekty florystychnykh i faunistychnykh doslidzhen: mater. Tretioi mizhnar. nauk.-prakt. konf.* Chernivtsi: Druk Art, 2016, pp. 87–90. [Ванзар О.М., Романюк В.В., Дричак О.М. Систематична структура та раритетний компонент мікофлори заказника "Скит Манявський". У зб.: *Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень: матер. Третьої міжнар. наук.-практ. конф.* (*смт Путила, 13–14 травня 2016 р.*). Чернівці: Друк Арт, 2016, с. 87–90].

Рекомендує до друку В.П. Гайова

Надійшла 09.11.2018

Гелюта В.П. **Поширення в Україні рідкісного гриба *Pseudoboletus parasiticus* (*Boletales*, *Basidiomycota*).** Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 528–532.

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

Подається узагальнена інформація про поширення в Україні рідкісного гриба *Pseudoboletus parasiticus* (*Boletales*, *Basidiomycota*), який паразує на базидіокарпах іншого болетального гриба – *Scleroderma citrinum*. Вид *P. parasiticus* включений в Червону книгу України з природоохоронним статусом "рідкісний" і вказувався раніше лише для чотирьох областей – Волинської, Закарпатської, Львівської та Рівненської. В даній статті значно доповнено відомості про поширення *P. parasiticus* в Україні. До переліку вже відомих його локалітетів додано нові знахідки не тільки зі вказаних областей, а також із Житомирської, Івано-Франківської, Київської та Хмельницької. Незважаючи на помітно збільшену кількість місцезростань цього гриба, він залишається в Україні рідкісним видом з диз'юнктивним ареалом. Вважаємо за необхідне продовжувати вивчення його поширення, брати під охорону місця зростання, намагатися ввести в чисту культуру та провести експерименти з вирощування *P. parasiticus* на плодових тілах *S. citrinum*.

Ключові слова: Червона книга України, *Boletaceae*, *Boletus*, *Xerocomus*, *Scleroderma*

Гелюта В.П. **Распространение в Украине редкого гриба *Pseudoboletus parasiticus* (*Boletales*, *Basidiomycota*).** Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 528–532.

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

Приводится обобщенная информация о распространении в Украине редкого гриба *Pseudoboletus parasiticus* (*Boletales*, *Basidiomycota*), который паразитирует на базидиокарпах другого болетового гриба – *Scleroderma citrinum*. Вид *P. parasiticus* внесен в Красную книгу Украины с природоохранным статусом "редкий" и ранее указывался лишь для четырех областей – Волынской, Закарпатской, Львовской и Ровенской. В данной статье значительно дополнены сведения о распространении *P. parasiticus* в Украине. В перечень уже известных его локалитетов добавлены новые находки не только из указанных областей, а также из Житомирской, Ивано-Франковской, Киевской и Хмельницкой. Несмотря на заметно возросшее количество местообитаний этого гриба, он остается в Украине редким видом с дизъюнктивным ареалом. Считаем необходимым продолжать изучение его распространения, брать под охрану места произрастания, попытаться ввести в чистую культуру и провести эксперименты по выращиванию *P. parasiticus* на плодовых телах *S. citrinum*.

Ключевые слова: Красная книга Украины, *Boletaceae*, *Boletus*, *Xerocomus*, *Scleroderma*

https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.06.533

Epipactis albensis (*Orchidaceae*) у Закарпатті

Тіберій Т. ЛЮБКА

Науково-дослідний центр ім. Іштвана Фодора
Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці ІІ
вул. Кошута, 6, м. Берегове 90202, Закарпатська обл., Україна
ljubkatibor@gmail.com

Ljubka T.T. ***Epipactis albensis* (*Orchidaceae*) in Transcarpathia.** Ukr. Bot. J., 2018, 75(6): 533–537.

Istvan Fodor Scientific-investigation center
Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian Institute
6 Kossuth Str., Berehove 90202, Transcarpathian Region, Ukraine

Abstract. Data on *Epipactis albensis* (*Orchidaceae*), a species listed in the *Red Data Book of Ukraine*, is analyzed. The information on this species given in the *Red Data Book of Ukraine* is considered. A distribution map of all currently known localities of the species is provided; in particular, its distribution within the Cis-Tisza lowland (Transcarpathian Region, Ukraine) is discussed. A new locality of the species found in 2018 in vicinity of Pritysianske village (Vynohradiv District), near the Tisza River in the *Salici-Populetum* association, is reported. Original photographs of the species are presented since in the *Red Data Book of Ukraine* for *E. albensis* a photo of another species is provided.

Keywords: *Epipactis albensis*, Red Data Book of Ukraine, floristic record, *Salici-Populetum*, Transcarpathia, Cis-Tisza lowland, flora, Ukraine

Вступ

Рід *Epipactis* Zinn. – один з найскладніших у таксономічному відношенні родів родини *Orchidaceae*, чому, серед іншого, сприяє поліморфність морфологічних ознак вегетативних та генеративних органів рослин його представників та їхня здатність до гібридизації. Загалом рід налічує 60–80 видів, які поширені переважно в помірній зоні Євразії, декілька представників трапляються в Центральній Африці та Південній Америці (Efimov, 2004). Для території України наводять 10 таксонів цього роду: *E. atrorubens* (Hoffm.) Besser*, E. helleborine* (L.) Crantz*, E. microphylla* (Ehrh.) Sw.*, E. palustris* (L.) Crantz, *E. purpurata* Smith, *E. helleborine* subsp. *orbicularis* (K.Richt) E.Klein, *E. helleborine* subsp. *levantina* Kreutz, Óvári & Shifman., *E. krymmontana* Kreutz, Fateryga & Efimov, *E. muelleri* Godfery, *E. persica* (Soó) Nannf., *E. turcica* Kreutz, *E. albensis* Novákova & Rydlo (Efimov, 2008; Fateryga, Kreutz, 2012; Kreutz, Fateryga, 2012; Fateryga, 2013; Fateryga, Kreutz, Efimov, 2014; Vakhrameeva et al., 2014), деякі з них описані з території України (Protopopova et al., 2017). Перші відомості про наявність *E. albensis* у флорі України були наведені з Закарпатської області – рослини виду були знайдені у заплаві р. Боржава, в околицях с. Квасово (Берегівський р-н) у старовіковому заплавному лісі в урочищі "Атак-Боржавське" (Drescher et al., 2003; Prots, 2010). На жаль, точних відомостей про інші локалітети виду в літературі, за виключенням даних у Червоній книзі України (Prots, 2009), нами не знайдено. Відомості про гербарні зразки виду у гербаріях України відсутні. Під час наших досліджень місцезростання в згаданому урочищі не підтверджено. Дане повідомлення присвячене знахідкам нових локалітетів *Epipactis albensis* на Притисянській (Закарпатській) низовині у межах Закарпатської обл. України.

Матеріали і методи

Робота базується на оригінальних матеріалах польових досліджень, проведених у 2014–2018 рр. маршрутним способом, аналізі гербарних колекцій Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (KW), Закарпатського угорського інституту імені Ферена Ракоці ІІ, Ужгородського національного університету (UU), Дебреценського університету (DE), а також літературних даних. Хімічний аналіз ґрунту проведено за методикою, яка відповідає стандартам ДСТУ 4287:2004, ДСТУ ISO 10390:2001 для визначення pH (ISO 10390:1994 IDT).

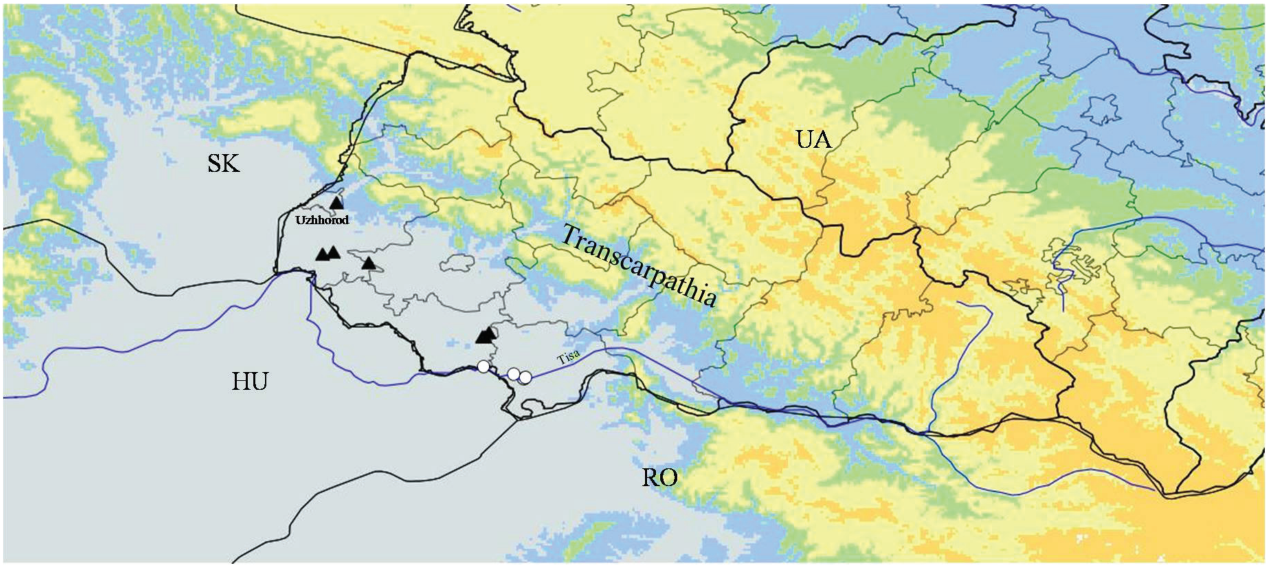


Рис. 1. Картосхема поширення *Epipactis albensis* на території Притисянської низовини: ▲ – відповідно до схеми, наведеної в Червоній книзі України (Prots, 2009); ○ – найновіші додаткові відомості

Fig. 1. A distribution map of *Epipactis albensis* in the Cis-Tisza lowland: ▲ – localities listed in the *Red Data Book of Ukraine* (Prots, 2009); ○ – additional recent data

Результати та обговорення

Epipactis albensis описаний з долини р. Ельба в Чехії (Nováková et Rydlo, 1978). Вид поширений у Центральній Європі, західна межа його ареалу проходить по території Чехії, східних регіонів Австрії та Німеччини, північно-східна – Польщі, південно-східна – Румунії, а східна – Словаччини та України (Prots, 2009; Arbeitskreis..., 2014). Вид має охоронний статус у Червоному списку Міжнародного союзу охорони природи IUCN (LC) (https://www.iucnredlist.org/species/176012/7171266), Додатку II CITES (https://www.cites.org/eng/disc/text.php#II), Червоних книгах Словаччини (Rydlo, 1982; Vlčko, 1997; Kolník, Kučera, 2002), Польщі (Rydlo, 1989), Австрії (Breiner et al., 1993; Timpe, Mrkvicka, 1996), Німеччини (Wucherpfennig, 1993a, b), Угорщини (Molnár et al., 1995; Timpe, 1995), Румунії (Molnár, Sramkó, 2012) та України (Prots, 2009).

Одним із характерних місцезростань рослин виду є тополеві та тополево-вербові ліси, які утворюються на річкових наносах у заплавах річок (Prots, 2009; Molnár, 2011; Arbeitskreis..., 2014). Такі ділянки щороку зазнають весняного затоплення й існують тільки за умов, максимально наближених до річок. Подібні умови характерні для Притисянської низовини, яка внаслідок затоплень має досить ускладнену поверхню з частими мікроформами у вигляді невисоких пагорбів, гряд і понижень. Для *E. albensis* потенційними біотопами також можуть бути грабові, букові та добре зволожені ялинові ліси тощо (Prots, 2009; Molnár, 2011; Arbeitskreis..., 2014).

В Україні (Закарпатська обл.) вид донедавна наводився з території, що охоплює заплави р. Боржава (між селами Великі Береги Берегівського р-ну та Шаланки й Квасово Виноградівського р-ну), р. Латориця (села Малі Геївці та Чомонин Мукачівського р-ну) та р. Уж (у межах м. Ужгород) (Prots, 2009).

Нами *E. albensis* був виявлений в декількох нових локалітетах. У 2012 р. в околицях між сс. Четфалва (Берегівський р-н) та Дротинці (Виноградівський р-н) та на околицях с. Фанчиково (Ljubka et al., 2014); знахідки у цих локалітетах були підтверджені протягом наступних років. У 2018 р. популяція виду була виявлена в околицях с. Притисянське Виноградівського р-ну в тополево-вербовому заплавному лісі поблизу р. Тиса (рис. 1).

Слід відмітити, що подане у Червоній книзі України (Prots, 2009) фото виду насправді належить *E. helleborine* (L.) Crantz. На оприлюдненій фотографії рослини (Б.Г. Проць) добре помітно, що відсутні характерні для *E. albensis* ознаки. Наводимо

Рис. 2. *Epipactis albensis*: *a* — загальний вигляд, *b* — квітка
Fig. 2. *Epipactis albensis*: *a* — general view, *b* — flower

ознаки *E. albensis*, які доповнюють морфологічний опис виду у згаданному виданні: 1) відсутність вісцидія, 2) зелене забарвлення центральної частини епіхілу, 3) краї епіхілу білувато-зелені та загортаються донизу, 4) мезохіл має V-подібну форму, 5) гіпохіл короткий, білувато-зелений ззовні, червонувато-коричневий в середині (рис. 2, *a*, *b*). Вид габітуально та морфологічно найбільше подібний до *E. fibri* Scappat. & Robatsch, який не представлений у флорі України.

Наводимо стислий морфологічний опис рослин з досліджених нами популяцій. Рослини 10—15(25) см завв.; стебло прямостояче, тонке, міцне, у верхній частині густо короткоопушене; стеблові листки яйцеподібні або яйцеподібно-ланцетні, 1,1—2,7 см завд., 1,5—2,8 см завш. Суцвіття 4,5—8,0 см завд., складається переважно з 2—7, інколи 15—20 квіток; квітки жовтувато-зелені або білувато-зелені 7—11 мм завд., 2,7—7,0 мм завш. Цвіте з кінця липня до середини вересня; плодоносить у жовтні.

Популяції *E. albensis* нами виявлені в складі асоціації *Salici-Populetum* Meijer-Drees, що простягається смугою зі сходу на захід уздовж р. Тиса, площа якої близько 32 га. Багаторічні дослідження показали, що більшість досліджених популяцій займають невелику площу, малочисельні, щільність рослин досить низька. За віковим станом представлені лише рослини у генеративному стані, тобто ми не спостерігали природного відновлення популяцій. Кількість особин у популяціях значно залежить від вегетаційного періоду та гідрологічного режиму річки (від тривалості та інтенсивності повеней).

Рослини виду переважно зростають поодиноко біля дерев *Populus nigra* L. та *Populus alba* L., окружність стовбурів яких досягала 1,2–1,4 м, вік становив понад 80 років, зімкнутість деревного ярусу – 0,5–0,7. У ценозі також наявний підріст дерев *P.* × *canadensis* Moench. та *Salix alba* L. Чагарниковий ярус, зімкнутість якого 0,2–0,5, представлений *Crataegus monogyna* Jacq., *Cornus sanguinea* L.*, Sambucus nigra* L.*, Rubus caesius* L. Трав'яний ярус переважно представлений *Circaea lutetiana* L.*, Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch*, Lysimachia nummularia* L.*, Sanicula europaea* L., *Urtica dioica* L., його проективне покриття не перевищує 5–25%.

У ході досліджень було відібрано ґрунт з місцезростання рослин виду та визначена його кислотність. За літературними даними вид *E. albensis* росте на ґрунтах з рН середовища 4,95–7,65 (Rydlo 1989; Molnár, 2011), тобто рослини мають досить високу толерантність до кислотності ґрунту. В досліджених нами умовах місцезростання рослин кислотність ґрунту була майже нейтральною (pH 6,94), що відповідає інформації, наведеній в літературі.

Гербарні зразки виду передано до гербаріїв Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II та Національного гербарію України (Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України) (KW131670).

Висновки

Досліджені нами з Закарпаття популяції *E. albensis* виявлені лише в складі асоціації *Salici-Populetum* в заплавах р. Тиса. Популяції малочисельні, за віковим спектром неповностанові. Без сумніву, вид слід включити в наступне видання Червоної книги України, а територіям, де виявлені рослини, надати природоохоронний статус з відповідним режимом охорони. Потрібен також пошук нових місцезростань виду як у регіоні дослідження, так і поза його межами.

Подяка

Автор щиро вдячний М.В. Шевері та Г.В. Бойко (Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України) за консультації та допомогу при підготовці рукопису статті.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

Arbeitskreis Heimische Orchideen Bayern e.V. (2014–). Available at: http://www.aho-bayern.de/epipactis/ep_albe.html (accessed 10 November 2018)

Batemann R.S., Denholm I. A reappraisal of the British and Irish dactylorhis. 1. The thetraploid-orchids. *Watsonia*, 1983, 14: 347–376.

Breiner E., Breiner R., Batoušek P. *Epipactis albensis* Nováková a Rydlo die Elbe-Stendelwurz. *Mitt. Bl. Arbeitsk. Heim. Orch. Baden-Württ.*, 1993, 25: 129–140.

Delforge P. *Orchids of Europe, North Africa and the Middle East*. London: A and C. Black Publishers Ltd., 2006, 640 pp.

Drescher A., Prots B., Mountford O. The world of old oxbowlakes, ancient riverine forests and drained mires in the Tisza River basin. (International excursion to Eastern Hungary and Transcarpathia, Ukraine). *Fritschiana* (Graz), 2003, 45: 43–69.

Efimov P.G. Notes on *Epipactis condensata*, *E. rechingeri* and *E. purpurata* (*Orchidaceae*) in the Caucasus and Crimea. *Willdenowia*, 2008, 38(1): 71–80.

Efimov P.G. Genus *Epipactis* Zinn. (*Orchidaceae*) in the Russia. *Turczaninowia*, 2004, 7(3): 8–42.

Fateryga A.V., Kreutz C.A.J. A new *Epipactis* species from the Crimea, South Ukraine (*Orchidaceae*). *J. Eur. Orch.,* 2012, 44(1): 199–206.

Fateryga A.V., Kreutz C.A.J. Checklist of the orchids of the Crimea (*Orchidaceae*). *J. Eur. Orch.* 2014, 46(2): 407–436.

Fateryga A.V., Kreutz C.A.J., Reinhardt. *Ukr. Bot. J.*, 2013, 70(5): 652–654. [Фатерига В.В., Кройтц К.А.Й., Фатерига О.В., Райнхардт Ю. *Epipactis muelleri* Godfery (*Orchidaceae*) – новий вид для Флори України. *Укр. бот. журн.*, 2013, 70(5): 652–654].

Fateryga A.V., Karel (C.A.J.) Kreutz, Fateryga V.V., Efimov P.G. *Epipactis krymmontana* (*Orchidaceae*), a new species endemic to the Crimean Mountains and notes on the related taxa in the Crimea and bordering Russian Caucasus. *Phytotaxa*, 2014, 172(1): 22–30.

Kolník M., Kučera J. Doplnky k rozšíreniu druhov *Epipactis tallosii* a *E. albensis* na severe západného Slovenska. Supplements to distribution of *Epipactis tallosii* and *E. albensis* in the north of western Slovakia. *Bull. Slov. Bot. Spoločn.* (Bratislava), 2002, 24: 91–95.

Kreutz C.A.J., Fateryga A.V. Two taxa of the genus *Epipactis* Zinn (*Orchidaceae*) new for the flora of Ukraine. *Ukr. Bot. J.*, 2012, 69(5): 713–716.

Ljubka T., Lovas-Kiss Á., Takács A., Molnár V. *Epipactis albensis* (*Orchidaceae*) in Ukraine – new data on occurence end ecology. *Acta Bot. Hung.,* 2014, 56(3–4): 399–408.

Molnár V.A., Sulyok J., Vidéki R. *Vadon élő orchideák. A hazai növényvilág kincsei*. Budapest: Kossuth Kiadó, 1995, 160 pp.

Molnár V.A., Sramkó G. *Epipactis albensis* (*Orchidaceae*): a new species in the flora of Romania. *Biologia*, 2012, 67(5): 883–888.

Molnár V.A. *Magyarország orchideáinak atlasza*. Budapest: Kossuth kiadó, 2011, 233 pp.

Nováková M., Rydlo J. *Epipactis albensis* – Nový autogamický druh z okruhu *Epipactis helleborine* agg. (*Orchidaceae*). *Preslia,* 1978, 50: 161–171.

Protopopova V.V., Tymchenko I.A., Efimov P.G., Shevera M.V. *Ukr. Bot. J.*, 2017, 74(4): 326–333. [Протопопова В.В., Тимченко І.А., Ефімов П.Г., Шевера М.В. Типи назв таксонів родини *Orchidaceae*, описаних із території Криму. *Укр. бот. журн.*, 2017, 74(4): 326–333]. https://doi.org/10.15407/ukrbotj74.04.326

Prots B. *Epipactis albensis*. In: *Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyi svit* (*Red Data Book of Ukraine. Plant Kingdom*). Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Globalconsulting, 2009, 565 pp. [Проць Б.Г. *Epipactis albensis.* У кн.: *Червона книга України. Рослинний світ*. Ред. Я.П. Дідух. Київ: Глобалконсалтинг, 2009, 565 с.].

Prots B. Floodplaine forests of the Transcarpathia: living close to human. *J. Biol. Syst.*, 2010, 2(3): 77–90.

Rydlo J. *Epipactis albensis* Nováková et Rydlo v povodí Dyje a Moravy. *Biológia*, 1982, 37: 109–112.

Rydlo J. Poznámky k rozšíření a ekologii některých druhů rodu *Epipactis*. *Muzeum a Současnost, Řada Přírodovědná*, 1989, 3: 5–33.

Timpe W. Orchideen im südlichen Burgerland *Epipactis* (Stendelwurz) Neufunde im Günser Gebirge. *Burgerlandische Heimblätter*, 1995, 57: 125–131.

Timpe W., Mrkvicka A.C. Beiträge zur Morphologie, Ökologie und Verbreitung von *Epipactis nordeniorum*, *E. pontica* und *E. albensis* in Südost-Österreich. *Fl. Austriacae Novit.*, 1996, 4: 1–10.

Vakhramaeeva M.G., Varlygina T.I., Tatarenko I.V. *Orchids of Russia* (*biology, ecology and protection*). Moscow: KMK Scientific Press, 2014, 437 pp.

Vlčko J. Nové druhy rodu *Epipactis* (*Orchidaceae*) na Slovensku. In: *Európske vstavačovité* (*Orchidaceae*) *výskum a ochrana*. Eds J. Vlčko, R. Hrivnák. Banská Bystrica: SAŽP, 1997, pp. 84–88.

Wucherpfennig W. Beubachtungen an vier weniger bekannten autogamen *Epipactis* – Arten Mitteleuropas. *Ber. Arbeitskrs. Heim. Orchid.*, 1993, 10: 9–24.

Рекомендує до друку М.М. Федорончук

Надійшла 22.10.2018

Любка Т. ***Epipactis albensis* (*Orchidaceae*) у Закарпатті.** Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 533–537.

Науково-дослідний центр ім. Іштвана Фодора, Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II вул. Кошута, 6, м. Берегове 90202, Закарпатська обл., Україна

Аналізуються відомості щодо виду *Epipactis albensis* (*Orchidaceae*), включеного в Червону книгу України. Обговорюється інформація, що наведена у виданні. Представлена картосхема розташування всіх відомих на сьогодні місцезнаходжень виду, окремо обговорюється його поширення на Притисянській низовині (Закарпатська обл., Україна). Наводиться повідомлення щодо нового локалітету виду, виявленого в 2018 р. в околицях с. Притисянське Виноградівського р-ну поблизу р. Тиса в асоціації *Salici-Populetum*. Подано оригінальні фото виду з огляду на те, що в Червоній книзі України при статті, присвяченій *E. albensis,* розміщене фото іншого виду.

Ключові слова: *Epipactis albensis*, Червона книга України*,* флористична знахідка, *Salici-Populetum*, флора України

Любка Т. ***Epipactis albensis* (*Orchidaceae*) в Закарпатье.** Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 533–537.

Научно-исследовательский центр им. Иштвана Фодора, Закарпатский венгерский институт им. Ференца Ракоци II ул. Кошута, 6, г. Берегово 90202, Закарпатская обл., Украина

Анализируются сведения о виде *Epipactis albensis* (*Orchidaceae*), включенном в Красную книгу Украны. Обсуждается информация, приведенная в издании. Представлена картосхема расположения всех известных на сегодня местонахождений вида, отдельно обсуждается его распространение на Притисянской низменности (Закарпатская обл., Украина). Приводится сообщение о новом локалитете вида, обнаруженном в 2018 г. в окрестностях с. Притисянское Виноградовского р-на вблизи р. Тиса в ассоциации *Salici-Populetum*. Исходя из того, что в Красной книге Украины при статье, посвященной *E. albensis*, размещено фото другого вида, представлены оригинальные фото.

Ключевые слова: *Epipactis albensis*, Красная книга Украины, флористическая находка, *Salici-Populetum*, Притисянская низменность, флора, Украина

Мікологічні знахідки
Mycological Records

https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.06.538

New and noteworthy records of coprophilous species of *Coniochaeta* and *Sordaria* (*Sordariomycetes*, *Ascomycota*) from Ukraine

Yulia I. LYTVYNENKO[1], Vera P. HAYOVA[2]

[1]A.S. Makarenko Sumy State Pedagogical University
87 Romenska Str., Sumy 40002, Ukraine
lytvynenko2014@gmail.com

[2] M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine
2 Tereshchenkivska Str., Kyiv 01004, Ukraine
v.hayova@gmail.com

Lytvynenko Yu.I., Hayova V.P. **New and noteworthy records of coprophilous species of *Coniochaeta* and *Sordaria* (*Sordariomycetes*, *Ascomycota*) from Ukraine**. Ukr. Bot. J., 2018, 75(6): 538–551.

Abstract. The article reports new data on the occurrence of five coprophilous species of the genera *Coniochaeta* and *Sordaria* in Ukraine. These fungi represent a large group of coprophilous *Sordariomycetes.* Unlike fimicolous discomycetes, this group of fungi is poorly studied in Ukraine. The dung samples were collected on Tendra Island in the Black Sea (Kherson Region), and in the north-east of the country (Sumy Region). All specimens were obtained by incubating of the dung samples in moist chambers. Three species, *Coniochaeta leucoplaca, C. vagans*, and *Sordaria minima* are newly reported in Ukraine; the latter is for the first time recorded in Eastern Europe. For other two species, *Sordaria alcina* and *S. humana*, these are the second records in the country. For all species, descriptions of the Ukrainian specimens on various types of dung are provided and compared to original descriptions. Based on the collected specimens, distinctive morphological characters of the species are described in detail. All species are illustrated by micrographs obtained using light and scanning electron microscopy. For each specimen, its locality, substrate, and collection date are indicated. In addition to morphological characters, ecological peculiarities and data on general distribution of these species are briefly discussed.

Keywords. *Coniochaeta leucoplaca*, *Coniochaeta vagans*, *Sordaria alcina*, *Sordaria humana*, *Sordaria minima*, coprophilous fungi, dung, distribution

Introduction

Coprophilous fungi, an important component of herbivore dung, are actively involved in decomposition of organic matter in the remains of ingested vegetation. Although fungal communities on dung include representatives of various taxonomic groups, members of the class *Sordariomycetes* (*Ascomycota*) possess the highest diversity. In Ukraine, however, perithecioid fungi on dung, despite their ubiquity and dominance on these substrata, until recently remained relatively unexplored, in contrast to coprophilous discomycetes. Only a few species of this group were recorded more than a hundred years ago (Krupa, 1888; Bobjak, 1907; Namyslowski, 1910, 1914). The first list of coprophilous fungi in Ukraine (Milovtsova, 1937) comprised ten species of pyrenomycetes found on dung. In the 2000s, occasional finds of these fungi were made during mycological observations in several nature reserves and national nature parks of the country (Dudka et al., 2004, 2009a, b; Hayova, 2005; Akulov et al., 2010). Recent special studies on coprophilous ascomycetes (Golubtsova, 2008; Golubtsova et al., 2010) added eight new records for Ukraine.

This article reports five species of coprophilous fungi of the genera *Coniochaeta* (Sacc.) Cooke and *Sordaria* Ces. & De Not., three previously unregistered in Ukraine species and two which are the second records for the country.

Coniochaeta (*Coniochaetaceae*, *Coniochaetales*) is a cosmopolitan genus including lignicolous, terricolous and coprophilous species. The genus is characterized by small non-stromatic perithecioid ascomata bearing dark stiff setae clustered around the neck, or sometimes also scattered on the venter. *Coniochaeta* species have non-amyloid, unitunicate, short-stalked, cylindric asci and dark brown, one-celled, discoid ascospores with a germination slit along the narrow side and evanescent hyaline sheath surrounding ascospores. According to various data, the genus *Coniochaeta* comprises from 54 (Asgari et al., 2007) to 65 species (Kirk et al., 2008) and only 13–19% of them are obligate coprophils (Mahoney, LaFavre, 1981; Asgari et al., 2007). These coprophilous species usually appear only on dung incubated for a long time (Bell, 2005). In Ukraine, three lignicolous species of *Coniochaeta* were recorded so far (Fungi..., 1996; Dudka et al., 2004, 2009a) and a single fimicolous species, *C. scatigena* (Golubtsova, 2008); the latter one, which is widespread on herbivore dung, was reported on hare pellets.

Sordaria (*Sordariaceae*, *Sordariales*) is one of the most widespread and frequently encountered genera among coprophilous ascomycetes. Most species of *Sordaria* are coprophiles, only few have been occasionally isolated from soil, seeds, plant debris and living plants (Doveri, 2004; Prokhorov, Armenskaya, 2003). The genus accommodates fungi with superficial or semi-immersed perithecioid ascomata, glabrous or covered with sparse hyphoid hairs; non-amyloid asci with a well developed apical apparatus; dark brown, one-celled, more or less ellipsoidal, ovoid or subglobose ascospores with a basal germ pore and often a gelatinous sheath. Lundquist (1972) accepted 16 species of *Sordaria*; Guarro & von Arx (1987) and Doveri (2004) provided each a key to 18 and 14 species, respectively; Kirk et al. (2008) referred to 12 species of the genus. In Ukraine, six species of *Sordaria* are currently known. *Sordaria macrospora* Auersw. and *S. superba* De Not. were found on herbivore dung (Smitskaya et al., 1986; Dudka et al., 2009a, b; Akulov et al., 2010; Golubtsova et al., 2010), *S. fimicola* (Roberge ex Desm.) Ces. et De Not. – on animal dung, on soil and beet (*Beta* sp.) seeds (Milovtsova, 1937; Smitskaya et al., 1986; Dzhagan et al., 2008; Akulov et al., 2010; Golubtsova et al., 2010) and *S. conoidea* Cailleux – on hare pellets (Shlakhter, 2014); other two species, *S. alcina* N. Lundq. and *S. humana* (Fuckel) G. Winter, were briefly reported once by the first author but not described in detail (Lytvynenko, Stepanovska, 2014).

Materials and methods

Specimens of the species listed below were collected on dung samples of the following domesticated and wild herbivorous animals: cow (*Bos taurus* L.), elk (*Alces alces* L.), hare (*Lepus europaeus* Pall.), horse (*Equus caballus* L.), rabbit (*Oryctolagus cuniculus* L.), roe deer (*Capreolus capreolus* L.), sheep (*Ovis aries* L.), and wild boar (*Sus scrofa* L.). The dung samples were collected during mycological surveys on Tendra Island, a spit in the Black Sea, within the Black Sea Biosphere Reserve (Kherson Region), and in the north-east of the country (Sumy Region). All specimens were obtained by incubating of the dung samples in moist chambers at room temperature (18–20 °C) in natural light for 5 to 30 days, depending on fungal growth and development of ascomata.

Micromorphological characteristics were examined by light microscopy under a stereomicroscope MBS-10 (Russia) and dissecting microscope XSM-40 (China). Dimensions of microstructures were measured using Tsview7 modular software (Fuzhou, China). Photomicrographs were taken with 3.0mp Digital Microscope Camera (Fuzhou, China). Asci and ascospores mounted in tap water were examined at magnifications up to 600×. Spore statistics included length and width (for *Coniochaeta* spp., width in frontal and side view) on a minimum of 20 samples from each collection. The quotient between spore length and width (Q), as well as the average quotient (Q_{av}), was calculated. The amyloid apical apparatus and walls of the asci were determined by treating with Meltzer's reagent. Aqueous Cotton Blue was used for staining hyaline gelatinous sheaths. For scanning electron microscopy, samples were coated with an ultrathin coating of gold by ion beam sputtering unit JFC-1100. Images were obtained by a scanning electron microscope JEOL JSM-6060 LA (Japan).

The specimens are deposited at the Mycological Herbarium of the M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine (KW-M). Taxonomic arrangement, species and authors names are provided according to *Index Fungorum* online database (http://www.indexfungorum.org/).

Results and discussion

Taxonomic descriptions of five species of *Coniochaeta* and *Sordaria* based on the Ukrainian collections are provided below. Their morphological characters are described in detail and illustrated by micrographs obtained using light and scanning electron microscopy. All examined specimens are listed following the description of each species. For each specimen, its substrate, locality, and collection date are indicated. Ecological peculiarities and data on general distribution of the species are briefly discussed.

***Coniochaeta leucoplaca* (Sacc.) Cain**, Univ. Toronto Stud. Biol. Ser. 38: 61. 1934. ≡ *Sphaeria leucoplaca* Berk. & Ravenel in Berkeley, Grevillea 4(32): 143 (replaced synonym). 1876. = *Sordaria microspora* W.Phillips

& Plowr., Grevillea 6(37): 28. 1877. ≡ *Hypocopra leucoplaca* Sacc., Syll. Fung. 1: 244. 1882 (basyonym). = *Hypocopra microspora* (W.Phillips & Plowr.) Sacc., Syll. Fung. 1: 241. 1882. ≡ *Sordaria leucoplaca* (Berk. & Ravenel) Ellis & Everh., North Amer. Pyren.: 127. 1892. ≡ *Fimetaria leucoplaca* (Berk. & Ravenel) Griffiths & Seaver, North Amer. Flora 3(1): 68. 1910 (Fig. 1, *a–f*).

Description of Ukrainian collection. *Ascomata* perithecioid, scattered, immersed or semi-immersed, dark-brown, subglobose, 290–380 × 220–315 µm; neck blackish, subcylindrical, 55–67 × 46–58 µm, covered with thick setae. Peridium thick, layered, made up of thick-walled, dark-brown cells. Setae dense at the perithecial neck, 24–40 × 3–4 µm, straight, dark-brown, not septate, thick-walled, pointed at the apex. *Asci* eight-spored, cylindrical, with a short stipe, 87–95 × 7.7–8.5 µm; unitunicate, slightly narrowed and flattened at the apex, non-amyloid; apical apparatus well developed and easily observable. *Ascospores* uniseriate, one-celled, smooth, thick-walled, dark-brown, 7.5–8.5 × 5.2–6.5 × 3.9–4.5 µm, broadly ellipsoidal in frontal view ($Q = 1.26–1.53$, $Q_{av} = 1.34$), narrowly ellipsoidal in side view ($Q = 1.95–2.12$, $Q_{av} = 2.05$); germ slit runs around the whole circumference; gelatinous sheath hyaline, 1.7–2.2 µm wide. *Paraphyses* abundant, hyaline, cylindric-filiform, septate, longer than the asci.

Examined material. *Sumy Region*, Seredyna-Buda District, vicinity of Vasylivka village, Desniansko-Starohutsky National Nature Park, pine forest, quarter 92, 52°32′ N, 33°75′ E, roe deer dung, 20 September 2016, leg./det. Yu.I. Lytvynenko (KW-M70955).

General distribution. *Europe*: Bulgaria, Germany, Iceland, Italy, Netherlands, Norway, Russia, Spain, Sweden, Ukraine, UK. *Asia*: India, Japan, Sri Lanka, Taiwan. *Australasia*: Australia, New Zealand. *North America*: Canada, USA. *South America*: Chile, Falkland Islands, Peru.

Notes. *Coniochaeta leucoplaca* is a widespread, almost cosmopolitan fungus occurring on dung of numerous species of herbivorous animals and birds. Until recently, taxonomic status of *C. leucoplaca* remained uncertain. Checa et al. (1988) considered it conspecific with *C. velutina* originally described as lignicolous species (Munk, 1957) but later also recorded on dung and soil (Taylor, 1970). Differences between these two species in their habitat (coprophilous vs. lignicolous or terrestrial) and ascospore size 7–9 × 6–8 × 5–6 µm in *C. leucoplaca* (Cain, 1934) and 6–8 × 4–6 × 3–4 µm in *C. velutina* (Munk, 1957) were regarded by Checa et al. (1988) as insignificant. However, the proposed synonymy was not accepted (Doveri, 2004; Bell, 2005; Asgari et al., 2007). Doveri (2004), following Lundqvist (pers. comm.), emphasized two distinctive morphological characters, ascospore shape and extent of the germ slit. In *C. leucoplaca*, ascospores are more flattened and a germ slit going all the way around the spore in contrast to one-sided germ slit common in spores of non-coprophilous species. In addition to ascospore morphology, Asgari et al. (2007) took into account anamorphs and distinguished these two species mainly by non-guttulate ascospores, *Phialophora*-like anamorph in *C. leucoplaca* and ascospores with 1–2 guttules, *Lecythophora* anamorph in *C. velutina*. In order to clarify the taxonomic status of *C. leucoplaca* and *C. velutina*, Chang & Wang (2011) examined type materials and fresh Taiwanese collections of both species. It was demonstrated that *Coniochaeta leucoplaca* mainly differs from *C. velutina* by larger and strongly flattened dark-brown ascospores as well as apical part of perithecium covered with pointed setae. Furthermore, morphological distinction between these species was supported by phylogenetic analysis of *Coniochaeta* species constructed with large subunit ribosomal DNA (LSU *r*DNA) sequences. Based on the integrated data, Chang & Wang (2011) regarded *C. leucoplaca* and *C. velutina* as separate species.

In our observations, ascospores in *C. leucoplaca* are conspiciously flattened (Fig. 1, *c*, *h*); those in side view exhibit germ slits extending the full length (Fig. 1, *g*, *h*), otherwise ascospores are smooth under SEM (Fig. 1, *g*). Apical parts of perithecia are usually covered with straight pointed setae (Fig. 1, *b*, *f*); rarely the necks apparently seem almost glabrous (Fig. 1, *a*) as reported by Doveri (2004). However, more frequently quite stiff setae cover not only apical but all superficial part of ascomata which is particularly well seen under SEM (Fig. 1, *e*, *f*). According to Doveri (2004), Lundqvist also observed that superficial, or not entirely immersed, perithecia may be covered by thick setae not only around the neck but all over and considered this phenomenon as an example of morphological variability of *Coniochaeta* species. In some ascomata a mouth of the ostiole is seen as a round opening (Fig. 1, *f*) while in others it is covered with ascospores exuded as a globose mass (Fig. 1, *e*). In Ukrainian specimen, ascospores are slightly smaller than those indicated for *C. leucoplaca* by other authors (Doveri, 2004; Bell, 2005; Asgari et al., 2007; Chang & Wang, 2011); in particular, their height and width fall within lower limit of size range. Otherwise, all

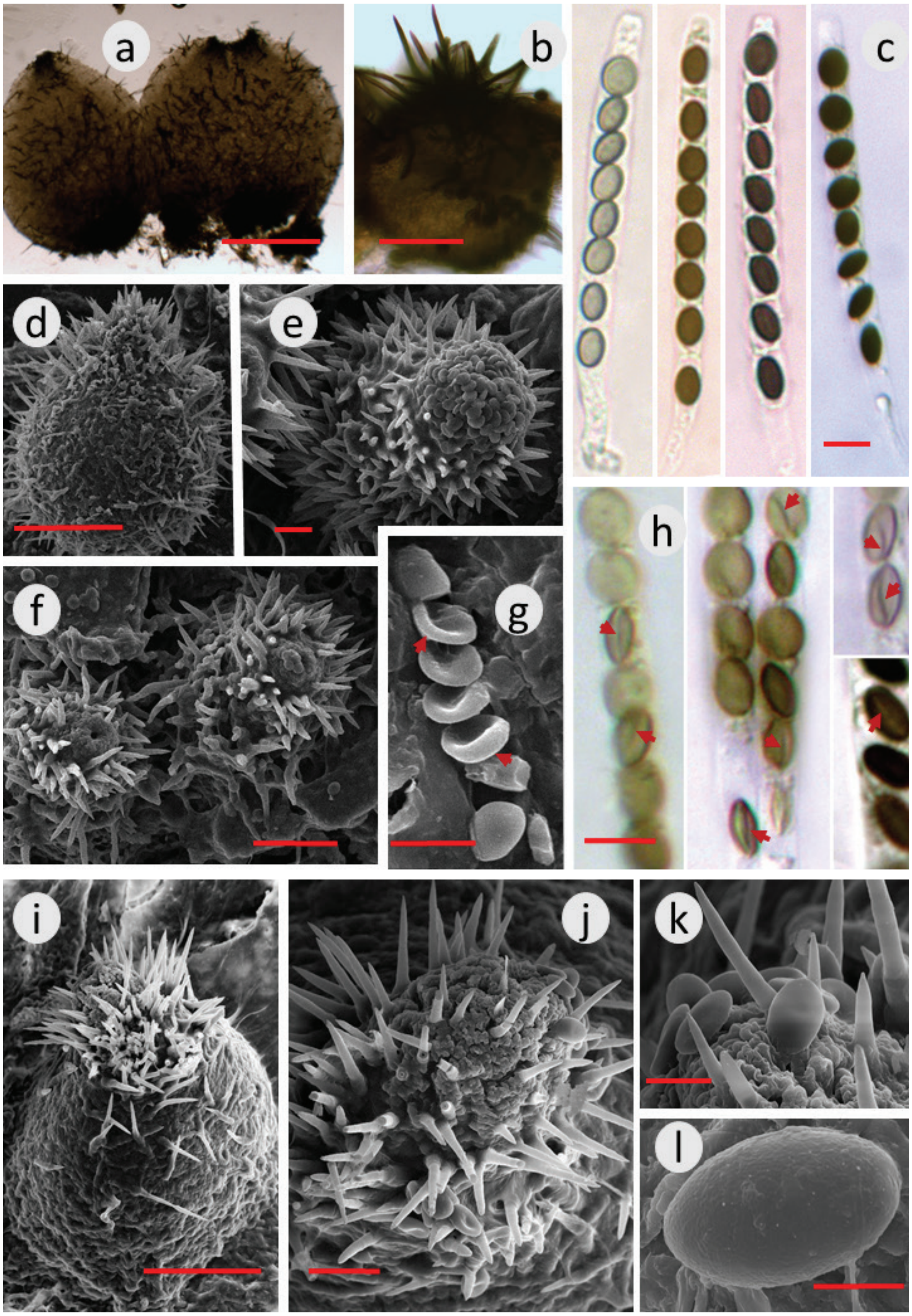


Fig. 1. *Coniochaeta leucoplaca* (KW-M70955): *a*, *b* – squashed ascomata; *c* – asci with ascospores in different stages of maturity; *d* – ascoma seen by SEM; *e* – perithecial neck with setae and ascospores seen by SEM; *f* – necks with ostioles seen by SEM; *g* – ascospores with germ slits (arrows) seen by SEM; *h* – ascospores in different stages of maturity showing germ slits (arrows). *Coniochaeta vagans* (KW-M50613): *i* – ascoma seen by SEM; *j* – perithecial neck with setae seen by SEM; *k* – setae and ascospores around the ostiole seen by SEM; *l* – ascospore seen by SEM.

Scale bars: *a*, *b*, *d*, *i* – 100 µm; *c*, *h*, *g*, *k* – 10 µm; *e*, *j* – 20 µm; *f* – 50 µm, *l* – 5 µm morphological characters fit well the description of *C. leucoplaca*.

Coniochaeta leucoplaca is new for Ukraine. A close but distinct lignicolous species, *C. velutina*, was recorded in the country in two localities on woody substrates (Fungi..., 1996; unpublished data).

Coniochaeta vagans **(Carestia & De Not.) N. Lundq.**, Publ. Herb., Univ. Uppsala 8: 9. 1981. ≡ *Sordaria vagans* Carestia & De Not. in De Not., Comment. Soc. Crittog. Ital. 2(2): 479–480. 1865 (basyonym). ≡ *Hypocopra vagans* (Carestia & De Not.) Sacc., Syll. Fung. 1: 241. 1882. = *Sordaria discospora* Auersw. ex Niessl, Verh. Nat. Ver. Brünn 10: 192. 1872. = *Hypocopra discospora* (Auersw. ex Niessl) Fuckel, Jb. Nassau. Ver. Naturk. 27–28: 43. 1873 [1873–74]. = *Coniochaeta discospora* (Auersw. ex Niessl) Cain, Univ. Toronto Studies Biol. Ser. 38: 62. 1934 (Fig. 1, *i–l*; Fig. 2)

Description of Ukrainian collections. *Ascomata* perithecioid, scattered, immersed, dark brown, subglobose to pyriform, 330–400 × 230–250 μm, covered with sparse hyphoid hairs; neck blackish, subcylindrical, 69–86 × 56–67 μm, covered with thick setae. *Peridium* thick, layered, made up of thick-walled, pale brown cells. *Setae* very dense at the perithecial neck, 24–40 × 3–4 μm, straight, dark brown, aseptate, thick-walled, pointed at the apex. *Asci* eight-spored, infrequently six- or four-spored, cylindrical, with a short stipe, 37.3–142.7 × 12.4–13.5 μm; unitunicate, slightly narrowed and flattened at the apex, non-amyloid. *Ascospores* uniseriate, one-celled, smooth, thick-walled, dark-brown, 13.9–17.4 × (8.3–) 9.3–10.9 × 6.4–9.0 μm, broadly ellipsoidal in frontal view (Q = 1.45–1.59, Q_{av} = 1.53), narrowly ellipsoidal in side view (Q = 1.95–2.12, Q_{av} = 2.05); germ slit runs around the whole circumference; gelatinous sheath hyaline, 1.5–2.6 μm wide. *Paraphyses* abundant, hyaline, cylindric-filiform, septate, longer than the asci.

Examined material. *Kherson Region*. Hola Prystan District, Black Sea Biosphere Reserve, Tendra Island, middle part, steppe areas, 46°14′ N, 31°35′ E, horse dung, 24 May 2007 (KW-M50645); Tendra Island, Bili Kuchuhury Cape, 46°14′ N, 31°38′ E, cow dung, 25 May 2007 (KW-M50643); Tendra Island, near Tendra lighthouse, 46°19′ N, 31°31′ E, horse dung, 26 May 2007 (KW-M50613), leg. V.P. Hayova, det. Yu.I. Lytvynenko. *Sumy Region*. Okhtyrka District, vicinity of Huhra village, Hetmanskyi National Nature Park, forest edge, 50°12′ N, 34°48′ E, sheep dung, 20 September 2016; Seredyna-Buda District, vicinity of Ochkyne village, Desniansko-Starohutsky National Nature Park, pine forest, 52°13′ N, 33°22′ E, elk dung, 07 August 2008 (KW-M70960), leg./det. Yu.I. Lytvynenko.

General distribution. *Europe*: Bulgaria, Denmark, France, Germany, Hungary, Iceland, Italy, Russia, Spain, Sweden, Ukraine, UK. *Africa*: Kenya. *Australasia*: Australia, New Zealand. *North America*: Canada, USA. *South America*: Chile, Falkland Islands, Uruguay.

Notes. This obligatory coprophilous species appears in literature under two synonymic names: *C. discospora* (Fakirova, 1969; Prokhorov, Armenskaya, 2001; Bell, 2005) and *C. vagans* (Doveri, 2004; Asgari et al., 2007; Heine, Welt, 2008). Moreover, some authors (Moravec, 1968; Hawksworth, Yip, 1981; Mahoney, LaFavre, 1981; Checa et al., 1988; Watling, Richardson, 2010) do not recognize *C. vagans* as a separate species and treat it rather as a synonym of *C. ligniaria*. In that case the latter, which is known to occur on woody substrates, is considered as a species able to colonize both decaying wood and herbivorous dung. In external appearance, as stated by Watling & Richardson (2010), "it is difficult to see any differences between the material on wood and that on dung". However, as already mentioned above, Doveri (2004) and, subsequently, Chang & Wang (2011) regarded morphology of ascospore germ slit as a reliable character to distinguish both coprophilous and non-coprophilous species of *Coniochaeta*. Thus, *C. vagans* is characterized by ascospores with a germ slit extending the full length (Doveri, 2004) while ascospores of *C. ligniaria* possess a laterally one-sided germ slit. Furthermore, *C. vagans* differs from *C. ligniaria* by ascospore width which does not overlap. In the former species, spore width in frontal view mostly does not exceed 11 μm, while in the latter one ascospores are usually wider than 11 μm (Asgari et al., 2007).

In our observations, ascospores have a germ slit extending over the entire length of the spore (Fig. 2, *d*) and do not exceed 11 μm in width in face view. These morphological characters as well as ecological characteristics of our collections fit the diagnosis of *C. vagans* (Doveri, 2004; Bell, 2005; Asgari et al., 2007; Chang, Wang, 2011). Additionally, in our specimens asci are mostly eight-spored; however, occasionally we observed six- or even four-spored asci, with clearly visible two, or respectively, four degenerated ascospores (Fig. 2, *k–p*). The tips of the asci are truncate, with a distinct apical structure (Fig. 2, *e, i*).

Coniochaeta vagans is reported for the first time in Ukraine. A similar but independent lignicolous species, *C. ligniaria*, is known in the country from several

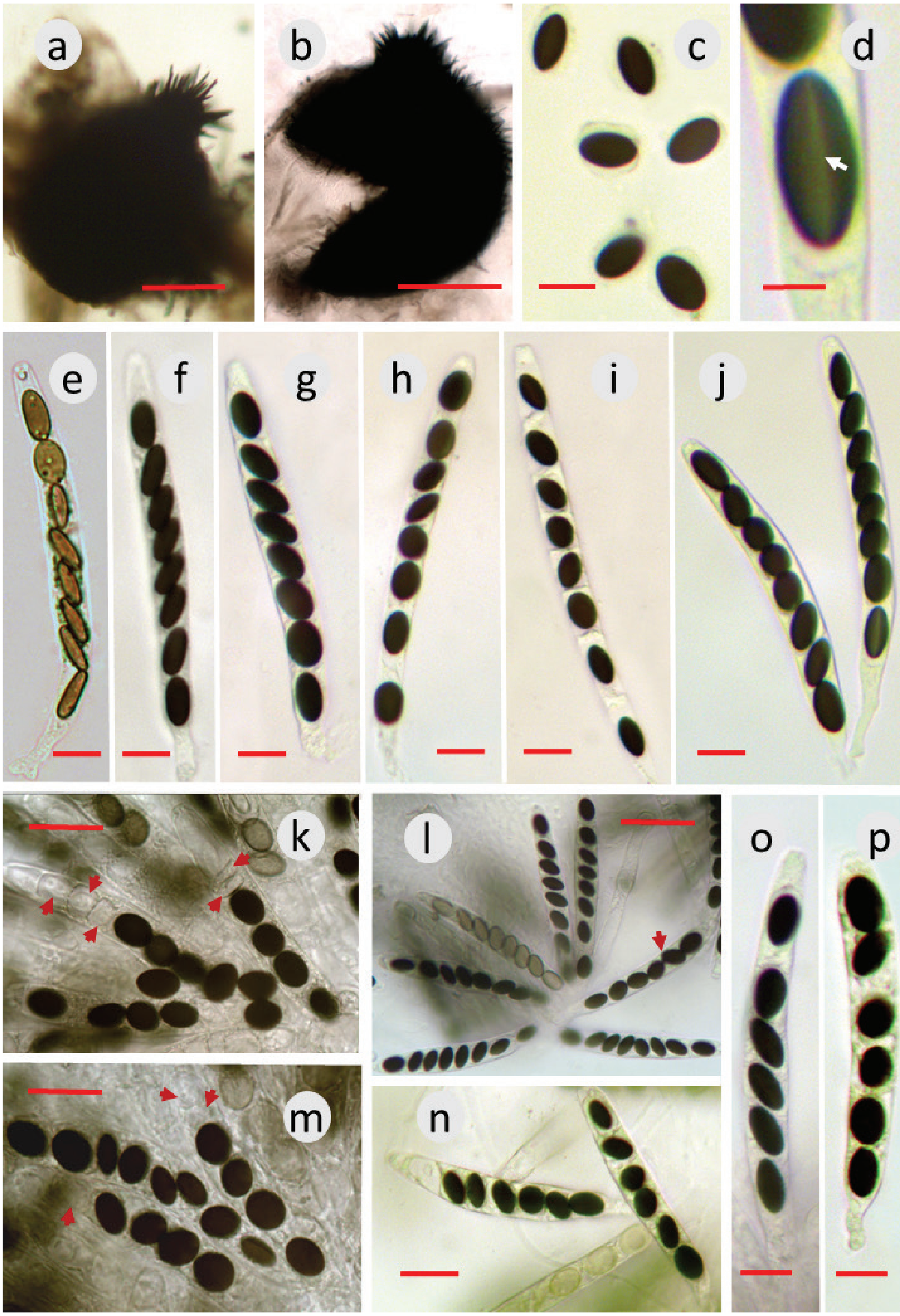


Fig. 2. *Coniochaeta vagans* (KW-M 50613 *a*, *c*,*d*, *e*–*g*; KW-M70960 *b*, *h*–*j*; KW-M50643 *l*–*p*): *a*, *b* – squashed ascomata; *c* – free mature ascospores with gelatinous sheaths; *d* – mature ascospore showing germ slit (arrow) ; *e* – immature 8-spored ascus; *f*–*j* – mature 8-spored asci; *k* – asci contemporaneously containing both normally developed and abortive (arrows) spores; *l* – 8-spored and 6-spored (arrow) asci; *m* – 8-spored asci and 4-spored asci with abortive (arrows) spores; *n*–*p* – 6-spored asci. Scale bars: *a*, *b* – 50 µm; *c*–*j*, *o*, *p* – 15 µm; *k*, *m* – 20 µm; *l*, *n*– 30 µm

localities on various woody substrates (Fungi..., 1996; Dudka et al., 2004, 2009a).

***Sordaria alcina* N. Lundq.**, Symb. Bot. Upsal. 20(1): 326. 1972 (Fig. 3, *a–h*).

Description of Ukrainian collections. *Ascomata* perithecioid, aggregated, semi-immersed, dark brown to blackish, broadly ovoid to pyriform, 393–455 × 373–398 μm, glabrous or covered with sparse hyphoid hairs; neck conical or subcylindrical, black, 95–134 × 91–98 μm. *Peridium* membranaceous, thick, layered, with an exostratum made up of thick-walled, pale brown, angular to rounded cells. *Asci* eight-spored, cylindrical, 198.2–226.8 × 14.2–15.9 μm, with a stipe measuring 18–21 μm long; unitunicate, slightly narrowed and flattened at the apex, with thickened apical ring, non-amyloid. *Ascospores* uniseriate, one-celled, smooth, thick-walled, olivaceous brown when young and dark brown when mature, narrowly ellipsoidal or sometimes cylindrical, pointed at the base, roundish at the apex, with a basal germ pore; (18.5–) 19.2–23.4 × (8.8–) 9.3–11.7 μm, Q = 1.8–2.3, Q_{av}= 1.95; gelatinous sheath hyaline, 2.5–4.7 μm wide. *Paraphyses* abundant, hyaline, cylindric-moniliform, septate, soon collapsing.

Examined material. *Kherson Region*. Hola Prystan District, Black Sea Biosphere Reserve, Tendra Island, Bili Kuchuhury Cape, 46°14′ N, 31°38′ E, cow dung, 22 May 2007 (KW-M50615); Tendra Island, near "Austrian" lighthouse, steppe areas, 46°13′ N, 31°47′ E, horse dung, 23 May 2007 (KW-M50610); Tendra Island, middle part, 46°13′ N, 31°43′ E, horse dung, 23 May 2007 (KW-M50607), leg. V.P. Hayova, det. Yu.I. Lytvynenko. *Sumy Region*. Bilopillia District, Markivka village, grassland, 50°86′ N, 34°38′ E, hare dung, 03 September 2013, leg./det. Yu.I. Lytvynenko.

General distribution. *Europe*: Finland, Italy, Latvia, Russia, Spain, Sweden, UK. *Africa*: Kenya. *Australasia*: Australia. *North America*: Canada.

Notes. Species of the *Sordaria* genus are known to have very similar morphological features, thus creating a challenge to species delimitation. According to Lundqvist (1972) and Guarro & von Arx (1987), analysis of the perithecial structure, ascus and ascospore size is a very reliable way of delimiting *Sordaria* spp. At the same time, as Bell (2005) noted, numerous species of the genus "have overlapping ascospore sizes and in all other respects seem remarkably similar".

Sordaria alcina can be easily confused with morphologically resembling and widespread in Ukraine species, *S. fimicola*. According to various data, these species have distinct but overlapping dimensions of asci and ascospores. For *S. fimicola*, ascospore length and width vary within 19–27 × 11–15 μm (Cain, Groves, 1948); (17–) 18–24 × (9.5–) 11–13 μm (Lundqvist, 1972); 15–24 × 9–13 μm (Guarro, von Arx, 1987); (15–) 17–24 × 10–13 μm (Doveri, 2004) and (19–) 20–25 × 11–13 μm (Bell, 2005). For *S. alcina* these values are reported as follows: 21–26 × 9.5–12 μm (Lundqvist, 1972; Doveri, 2004); 21–26.5 × 9.5–12 μm (Barrasa et al., 1986; Guarro, von Arx, 1987) and (19–)20–31 × 10–12 μm (Bell, 2005). As can be seen from the above, the two species differ in ascospore width which does not exceed 12 μm in *S. alcina*. Correspondingly, a reliable diagnostic character to distinguish these species is the quotient (Q) value, or length/width ratio. The latter for *S. fimicola* spores is varied within 1.4–1.7 (Guarro, von Arx, 1987; Doveri, 2004) while for *S. alcina* is always larger than 1.8 (Barrasa et al., 1986; Guarro, von Arx, 1987; Doveri, 2004). The quotient is in conformity with ascospore shape which can be used in delimiting species of this genus. *Sordaria alcina* was described by Lundqvist (1972) as having ellipsoidal or cylindrical ascospores (shown also in Fig. 3, *b–h*) in contrast to broadly ellipsoidal or subglobose spores in other *Sordaria* species (for example, *S. humana* shown in Fig. 3, *j–o*). This morphological distinction of *S. alcina* is consistent with a molecular phylogenetic analysis based on multiple gene sequences which clearly separated this species as distantly related to other sequenced *Sordaria* species (Cai et al., 2006).

Sordaria alcina is an obligate coprophilous fungus, currently known to occur exclusively on dung. Lundqvist (1972) described this species as apparently confined to cervid dung. Since then, it has been reported in feces of various animals, both domestic (cow, horse) and wild (deer, elk, hare, mouse). In Ukraine, *S. alcina* was found by now on dung of cow, horse and hare. These are the second published records of the species in the country, with a description and illustrations of the reported collections.

***Sordaria humana* (Fuckel) G. Winter**, Bot. Zeit. 30: 835. 1872. ≡ *Sphaeria humana* Fuckel, Fungi Rhenani Exsic. no.1801. 1866 (basyonym). = *Sphaeria fermenti* Fuckel Fungi Rhenani Exsic. no. 2165. 1868. ≡ *Hypocopra humana* (Fuckel) Fuckel, Jb. nassau. Ver. Naturk. 23–24: 241. 1870. = *Hypocopra fermenti* (Fuckel) Fuckel, Jb. nassau. Ver. Naturk. 23–24: 241. 1870. = *Sordaria fermenti* (Fuckel) G.Winter, Bot. Zeit. 30: 469. 1873. = *Hypocopra fimeti* (Pers.: Fr.) J.Kickx f. var. *canina* P.Karst., Bidr. Känn. Finl. Nat. Folk 23: 50. 1873. = *Sordaria fimicola* (Roberge) Ces. & De Not.

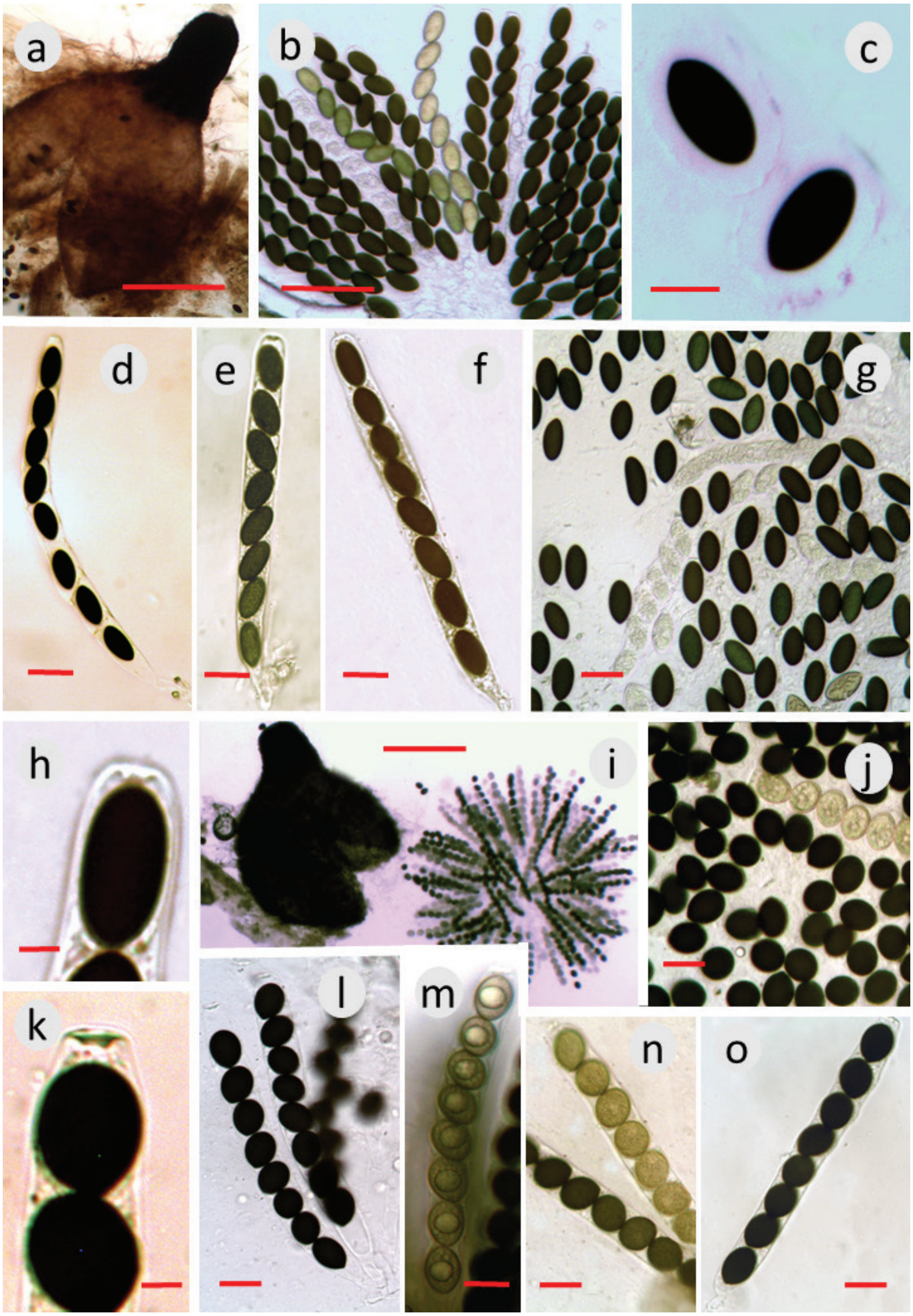


Fig. 3. *Sordaria alcina* (KW-M50610 *a*, *g*; KW-M50615 *b*, *c–f*, *h*): *a* – squashed ascoma; *b* – details of the hymenium with 8-spored mature and immature asci; *c* – free mature ascospores whith gelatinous sheath; *d–f* – mature asci with ascospores; *g* – free mature ascospores; *h* – ascus apex with apical apparatus. *Sordaria humana* (KW-M70957 *k*, *j*; KW-M70956 *m–o*): *i* – squashed ascoma; *j* – free ascospores; *k* – ascus apex with apical apparatus; *l*, *o* – mature asci with ascospores; *m*, *n* – immature asci with ascospores.

Scale bars: *a*, *i* – 200 μm; *b* – 50 μm; *c* – 10 μm; *d–j*, *l–o* – 20 μm; *h*, *k* – 5 μm var. *canina* (P.Karst.) E.S.Hansen, Vidensk. Meddel. Naturhist. Foren: 329. 1876. = *Sordaria fermenti* (Fuckel) G.Winter. var. *phyllogena* Sacc., Michelia 1(4): 373. 1878. = *Coprolepa fimeti* (Pers.: Fr.) Sacc. Syll. Fung. 1: 248. 1882. = *Hypocopra phyllogena* (Sacc.) Sacc., Syll. Fung. 1: 246. 1882. = *Sordaria phyllogena* (Sacc.) Niessl, Hedwigia 22: 155. 1883. = *Sordaria fimicola* (Roberge) Ces. & De Not. var. *humana* (Fuckel) P.Karst., Acta. Soc. Fauna Fl. Fenn. 2(6): 79. 1885. = *Sordaria wiesneri* Zukal, Verh. K. K. Zool.-Bot. Ges. Wien 37: 41. 1887. = *Sordaria sphaerospora* Ellis & Everh., North Amer. Pyrenom.: 128. 1892. = *Hypocopra sphaerospora* (Ellis & Everh.) Sacc., Syll. Fung. 11: 280. 1895. = *Pleurage fermenti* (Fuckel) Kuntze, Rev. Gen. Plant 3(3): 505. 1898. = *Pleurage humana* (Fuckel) Kuntze, Rev. Gen. Plant 3(3): 505. 1898. = *Pleurage wiesneri* (Zukal) Kuntze, Rev. Gen. Plant. 3(3): 505. 1898. ≡ *Fimetaria humana* (Fuckel) Griff. & Seaver, North Amer. Fl. 3(1): 67. 1910. ≡ *Asordaria humana* (Fuckel) Arx & Guarro, Persoonia 13 (3): 268. 1987 (Fig. 3, i–o).

Description of Ukrainian collections. *Ascomata* perithecioid, aggregated, immersed or semi-immersed, dark brown to blackish, broadly ovoid to pyriform, 375–420 × 290–335 µm, glabrous or soft-haired; neck blackish, short, conical or subcylindrical, 85–140 × 90–110 µm. *Peridium* membranaceous, thick, layered, with an exostratum made up of thick-walled, brown, angular to rounded cells. *Asci* eight-spored, cylindrical, with a short stipe, 165.8–189.3 × 19.7–22.2 µm; unitunicate, slightly narrowed and flattened at the apex, with thickened apical ring, non-amyloid. *Ascospores* uniseriate, one-celled, smooth, thick-walled, olivaceous brown when young and dark brown when mature, broadly ovoid (sometimes broadly ellipsoidal) to subglobose, pointed at the base, roundish at the apex, with a basal germ pore; 19.2–22.5 × 14.9–17.0 µm, Q = 1.13–1.48, Q_{av}= 1.30; gelatinous sheath narrow, ephemeral. *Paraphyses* hyaline, cylindric-moniliform, septate, soon reduced to a shapeless material.

Examined material. *Sumy Region*. Bilopillia District, Rudka village, private houses, 50°88′ N, 34°43′ E, rabbit dung, 28 August 2013; Seredyna-Buda District, vicinity of Ulytsa village, Desniansko-Starohutsky National Nature Park, pine forest, quarter 76, 52°32′ N, 33°61′ E, hare dung, 20 September 2016 (KW-M70957); Sumy District, Stetskivka village, forest glade, 51°04′ N, 34°80′ E, roe deer dung, 26 February 2011; Nyzy settlement, Nyzy forestry, mixed forest, 50°41′ N, 34°52′ E, wild boar dung (soc. *Sordaria fimicola* (Roberge ex Desm.) Ces. & De Not.), 25 August 2015 (KW-M70956), leg./det. Yu.I. Lytvynenko.

General distribution. *Europe*: Austria, Bulgaria, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Iceland, Italy, Latvia, Netherlands, Poland, Portugal, Russia, Spain, Sweden, Ukraine, UK. *Africa*: Kenya, Tanzania. *Asia*: Israel, Indonesia, Iraq, Uzbekistan, Japan. *Australasia*: Australia. *North America*: Canada, USA. *South America*: Argentina.

Notes. *Sordaria humana* is a cosmopolitan species growing on dung of omnivores (particularly man and dog), carnivores and herbivores, sometimes on seeds, soil, old paper and various decaying vegetable material. It is one of the most common fimicolous pyrenomycetes.

Morphologically *S. humana* is best characterized by its broadly obovoid to subglobose spores often lacking a gelatinous perisporium. However, it is unclear whether all known collections of this species lack gelatinous sheath. Some authors describe the spores devoid of perisporium (Minoura, 1969), while others report it to be present although variable in thickness (Boedijn, 1962; Liou, Chen, 1979; Khan, Krug, 1989) or ephemeral (Saccardo, 1882; Munk, 1957). Another point of view is that ascospores of *S. humana* lack gelatinous perisporium in collections only from carnivore dung (Lundqvist, 1972; Khan, Krug, 1989; Doveri, 2004). In this case, spores with or without a sheath may reflect substrate difference, since a sticky sheath would be ecologically determined for fungi on the dung of herbivores.

Von Arx et al. (1987) transferred *S. humana* and a few other species in a new genus, *Asordaria*, proposed for those species of *Sordaria* which possess ovoid or broadly ellipsoidal smooth ascospores surrounded by gelatinous sheath. However, these criteria were regarded not significant and thus separation of the taxa from *Sordaria* on that basis has been widely debated (Eriksson, Hawksworth, 1988; Khan, Krug, 1989). Thereafter, a multiple gene analyses conducted by Cai et al. (2006) provided evidence on the congeneric status of *Asordaria* and *Sordaria*.

We also regard this species within the genus *Sordaria*. Despite a wide distribution of *S. humana*, the examined materials represent the second published records of the species in Ukraine, with a description and illustrations of the reported collections.

***Sordaria minima* Sacc. & Speg.,** Michelia 1(4): 373. 1878. ≡ *Hypocopra minima* (Sacc. & Speg.) Sacc., Syll. Fung. 1: 244. 1882 (Fig. 4**)**.

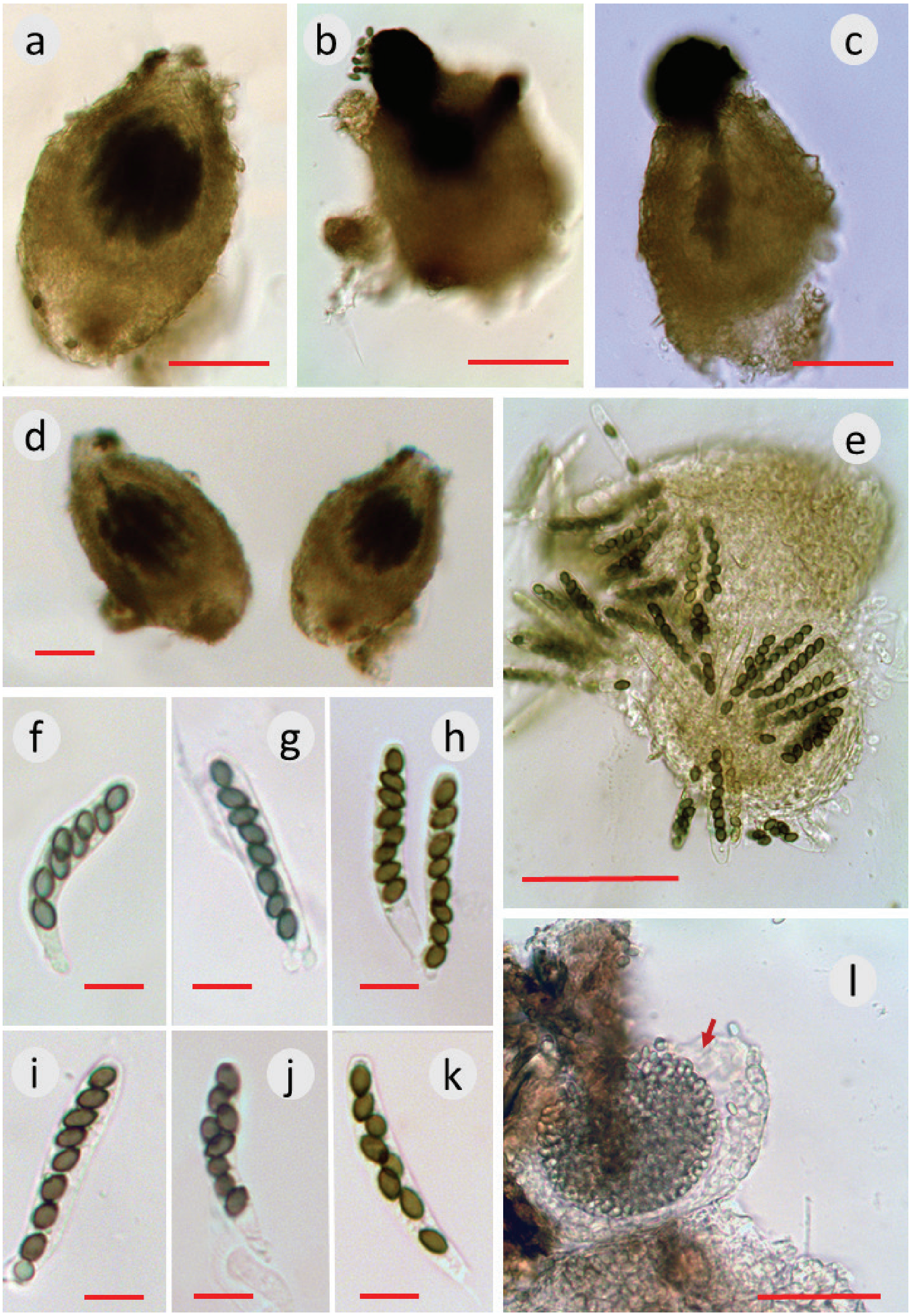


Fig. 4. *Sordaria minima* (KW-M70959 *a–f*, *i*, *l*; KW-M70958 *g*, *h*, *j*, *k*): *a–d* – mounted ascomata, *e* – squashed ascoma, *f–k* – mature asci with ascospores, *l* – ruptured apothecium of *Theleobolus* cf. *stercoreus* with a single ascus containing multiple ascospores (arrow), associated with ascoma of *S. minima*.

Scale bars: *a–e* – 50 μm; *f–k* – 10 μm; *l* – 100 μm

Description of Ukrainian collection. *Ascomata* perithecioid, scattered, semi-immersed, pale brown, broadly ovoid to pyriform, 127–163 × 91–105 μm, glabrous; neck dark brown, short, conical or subcylindrical, 35–52 × 43–58 μm. *Peridium* membranaceous, thin, layered, consists of pale brown to colorless, thin-walled rounded cells, translucent so that asci and coloured spores can be seen through the peridium. *Asci* eight-spored, cylindrical or cylindrical-clavate, with a short stipe, 35.6–46.4 × 7.2–8.7 μm; unitunicate, rounded or slightly flattened at the apex, without apical ring, non-amyloid. *Ascospores* mostly uniseriate, one-celled, smooth, thick-walled, olivaceous brown when young and dark brown when mature, broadly ellipsoidal, with an apical germ pore; 5.13–6.53 × 3.54–4.06 μm, Q = 1.36–1.72, Q_{av} = 1.54; lacking a gelatinous sheath. No true paraphyses seen.

Examined material. *Sumy Region*, Sumy District, Nyzy settlement, Nyzy forestry, mixed forest, 50°41′ N, 34°52' E, roe deer dung (soc. *Arnium cervinum* N. Lundq.), 03 August 2015 (KW-M70958); forest glade, 50°41′ N, 34°52' E, roe deer dung (soc. *Saccobolus* aff. *verrucisporus* Brumm.), 25 August 2015 (KW-M70959), leg./det. Yu.I. Lytvynenko.

General distribution. *Europe*: Denmark, Germany, Iceland, Italy, Netherlands, Sweden, Ukraine, UK. *North America*: USA. *South America*: Argentina.

Notes. This is a very interesting and rare fungus. Nomenclature, identity and placement of this taxon remain problematic. It is referred to in the literature as "*Sordaria minima* problem" (Doveri, 2004). Since its original description by Saccardo (1878), the species has been variously interpreted. In this article we use the name *S. minima* Sacc. & Speg. because it is currently listed as an accepted name both in *Index Fungorum* (http://www.indexfungorum.org/, accessed 17.10.2018) and *Mycobank* (http://www.mycobank.org/, accessed 17.10.2018) online databases. However, morphological characters of our specimens fit better the descriptions provided for this fungus by Massee & Salmon (1901), Larsen (1971), Richardson (1998) and Doveri (2004) rather than its protologue. The last three authors suggested that the fungus was misplaced within *Sordaria*, due to schizothecioid, i.e. non-sordariaceous, structure of the peridium, asci lacking an apical apparatus and spores without a gelatinous sheath. Formerly it was proposed to consider this species name as *nomen ambiguum* (Moreau, 1953) or *nomen dubium* (Larsen, 1971). Moreover, according to Lundqvist's comments on the unusual combination of morphological characters, Doveri (2004) stated that the species should be re-classified and regarded within either Chaetomiaceae or Ceratostomataceae, but not Sordariaceae. It is obvious that in order to clarify the taxonomic status and placement of this fungus, further morphological and particularly molecular studies are required.

In our specimens, perithecia are schizothecioid in structure (Fig. 4, *a–d*), with thin translucent walls composed of hyaline to smoky-hyaline cells (Fig. 4, *e*). Asci have no distinct apical structure; ascospores without a gelatinous sheath or appendages but with a germ pore at one end; ascospores mostly uniseriate, rarely obliquely uniseriate or overlapping in the middle part of the ascus (Fig. 4, *f–k*). In general, all features we observed fit those in descriptions of the collections from the UK (Massee, Salmon, 1901; Richardson, 1998), Denmark (Larsen, 1971), and Italy (Doveri, 2004), with one exception. Larsen (1971) reported 4-spored asci in some perithecia in her collections, and rarely both 8-spored and 4-spored asci in the same perithecia. We have not observed 4-spored asci in our specimens.

Sordaria minima was reported on dung of various animals, mostly herbivorous, and a bird: cow, rabbit, hare, horse, goat, fallow deer and red grouse (Spegazzini, 1899; Saccardo, 1882; Massee, Salmon, 1901, Larsen, 1971; Lundqvist, 1972; Richardson, 1998). It is a rare fungus in Europe, recorded in each country from a single or a few localities. Massee and Salmon (1901) and Richardson (1998, 2004) admit that due to small perithecia it can be also overlooked.

Regarding the ecological role of this fungus, it has been revealed that being a coprophile, *S. minima* shows the ability to act as a mycoparasite. Doveri (2004) following Lundquist's comment on the habitat of *S. minima* cited that "the fungus grows sometimes directly on dung, but its mycelium is then probably in contact with the discomycetes". He concluded that *S. minima* is obviously a parasite of *Thelebolus* sp. In one of our specimens, an apothecium of *Thelebolus* cf. *stercoreus* Tode (Fig. 4, *l*) was also found in immediate proximity to perithecia of *S. minima*. We regard it as evidence to confirm that *S. minima* has ability to parasitize a saprobic fungus on dung.

Our records of *S. minima* are the first for Ukraine, as well as for Eastern Europe.

Acknowledgements

The authors acknowledge technical assistance by N.S. Novichenko, a staff member of the M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, in scanning electron microscopy.

REFERENCES

Akulov O.Yu., Golubtsova Yu.I., Mikos I.G., Dyakova I.V. Micromycetes of Kremenetski Hory National Nature Park and adjacent areas. In: *Pyrodno-zapovidny fond Ukrainy – mynule, syohodennia, maybutne*. Ternopil: Pidruchnyky i posibnyky, 2010, pp. 201–206 [Акулов О.Ю., Голубцова Ю.І., Мікос І.Г., Дьяконова І.В. Мікроміцети Національного природного парку "Кременецькі гори" та навколишніх територій. В кн.: *Природно-заповідний фонд України – минуле, сьогодення, майбутнє: Зб. наук. статей, присвяч. 20-річчю від дня заснування природного заповідника "Медобори"*. Тернопіль: Підручники і посібники, 2010, с. 201–206].

Arx von J.A., Guarro J., van der Aa H.A. *Asordaria,* a new genus of the Sordariaceae, and a new species of *Melanocarpus*. *Persoonia*, 1987, 13(3): 263–272.

Asgari B., Zare R., Gams W. *Coniochaeta ershadii*, a new species from Iran, and a key to well documented *Coniochaeta* species. *Nova Hedwigia*, 2007, 84(1–2): 175–187.

Barrasa J.M., Lundquist N., Moreno G. Notes on the genus *Sordaria* in Spain. *Persoonia*, 1986, 13(1): 83–88.

Bell A. *An illustrated guide to the coprophilous Ascomycetes of Australia*. CBS, Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, The Netherlands, 2005, 172 pp.

Bobyak G. *Zbirnyk matematychno-pryrodopysno-likarskoyi sektsiyi nauk. t-va im. Shevchenka*, 1907, 11: 1–41. [Боб'як Г. Причинки до мікольогії східної Галичини. Гриби околиць Бережан. *Збірник математично-природописно-лікарської секції наук. тов-ва ім. Шевченка*, 1907, 11: 1–41].

Boedijn K.B. The *Sordariaceae* of Indonesia. *Persoonia*, 1962, 2(3): 305–320.

Cai L., Jeewon R., Hyde K.D. Phylogenetic investigations of *Sordariaceae* based on multiple gene sequences and morphology. *Mycol. Res.*, 2006, 110(2): 137–150. https://doi.org/10.1016/j.mycres.2005.09.014

Cain R.F. Studies of coprophilous Sphaeriales in Ontario. *Univ. of Toronto Studies*. Biol. Ser., 1934, 38: 1–126.

Cain R.F., Groves J.W. Notes on seed-borne fungi VI. *Sordaria*. *Canad. J. Res.*, 1948, 26(5): 486–495. https://doi.org/10.1139/cjr48c-032

Chang J.-H., Wang Y.-Z. Taxonomy of *Coniochaeta leucoplaca* and *C. velutina*: morphological and molecular studies based on LSU rDNA of isolates from Taiwan. *Nova Hedwigia*, 2011, 92: 57–67. https://doi.org/10.1127/0029-5035/2011/0092-0057

Checa J., Barrasa J.M., Moreno G., Fort F., Guarro J. The genus *Coniochaeta* (Sacc.) Cooke (*Coniochaetaceae*, *Ascomycotina*) in Spain. *Cryptogamie Mycologie*, 1988, 9(1): 1–34.

Doveri F. *Fungi fimicoli Italici. A guide to the recognition of Basidiomycetes and Ascomycetes living on faecal material.* Trento: Assoc. Micol. Bresadola, 2004, 1104 pp.

Dudka I.O., Heluta V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Andrianova T.V., Hayova V.P., Prydiuk M.P., Dzhagan V.V., Isikov V.P. *Fungi of the Crimean peninsula*. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 2004, 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. Гриби природних зон Криму. Київ: Фітосоціоцентр, 2004, 452 с.].

Dudka I.O., Heluta, V.P., Andrianova T.V., Hayova, V.P., Tykhonenko Yu.Ya., Prydyuk M.P., Golubtsova Yu.I., Kryvomaz T.I., Dzhagan V.V., Leontyev D.V., Akulov O.Yu., Syvokon O.V. *Fungi of nature reserves and national nature parks of Eastern Ukraine*. Kyiv: Aristey, 2009a, vol. 2, 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. *Гриби заповідників та національних природних парків Лівобережної України*. Київ: Арістей, 2009a, т. 2, 428 с.].

Dudka I.O., Prydiuk M.P., Golubtsova Yu.I., Andrianova T.V., Karpenko K.K. *Fungi and fungus-like organisms of Desniansko-Starohutsky National Nature Park*. Sumy: Universitet. knyha, 2009b, 223 pp. [Дудка І.О., Придюк М.П., Голубцова Ю.І., Андріанова Т.В., Карпенко К.К. *Гриби та грибоподібні організми національного природного парку "Деснянсько-Старогутський"*. Суми: Університет. книга, 2009b, 223 с.].

Dzhagan V.V., Prudenko M.M., Heluta V.P. *Fungi of Kaniv Nature Reserve*. Kyiv: Kyiv University Press, 2008, 271 pp. [Джаган В.В., Пруденко М.М., Гелюта В.П. Г*риби Канівського природного заповідника*. Київ: Вид-во Київ. ун-ту, 2008, 271 с.].

Eriksson O.E., Hawksworth D.L. Notes on ascomycete systematics. *Systema Ascomycetum*, 1988, 7(1): 59–101.

Fakirova V. Surveys on coprophilous *Ascomycetes* in Bulgaria. III. *Izv. Bot. Inst.* (*Sofia*)*,* 1969, 19: 199–210. [Факирова В. Проучвания върху копрофилните *Ascomycetes* в България. III. *Изв. на Ботан. инст.*, 1969, 19: 199–210].

Fungi of Ukraine: A Preliminary Checklist. Eds D.W. Minter, I.O. Dudka. CAB International, M.G. Kholodny Institute of Botany, 1996, 361 pp.

Golubtsova Yu.I. *Ukr. Bot. J.*, 2008, 65(5): 701–710. [Голубцова Ю.І. Нові для України види копрофільних аскоміцетів. I. Піреноміцети та локулоаскоміцети. *Укр. бот. журн.*, 2008, 65(5): 701–710].

Golubtsova Yu.I., Mikos I.G., Akulov O.Yu. New records of coprophilous *Ascomycetes* in the Crimea. *Chornomors'k. bot. z.*, 2010, 6(1): 67–83. [Голубцова Ю.І., Мікос І.Г., Акулов О.Ю. Нові знахідки копрофільних аскоміцетів з Криму. *Чорноморськ. бот. ж.*, 2010, 6(1): 67–83].

Guarro J., Arx von J.A. The ascomycete genus *Sordaria*. *Persoonia*, 1987, 13(3): 301–313.

Hawksworth D.L., Yip H.Y. *Coniochaeta angustispora* sp. nov. from roots in Australia, with a key to the species known in culture. *Austral. J. Bot.*, 1981, 29(3): 377–384.

Hayova V.P. In: *Zbirnyk nauk. prats Luhanskoho Nats. Ahrarnoho Univ*., 2005, 56(79): 117–129. [Гайова В.П. Аскоміцети Луганського природного заповідника (крім порядку *Erysiphales*). *Збірник наук. праць*

Луганськ. нац. аграр. ун-ту. Сер. Біол. науки, 2005, 56(79): 117–129].

Heine N., Welt P. Beiträge zur Kenntnis coprophiler Pilze (4). Coprophile Pilze im Hartschimmelgebiet bei Andechs und weitere bayerische Dungpilzfunde. *Mycologia Bavarica*, 2008, 10: 63–83.

Khan R.S., Krug J.C. New records of the Sordariaceae from the East Africa. *Mycologia*, 1989, 81(6): 862–869. https://doi.org/10.2307/3760104

Kirk P.M., Cannon P.F., David J.F., Minter D.W., Stalpers J.A. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*, 10th ed. Wallingford: CAB Intern., 2008, 771 pp.

Krupa J. Zapiski mycologiczne z okolic Lwowa i z Podtatrza. *Sprawozdanie Komisyji Fizyograficzney* (*Sprawozdanie Komisyi Fizyograficznej*), 1888, 22(2): 12–47.

Larsen K. Danish endocoprophilous fungi, and their sequence of occurrence. *Botanisk Tidsskrift*, 1971, 66 (1–2): 1–32.

Liou S.-C., Chen Z.-C. Preliminary studies on coprophilous Pyrenomycetes from Taiwan. *Taiwania*, 1979, 24: 11–21.

Lundquist N. Nordic *Sordariaceae* s. lat. *Symbolae Botanicae Upsalienses*, 1972, 20(1): 1–374.

LytvynenkoYu.I., Stepanovska N.V. *Pryrodnychì nauky*, 2014, 11: 17–23. [Литвиненко Ю.І., Степановська Н.В. Копрофільні аскоміцети долини р. Сула в межах Білопільського району Сумської області. *Природничі науки*, 2014, 11: 17–23].

Mahoney D.P., LaFavre J.S. *Coniochaeta extramundana*, with a synopsis of other *Coniochaeta* species. *Mycology*, 1981, 73(5): 931–952.

Massee G., Salmon E.S. Researches on coprophilous fungi. *Annals of Botany*, 1901, 15(58): 313–357.

Milovtsova M.O. *Trudy NDI botaniky pry Kharkiv. dezh. univ.*, 1937, 2: 17–22. [Міловцова М.О. Матеріали до мікофлори УРСР. *Труди НДІ ботаніки при Харків. держ. ун-ті*, 1937, 2: 17–22].

Minoura K. Notes of some Ascomycetes of East Africa. *Transactions of the Mycol. Soc. of Japan*, 1969, 10(2): 41–46.

Munk A. Danish Pyrenomycetes: a preliminary flora. *Dansk Botanik Arkiv*, 1957, 17: 1–491.

Moravec Z. Remarks on some coprophilous fungi in Norway. *Czech Mycology*, 1968, 22(4): 301–309.

Moreau C. Les genres *Sordaria* et *Pleurage*. *Encycl. mycol.*, 1953, 25: 48–136.

Namysłowski B. Przyczynek do mykologii Galicyi. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficzney*, 1910, 44(3): 43–48.

Namysłowski B. Śluzowce i grzyby Galicyi i Bukowiny. *Pamętnik Fizyograficzny*, 1914, 22(4): 1–151.

Prokhorov V.P., Armenskaya N.L. *Bull. MOIP*, 2001, 106(2): 78–82. [Прохоров В.П., Арменская Н.Л. Копротрофные перитециоидные аскомицеты европейской части России. *Бюл. МОИП*, 2001, 106(2): 78–82].

Prokhorov V.P., Armenskaya N.L. *Vestnik MGU*. Ser. Biologia, 2003, 16: 47–52. [Прохоров В.П., Арменская Н.Л. Род *Sordaria* в России и некоторых сопредельных странах. *Вестн. МГУ*. Сер. Биология, 2003, 16: 47–52].

Richardson M.J. New and interesting records of coprophilous fungi. *Bot. J. Scotland*, 1998, 50(2): 161–175. https://doi.org/10.1080/03746609808684913

Richardson M.J. Coprophilous fungi from Iceland. *Acta Botanica Islandica*, 2004, 14: 77–103

Saccardo P.A. Fungi Veneti novi vel critici vel mycologiae Venetae addendi. Ser. 9. *Michelia*, 1878, 1(4): 361–445.

Saccardo P.A. *Sylloge Fungorum Omnium Hucusque Cognitorum*. *Vol. 1. Sylloge Pyrenomycetum omnium hucusque cognitorum*, 1882, xix + 768 pp.

Smitskaya M.F., Smyk L.V., Merezhko T.A. *Handbook of pyrenomycetes of the USSR*. Kiev: Naukova Dumka, 1986, 364 pp. [Смицкая М.Ф., Смык Л.В., Мережко Т.А. Определитель пиреномицетов УССР. Киев: Наук. думка, 1986, 364 с.].

Spegazzini C. Fungi Argentini Novi v. critici. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires*, 1899, 6(2, 3): 81–365.

Shlakhter M.L. In: *Materialy XI Mizhnarodnoi naukovoi konferentsii molodykh naukovtsiv "Biolohiya: vid molekuly do biosfery" (26 lystopada – 2 hrudnya 2016 r., Kharkiv, Ukraina*). Kharkiv: Vyd-vo Khark. univ., 2016, p. 164. [Шлахтер М.Л. Перші відомості про копрофільні гриби Національного природного парку "Дністровський каньйон". У зб.: *Матеріали XI Міжнародної наукової конференції молодих науковців "Біологія: від молекули до біосфери" (26 листопада – 2 грудня 2016 р., Харків, Україна*). Харків: Вид-во Харк. ун-ту, 2016, с. 164].

Taylor L.D. *Coniochaeta velutina* and its synonyms. *Canad. J. Bot.*, 1970, 48(1): 81–83.

Watling R., Richardson M.J. Coprophilous fungi of the Falkland Islands. *Edinburgh J. Bot.*, 2010, 67(3): 399–423. http://doi.org/10.1017/S0960428610000156

Recommended for publication by V.P. Heluta

Submitted 01.08.2018

Литвиненко Ю.І.[1], Гайова В.П.[2] **Нові та цікаві знахідки копрофільних видів родів *Coniochaeta* і *Sordaria* (*Sordariomycetes*, *Ascomycota*) в Україні.** Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 538–551.

[1]Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка
вул. Роменська, 87, Суми 40002, Україна

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

У статті представлені нові дані про поширення п'яти копрофільних видів родів *Coniochaeta* і *Sordaria* в Україні. Ці гриби є представниками великої групи копрофільних видів, що належать до класу *Sordariomycetes*. На відміну від копрофільних дискоміцетів, ця група грибів є маловивченою в Україні. Зразки відповідних субстратів були зібрані на о-ві Тендра в Чорному морі (Херсонська обл.) та на північному сході країни (Сумська обл.). Всі досліджені зразки були отримані шляхом інкубації у вологих камерах. У статті повідомляється про три нові для України види: *Coniochaeta leucoplaca*, *C. vagans* та *Sordaria minima*; останній вперше зареєстрований у Східній Європі. Ще для двох видів – *Sordaria alcina* та *S. humana* – це друге повідомлення про знахідку на території країни. Для всіх видів наведено описи українських зразків на різних типах субстрату й порівняння з оригінальними описами видів. На основі зібраних зразків детально описані характерні морфологічні ознаки кожного виду. Всі види проілюстровано мікрофотографіями, отриманими з використанням світлової та скануючої електронної мікроскопії. Для кожного зразка наводиться локалітет, субстрат і дата збору. Стисло обговорено екологічні особливості та загальне поширення цих видів.

Ключові слова: *Coniochaeta leucoplaca*, *Coniochaeta vagans*, *Sordaria alcina*, *Sordaria humana*, *Sordaria minima*, копрофільні гриби, екскременти, поширення

Литвиненко Ю.И.[1], Гаевая В.П.[2] **Новые и интересные находки копрофильных видов родов *Coniochaeta* и *Sordaria* (*Sordariomycetes*, *Ascomycota*) в Украине.** Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 538–551.

[1]Сумской государственный педагогический университет имени А.С. Макаренко
ул. Роменская, 87, Сумы 40002, Украина

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

В статье представлены новые данные о распространении пяти копрофильных видов родов *Coniochaeta* и *Sordaria* в Украине. Эти грибы являются представителями большой группы копрофильных видов, принадлежащих к классу *Sordariomycetes*. В отличие от копрофильных дискомицетов, эта группа грибов является малоизученной в Украине. Образцы соответствующих субстратов были собраны на о-ве Тендра в Черном море (Херсонская обл.) и на северо-востоке страны (Сумская обл.). Все исследованные образцы были получены путем инкубации во влажных камерах. В статье сообщается о трех новых для Украины видах: *Coniochaeta leucoplaca*, *C. vagans* и *Sordaria minima*; последний вид впервые зарегистрирован в Восточной Европе. Для двух других видов – *Sordaria alcina* и *S. humana* – это второе сообщение о находке на территории страны. Для всех видов приведены описания украинских образцов на различных типах субстрата и сравнения с оригинальными описаниями видов. На основе собранных образцов подробно описаны характерные морфологические признаки каждого вида. Все виды проиллюстрированы микрофотографиями, полученными с использованием световой и сканирующей электронной микроскопии. Для каждого образца приводится локалитет, субстрат и дата сбора. Кратко обсуждаются экологические особенности и общее распространение данных видов.

Ключевые слова: *Coniochaeta leucoplaca*, *Coniochaeta vagans*, *Sordaria alcina*, *Sordaria humana*, *Sordaria minima*, копрофильные грибы, екскременты, распространение

https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.06.552

Проблема контролювання сегетальної рослинності в агрофітоценозах у контексті збереження біорізноманіття

Євген Ю. МОРДЕРЕР, Жанна З. ГУРАЛЬЧУК, Володимир В. МОРГУН

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
вул. Васильківська, 31/17, Київ, 03022, Україна
morderer@ifrg.kiev.ua

Morderer Ye.Yu., Guralchuk Zh.Z., Morgun V.V. **The problem of controlling segetal vegetation in agrophytocenoses in the context of biodiversity conservation.** Ukr. Bot. J., 2018, 75(6): 552–563.

Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine
31/17 Vasylkivska Str., Kyiv 03022, Ukraine

Abstract. Weeds for a long time coexist with cultivated plants in agrophytocenoses and can be considered as indicators of biodiversity. From the phytocenotic viewpoint, the existence and persistence of weeds are quite natural, but for economic reasons weeds are negative factors because of their competition with cultivated plants (crops) for water, nutrients, and living space. The strategic task of crop protection is the control of weeds at the economic threshold of harm. Under modern conditions, the use of integrated crop protection technologies, which involve combining and harmonizing crop rotation schemes, agrotechnics and chemical protection means, becomes of particular importance. The article discusses the issues related to the need for integrated application of several active ingredients of herbicides, which complement each other by their spectrum of action, improve the effectiveness of weed control, and prevent the emergence of resistance of weeds to specific herbicides. The basic regularities of the changes of selective phytotoxicity in complexes of herbicides with different mechanisms of their action, which were established in the course of researche, became the basis for development of various effective herbicidal complexes and mixtures for protection of various crops. According to the current strategy, the application of integrated crop protection systems should ensure the maintenance or reduction of potential infestation with weeds during rotation of crops. At that, the weed species composition in agrophytocenoses should not undergo abrupt changes, except for a significant reduction of the potential contamination by especially harmful weedy species.

Keywords: herbicides, biodiversity, weeds, defense strategy, crops, crop rotation

Бур'яни розглядаються як такі рослини, що співіснують разом з культурними рослинами, утворюючи єдину фітосистему — агрофітоценоз. Потенційно бур'янами здатні бути понад 1500 видів трав'яних рослин, або й навіть близько половини ботанічної різноманітності помірного кліматичного поясу планети (Fisyunov, 1984).

З точки зору фітоценології, бур'яни є повноправними і закономірними компонентами агрофітоценозів (Tuganaev, 1984). Серед бур'янів головним чином поширені види, які за еколого-ценотичною стратегією росту та розвитку належать до рослин-експлерентів. Екологічне призначення рослин цього типу полягає в забезпеченні цілісності рослинного покриву за рахунок формування фітоценозів перших стадій відновлення після їхнього знищення або порушення різноманітними природними факторами (Rabotnov, 1983; Mirkin et al., 1989; Mosyakin, 2007). Таким чином, бур'яни виявилися пристосованими до існування в посівах, які за своєю екологічною сутністю є певними аналогами фітоценозів на стадіях вторинних сукцесій. Головними чинниками, які забезпечують успішне існування бур'янів в агрофітоценозах, є, по-перше, їхня висока насіннєва продуктивність, яка сприяє утворенню банку насіння (або інших діаспор) у ґрунті; по-друге, здатність насіння бур'янів перебувати в стані органічного спокою й зберігати життєздатність упродовж багатьох років. Як вже зазначалося, саме подібність експлерентних стратегій більшості культурних рослин та багатьох видів бур'янів робить практично неможливим та екологічно недоцільним повне викорінення бур'янів з агрофітоценозів (Mosyakin, 2007). З вищенаведених причин екологізація стратегії контролювання бур'янів у агрофітоценозах зараз розглядається як один з пріоритетів сучасного захисту рослин (Künast et al., 2013; Mouden et al., 2017; Pfiffner, Armengot, 2018, etc.).

Бур'яни є також своєрідними індикаторами біорізноманіття. Вони співіснують із сільськогосподарськими культурами протягом тривалого періоду часу й тим чи іншим чином зазнають впливу окультурювання. Завдяки інтенсифікації сільського господарства та вдосконаленню методів очищення насіння спостерігається зменшення (іноді досить значне) різноманіття сегетальної рослинності (Rotchés-Ribalta et al., 2015, 2016). Деяким видам бур'янів зі значною подібністю до культурних рослин, так званим конвергентним бур'янам, загрожує небезпека повного зникнення (наприклад, куколю звичайному – *Agrostemma githago* L., бромусу житньому – *Bromus secalinus* L., омолоку – *Lolium temulentum* L. та ін.) (Spahillari et al., 1999). У таких випадках перспективним може бути повторне введення (реінтродукція) зникаючих видів бур'янів у агроекосистеми чи запровадження субсидованих агроекологічних схем, що сприяють збереженню біорізноманіття сільськогосподарських угідь, як це відбувається у деяких країнах (Lemoine et al., 2018).

Незважаючи на значні збитки, які бур'яни завдають сільському господарству, і які можуть сягати порядку 10% на рік у всьому світі (Oerke, 2006), бур'янові рослини можуть приносити й неабияку користь. Вони відіграють значну роль у стабілізації ґрунту, збереженні його вологості й запобіганні ерозії, сприяють зменшенню вимивання азоту, особливо на легких еродованих ґрунтах (Importance..., 2015). Бур'яни є джерелом нектару та пилку для бджіл, можуть бути прихистком і поживою для природних ворогів шкідників сільськогосподарських культур. Деякі види бур'янів є джерелом рослинного білка, використовуються в якості лікарської сировини (Likars'ki, 1992, Nizhko, 1997), а також можуть застосовуватись для фіторемедіації ґрунтів (Guralchuk, Gudkov, 2005), тощо.

Для задовільнення потреб людства в продуктах харчування необхідно збільшувати продуктивність посівів, але при цьому площі, придатні для вирощування рослин, скорочуються внаслідок антропогенних впливів. Проте, досягнення селекції дозволяють значно підвищити продуктивність посівів. Цьому значно сприяє використання явища гетерозису, яке дозволило впровадити у сільське господарство високопродуктивні гібриди замість сортів. Важливим досягненням "зеленої революції" є створення напівкарликових сортів пшениці з потенціалом урожайності понад 10 т/га (Morgun, Logvinenko, 1995; Morgun et al., 2010; Morgun et al., 2012). Протягом останнього десятиліття селекціонерами Інституту фізіології рослин і генетики НАН України та Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН України під керівництвом академіка НАН України В.В. Моргуна, завдяки розробленим оригінальним методам селекції, створено 30 сортів озимої пшениці, які занесені до Державного реєстру сортів України й рекомендовані для вирощування в усіх природно-кліматичних зонах України. Серед них високоінтенсивні сорти – 'Смуглянка', 'Колумбія', 'Золотоколоса', 'Володарка', 'Фаворитка'; сорти з високою якістю зерна – 'Ятрань 60', 'Київська 8', 'Переяславка', 'Здоба Київська', 'Сонечко', 'Наталка', 'Лимарівна'; сорти універсального використання – 'Подолянка', 'Богдана', 'Снігурка', 'Вінничанка', 'Трипільська'; створені вперше в Україні сорти спеціального використання – 'Пивна', 'Зимоярка', 'Хуторянка' та інші. Генетичний потенціал врожайності цих сортів сягає понад 100–132 ц/га. За своїми потенційними можливостями Україна повинна збирати стабільно не менше 60–80 млн тонн зернових на рік. Однак для реалізації цього потенціалу поряд із сортами і добривами необхідний ефективний захист посівів від бур'янів, шкідників і хвороб.

Якщо з фітоценотичної точки зору існування бур'янів є цілком закономірним, то з господарської бур'яни – це суто негативне явище, оскільки вони конкурують з культурними рослинами за воду, поживні речовини та життєвий простір, сприяють поширенню шкідників і хвороб, ускладнюють обробіток ґрунту, догляд за посівами й збирання врожаю. Таким чином, виходячи з позицій фітоценології, знищення бур'янів є певним насильством над природою, яке може призвести до втрати багатьох корисних (або потенційно корисних) видів рослин і взагалі є загрозою біорізноманіттю, а з іншого боку, з позицій господарської доцільності бур'яни мали б бути знищені докорінно. У постійній суперечці між цими двома концепціями й виникла сучасна стратегія контролювання бур'янів.

Одним із головних факторів, який вплинув на формування стратегії захисту посівів від бур'янів, стало усвідомлення того, що неспроможність людини "остаточно вирішити" проблему бур'янів пов'язана не з недосконалістю засобів її вирішення, а з тим, що присутність бур'янів в агрофітоценозах є цілком природним явищем. При застосуванні радикальних методів знищення бур'янів (повної стерилізації верхнього шару ґрунту з використанням, наприклад, НВЧ-випромінювання) звільнені екологічні ніші дуже скоро будуть зайняті, оскільки перекрити всі шляхи розповсюдження насіння та інших діаспор бур'янів просто неможливо. Єдиним наслідком такої стерилізації стане різка зміна видового складу бур'янів і цілком вірогідно, що вона лише ускладнить захист посівів. Нові види бур'янів, які поширяться замість тих, що будуть знищені, можуть бути особливо шкодочинними. Яскравим прикладом цього може бути зростаюча забур'яненість все більшої кількості полів України інвазійним видом ваточником сирійським (*Asclepias syriaca* L.). За даними співробітників Інституту захисту рослин НААН (Storchous, 2016), за середньої кількості рослин (або пагонів) цього бур'яну (1,1–4,5 шт./м^2) втрати врожаю кукурудзи становлять 2–10%, сорго – 4–29%, сої – 12–19%. Ваточник легко витримує агротехнічні й хімічні заходи, спрямовані на його знищення, швидко розмножується і становить серйозну загрозу українським полям.

Втручання інвазій у природні еколого-ценотичні процеси викликає перерозподіл видів в угрупованнях. Нині за інвазійною спроможністю в Україні найбільшу потенційну небезпеку для довкілля становлять види рослин, що знаходяться в стані експансії (принаймні 29 видів) і види з високою інвазійною спроможністю (близько 100 видів) (Protopopova et al., 2002). Присутність інвазійних видів рослин у посівах сільськогосподарських культур суттєво знижує урожайність.

У зв'язку з вищезазначеним, першим положенням стратегії захисту посівів є те, що всі заходи із захисту посівів мають бути спрямованими не на знищення, а на контролювання бур'янів на межі економічного порогу шкодочинності. Такий поріг для кожного виду бур'янів визначається як кількість сходів даного виду, при якій вартість втрати врожаю культури дорівнюватиме вартості витрат на знищення цих бур'янів. Завдяки такому контролюванню видовий склад бур'янів в агрофітоценозах не зазнаватиме різких змін, хоча потенційне засмічення буде підтримуватися на певному мінімальному економічно та екологічно прийнятному рівні.

Основними чинниками, які визначають потенційне засмічення та забур'янення агрофітоценозів, є сівозміна, агротехніка та хімічні засоби контролювання бур'янів (Bàrberi, Lo Cascio, 2001; Tuesca et al., 2001; Gallandt, 2006; Melander et al., 2008; Amuri et al., 2010). Існують різні думки щодо питомої ваги кожного з цих факторів, однак очевидним є те, що значною мірою всі ці фактори поєднані між собою, оскільки вибір певних культур передбачає й застосування певних агротехнічних прийомів, оптимальних для вирощування культури у даних ґрунтово-кліматичних умовах, і асортимент гербіцидів, рекомендованих для застосування на цій культурі. З цього випливає другий важливий принцип стратегії контролювання бур'янів – використання інтегрованих технологій захисту посівів, що передбачає поєднання й взаємопогодження сівозміни, агротехніки та хімічних засобів захисту.

За рахунок однієї лише сівозміни можна поліпшити контролювання бур'янів незалежно від обробітку ґрунту, оскільки ротація культур впливає на популяції бур'янів та їхній склад шляхом зміни насіннєвого банку бур'янів і їхнього подальшого росту (Bellinder et al., 2004). У довготривалих дослідженнях у сівозмінах отримали загалом менші банки насіння бур'янів з меншою кількістю видів, ніж у монокультурі (Sosnoskie et al., 2006, Legere et al., 2011). При вирощуванні монокультур повторюється один і той самий тиск добору, що сприяє накопиченню видів бур'янів, які за фенотипом і фенологією подібні до культури, наприклад, злакових бур'янів у посівах зернових (Koocheki et al., 2009).

Останнім часом у сільськогосподарському виробництві спостерігається тенденція до мінімізації механічних обробок ґрунту, зокрема зменшення кількості та глибини обробок, заміна обертання пласта на безвідвальне рихлення та навіть повна відмова від рихлення ґрунту – так звані нульові (no-till) технології. Мінімізація застосування агротехніки зумовлена як економічними чинниками, пов'язаними з перманентним зростанням вартості паливно-мастильних матеріалів та трудових витрат, так і екологічними міркуваннями, зокрема з необхідністю запобігання ерозії ґрунтів.

За системи no-till більша кількість насіння бур'янів розподіляється на поверхні ґрунту або поблизу неї (Bàrberi, Lo Cascio, 2001), що може сприяти кращому його проростанню. Оранка впливає на життєвий цикл бур'янів, головним чином внаслідок знищення проростків та ініціювання проростання насіння, а також через дію на просторовий розподіл відрізків кореневищ або інших здатних до вегетативного відновлення частин рослин багаторічних видів (Legere et al., 2011).

Зрозуміло, що скорочення агротехнічних прийомів може призвести до підвищення потенційного засмічення ґрунту насінням бур'янів, що посилює роль хімічних засобів захисту і висуває додаткові вимоги до їхньої ефективності. У зв'язку з цим, головне навантаження в інтегрованих системах захисту посівів припадає на хімічні засоби контролювання бур'янів. Сам цей факт не підлягає сумніву, якщо виходити з даних щодо масштабів застосування та загальносвітових витрат на хімічні засоби захисту посівів, однак питання щодо екологічної безпечності та доцільності подальшого поширення та розвитку хімічного методу контролювання бур'янів залишається предметом дискусій.

З кінця XIX століття, коли випадково були відкриті гербіцидні властивості бордоської рідини, до нинішнього часу в розвитку хімічних засобів боротьби з бур'янами досягнуто значного прогресу, що й дозволило вважати гербіциди основною ланкою інтегрованих систем захисту посівів від бур'янів (Morderer, 2000; Morderer, Merezhinsky, 2009). Паралельно з підвищенням ефективності та селективності збільшилась і екологічна безпечність застосування гербіцидів: з'явились нові класи гербіцидних препаратів, які майже не токсичні для тваринних організмів (Kraehmer et al., 2014). За допомогою генно-інженерних методів було створено трансгенні культурні рослини, резистентні до екологічно безпечних неселективних гербіцидів (Mazur, Falco, 1989; Dyer, 1991; Kishore et al., 1992; Sorochinsky et al., 2006). Однак вважати вирішеними всі основні проблеми, пов'язані з масштабним застосуванням гербіцидів, поки що не можна. По-перше, при систематичному застосуванні гербіцидів, завдяки обмеженості спектра їхньої дії, неодмінно відбуваються зміни видового складу бур'янів; при цьому, звичайно, підвищується засміченість агрофітоценозів стійкими видами (Ivashchenko, 2001). В окремих випадках, коли ці види є шкодочинними, виникають серйозні труднощі з забезпеченням захисту посівів. Останнім часом найбільш актуальною проблемою є поява та розповсюдження резистентних біотипів бур'янів, що викликані скороченням сівозмін та перманентним застосуванням тотожних за механізмами дії гербіцидних препаратів (Gressel, 1992; Heap, 2018; Vencil et al., 2012). Велике занепокоєння викликають зареєстровані випадки переносу генів резистентності від трансгенних культурних рослин до їхніх диких родичів (Jorgensen et al., 1996; Massinga et al., 2003; Perez-Jones et al., 2010), а також виникнення в популяції трансгенної культури крос-резистентних, тобто стійких до гербіцидів з різними механізмами фітотоксичності, рослин та засмічення їх падалицею посівів інших культур (Hall et al., 2000). Можливість подальшого виникнення та розповсюдження резистентних та особливо крос-резистентних біотипів бур'янів взагалі ставить під сумнів перспективи хімічного методу боротьби з бур'янами (Prestone, 2004; Reade et al., 2004; Beckie, 2006).

Екологічні наслідки застосування гербіцидів, особливо за умови підвищення гербіцидного навантаження, також викликають певне занепокоєння. По-перше, неможливо повністю виключити накопичення залишків токсикантів та особливо їхніх метаболітів у об'єктах навколишнього середовища. По-друге, незважаючи на відсутність у гербіцидів останнього покоління токсичності щодо тваринних організмів, при широкомасштабному застосуванні не можна заперечувати існування потенційної небезпеки, пов'язаної з віддаленими наслідками впливу таких гербіцидів. Упровадження в сільськогосподарське виробництво трансгенних культурних рослин, стійких до гербіцидів суцільної дії, таких як гліфосат і глюфосинат, безумовно, зменшує вірогідність накопичення залишків гербіцидів у довкіллі, а в окремих випадках, при вирощуванні трансгенного ріпаку, дозволяє суттєво (майже на 40%) зменшити загальний об'єм застосування гербіцидів (Sorochinsky et al., 2006). Однак, поширення трансгенних культур не може розглядатися як захід, який дозволяє загалом зменшити пестицидне навантаження, по-перше, оскільки для підвищення ефективності застосування гліфосату або глюфосинату необхідно мінімізувати механічні обробки ґрунту. Внаслідок цього, на поверхні ґрунту зберігаються залишки ушкоджених гербіцидами бур'янів, що сприяє розвитку збудників хвороб та шкідників і вимагає відповідного збільшення застосування фунгіцидів та інсектицидів (Kawate et al., 1997). По-друге, відмова від селективних гербіцидів та перманентне застосування гліфосату або глюфосинату неодмінно має призвести до розповсюдження стійких до цих гербіцидів біотипів бур'янів, що вже й відбувається, зокрема стосовно біотипів, стійких до гліфосату (Powles et al., 1998; Van Gessel, 2001; Culpepper, 2006). Крім того, досвід вирощування трансгенних культур засвідчує, що для ефективного захисту від бур'янів потрібні дві або навіть три обробки гліфосатом або глюфосинатом, що є досить витратним (Johnson et al., 2000). Якщо витрати на захист трансгенних цукрових буряків є меншими, ніж при застосуванні селективних гербіцидів (Wison, 2002), то на посівах трансгенних кукурудзи (Tharp, Kells, 2002; Armel et al., 2003) та сої (Gonzini et al., 1999; Culpepper et al., 2000; Whitaker et al., 2010) дедалі більш поширеним стає комплексне застосування гліфосату або глюфосинату з селективними гербіцидами, яке виявилось рентабельнішим. Таким чином, впровадження трансгенних культур дозволяє підвищити ефективність знищення бур'янів та певною мірою зменшити негативний вплив гербіцидів на довкілля, однак ніяк не може розглядатись як остаточне та повне розв'язання проблеми екологічної безпеки застосування гербіцидів.

Останнім часом удосконалення основних характеристик гербіцидів, зокрема збільшення кількості видів контрольованих бур'янів, здійснюється переважно шляхом комплексного застосування кількох діючих речовин, доповнюючих одна одну за спектром дії (Morderer, 2000; 2001; Morderer, Merezhinsky, 2009). Це реалізується або шляхом створення комплексних гербіцидних препаратів, які складаються з кількох діючих речовин, або шляхом застосування окремих гербіцидних препаратів у комплексах та бакових сумішах. Комплексування гербіцидів вважається також основним засобом попередження виникнення біотипів бур'янів, резистентних до гербіцидів з певним механізмом дії (Gressel, 1992; Norsworthyet al., 2012).

При комплексуванні фітотоксична дія гербіцидів може змінюватися внаслідок ефектів взаємодії: у випадку антагоністичної взаємодії фітотоксична дія зменшується, а при синергічній, навпаки, зростає. Очевидно, що при створенні гербіцидних композицій необхідно враховувати ефекти взаємодії з тим, щоб дія гербіцидів на бур'яни зростала, а вірогідність негативного впливу на культурні рослини, навпаки, зменшувалася.

За допомогою статистичних методів була здійснена спроба узагальнити інформацію щодо ефекту взаємодії гербіцидів (Zhang et al., 1995). Загальний аналіз показав, що антагонізм майже удвічі поширеніший, ніж синергізм. Для дводольних видів рослин вірогідність синергічної та антагоністичної взаємодії була приблизно рівною, а для однодольних – вірогідність антагонізму значно перевищувала. Не було виявлено достовірної різниці між вірогідністю антагоністичної та синергічної взаємодії по відношенню до культурних рослин та бур'янів. Однак переважання певного типу взаємодії було притаманне представникам окремих родин рослин.

Застосування специфічних для кожного з компонентів гербіцидного комплексу критеріїв фітотоксичності дозволило встановити певні закономірності ефекту взаємодії, які неможливо було визначити за допомогою статистичних методів або при використанні інтегральних критеріїв фітотоксичності (Morderer, Merezhinsky, 2009; Morderer et al., 2014). По-перше виявилося, що взаємодію гербіцидів не завжди можна звести до категорій синергізму або антагонізму, оскільки в багатьох випадках вибірна фітотоксичність одного з компонентів гербіцидної суміші може змінюватись незалежно від зміни активності другого. Закономірності ефекту взаємодії дозволяють за рахунок добору компонентів сумішей спрямовано корегувати фітотоксичну дію гербіцидів. Якщо культурні рослини недостатньо стійкі до гербіциду, який доцільно застосовувати при певному характері засміченості, то другий компонент може бути обраний серед препаратів, здатних антагоністично зменшувати дію першого компонента. Так, зменшення вірогідності пошкодження кукурудзи гербіцидами – похідними хлорацетаніліду, зокрема ацетохлором, може досягатись за рахунок застосування їх у суміші з похідними сим-триазину (Morderer et al., 2000; Morderer, 2001). Антидотний ефект спостерігається також за дії суміші похідного динітроаніліну трифлураліну з похідним сим-триазину прометрином на рослини сої, яка за певних умов може пошкоджуватись прометрином. Аналогічний ефект спостерігається при застосуванні в посівах сої суміші похідного хлорацетаніліду метолахлору з іншим інгібітором транспорту електронів (ІТЕ) — похідним ас-триазинону метрибузином (Sorokina et al., 2011). Антагоністичне зменшення фітотоксичності грамініциду феноксапроп-*Р*-етилу в сумішах із похідними сульфонілсечовини зменшує вірогідність пошкодження грамініцидами рослин пшениці (Morderer, Merezhinsky, 2001; Morderer et al., 2013). Таким чином, у зазначених вище гербіцидних сумішах антагонізм проявляється лише по відношенню до середньостійких або стійких культурних рослин, а по відношенню до середньочутливих або чутливих рослин, до яких належить переважна більшість видів бур'янів, взаємодія компонентів цих сумішей адитивна або навіть синергічна. Прикладом такого оптимального використання ефекту взаємодії, коли ефективність контролювання бур'янів синергічно збільшується, а вірогідність пошкодження культури зменшується за рахунок антагонізму, є препарати примекстра голд та примекстра TZ голд, діючими речовинами яких є хлорацетанілід метолахлор та похідні симтриазину атразин чи тербутилазин.

Зрозуміло, що для підвищення ефективності контролювання бур'янів, у тому числі окремих стійких їхніх видів, бажано, щоб фітотоксична дія компонентів суміші синергічно збільшувалася. Як свідчить аналіз літературних даних, при комплексуванні гербіцидів, які належать до однієї групи хімічних сполук або мають спільний сайт дії, у більшості випадків синергічно підвищується ефективність контролювання бур'янів (Zhang et al., 1995). Зокрема, синергічне підвищення фітотоксичної дії в сумішах гербіцидів інгібіторів ацетолактатсинтази (АЛС) імазамоксу та тифенсульфурон-метилу дозволяє зберегти високий рівень захисту посівів сої при суттєво знижених нормах внесення компонентів суміші, що підвищує селективність цих гербіцидів щодо культури та зменшує негативний вплив гербіцидів на симбіотичну азотфіксацію (Palanytsya et al., 2012, Sorokina et al., 2012). Однак синергічне підвищення фітотоксичної дії при комплексуванні гербіцидів зі спільним сайтом не є абсолютним правилом; в окремих випадках спостерігається протилежний ефект. Так, при комплексуванні нового ауксиноподібного гербіциду арилексу з іншими синтетичними ауксинами клопіралідом або піклорамом фітотоксична дія арилексу на ріпак антагоністично зменшується, що дозволяє застосувати комплексні препарати на базі цих діючих речовин у посівах ріпаку, хоча окреме застосування арилексу призводить до пошкодження культурних рослин (Anonymous, 2013).

Синергічна взаємодія може спостерігатися не лише при комплексуванні гербіцидів зі спільним сайтом дії. Так, загальною закономірністю ефекту взаємодії є підвищення фітотоксичності гербіцидів, ефективних проти дводольних видів бур'янів, при їхньому комплексуванні з грамініцидами, які є інгібіторами ацетил-КоА-карбоксилази (АКК) і діють виключно на злакові види рослин. У сумішах з грамініцидами збільшувалася фітотоксична дія ІТЕ у ФС2 метрибузину та фенмедифаму (Morderer, Khodeeva, 1996). Слід зазначити, що в цьому випадку характер взаємодії не залежав від чутливості рослин, а тому, щоб уникнути пошкодження культурних рослин, норму внесення метрибузину та фенмедифаму необхідно зменшувати. При застосуванні в посівах ріпаку сумішей грамініцидів з препаратом галера, діючими речовинами якого є ауксиноподібні гербіциди клопіралід та піклорам, ефективність їхньої дії суттєво зростала (Morderer et al., 2007). Аналогічний ефект спостерігався при застосуванні в посівах соняшника сумішей грамініцидів з препаратом сальса, діючою речовиною якого є інгібітор АЛС етаметсульфурон-метил (Morderer et al., 2014). При застосуванні в посівах озимої пшениці сумішей грамініциду пума супер, діючою речовиною якого є феноксапроп-*Р*-етил, з препаратами, діючими речовинами яких є інгібітори АЛС, дія останніх значно прискорювалася (Morderer, Merezhinsky, 2001; Morderer et al., 2013).

Загальною закономірністю є синергічна взаємодія в сумішах ауксиноподібних гербіцидів з гербіцидами інгібіторами АЛС, завдяки чому підвищується ефективність контролювання дводольних видів бур'янів (Morderer et al., 2002; Morderer, Lukyanchenko, 2002; Isaaks et al., 2006; Trach et al., 2007; Morderer, Merezhinsky, 2009).

Цей ефект використано при створенні багатьох комплексних препаратів: пріма, ланцелот, таск, серто плюс. У той же час необхідно враховувати, що синергічне підвищення фітотоксичної дії у цих сумішах гарантовано лише для однорічних видів дводольних бур'янів. В окремих випадках при застосуванні сумішей синтетичних ауксинів з інгібіторами АЛС може прискорюватися відростання багаторічних дводольних бур'янів, зокрема осоту рожевого польового (Nizkov et al., 2014)

Закономірністю ефекту взаємодії є синергічна взаємодія в сумішах гербіцидів ІТЕ у ФС 2 з інгібіторами 4-гідроксифенілпіруватдіоксигенази (ГФПД), які блокують біосинтез каротиноїдів (Taylor-Lovell, Wax, 2001; Abendroth et al., 2005; Willis et al., 2007; Armel et al., 2008). Даний ефект реалізований у комплексному препараті люмакс, до складу якого окрім метолахлору входять ІТЕ у ФС 2 тербутилазин та інгібітор ГФПД мезотріон. У той же час, додавання мезотріону до інгібіторів АЛС призводить до антагоністичного зменшення їхньої фітотоксичності (Schuster et al., 2008).

Важливою закономірністю ефекту взаємодії є зменшення фітотоксичної дії системних препаратів у сумішах з гербіцидами, які пригнічують фотосинтез. Відомо, що транслокація діючих речовин гербіцидів пов'язана з транспортом асимілятів. Тому цілком передбачуваним є антагонізм, що проявляється при використанні комплексів або сумішей системних гербіцидів з гербіцидами, вплив яких на фотосинтез пригнічує й транспорт асимілятів. Зменшення ефективності дії на багаторічні види бур'янів неселективного системного гербіциду гліфосату спостерігалося при його застосуванні в сумішах з різними ІТЕ: атразином, симазином, бромоксинілом, метрибузином, діуроном, що пояснюється зниженням транслокації гліфосату у кореневу систему багаторічних бур'янів (Steele et al., 2008; Morderer, Merezhinsky, 2009). ІТЕ також антагоністично зменшували фітотоксичну дію гербіцидів інгібіторів АЛС, гальмуючи їхню транслокацію з листків до меристеми пагона. Аналогічний ефект спостерігався й при комплексуванні інгібіторів АЛС з інгібітором біосинтезу каротиноїдів мезотріоном (Schuster et al., 2008).

Вивчення закономірностей ефектів взаємодії дозволило розробити ряд ефективних сумішей та комплексів гербіцидів для захисту посівів зернових колосових, кукурудзи, сої, овочевих культур (Morderer, Merezhinsky, 2009; Morderer et al., 2014). Однак різке зростання загрози резистентності викликає необхідність розробки нових гербіцидних композицій. Справа в тому, що значна частина створених комплексних препаратів та гербіцидних сумішей неефективні з точки зору попередження виникнення резистентності. Так, для отримання синергічного підвищення фітотоксичної дії в багатьох випадках при комплексуванні використовували діючі речовини з одним сайтом дії, а для попередження резистентності необхідно комплексувати гербіциди з різними механізмами фітотоксичності. Крім того, вибір компонентів гербіцидних композицій завжди здійснювався таким чином, щоб спектр видів контрольованих бур'янів одного компонента доповнював дію другого. В окремих випадках, зокрема при комплексуванні грамініцидів (ефективних проти злакових видів) з гербіцидами, що є ефективними проти дводольних видів бур'янів, спектри дії компонентів таких композицій взагалі не перетинаються. У той же час, для боротьби з резистентністю бур'янових рослин до дії гербіцидів необхідно, щоб спектри дії компонентів гербіцидної композиції суттєво перетинались.

Висновки

Підсумовуючи викладений матеріал, можна констатувати, що з урахуванням необхідності збереження біорізноманіття сучасна стратегія контролювання бур'янів складається з таких основних елементів:

– заходи щодо захисту посівів мають бути спрямовані на контролювання бур'янів на межі економічного порогу шкодочинності;

– контролювання бур'янів має здійснюватися за допомогою інтегрованих систем захисту посівів, що передбачає поєднання й взаємопогодження сівозміни, агротехніки та хімічних засобів захисту;

– інтегровані системи захисту мають забезпечити підтримання або зменшення потенційного засмічення протягом ротації культур у сівозміні;

– видовий склад бур'янів у агрофітоценозах не повинен зазнавати різких змін, окрім суттєвого зниження потенційного засмічення особливо шкодочинними видами бур'янів;

– основною ланкою інтегрованих систем захисту посівів є комплексне застосування гербіцидів з використанням гербіцидних композицій, спроможних попереджувати виникнення резистентних біотипів бур'янів.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

Abendroth J.A., Martin A.R., Roeth F.W. Plant response to combinations of mesotrione and photosystem 2 inhibitors. *Weed Technol.*, 2006, 20(1): 267–274. https://doi.org/10.1614/WT-05-020R.1

Anonymous. *ArylexTM Active – Technical Bulletin*, 2013. Available at: http://www.arylex.com/en (accessed 05.03.2018).

Amuri N., Brye K.R., Gbur E.E., Oliver D., Kelley J. Weed populations as affected by residue management practices in a wheat–soybean double-crop production system. *Weed Sci.*, 2010, 58(3): 234–243. https://doi.org/10.1614/WS-09-088.1

Armel G.R., Wilson H.P., Richardson R.J., Whaley C.M., Hines T.E. Mesotrione combinations with atrazine and bentazon for yellow and purple nutsedge (*Cyperus esculentus* and *C. rotundus*) control in corn. *Weed Technol.*, 2008, 22(3): 91–396. https://doi. org/10.1614/WT-07-178.1

Armel G., Wilson H.P., Richardson R.J., Hines T.E. Mesotrione alone and in mixtures with glyphosate in glyphosate-resistant corn (*Zea mays*). *Weed Technol.*, 2003, 17(4): 680–685. https://doi.org/10.1614/WT02-77

Barberi P., Lo Cascio B. Long-term tillage and crop rotation effects on weed seedbank size and composition. *Weed Res.*, 2001, 41: 325–340. https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2001.00241.x

Beckie H.J. Herbicide-resistant weeds: management tactics and practices. *Weed Technol.*, 2006, 20(3): 793–814. http://doi.org/10.1614/WT-05-084R1.1

Bellinder R.R., Dillard H.R., Shah D.A. Weed seedbank community responses to crop rotation schemes. *Crop Prot.*, 2004, 23: 95–101. https://doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00174-1

Culpepper A.S. Glyphosate-induced weed shifts. *Weed Technol.*, 2006, 20(2): 277–281. https://doi.org/10.1614/WT-04-155R.1

Culpepper A.S., York A.C., Batts R.B., Jennings K.M. Weed management in glufosinate- and glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). *Weed Technol.*, 2000, 14(1): 77–88. https://doi.org/10.1614/0890-037X(2000)014[0077:WMIGAG]2.0.CO;2

Dyer W. Application of molecular biology in weed science. *Weed Sci.*, 1991, 39(2): 482–488.

Fisyunov A.A. *Sornye rasteniya*. Moscow: Kolos, 1984, 319 pp. [Фисюнов А.А. *Сорные растения*. М.: Колос, 1984, 319 с.].

Gallandt E.R. How can we target the weed seedbank? *Weed Sci.*, 2006, 54(3): 588–596. https://doi.org/10.1614/WS-05-063R.1 .

Gonzini L.C., Hart S.E., Wax L.M. Herbicide combinations for weed management in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). *Weed Technol.*, 1999, 13: 334–360. https://doi.org/10.1017/S0890037X00041853

Gressel J. Adressing real weed science needs with innovations. *Weed Technol.*, 1992, 6: 503–508.

Guralchuk Zh.Z., Gudkov I.M. *Physiol. and biochem. of cultivated plants*, 2005, 37 (5): 371–383 [Гуральчук Ж.З., Гудков І.М. Фіторемедіація та її роль в очищенні ґрунтів від важких металів та радіонуклідів. *Физиол. и биохим. культ. раст.*, 2005, 37(5): 371–383].

Hall L., Topinka K., Huffman J., Davis L. Pollen flow between herbicide-resistant *Brassica napus* is the cause of multiple-resistant *B. napus* volunteers. *Weed Sci.*, 2000, 48(4): 688–694. https://doi.org/10.1614/0043-1745(2000)048[0688:PFBHRB]2.0.CO;2

Heap I. *International survey of herbicide-resistant weeds*. Available at: http://www.weedscience.com (accessed 12.07.2018).

Importance of weeds or benefits or advantages derived from weeds. *AgriInform 2015*. Available at: http://www.agriinfo.in/default.aspx?page=topic&superid=1&topicid=2174 (accessed 15.05.2018).

Isaaks M.A., Hatzios K.K., Wilson H.P., Toler J. Halosulfuron and 2,4-D mixtures' effects on common lambsquarters (*Chenopodium album*). *Weed Technol.*, 2006, 20: 137–142. https://doi.org/10.1614/WT-04-317R.1

Ivashchenko O.O. *Bur'yany v ahrofitotsenozakh*. Kyiv: Svit, 2001, 235 pp. [Іващенко О.О. *Бур'яни в агрофітоценозах*. Київ: Світ, 2001, 235 с.].

Johnson W., Bradley P., Hart S. Efficacy and economics of weed management in glyphosate-resistant corn (*Zea mays*). *Weed Technol.*, 2000, 14(1): 57–65.

Jorgensen R., Andersen B., Landbo L., Mikkelsen T. Spontaneous hybridization between oilseed rape (*Brassica napus*) and weedy relatives. *Acta Hort.*, 1996, 407: 193–200.

Kawate M.K., Colwell S.G., Ogg A.G., Kraft J.M. Effect of glyphosate-treated henbit (*Lamium amplexicaule* L.) and downy brome (*Bromus tectorum* L.) on *Fusarium solani* f. sp. *pisi* and *Pythium ultimum*. *Weed Sci.*, 1997, 45(6): 739–743.

Kishore G., Padgette S.R., Fraley R.T. History of herbicide-tolerant crops, methods of development and current state of the art. Emphasis on glyphosate tolerance. *Weed Technol.*, 1992, 6: 626–634.

Koocheki A., Nassiri M., Alimoradi L., Ghorbani R. Effect of cropping systems and crop rotations on weeds. *Agron. Sustain. Dev.*, 2009, 29: 401–408. https://doi.org/10.1051/agro/2008061

Kraehmer H., Laber B., Rosinger C., Shulz A. Herbicides as weed control agents: state of the art: I. Weed control research and safener technology: the path to modern agriculture. *Plant Physiol.*, 2014, 166: 1119–1131. https://10.1104/pp.114.241901

Künast Ch., de Graeff R., Whitmore G. (eds.). *Pesticides and biodiversity. Agricultural productivity and biodiversity conservation*. Brussels: European Landowners' Organization (ELO) and the European Crop Protection Association (ECPA), 2013, 33 pp. Available at: https://www.ecpa.eu/sites/default/files/7584%2BBiodiversity_V04_b%C3%A0t.pdf

Legere A., Craig Stevenson F., Benoit D.L. The selective memory of weed seedbanks after 18 years of conservation tillage. *Weed Sci.*, 2011, 59(1): 98–106. https://doi.org/10.1614/WS-D-10-00092.1

Lemoine C., Sérusiaux E., Mahy G., Piqueray J. Agro-environmental scheme for segetal plant conservation in Wallonia (Belgium): an assessment in conventional and organic fields. *BASE – Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* [*Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement/Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*], 2018, 22(1): 35–44. https://doi.org/10.25518/1780-4507.16307

Likarski roslyny: Entsyklop. dovidnyk. Ed. A.M. Grodzinsky. Kyiv: Vyd-vo Ukrainska Entsyklopediya im. M.P. Bazhana, 1992, 544 pp. [*Лікарські рослини*: Енцикл. довідник. Відп. ред. А.М. Гродзінський. Київ: Вид-во Українська Енциклопедія ім. М.П. Бажана, 1992, 544 с.].

Massinga R.A., Al-Khatib K., Amand P., Miller J.F. Gene flow from imidazolinone-resistant domesticated sunflower to wild relatives. *Weed Sci.*, 2003, 51(6): 854–862. https://doi.org/10.1614/WS-03-032R

Mazur B.J., Falco S.C. The development of herbicide resistant crops. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 1989, 40: 441–470.

Melander B., Holst N., Jensen P.K., Hansen E.M., Olesen J.E. *Apera spica-venti* population dynamics and impact on crop yield as affected by tillage, crop rotation, location and herbicide programmes. *Weed Res.*, 2008, 48: 48–57. https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2008.00597.x

Mirkin B.M., Rozenberg G.S., Naumova L.G. *Slovar ponyatiy i terminov sovremennoy fitotsenologii.* Moscow: Nauka, 1989, 223 pp. [Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. *Словарь понятий и терминов современной фитоценологии.* М.: Наука, 1989, 223 с.].

Morderer Ye.Yu. *Izbiratelnaya fitotoksichnost gerbitsidov*. Kiev: Logos, 2000, 240 pp. [Мордерер Е.Ю. *Избирательная фитотоксичность гербицидов*. Киев: Логос, 2000, 240 с.].

Morderer Ye.Yu. *Physiol. Biochem. Cultivated Plants*, 2001, 33(5): 394–397. [Мордерер Є.Ю. Антидотна активність гербіциду дуалу по відношенню до фітотоксичної дії гербіцидів інгібіторів транспорту електронів у хлоропластах. *Физиол. и биохим. культ. раст.*, 2001, 33(5): 394–397].

Morderer Ye.Yu. *Physiol. Biochem. Cultivated Plants*, 2001, 33(3): 251–255. [Мордерер Є.Ю. Підвищення вибірної фітотоксичності у сумішах гербіцидів. *Физиол. и биохим. культ. раст.*, 2001, 33(3): 251–255].

Morderer Ye.Yu., Makarchuk T.L., Zolotareva H.F., Dubrovskaya A.A. *Physiol. Biochem. Cultivated Plants*, 2000, 32(1): 64–68. [Мордерер Е.Ю., Макарчук Т.Л., Золотарёва Г.Ф., Дубровская А.А. Влияние смеси гербицидов ацетала и атразина на растения кукурузы. *Физиол. и биохим. культ. раст.*, 2000, 32(1): 64–68].

Morderer Ye.Yu., Khodeeva L.V. *Physiol. Biochem. Cultivated Plants*, 1996, 28(6): 359–365. [Мордерер Е.Ю., Ходеева Л.В. Физиологическая оценка эффекта взаимодействия в комплексах флуазифоп-бутила с некоторыми гербицидами. *Физиол. и биохим. культ. раст.*, 1996, 28(6): 359–365].

Morderer Ye.Yu., Lukyanchenko O.S., Rodzyevych O.P. *Quarantine and Plant Protection*, 2007, 53: 47–50. [Мордерер Є.Ю., Лук'янченко О.С., Родзєвич О.П. Ефективність та селективність застосування системного гербіциду Галера 334 SL, в. р. в посівах ріпаку та гірчиці. *Карантин та захист рослин*, 2007, 53: 47–50].

Morderer Ye.Yu., Lukyanchenko O.S. *Physiol. Biochem. Cultivated Plants*, 2002, 34(3): 265–269. [Мордерер Є.Ю., Лук'янченко О.С. Застосування бакових сумішей гербіциду тітусу з ауксиноподібними гербіцидами на посівах кукурудзи. *Физиол. и биохим. культ. раст.*, 2002, 34(3): 265–269].

Morderer Ye.Yu., Merezhinsky Yu.G. *Plant Protection* (*Kyiv*), 2001, 10: 11–12. [Мордерер Є.Ю., Мережинський Ю.Г. Бакові суміші гербіцидів. Застосування препаратів похідних сульфонілсечовини з похідними арилоксифеноксипропіонової кислоти для захисту посівів озимої пшениці та ярого ячменю. *Захист рослин*, 2001, 10: 11–12].

Morderer Ye.Yu., Merezhinsky Yu.G. *Herbitsydy. Vol. 1. Mekhanizmy dii ta praktyka zastosuvannya*. Kyiv: Logos, 2009, 379 pp. [Мордерер Є.Ю., Мережинський Ю.Г. *Гербіциди. Т. 1. Механізми дії та практика застосування*. Київ: Логос, 2009, 379 с.].

Morderer Ye.Yu., Merezhinsky Yu.G., Lukyanchenko O.S. *Physiol. Biochem. Cultivated Plants*, 2002, 34(1): 35–39. [Мордерер Є.Ю., Мережинський Ю.Г., Лук'янченко О.С. Застосування бакових сумішей гранстару та ланцету на посівах озимої пшениці. *Физиол. и биохим. культ. раст.*, 2002, 34(1): 35–39].

Morderer Ye.Yu., Nizkov Ye.I., Radchenko M.P., Rodzevych O.P., Sychuk A.M. *Kontrolyuvannya bur'yaniv v posivakh silskohospodarskykh kultur za dopomohoyu herbitsydiv*. Kyiv: Logos, 2014, 260 pp. [Мордерер Є.Ю., Нізков Є.І., Радченко М.П., Родзевич О.П., Сичук А.М. *Контролювання бур'янів у посівах сільськогосподарських культур за допомогою гербіцидів*. Київ: Логос, 2014, 260 с.].

Morderer Ye.Yu., Radchenko M.P., Nizkov Ye.I., Rodzevych O.P. *Plant Physiology and Genetics*, 2013, 45(4): 349–357. [Мордерер Є.Ю., Радченко М.П., Нізков Є.І., Родзевич О.П. Ефективність контролювання бур'янів при застосуванні у посівах озимої пшениці суміші гербіцидів пума супер, зенкор і гродил максі. *Физиол. растений и генетика*, 2013, 45(4): 349 – 357].

Morgun V.V., Schwartau V.V., Kirizij D.A. *Physiol. Biochem. Cultivated Plants*, 2010, 42(5): 371–392. [Моргун В.В., Швартау В.В., Киризий Д.А. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков. *Физиол. и биохим. культ. раст.*, 2010, 42(5): 371–392].

Morgun V.V., Logvinenko V.F. *Mutatsionnaya izmenchivost pshenitsy* [*Mutational variability of wheat*]. Kiev: Naukova Dumka, 1995, 652 pp. [Моргун В.В., Логвиненко В.Ф. *Мутационная изменчивость пшеницы*. Киев: Наук. думка, 1995, 652 с.].

Morgun V.V., Sanin Ye.V., Schwartau V.V. *Klub 100 tsentneriv. Sorty ta optymalni systemy vyroshchuvannya ozymoi pshenytsi*. Kyiv: Logos, 2012, 131 pp. [Моргун В.В., Санін Є.В., Швартау В.В. *Клуб 100 центнерів. Сорти та оптимальні системи вирощування озимої пшениці*. Київ: Логос, 2012, 131 с.].

Mosyakin S.L. Life strategies of wild relatives of crop plants as prerequisites of their domestication. In: *Botany and mycology: modern horizons*. Kiev: Akademperiodika, 2007, pp. 150–168. [Мосякин С.Л. Жизненные стратегии диких предков культурных растений как предпосылки доместикации. В кн.: *Ботаника и микология: современные горизонты: Сб. трудов, посвящ. 80-летию со дня рождения академика НАН Украины А.М. Гродзинского* (*1926–1988*). Киев: Академпериодика, 2007, с. 150–168].

Mouden S., Klinkhamer P.G.L., Choi Y.H., Leiss K.A. Towards eco-friendly crop protection: natural deep eutectic solvents and defensive secondary metabolites. *Phytochem Rev.*, 2017, 16(5): 935–951. https://doi.org/10.1007/s11101-017-9502-8

Nizhko V.P. *Physiol. Biochem. Cultivated Plants*, 1997, 29(1): 15–23. [Ніжко В.П. Проблема рослинного білка і деякі шляхи її вирішення. *Физиол. и биохим. культ. раст.*, 1997, 29(1): 15–23].

Nizkov Ye.I., Rodzevich O.P., Omelchuk S.T., Borisenko A.A., Korshun O.M., Morderer Ye.Yu. *Plant Physiology and Genetics*, 2014, 46(4): 337–342. [Нізков Є.І., Родзевич О.П., Омельчук С.Т., Борисенко А.А., Коршун О.М., Мордерер Є.Ю. Ефективність дії та транслокація системного ауксиноподібного гербіциду клопіраліду в кореневу систему осоту рожевого польового при внесенні у сумішах з гербіцидами інгібіторами ацетолактатсинтази. *Физиол. растений и генетика*, 2014, 46(4): 337–342].

Norsworthy J.K., Ward S.M., Shaw D.R., Llewellyn R.S., Nichols R.L., Webster T.M., Bradley K.W., Frisvold G., Powles S.T., Burgos N.R., Witt W.W., Barret M. Reducing the risk of herbicide resistance: best management practices and recommendation. *Weed Sci.*, 2012, Special Issue: 31–62.

Oerke E.C. Crop losses to pests. *J. Agric. Sci.*, 2006, 144: 31–43. http://doi.org/10.1017/S0021859605005708

Palanytsya M.P., Sorokina S.I., Morderer Ye.Yu. *Physiol. Biochem. Cultivated Plants*, 2012, 44(4): 302–311. [Паланиця М.П., Сорокіна С.І., Мордерер Є.Ю. Активні форми кисню та їх трансформація під час формування бобово-ризобіального симбіозу за дії гербіцидів. *Физиол. и биохим. культ. раст.*, 2012, 44(4): 302–311].

Perez-Jones A., Martins B.A.B., Mallory-Smith C.A. Hybridization in a commercial production field between imidazolinone-resistant winter wheat and jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*) results in pollen-mediated gene flow of Imi1. *Weed Sci.*, 2010, 58(4): 395–401. https://doi.org/10.1614/WS-D-10-00027.1

Pfiffner L., Armengot L. Biodiversity as a prerequisite of sustainable organic farming. In: *Improving organic crop cultivation*. Ed. U. Köpke. Cambridge: Burleigh Dodd Sci. Publ., 2018, pp. 401–434.

Powles S., Lorraine-Colwill D., Dellow J., Preston C. Evolved resistance to glyphosate in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia. *Weed Sci.*, 1998, 46(5): 604–607.

Prestone C. Herbicide resistance in weeds endowed by enhanced detoxification: complications for management. *Weed Sci.*, 2004, 52(3): 448–453. https://doi.org/10.1614/P2002-168B

Protopopova V.V., Mosyakin S.L., Shevera M.V. *Fitoinvazii v Ukraini yak zahroza bioriznomanittyu: suchasnyi stan i zavdannya na maybutnye*. Kyiv, 2002, 28 pp. [Протопопова В.В., Мосякін С.Л., Шевера М.В. *Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє*. Київ, 2002, 28 с.].

Rabotnov T.A. *Fitotsenologiya*. Moscow: Izd-vo Moscow Univ., 1983, 296 pp. [Работнов Т.А. *Фитоценология*. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983, 296 с.].

Reade J.P.H., Milner L.J., Cobb A.H. A role for glutathion S-transferases in resistances to herbicides in grasses. *Weed Sci.*, 2004, 52(3): 468–474. https://doi.org/10.1614/P2002-168D

Rotchés-Ribalta R., Blanco-Moreno J.M., Armengot L., José-María L., Sans F.X. Which conditions determine the presence of rare weeds in arable fields? *Agric. Ecosyst. Environ.*, 2015, 203: 55–61. https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.01.022

Rotchés-Ribalta R., Blanco-Moreno J.M., Armengot L., Sans F.X. Responses of rare and common segetal species to wheat competition and fertiliser type and dose. *Weed Res.*, 2016, 56(2): 114–123. https://doi.org/10.1111/wre.12191

Schuster C.L., Al-Khatib K., Dille J.A. Efficacy of sulfonylurea herbicides when tank mixed with mesotrion. *Weed Technol.*, 2008, 22(2): 222–230. https://doi.org/10.1614/WT-07-131.1

Sorochinsky B.V., Danylchenko O.O., Kripka H.V. *Biotekhnolohichni* (*henetychno modyfikovani*) *roslyny*. Kyiv: KVITs, 2006, 220 pp. [Сорочинський Б.В., Данильченко О.О., Кріпка Г.В. *Біотехнологічні* (*генетично модифіковані*) *рослини*. Київ: КВІЦ, 2006, 220 с.].

Sorokina S.I., Rodzevich O.P., Morderer Ye.Yu. *Physiol. and biochem. of cultivated plants*, 2011, 43(4): 287–296. [Сорокіна С.І., Родзевич О.П., Мордерер Є.Ю. Ефективність контролювання бур'янів і селективність щодо рослин сої за комплексного застосування гербіцидів метрибузину, метолахлору, трифлураліну. *Физиол. и биохим. культ. раст.*, 2011, 43(4): 287–296].

Sorokina S.I., Rodzevich O.P., Morderer Ye.Yu. *Physiol. Biochem. Cultivated Plants*, 2012, 44(4): 336–346. [Сорокіна С.І., Родзевич О.П., Мордерер Є.Ю. Ефективність контролювання бур'янів і селективність щодо рослин сої за комплексного застосування гербіцидів імазамоксу та тифенсульфурон-метилу. *Физиол. и биохим. культ. раст.*, 2012, 44(4): 336–346].

Sosnoskie L.M., Herms C.P., Cardina J. Weed seedbank community composition in a 35-yr-old tillage and rotation experiment. *Weed Sci.*, 2006, 54: 263–273. https://doi.org/10.1614/WS-05-001R2.1

Spahillari M., Hammer K., Gladis T., Diederichsen A. Weeds as part of agrobiodiversity. *Outlook on Agriculture*, 1999, 28(4): 227–232. https://doi.org/10.1177/003072709902800405

Steele G.I., Senseman S.A., Sciumbato A.S., Chandler J.M. Diuron reduces absorption and translocation of glyphosate in sharppod morninglory (*Ipomoea cordatotriloba*). *Weed Technol.*, 2008, 22(3): 414–419. https://doi.org/10.1614/WT-07-159.1

Storchous I. *Quarantine and plant protection*, 2016, 7: 16–20. [Сторчоус І. Знайомі незнайомці. *Карантин і захист рослин*, 2016, 7: 16–20].

Taylor-Lovell S., Wax L.M. Weed control in field corn (*Zea mays*) with RPA 201772 combinations with atrazine and s-metolachlor. *Weed Technol.*, 2001, 15(2): 249–256. https://doi.org/10.1614/0890-037X(2001)015[0249:WCIFCZ]2.0.CO;2

Tharp B.E., Kells J.J. Residual herbicides used in combinations with glyphosate and glufosinate in corn (*Zea mays*). *Weed Technol.*, 2002, 16: 274–281. https://doi.org/10.1614/0890-037X(2002)016[0274:RHUICW]2.0.CO;2

Trach V.V., Nyzkov Ye.I., Rodzevych E.P., Morderer Ye.Yu. *Biol. Vestnik*, 2007, 11(1): 96–99. [Трач В.В., Низков Е.И., Родзевич Е.П., Мордерер Е.Ю. Физиологический механизм синергического повышения фитотоксичности при применении смесей ауксиноподобных гербицидов и гербицидов ингибиторов ацетолактатсинтазы. *Биол. вестник*, 2007, 11(1): 96–99].

Tuesca D., Puricelli E., Papa J.C. A long-term study of weed flora shifts in different tillage systems. *Weed Res.*, 2001, 41(4): 369–382. https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2001.00245.x

Tuganaev V.V. *Agrofitotsenozy sovremennogo zemledeliya i ikh istoriya*. Moscow: Nauka, 1984, 88 pp. [Туганаев В.В. *Агрофитоценозы современного земледелия и их история*. М.: Наука, 1984, 88 с.].

Van Gessel M. Glyphosate-resistant horseweed from Delaware. *Weed Sci.*, 2001, 49(6): 703–705. https://doi.org/10.1614/0043-1745(2001)049[0703:RPRHFD]2.0.CO;2

Vencil W.K., Nichols R.L., Webster T.M., Soteres J.K, Mallory-Smith C., Burgos N.R., Johnson W.G., McCleland M.R. Herbicides resistance: toward an understanding of resistance development and the impact of herbicide-resistant crop. *Weed Sci.*, 2012, Special Issue: 2–30. https://doi.org/10.1614/WS-D-11-00206.1

Whitaker J.R., York A. C., Jordan D.L., Culpepper A.S. Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*) control in soybean with glyphosate and conventional herbicide systems. *Weed Technol.*, 2010, 24: 403–410. https://doi.org/10.1614/WT-D-09-00043.1

Willis J.B., Askey S.D., McElroy J.S. Improved white clover control with mesotrione by tank-mixing bromoxynil, carfentrazone and simazine. *Weed Technol.*, 2007, 21: 739–743. https://doi.org/10.1614/WT-06-091.1

Wison R.G., Yonts C.D., Smith J.A. Influence of glyphosate and glufosinate on weed control and sugarbeet (*Beta vulgaris*) yield in herbicide-tolerant sugarbeet. *Weed Technol.*, 2002, 16: 66–73. https://doi.org/10.1614/0890-037X(2002)016[0066:IOGAGO]2.0.CO;2

Zhang J., Hamill A.S., Weaver S.E. Antagonism and synergism between herbicides: trends from previos studies. *Weed Technol.*, 1995, 9: 86–90. https://doi.org/10.1017/S0890037X00023009

Рекомендує до друку
С.Л. Мосякін

Надійшла 23.09.2018

Мордерер Є.Ю., Гуральчук Ж.З., Моргун В.В. **Проблема контролювання сегетальної рослинності в агрофітоценозах у контексті збереження біорізноманіття.** Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 552–563.

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
вул. Васильківська, 31/17, Київ 03022, Україна

Бур'яни протягом тривалого періоду часу співіснують з культурними рослинами в агрофітоценозах і є індикаторами біорізноманіття. З фітоценотичної точки зору існування бур'янів є цілком закономірним, проте з господарських міркувань вони є суто негативним явищем через конкуренцію з культурними рослинами за воду і поживні речовини. Завданням стратегії захисту посівів є контролювання бур'янів на межі економічного порогу шкодочинності. В сучасних умовах особливої ваги набуває використання інтегрованих технологій захисту посівів, які передбачають поєднання і взаємопогодження сівозміни, агротехніки й хімічних засобів захисту. У статті обговорюються питання, пов'язані з необхідністю комплексного застосування кількох діючих речовин гербіцидів, які доповнюють одна одну за спектром дії, для підвищення ефективності контролювання бур'янів і запобігання виникненню резистентності до гербіцидів. Установлені в процесі досліджень основні закономірності зміни вибірної фітотоксичності в комплексах гербіцидів з різними механізмами дії стали основою для розробки ряду ефективних гербіцидних комплексів та сумішей для захисту посівів різних сільськогосподарських культур. Згідно до сучасної стратегії, застосування інтегрованих систем захисту має забезпечити підтримання або зменшення потенційного засмічення протягом ротації культур у сівозміні. При цьому видовий склад бур'янів в агрофітоценозах не повинен зазнавати різких змін, окрім суттєвого зниження потенційного засмічення особливо шкодочинними видами бур'янів.

Ключові слова: гербіциди, біорізноманіття, бур'яни, стратегія захисту

Мордерер Е.Ю., Гуральчук Ж.З., Моргун В.В.
Проблема контролирования сегетальной растительности в агрофитоценозах в контексте сохранения биоразнообразия. Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 552–563.

Институт физиологии растений и генетики НАН Украины
ул. Васильковская, 31/17, Киев 03022, Украина

Сорняки в течение длительного периода времени сосуществуют с культурными растениями в агрофитоценозах и являются индикаторами биоразнообразия. С фитоценотической точки зрения существование сорняков является вполне закономерным, однако из хозяйственных соображений они являются сугубо негативным явлением из-за конкуренции с культурными растениями за воду и питательные вещества. Задачей стратегии защиты посевов является контроль сорняков на грани экономического порога вредоносности. В современных условиях особое значение приобретает использование интегрированных технологий защиты посевов, которые предусматривают сочетание и взаимосогласование севооборота, агротехники и химических средств защиты. В статье обсуждаются вопросы, связанные с необходимостью комплексного применения нескольких действующих веществ гербицидов, которые дополняют друг друга по спектру действия, для повышения эффективности контроля сорняков и предотвращения возникновения устойчивости к гербицидам. Установленные в процессе исследований основные закономерности изменения избирательной фитотоксичности в комплексах гербицидов с различными механизмами действия стали основой для разработки ряда эффективных гербицидных комплексов и смесей для защиты посевов различных сельскохозяйственных культур. Согласно современной стратегии, применение интегрированных систем защиты должно обеспечить поддержание или уменьшение потенциальной засоренности культур в севообороте. При этом видовой состав сорняков в агрофитоценозах не должен подвергаться резким изменениям, кроме существенного снижения потенциальной засоренности особо вредоносными видами сорняков.

Ключевые слова: гербициды, биоразнообразие, сорняки, стратегия защиты

https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.06.564

DNA extraction from old herbarium material of *Veronica* subgen. *Pseudolysimachium* (*Plantaginaceae*)

Jannes HÖPKE[1], Grace BREWER[2], Steven DODSWORTH[2,3], Edgardo M. ORTIZ[4], Dirk C. ALBACH[1]

[1]Institute of Biology and Environmental Sciences, Carl von Ossietzky University Oldenburg
D-26111 Oldenburg, Germany

[2]Royal Botanic Gardens, Kew
Richmond TW9 3DS, UK

[3]School of Life Sciences, University of Bedfordshire
Luton LU1 3JU, UK

[4]Technical University of Munich, Department of Ecology & Ecosystem Management
Emil-Ramann Strasse 2, D-85354 Freising, Germany

Höpke J., Brewer G., Dodsworth S., Ortiz E.M., Albach D.C. **DNA extraction from old herbarium material of *Veronica* subgen. *Pseudolysimachium* (*Plantaginaceae*).** Ukr. Bot. J., 2018, 75(6): 564–575.

Abstract. Herbarium specimens have become a major source of information in molecular biodiversity research, framing the term "herbarium genomics". However, obtaining good DNA from old herbarium specimens is still a challenge. Currently, DNA extraction methods from old herbarium material often yield highly degraded and fragmented DNA. A number of studies have discussed such methods, especially how to avoid further DNA fragmentation. This study aims to compare different DNA extraction methods applied to old herbarium material from *Veronica* subg. *Pseudolysimachium*. One such method is a CTAB-based DNA extraction followed by a clean-up with paramagnetic beads that is used in the Jodrell Laboratory, Royal Botanic Gardens Kew, UK. This method was compared to a modified NucleoSpin Plant II protocol, based on silica columns, as used at the Technical University Munich-Freising, which was already successfully used for extracting DNA from a Linnean type specimen. Further tests were conducted on the influence of incubation time on the CTAB DNA extraction protocol with a subsample of specimens. Our preliminary results suggest that CTAB DNA extraction might have some advantages in specific cases but also that silica column-based methods have fewer problems with contamination by polysaccharides and polyphenolic compounds. Regarding the incubation time, we did not observe a clear pattern, but we developed several ideas on how to proceed with tests to find an optimal DNA extraction protocol to deal with highly fragmented DNA. Taking practical considerations into account, the column-based method proves to be preferable, especially when trying to reduce the amount of leaf tissue used, but further modifications of both methods should be explored.

Keywords: *Veronica* subg. *Pseudolysimachium*, herbarium specimens, DNA extraction methods, molecular biodiversity research

Supplementary Material. Electronic Supplement (Table E1, p. e3) is available in the online version of this article at: https://ukrbotj.co.ua/archive/75/6/564

Introduction

Research on natural biodiversity is often obscured by being forced "to work in suboptimal conditions that include inadequate preservation methods, limited sampling regimes, and suboptimal tissue type and quantity" (Blair et al., 2015: 1079–1080). Nevertheless, it is possible to overcome the problem of inaccessibility of specimens by using herbarium material, which is a valuable source of DNA (Staats et al., 2011), to clarify a multitude of various questions. However, the bigger problem is that herbarium DNA is usually highly degraded and modified (Staats et al., 2011) and that the small amounts of DNA can be a limiting factor in downstream applications like high-throughput sequencing (= HTS; Lovmar, Syvänen, 2006; Lasken, 2009). Therefore, several methods have been developed for DNA extraction of herbarium specimens (Záveská Drábková, 2014), which sometimes deal with taxon-specific problems and sometimes have taxon-specific success rates.

In our project to investigate the status of several "microspecies" of *Veronica* subg. *Pseudolysimachium* (W.D.J.Koch) Buchenau from the eastern part of

Ukraine, for which a plethora of names have been described (Klokov, 1976; Tzvelev, 1981; Ostapko, 1984, 1994, 2014; Ostapko et al., 2010), herbarium material is a vital resource since it proves difficult to collect new material, especially for Donetsk Region (*Oblast* in Ukrainian), Luhansk Region, and the Crimean Peninsula due to the current political and military situation. Therefore, this project will focus on herbarium material and, furthermore, demonstrate the feasibility to retrieve DNA from type material to clarify the relationships of the described species and infraspecific entities.

Therefore, we compared DNA extraction methods from two labs, the Jodrell Laboratory at the Royal Botanic Gardens (Kew, UK), and the laboratory of Prof. Dr. Hanno Schaefer, Technical University Munich-Freising, (Germany). Both labs have extensive experience in DNA extraction from herbarium specimens (e.g., Dodsworth, 2015; Schaefer et al., 2009; Dwivedi et al., 2018). We were particularly interested in exploring those methods used in regular molecular biology laboratories without specialized ancient DNA facilities, which requires a lot of time, money, and institutional support (Knapp et al., 2012).

DNA extraction at Kew was formerly conducted using a "macroprep protocol" as described in Albach and Chase (2001). This protocol is based on the strong detergent cetyltrimethyl ammonium bromide (CTAB) (Kistler, 2012), which has been the "gold standard" for plant DNA extractions since the mid-1980s (Doyle, Doyle, 1987; Rogers, Bendich, 1985). This is followed by a DNA cleaning step using chloroform and isoamyl alcohol for removing proteins (Albach, Chase, 2001) and an isopycnic ultracentrifugation in cesium chloride, meaning that the molecules will be separated according to their density. This method has typically been used to separate the plastid/mitochondrial DNA from nuclear DNA (Carr, Griffith, 1987) to avoid analyzing numts (= nuclear mitochondrial DNA segment, DNA which was transferred from the mitochondrial to the nuclear genome) since they present a different evolutionary fate (Arthofer et al., 2010). While this yields ultra-pure DNA suitable for long-term storage especially recommendable for DNA from type material, Kew has replaced the expensive and time-consuming technique for many projects in favor of a modified CTAB DNA extraction protocol similar to the original CTAB protocol proposed by Doyle and Doyle (1990). The protocol was modified by subsequent cleaning with Solid Phase Reversible Immobilization beads (= SPRI), which are paramagnetic beads, i.e. they are just magnetic in a magnetic field. These beads are polystyrene coated with a layer of magnetite and carboxyl molecules on top, which can reversibly bind DNA in the presence of polyethylene glycol (a crowding agent) and salt (DeAngelis et al., 1995).

This method was compared with a modified "NucleoSpin II Plant" (Macherey-Nagel Inc., Düren, Germany) mini DNA extraction protocol (Schaefer et al., 2009; Dwivedi et al., 2018). This commercial kit was already successfully used in a study to extract DNA from a Linnean type specimen (Chomicki, Renner, 2015). In this respect, it should be noted that a number of different commercial plant DNA extraction kits based on silica-membrane methods are available. These kits do differ in specifics and may, therefore, differ in their suitability for DNA extraction from herbarium specimens and/or different taxa, which we noticed in preliminary tests (Dirk C. Albach, unpublished data). Finally, we explored the effect of extending the incubation time since different taxa work better with different incubation times during lysis (Edgardo M. Ortiz, unpublished data; Drábková et al., 2002).

Numerous other modifications have been reported to improve DNA extraction from herbarium specimens, such as PTB-buffer extraction (Kistler, 2012) and an extended precipitation (Staats et al., 2011). Another alternative is whole genome amplification such as the "Restriction and Circularization-Aided Rolling Circle Amplification" (= RCA-RCA) method described by Wang et al. (2004) that shows promising results when working with highly degraded template DNA, according to Blair et al. (2015). For a similar method multiple displacement amplification (MDA), feasibility has been already shown to produce enough DNA as a starting point for "restriction site associated" sequencing methods (Blair et al., 2015). The RCA-RCA method is considered to be superior to the already tested MDA since it does not produce non-specific amplification artefacts (Blair et al., 2015, also in the absence of input genomic DNA), as it was reported for MDA, which is crucial when working with low DNA input (Lage et al., 2003). The MDA method also faces problems with short fragments (Steven Dodsworth, unpublished data), which is congruent with findings that MDA is not able to replicate fragments below 1 kbp (Li et al., 2006; Maciejewska et al., 2013). However, testing of these additional methods is beyond the scope of the current project. Our preliminary results (see Höpke, Albach, 2018) were briefly reported at the International Conference 'Herbaria and Phytodiversity Conservation' (3–5 October 2018, Lviv, Ukraine). Here we provide a full report.

Material and Methods

Sampling material

The two DNA extraction methods were tested on samples from our focal taxonomic group *Veronica* subg. *Pseudolysimachium*. Samples were taken from the herbarium in Oldenburg and from leaf samples that had already been collected for DNA extractions (from herbarium sheets and silica dried leaves). The samples were chosen to fit two mini centrifuges, i.e. 48 samples, and to include a homogeneous sampling of all available decades of collection. From *Veronica* subg. *Pseudolysimachium,* sampling included two specimens available from the 1950s, two from the 1960s, nine from the 1970s, one from the 1980s, five from the 1990s, ten from the 2000s, and ten from the last decade. Since the availability of old material from this subgenus was restricted, we supplemented this with *Veronica* specimens from other subgenera as follows: two specimens from the 1950s, 11 from the 1970s, four from the 1980s, and three from the 1990s. From these samples, c. 20 mg of leaf tissue was taken for CTAB DNA extraction and 10 mg for column-based DNA-extraction with subsequent standardization of results.

We took additional samples for the incubation time analysis. For this, twice c. 10 mg leaf samples from ten herbarium sheets from different decades (each) was taken: one from the 1950s, one from the 1960s, two from the 1970s, one from the 1980s, one from the 1990s, two from the 2000s, and two from the last decade. With these, two different incubation times were tested during lysis. Information on all specimens used in the analysis can be found in the Electronic Supplement (Table E1.).

CTAB and bead clean-up

The preparation and DNA extraction were conducted in a sodium hypochlorite-cleaned fume hood (designated for DNA extraction only) with sodium hypochlorite-cleaned equipment and pipettes used with filter tips only. For the CTAB mini protocol, one liter of 2x CTAB buffer was prepared as follows: 12.11 g TRIS/TRIZMA (100 mM final concentration), was dissolved in a small amount of distilled water using an agitator and magnetic stirrer. To this 7.5 g EDTA (20 mM) was added, filled up with distilled water to 0.5 L, and adjusted to a pH of 8.0. Afterwards, 82 g NaCl (1.4 M), 20 g CTAB (2% w/v), and 20 g PVP (2% w/v) were added but dissolved one after another and finally filled up with distilled water to 1 L. Firstly, for the DNA extraction protocol, isopropanol and the blocks of the grinder were put into a freezer at 20 °C and a water bath was preheated to 65 °C. The lysis buffer was prepared by mixing 747 μL 2x CTAB buffer per sample with 3 μL of 2-mercaptoethanol (equaling 0.4% of the isolation buffer) and 3 μL of 10 mg/mL RNAse A. Each sample (20 mg) was then ground with two steel balls (c. 4 mm in diameter) within the precooled grinder blocks (to prevent overheating and enzymatic activity) at 25,000 rpm for 2 min using a Retsch MM400 (Retsch Inc., Haan, Germany). Immediately afterwards, 750 μL freshly prepared lysis buffer was added, vortexed for 3 sec and incubated for 30 min in a water bath at 65 °C. Every 5 min the samples were mixed by hand. Afterwards, 750 μL SEVAG (chloroform : isoamyl alcohol 24 : 1) was added, vortexed for 3 sec and the sample tubes were attached with a tape onto a shaker platform, here an Orbital Shaker Model SO3 (Cole-Parmer Inc., Stone, United Kingdom), running at 250 rpm. After 30 min, the samples were centrifuged at 13,000 rpm for 15 min, 550 μL of the supernatant above the protein pellet was transferred into a new 2.0 mL microcentrifugation-tube, 367 μL of –20 °C precooled isopropanol (2/3 of the supernatant volume) was added, the samples were vortexed for 3 sec and shortly centrifuged so that all droplets moved to the bottom of the tube and kept overnight in the freezer at –20 °C.

At the beginning of the next day Qiagen AE elution buffer (Qiagen Inc., Venlo, Netherlands) was preheated to 65 °C. Samples in isopropanol were centrifuged at 13,000 rpm for 15 min, the aqueous phase was decanted, the DNA pellet was washed by adding 750 μL of freshly prepared 70% ethanol, centrifuged at 13,000 rpm for 10 min, decanting the ethanol and washing it in the same way a second time. All ethanol was removed, the pellet was dried by placing the samples with opened lids in a GeneVac miVac Duo Concentration, operating with a Duo Pump (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA) at 46 °C for 5 min (drying overnight under the fume hood is also possible). Then, 100 μL of the preheated elution buffer was added to each sample, the pellet was thoroughly resuspended and shortly centrifuged, the samples were incubated at 65 °C in the water bath for 30 min, vortexed for 3 sec, and again shortly centrifuged.

The bead clean-up was conducted on a normal molecular lab workbench by adding two times the eluted DNA volume (200 μL) of the undiluted AMPure XP bead solution (Beckman Coulter, Brea, CA, USA) to the eluted DNA. This DNA-bead solution was mixed, spun down shortly and incubated at room temperature (RT) for 5 min. Afterwards the tubes were placed in a

12-tube magnetic separation rack for 1.5 mL tubes (New England BioLabs Inc., MA, USA). After 5 min or longer until the solution becomes clear and a pellet was formed, the supernatant was removed and discarded, and the pellet was washed twice by adding 300 µL of freshly prepared 80% ethanol, which was left for 30 sec before being removed. Subsequently all the ethanol was removed, the pellet dried for 5 min and thoroughly resuspended in 60 µL AE elution buffer, spun down shortly and incubated for 5 min at RT on a normal rack, and then for 5 min at RT on the magnetic rack. Finally, 50 µL of the aqueous phase containing the clean DNA was transferred to a new tube.

Quality control A

For the CTAB-bead DNA extraction, a QuantiFluor dsDNA System (Promega Inc., Fitchburg, WI, USA) was used to measure the dsDNA concentration. Here, 20x TE buffer was diluted to 1x before use. The standard was prepared with 2 µL standard solution, 98 µL 1x TE and 100 µL dye; the blank was prepared with 100 µL 1xTE and 100 µL dye, and the samples were prepared with 1 µL DNA solution, 99 µL 1xTE and 100 µL dye. A Quantus Fluorometer (Promega Inc., Fitchburg, WI, USA) was first calibrated using the standard and the blank before measuring the concentration of the samples. To measure the A260/A280 and A260/A230 absorbance ratios, a Nanodrop 2000 (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) was used by measuring 1 µL Qiagen AE elution buffer (Qiagen Inc., Venlo, Netherlands) for calibration and afterwards 1 µL DNA solution of each sample.

Extended incubation times

The effect of an extended incubation time was tested by incubating the samples in PHMT thermoshakers (Grant Instruments Inc., Cambridge, United Kingdom) at 400 rpm and 65 °C during lysis with one sample set for 2 h and the other one for 4 h to compare with our standard 30 minutes. Since these tests were conducted in a different lab, there were a number of differences apart from incubation times. First, HighPrep PCR clean-up beads (MagBio Inc., Gaithersburg, MD, USA) were used instead of AMPure XP beads. Furthermore, the non-heated PHMT thermoshaker was used with samples taped on top of it and running at 550 rpm to yield a similar shaking result when mixing samples with the SEVAG solution (compared to the Orbital Shaker SO3 at 250 rpm). Moreover, the samples were eluted using an elution buffer from a different company (Macherey-Nagel, Düren, Germany).

Column-based DNA extraction

Column-based DNA extraction was conducted in a 70% ethanol-cleaned fume hood with 70% ethanol-cleaned equipment and pipettes used with filter tips only. Samples (10 mg) were grinded at RT together with three steel balls (c. 3 mm in diameter) and half a 3 mm spoon of fine silica (< 0.5 mm) stepwise (to prevent overheating) with 1500 rpm for 20 sec using a Retsch MM400 (Retsch Inc., Haan, Germany). Overall, all samples needed at least 60 sec of grinding to yield a fine powder. Samples were stored at -20 °C until further use DNA was extracted using the NucleoSpin Plant II mini kit following the manufacturer's protocol (Macherey-Nagel, Düren, Germany) with SDS as a lysis buffer (using buffers PL2 and PL3) except for some small modifications: For cell lysis no RNAse was used and incubation was conducted at a slightly lower temperature (62 °C) with an increased incubation time (40 min) in a PHMT thermoshaker (Grant Instruments Inc., Cambridge, United Kingdom) at 500 rpm. For the clarification of the lysate the centrifugation time was increased to 5 min and no filter column was used (since the membrane often got blocked by the cell fragments). Instead the clear supernatant was transferred to a 1.5 mL tube and mixed with 350 µL binding buffer before loading on the column. Furthermore, centrifugation was increased to 2 minutes. DNA was eluted in two steps with 25 µL elution buffer. Finally, all remaining ethanol was allowed to evaporate thoroughly (c. 45 min).

Quality control B

Concentration of column-based dsDNA extracts were analyzed on a Qubit dsDNA HS assay kit with a dye/buffer premix (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA). Standards 1 and 2 were prepared with 190 µL dye/buffer premix and 10 µL standard solution, each; the samples were prepared with 198 µL dye/buffer premix and 2 µL DNA solution, each. Both standards were used to calibrate the Qubit 4 fluorometer (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) before measuring each sample. For measuring the A260/A280 and A260/A230 absorbance ratios an Epoch Microplate Spectrophotometer (BioTek Inc., Winooski, VT, USA) was used by firstly calibrating the system using 2 µL of PE buffer (Macherey-Nagel, Düren, Germany), and then 2 µL of DNA solution per sample was measured.

Statistical analysis

To calculate the total dsDNA yield, the dsDNA concentration was multiplied by the final elution

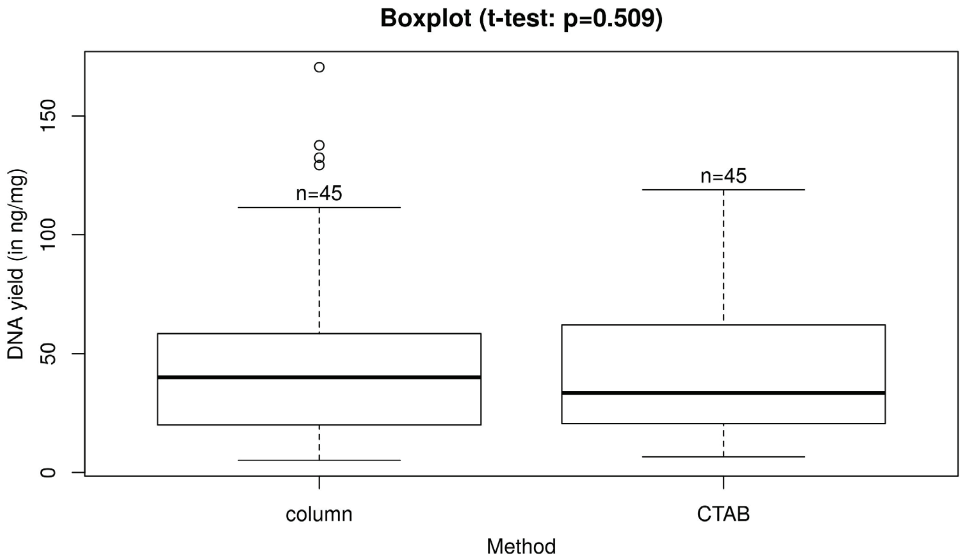


Fig. 1. Boxplot for DNA yield against extraction method (between column-based extraction and CTAB method)

volume. This value was then standardized by dividing the total dsDNA yield by the leaf dry mass used, which provided an estimate of the "DNA yield" (in ng of DNA per mg of used dried leaf tissue). For this parameter as well as the absorbance ratios A260/A280 and A260/A230 (after removing ‛not available data') AN(C)OVAs were conducted to test the relationships between the year of collection, sample type, subgenus and extraction method before focusing on the latter. The Shapiro-Wilk test and Levene test were used to assess the AN(C)OVA assumptions for normality and homoscedasticity (Dormann, Kühn, 2009). Even though these assumptions were often not met, AN(C)OVAS were used since they are used for data-inspection. When the assumptions for normality and homoscedasticity were met, a Tukey-HSD posthoc test was done but when the assumptions were not met, additional Kruskal-Wallis rank-sum tests and the Dunn test that uses a Bonferroni p-value adjustment method as a posthoc test (Dunn, 1964) were conducted. For pairwise comparisons t-tests were used when AN(C)OVA assumptions were met, and if the assumptions were not met, a Wilcoxon rank sum test was conducted instead.

Results

DNA yield

DNA yield was not influenced by taxonomy, as indicated by a non-significant Dunn test ($\alpha > 0.05$) and inspecting the corresponding boxplot (result not shown).

Comparing the DNA yield of both methods excluding two extreme outliers each, for which apparently some DNA was lost along the way, a paired t-test did not reveal a significant difference ($p = 0.509$). The column based-method had only a higher median DNA yield value with 40.1 ng/mg and some additional high "outliers" (above the whiskers that are defined with 1.5 times the interquartile range), whereas the CTAB-method had a median value of 33.5 ng/mg (Fig. 1).

Since we were interested to know if the year of collection might have an influence on DNA yield (not found in the ANCOVAs), a scatterplot was used to visualize the relationship between the DNA yield of both methods and the year of collection. Although the assumptions for the two independent linear regressions were fulfilled, the adjusted R2 values for both are below 0.08 and the scatter plot also does not reveal any clear pattern (Fig. 2). Including values for some specimens extracted only with one method, a tendency for DNA yield being lower was observed in older material but the unbalanced sampling and the low adjusted R2 value (0.07) have to be kept in mind (Fig. 2).

DNA quality

The ANCOVA for A260/A280 did not meet the statistical assumptions (even after reducing the model to significant variables only) but implies that the year of collection ($p = 0.003$) and DNA extraction method ($p < 0.001$) have an important influence. Here,

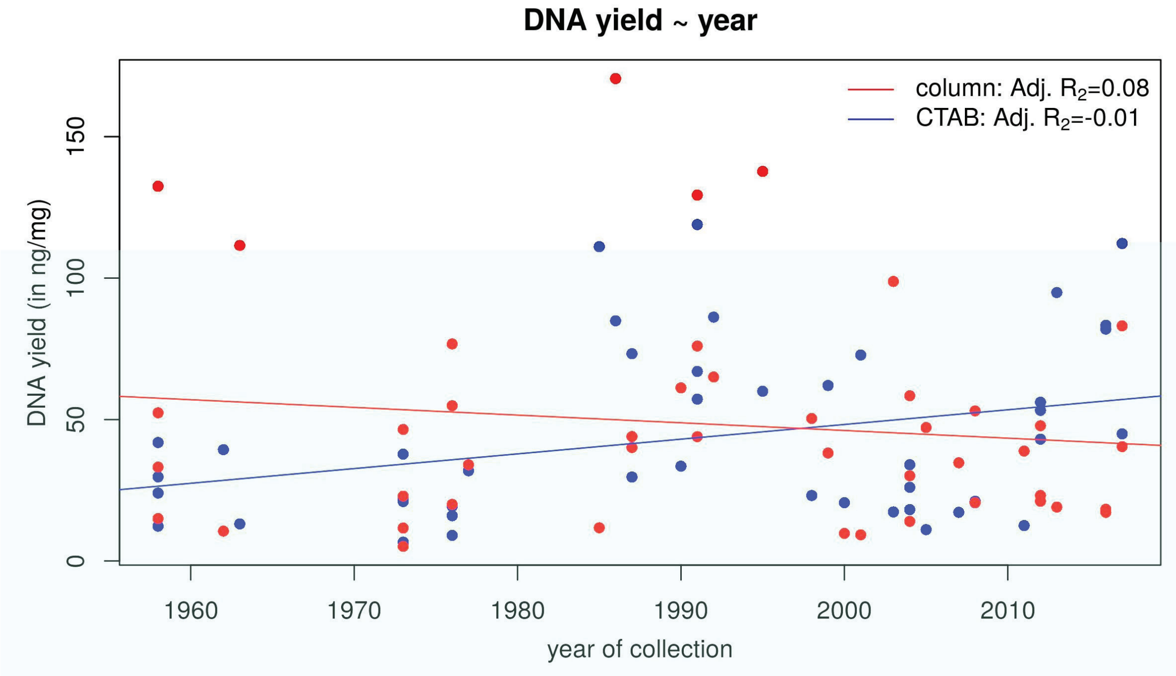


Fig. 2. Scatterplot for DNA yield against extraction method and year of collection (between CTAB and column-based extraction)

although the ANCOVA has a low R2 value, the plot shows that the A260/A280 ratio increases with the year of collection for both methods and that the column-based method is c. 0.1 above the CTAB-based method (Fig. 3A). Statistical assumptions were likewise not met for the ANCOVA of A260/A230, but it suggests that the extraction method ($p < 0.001$) is the only important variable. Furthermore, it shows, although weakly, that A260/A230 values for the two different sample types are different ($p = 0.06$). However, testing this explicitly using a Wilcoxon rank sum test (since the assumptions of a t-test were not fulfilled) no significant difference ($p = 0.1759$) was observed (Fig. 4).

For comparing the absorbance ratios, the previously removed observations were not removed here since they had no special placement in their scatter plots. Comparing both methods for A260/A280, a paired t-test showed they were significantly different. Here, column-based extraction showed a higher median ratio (2.04) than the CTAB method with 1.94. Also, the range of values for CTAB (1.54 to 2.24) was much wider than for column-based extractions (1.77 to 2.13) (Fig. 3B).

For A260/A230 values, a similar picture can be observed; although the difference is more extreme (e.g., the median of column-based extraction is 2.21 and for CTAB just 1.29). A paired t-test also showed this difference was significant ($p < 0.001$) (Fig. 5).

Incubation time

Investigating the influence of the prolonged incubation time for the CTAB-based DNA extraction protocol, it was shown that the DNA yield, as well as A260/A280 and A260/A230 decrease with increased incubation time. Interestingly, the decrease is not gradual. Instead, the middle incubation time (of 2 h) exhibits the minimum values for both DNA yield and A260/A280 ratios (Fig. 6).

Discussion

CTAB with bead clean-up vs. column-based DNA extraction

Statistical analysis did not reveal a significant difference in DNA yield between the two DNA extraction methods (Fig. 1), which were considered the most important criterion in this study. Other parameters seem to be more important such as initial sample drying process (Staats et al., 2011; Záveská Drábková, 2014) as well as the length of storage and fungi treatments during that time. Although initially counter-intuitive, we did not find a correlation of DNA yield with age. However, such a relationship was also not found in other studies (Choi et al., 2015; Shepherd, 2017), suggesting that DNA is stable if the plants are well stored and dried appropriately to start with.

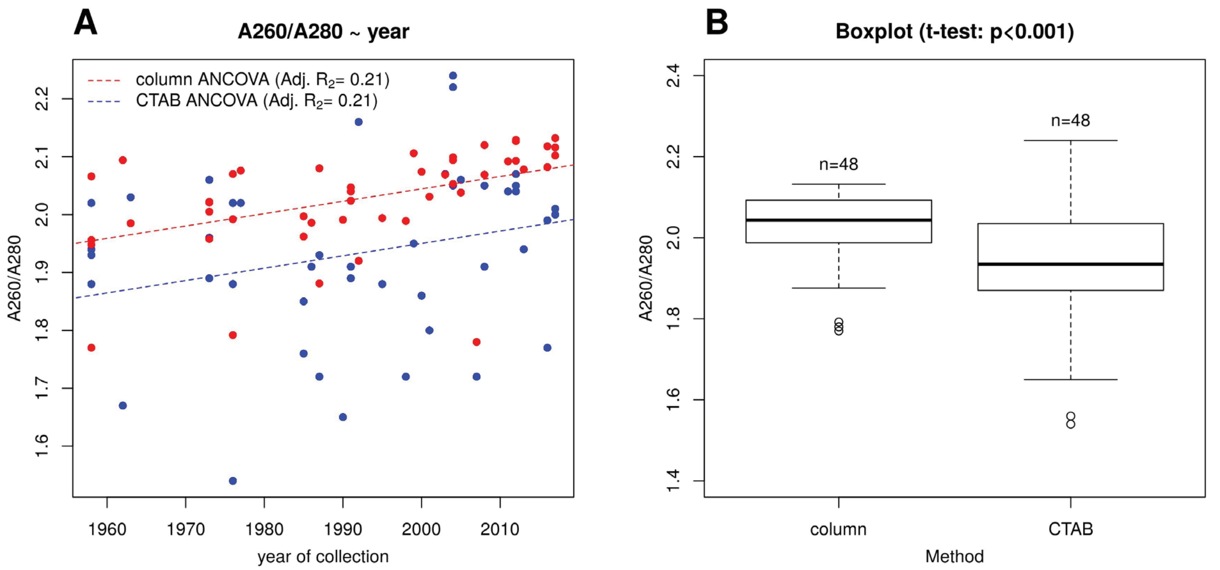


Fig. 3. Comparison of results for A260/A280 against extraction method (between CTAB and column-based method)
A: ANCOVA for extraction method and year of collection as covariate; B: Boxplot for A260/A280 against extraction method

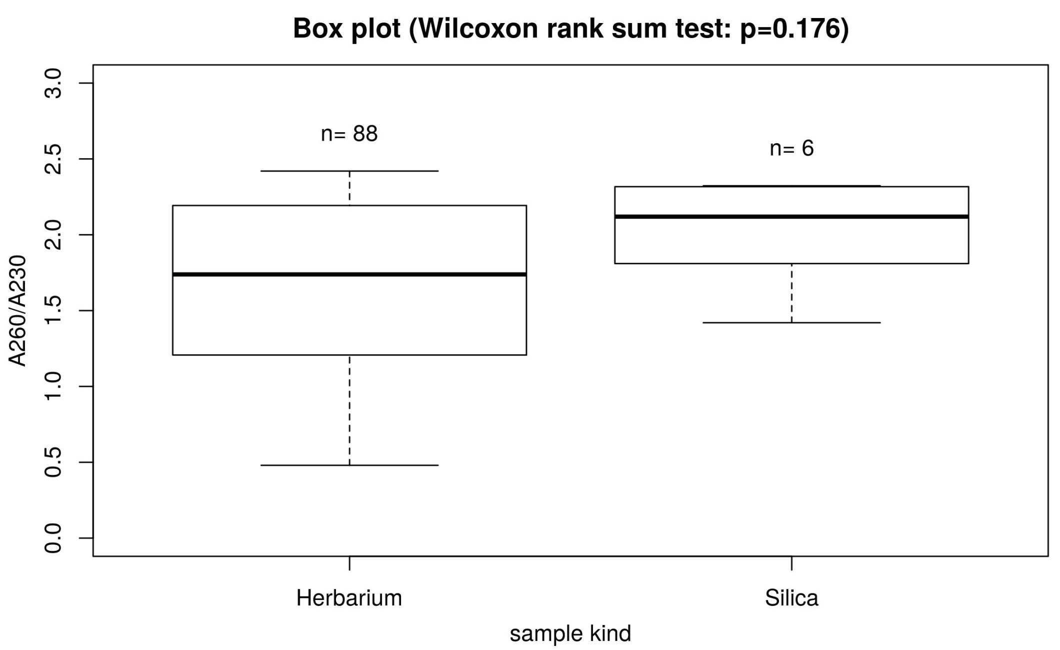


Fig. 4. Boxplot for A260/A230 against sample kind (for both DNA extraction methods combined)

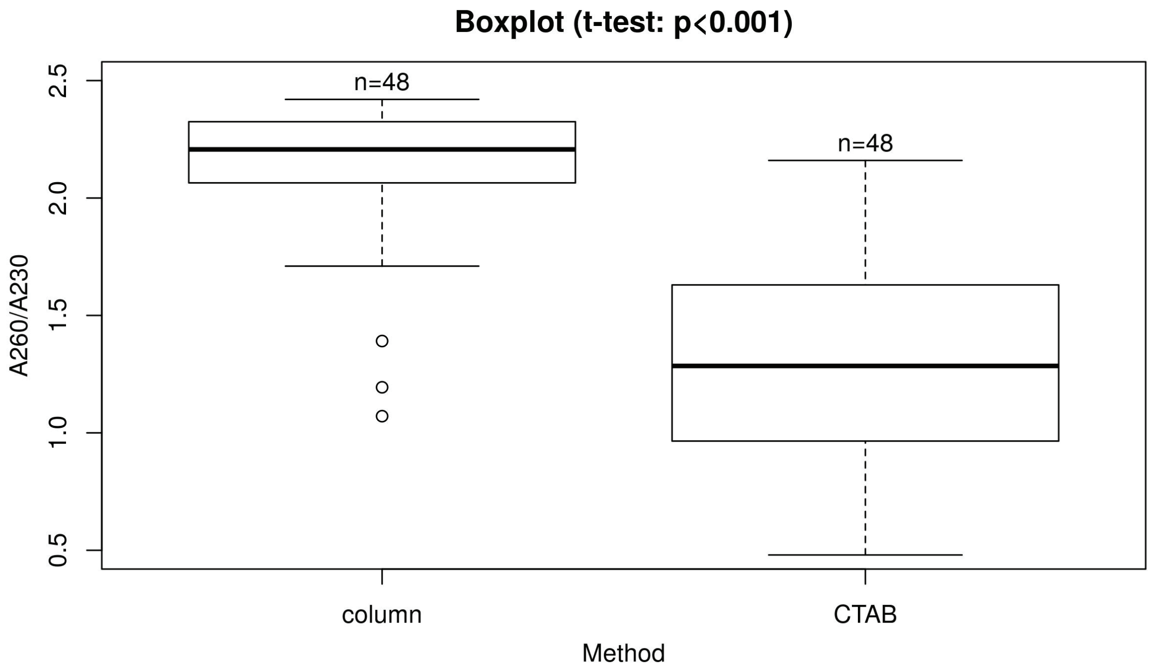


Fig. 5. Boxplot for A260/A230 against extraction method (between CTAB and column-based extraction)

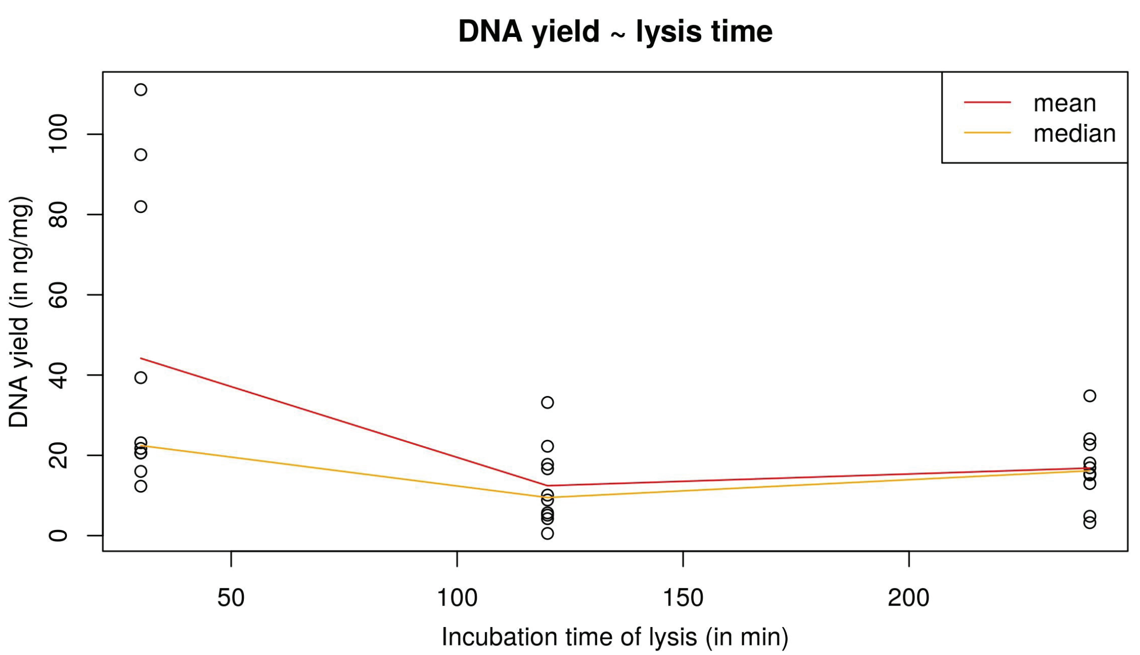


Fig. 6. DNA yield of the CTAB method against varying incubation times

Contrastingly, the DNA quality differed significantly between the two DNA extraction methods. As shown in the full sample set and subsample set, the DNA solutions from the column-based DNA extraction method were much purer than those from the CTAB-based protocol despite the extra cleaning step with paramagnetic beads. In the CTAB-based protocol, the A260/A280 values were not markedly below 1.8, thus indicating no contamination by proteins, phenols or other contaminants that absorb strongly near 280 nm. However, the A260/A230 values were markedly below 2.0, which indicates a contamination with EDTA, carbohydrates and/or other phenols that absorb near 230 nm (Anonymous, 2013). This corresponds to previous observations that polysaccharides (e.g., cellulose) and polyphenolic compounds can often not be removed in CTAB protocols (Turaki et al., 2017; Kenyon et al., 2008). The higher purity of DNA extracted using column-based kits is supposed to be the result of more stringently washing since the DNA is captured by a glass fiber filter (OPS Diagnostics, 2018, https://opsdiagnostics.com/notes/protocols/spin_column_plant_protocol.html).

An effect not considered thus far is that small fragments (below 100 bp) may be lost in column-based methods altogether as demonstrated in preliminary results (not shown). Previous studies have shown different results whereby smaller fragments (below 70 bp) were found to be retained (Anonymous, 2008). Additionally, Dabney et al. (2013) were able to sequence fragments as short as 30 bp using a modified silica column-based protocol by Rohland and Hofreiter (2007). These short fragments are commonly included in studies of humans but may be less helpful in studies of species without a sequenced genome.

Furthermore, these short fragments are often excluded in size-selective DNA purification steps (Dabney et al., 2013). However, this purification step is absent in a recently developed single-stranded library preparation method (Meyer et al., 2012), thus making it possible to use 30 bp long fragments (and with further improvements, potentially also 20 bp long fragments) according to Dabney et al. (2013). An important consideration when dealing with old type material is how to reduce the amount of tissue used since 20 mg leaf material may be highly destructive for small herbarium samples.

Different incubation times

Even though prolonged incubation times might increase the DNA yield and work better for other taxa (Drábková et al., 2002), this study found to the contrary. It was observed that after 2 h and 4 h incubation time, some samples included pigments (after the CTAB protocol but before the bead clean-up), which indicates an increase in contaminants since this was not the case when testing with a 30 min lysis step.

Nevertheless, the fact that DNA yield, A260/A280 and A260/A230 were all lower after 2 h in comparison to 30 min and 4 h indicates problems in this experiment. The reason for this might be that during the bead clean-up (after the ethanol washing) the pellets were air-dried under the fume hood with slightly different durations (for 5 min after 2 h lysis and 10 min after 4 h lysis). Thus, it seems to be advantageous to wait slightly longer to assure that all ethanol evaporated. However, the different bead solution used may be sufficient to explain this pattern. Future comparisons should aim at reducing these variables, which may seem slight but could be important regarding the little amount of DNA present in the specimens.

Improving the comparison

DNA extraction is a destructive method and sufficient yield requires sufficient amounts of starting material. Therefore, methods have been developed to reduce the destruction such as suggestions to rub material from leaves rather than use whole leaves (Shepherd, 2017). If herbarium specimens are partly destructed, one will guarantee that the material is used most efficiently, although there is a trade-off. We noticed that the CTAB protocol becomes difficult to process with just c. 10 mg of leaf tissue since the DNA pellet became too small and too translucid to see if a pellet formed on the side of the tubes. Therefore, methods have been developed that more efficiently release DNA from the tissue (Kistler, 2012).

Apart from absolute DNA amounts recoverable from herbarium specimens, such DNA is often also highly degraded to short fragments. There are various steps in the DNA extraction that may degrade DNA even further. For example, paramagnetic bead-aided methods might increase the probability that DNA breaks due to mechanical forces and 2-phase DNA extractions might be an alternative (Mayland-Quellhorst, personal communication). Thus, there are obvious ways to improve DNA extraction and commercial companies have started to advertise such methods, such as "MagPure

Plant DNA LQ Kit" (Biotech Angen Inc., Guangzhou, China), which needs just one centrifugation step after lysis to transfer the DNA containing supernatant into a new tube in which it is cleaned with paramagnetic beads. Even different commercial DNA extraction kits may result in different DNA yield and quality results (Albach, Dodsworth, unpublished data).

Another aspect deserving further investigation is whether DNA impurity as measured by a low 260/230 ratio is a problem for library preparation and DNA sequencing.

Further improvements are especially needed for controlling the intra-sample variation; therefore, we would need to collect larger quantities of leaf tissue per sample, grind these larger quantities, mixing it thoroughly and making equal aliquots of the leaf powder that are stored at -20 °C before testing different DNA extraction methods.

Acknowledgements

This work was supported by the German Science Foundation, DFG priority program 1991, "Taxon-Omics". Additional support for the project came from the VW-Foundation, project 90256.

REFERENCES

Albach D.C., Chase M.W. Paraphyly of *Veronica* (*Veroniceae; Scrophulariaceae*): Evidence from the internal transcribed spacer (ITS) sequences of nuclear ribosomal DNA. *Journal of Plant Research,* 2001, 114: 9–18. https://doi.org/10.1007/PL00013971

Anonymous. MinElute® Handbook. Hilden, Germany: Qiagen GmbH, 2008, 48 pp. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3185-9_1

Anonymous. *260/280 and 260/230 Ratios. T042-Technical Bulletin Nano Drop Spectrophotometers*. Wilmington, Delaware, USA: Thermo Scientific, 2013, 2 pp.

Arthofer W., Avtzis D.N., Riegler M., Stauffer C. Mitochondrial phylogenies in the light of pseudogenes and *Wolbachia*: re-assessment of a bark beetle dataset. *ZooKeys,* 2010, 58: 269–280. https://doi.org/10.3897/zookeys.56.531

Blair C., Campbell C.R., Yoder A.D. Assessing the utility of whole genome amplified DNA for next-generation molecular ecology. *Molecular Ecology Resources,* 2015, 15: 1079–1090. https://doi.org/10.1111/1755-0998.12376

Carr S.M., Griffith O.M. Rapid isolation of animal mitochondrial DNA in a small fixed-angle rotor at ultrahigh speed. *Biochemical Genetics,* 1987, 25: 385–390. https://doi.org/10.1007/BF00554547

Choi J., Lee H., Shipunov A. All that is gold does not glitter? Age, taxonomy, and ancient plant DNA quality. *PeerJ,* 2015, 3: e1087. https://doi.org/10.7717/peerj.1087

Chomicki G., Renner S.S. Watermelon origin solved with molecular phylogenetics including Linnaean material: another example of museomics. *New Phytologist,* 2015, 205: 526–532. https://doi.org/10.1111/nph.13163

Dabney J., Knapp M., Glocke I., Gansauge M.-T., Weihmann A., Nickel B., Valdiosera C., García N., Pääbo S., Arsuaga J.-L. Complete mitochondrial genome sequence of a Middle Pleistocene cave bear reconstructed from ultrashort DNA fragments. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 2013, 110(39): 15758–15763. https://doi.org/10.1073/pnas.1314445110

DeAngelis M.M., Wang D.G., Hawkins T.L. Solid-phase reversible immobilization for the isolation of PCR products. *Nucleic Acids Research,* 1995, 23(22): 4742–4743.

Dodsworth S. Genome skimming for next-generation biodiversity analysis. *Trends in Plant Science*, 2015, 20: 525–527. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2015.06.012

Dormann C.F., Kühn I. *Angewandte Statistik für die biologischen Wissenschaften*. 2nd ed. Leipzig: Helmholtz Zentrum für Umweltforschung-UFZ, 2009, 223 pp.

Doyle J.J. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus,* 1990, 12: 13–15. https://doi.org/0.2225/vol10-issue3-fulltext-5

Doyle J.J., Doyle J.L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin,* 1987, 19: 11–15.

Drábková L., J. Kirschner, Vlček C. Comparison of seven DNA extraction and amplification protocols in historical herbarium specimens of *Juncaceae*. *Plant Molecular Biology Reporter,* 2002, 20: 161–175. https://doi.org/10.1007/BF02799431

Dunn O.J. Multiple comparisons using rank sums. *Technometrics,* 1964, 6: 241–252.

Dwivedi M.D., Barfield S., Pandey A.K., Schaefer H. Phylogeny of *Zehneria* (*Cucurbitaceae*) with special focus on Asia. *Taxon,* 2018, 67: 55–65. https://doi.org/10.12705/671.4

Höpke J., Albach D.C. CTAB vs. column-based DNA extraction from old herbarium material. *Visnyk of Lviv University*. Ser. Biol., 2018, 78: 14–19.

Kenyon L., Lebas B., Seal S. Yams (*Dioscorea* spp.) from the South Pacific Islands contain many novel badnaviruses: implications for international movement of yam germplasm. *Archives of Virology,* 2008, 153: 877–889. https://doi.org/10.1007/s00705-008-0062-5

Kistler L. Ancient DNA Extraction from Plants. In: *Ancient DNA: Methods and Protocols*. B. Shapiro, M. Hofreiter. Totowa, NJ: Humana Press, 2012, pp. 71–79.

Klokov M.V. De Veronicis spicatis. In: *Novosti sistematiki vysshikh i nizshikh rastenii* (*Kiev*), [published in] 1976, [vol. of] 1975: 92–111. [Клоков М.В. О верониках колосистых. В кн.: *Новости систематики высших и низших растений* (*Киев*), 1975 (опубликовано 1976): 92–111].

Knapp M., Clarke A.C., Horsburgh K.A., Matisoo-Smith E.A. Setting the stage–Building and working in an ancient DNA laboratory. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger,* 2012, 194: 3–6. https://doi.org/10.1016/j.aanat.2011.03.008

Lage J.M., Leamon J.H., Pejovic T., Hamann S., Lacey M., Dillon D., Segraves R., Vossbrinck B., González A., Pinkel D. Whole genome analysis of genetic alterations in small DNA samples using hyperbranched strand displacement amplification and array–CGH. *Genome Research,* 2003, 13: 294–307. https://doi.org/10.1101/gr.377203

Lasken R.S. Genomic DNA amplification by the multiple displacement amplification (MDA) method. *Biochemical Society Transactions,* 2009, 37: 450–453. https://doi.org/10.1042/BST0370450

Li J., Harris L., Mamon H., Kulke M.H., Liu W.-H., Zhu P., Makrigiorgos G.M. Whole genome amplification of plasma-circulating DNA enables expanded screening for allelic imbalance in plasma. *The Journal of Molecular Diagnostics,* 2006, 8: 22–30. https://doi.org/10.1373/clinchem.2008.104612

Lovmar L., Syvänen A.C. Multiple displacement amplification to create a long-lasting source of DNA for genetic studies. *Human Mutation,* 2006, 27: 603–614. https://doi.org/10.1002/humu.20341

Maciejewska A., Jakubowska J., Pawłowski R. Whole genome amplification of degraded and nondegraded DNA for forensic purposes. *International Journal of Legal Medicine,* 2013, 127: 309–319. https://doi.org/10.1007/s00414-012-0764-9

Meyer M., Kircher M., Gansauge M.-T., Li H., Racimo F., Mallick S., Schraiber J.G., Jay F., Prüfer K., De Filippo C. A high-coverage genome sequence from an archaic Denisovan individual. *Science,* 2012, 338: 222–226. https://doi.org/10.1126/*science*.1224344

Ostapko V.M. On veronicas of Donbass. In: *Introduktsiya i akklimatizatsiya rasteniy* (*Kiev*), 1985, 3: 18–25. [Остапко В.М. О верониках Донбасса. В кн.: *Интродукция и акклиматизация растений*, 1985, 3: 18–25].

Ostapko V.M. New species of *Galium* L. (*Rubiaceae*) and *Veronica* L. (*Scrophulariaceae*) from the Ukraine´s South-East. *Ukrayins'kyi Botanichnyi Zhurnal* (*Ukrainian Botanical Journal*), 1994, 51(2/3): 84–91. [Остапко В.М. Нові види *Galium* L. (*Rubiaceae*) та *Veronica* L. (*Scrophulariaceae*) з Південного Сходу України. *Український ботанічний журнал*, 1994, 51(2/3): 84–91].

Ostapko V.M. New nomenclatural combinations and a new name in *Pseudolysimachion* (*Plantaginaceae* s. l. = *Veronicaceae* s. str.) and *Phlomoides* (*Lamiaceae*): taxa occurring in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 2014, 71: 673–675. https://doi.org/10.15407/ukrbotj71.06.673

Ostapko V.M., Boiko G.V., Mosyakin S.L. *Vascular plants of the Southeast of Ukraine*. Donetsk: Knowledge Publ., 2010, 247 pp. [Остапко В.М., Бойко А.В., Мосякин С.Л. *Сосудистые растения юго-востока Украины*. Донецк: Ноулидж, 2010, 247 с.].

Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. *Plant Molecular Biology,* 1985, 5: 69–76. https://doi.org/10.1007/BF0002008

Rohland N., Hofreiter M. Comparison and optimization of ancient DNA extraction. *BioTechniques,* 2007, 42: 343–352. https://doi.org/10.2144/000112383

Schaefer H., Heibl C., Renner S.S. Gourds afloat: a dated phylogeny reveals an Asian origin of the gourd family (*Cucurbitaceae*) and numerous oversea dispersal events. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences,* 2009, 276: 843–851. https://doi.org/10.1098/rspb.2008.1447

Shepherd L.D. A non-destructive DNA sampling technique for herbarium specimens. *PLoS ONE,* 2017, 12: e0183555. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183555

Staats M., Cuenca A., Richardson J.E., Vrielink-van Ginkel R., Petersen G., Seberg O., Bakker F.T. DNA damage in plant herbarium tissue. *PLoS ONE,* 2011, 6: e28448. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028448

Turaki A., Ahmad B., Magaji U., Abdulrazak U., Yusuf B., Hamza A. Optimised cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) DNA extraction method of plant leaf with high polysaccharide and polyphenolic compounds for downstream reliable molecular analyses. *African Journal of Biotechnology,* 2017, 16: 1354–1365. https://doi.org/10.5897/AJB2017.15942

Tzvelev N.N. Veronicas (*Veronica* L.) of the affinity of *V. spicata* L. and some problems of the phylogenesis of the genus. *Byulleten Moskovskogo Obshchestva Ispytatelei Prirody.* Otdel Biol., 1981, 86(6): 82–92. [Цвелев Н.Н. Вероники (*Veronica* L.) из родства *V. spicata* L. и некоторые вопросы филогении этого рода. *Бюл. МОИП.* Отд. биол., 1981, 86(6): 82–92].

Wang G., Maher E., Brennan C., Chin L., Leo C., Kaur M., Zhu P., Rook M., Wolfe J.L., Makrigiorgos G.M. DNA amplification method tolerant to sample degradation. *Genome Research,* 2004, 14: 2357–2366. https://doi.org/10.1101/gr.2813404

Záveská Drábková L. DNA extraction from herbarium specimens. In: *Molecular Plant Taxonomy*. P. Besse. Totowa, NJ: Humana Press, 2014, pp. 69–84.

Recommended for publication by S.L. Mosyakin

Submitted 30.10.2018

Хьопке Я.[1], Брюер Г.[2], Додсворт С.[2,3], Ортіс Е.М.[4], Альбах Д.К.[1] **Виділення ДНК зі старих гербарних зразків представників *Veronica* subgen. *Pseudolysimachium* (*Plantaginaceae*).** Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 564–575.

[1]Інститут біології та наук про довкілля, Ольденбурзький університет ім. Карла фон Осецького
D-26111 Ольденбург, Німеччина

[2]Королівський ботанічний сад К'ю
Річмонд TW9 3DS, Велика Британія

[3]Природничий факультет, Берфордширський університет
Лутон LU1 3JU, Велика Британія

[4]Мюнхенський технічний університет, Департамент екології та менеджменту екосистем
вул. Еміля Раманна 2, D-85354 Фрайзінг, Німеччина

Гербарні зразки стали важливим джерелом інформації для молекулярних досліджень біорізноманіття, і навіть виник термін "гербарна геноміка". Проте, отримання хороших зразків ДНК зі старих гербарних зразків все ще є складним завданням. На даний час методи екстракції ДНК зі старого гербарного матеріалу часто дозволяють отримати лише деградовану або фрагментовану ДНК. Такі методи обговорювалися у багатьох дослідженнях, зокрема, щодо вирішення проблеми подальшої фрагментації ДНК. Метою нашого дослідження було порівняння різних методів екстракції ДНК зі старих гербарних зразків представників *Veronica* subg. *Pseudolysimachium*. Один з цих методів – екстракція ДНК на основі СТАВ (цетилтриметиламоній бромід або цетил-триметил-бромід амонію) з наступним очищенням за допомогою парамагнітних гранул, що використовується у Лабораторії Джодрелла у Королівському ботанічному саду К'ю (Велика Британія). Цей метод порівнювався з модифікованою методикою NucleoSpin Plant II на основі силікагелевих колонок, що використовувалася у Технічному університеті Мюнхен-Фрайзінг (Німеччина) і була успішно застосована для отримання ДНК з типового зразка гербарію К. Ліннея. Проводилися подальші тести з вибіркою зразків щодо впливу часу інкубації на методику виділення ДНК за допомогою СТАВ. Наші попередні результати свідчать, що СТАВ-метод екстракції ДНК може мати певні переваги у конкретних випадках, але також вказують на те, що методи на основі силікагелевих колонок мають менше проблем із забрудненням полісахаридами та поліфенольними сполуками. Ми не виявили певної закономірності щодо часу інкубації, але розробили декілька ідей про те, як рухатися далі з експериментами для виявлення оптимальної методики екстракції ДНК для зразків, що містять фрагментовану ДНК. З практичного погляду, метод на основі колонок виглядає кращим, особливо тоді, коли є потреба зменшити кількість тканини листків. Проте, слід розробляти подальші вдосконалені модифікації обох методів.

Ключові слова: *Veronica* subg. *Pseudolysimachium*, гербарні зразки, методи екстракції ДНК, молекулярні дослідження

Хёпке Я.[1], Брюэр Г.[2], Додсворт С.,[2,3] Ортис Э.М.[4], Альбах Д.К.[1] **Выделение ДНК из старых гербарных образцов представителей *Veronica* subgen. *Pseudolysimachium* (*Plantaginaceae*).** Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 564–575.

[1]Институт биологии и экологии, Ольденбургский университет им. Карла фон Осецкого
D-26111 Ольденбург, Германия

[2]Королевский ботанический сад Кью
Ричмонд TW9 3DS, Великобритания

[3]Факультет биологических наук, Берфордширский университет
Лутон LU1 3JU, Великобритания

[4]Мюнхенский технический университет, Департамент экологии и менеджмента экосистем
ул. Эмиля Раманна 2, D-85354 Фрайзинг, Германия

Гербарные образцы стали важным источником информации для молекулярных исследований биоразнообразия; возник даже термин "гербарная геномика". Однако получение хороших образцов ДНК из старых гербарных образцов все еще является сложной задачей. В настоящее время методы экстракции ДНК из старого гербарного материала позволяют получить лишь деградированную или фрагментированную ДНК. Такие методы обсуждались во многих исследованиях, в частности, при решении проблемы дальнейшей фрагментации ДНК. Целью нашего исследования было сравнение различных методов экстракции ДНК из старых гербарных образцов представителей *Veronica* subg. *Pseudolysimachium*. Один из этих методов – экстракция ДНК на основе СТАВ (цетилтриметиламмоний бромид или цетил-триметил-бромид аммония) с последующей очисткой с помощью парамагнитных гранул используется в Лаборатории Джодрелла в Королевском ботаническом саду Кью (Великобритания). Этот метод сравнивали с модифицированной методикой NucleoSpin Plant II на основе силикагелевих колонок, которая использовалась в Техническом университете Мюнхен-Фрайзинг (Германия) и была успешно применена для получения ДНК из типового образца гербария К. Линнея. Дальнейшие тесты проведены с выборкой образцов по влиянию времени инкубации на методику выделения ДНК с помощью СТАВ. Наши предварительные результаты свидетельствуют о том, что СТАВ-метод экстракции ДНК может обладать определенными преимуществами в конкретных случаях, но также указывают на то, что методы на основе силикагелевих колонок имеют меньше проблем с загрязнением полисахаридами и полифенольными соединениями. Мы не обнаружили определенной закономерности относительно времени инкубации, но разработали несколько идей о том, как двигаться дальше с экспериментами по выявлению оптимальной методики экстракции ДНК для образцов, содержащих фрагментированную ДНК. С практической точки зрения, метод на основе колонок является лучшим, особенно, когда необходимо уменьшить количество ткани листьев. Однако, следует разрабатывать дальнейшие усовершенствованные модификации обоих методов.

Ключевые слова: *Veronica* subg. *Pseudolysimachium*, гербарные образцы, методы экстракции ДНК, молекулярные исследования

https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.06.576

Вивчення поліморфізму довжини інтронів генів α-тубуліну як метод аналізу генетичної диференціації рослин

Ярослав В. ПІРКО, Анастасія С. ПОСТОВОЙТОВА, Анастасія М. РАБОКОНЬ, Любов О. КАЛАФАТ, Сергій М. ПРИВАЛІХІН, Юлія О. БІЛОНОЖКО, Надія М. ПІРКО, Ярослав Б. БЛЮМ

ДУ "Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України"
вул. Осиповського, 2а, Київ 04123, Україна
yarvp1@gmail.com
nastya.postovoytova@gmail.com

Pirko Ya.V., Postovoitova A.S., Rabokon A.M., Kalafat L.O., Privalikhin S.M., Bilonozhko Yu.O., Pirko N.M., Blume Ya.B. **Study of intron length polymorphism of the α-tubulin genes as a method of analysis of the genetic differentiation in plants.** Ukr. Bot. J., 2018, 75(6): 576–584.

Institute of Food Biotechnology and Genomics, National Academy of Sciences of Ukraine
2a Osypovskoho Str., Kyiv 04123, Ukraine

Abstract. A new type of DNA markers based on the analysis of the α-tubulin 1st intron polymorphism has been developed and implemented. The bioinformatics search for α-tubulin genes of *Arabidopsis thaliana, Linum usitatissimum, Oryza sativa, Solanum tuberosum*, and *S. lycopersicum* has been carried out. It has been shown that most genes of α-tubulin contained 4-5 exons and 3 to 4 introns. Several exceptions have been identified, including the *A. thaliana* α-tubulin gene TUBA6 that contained only 2 exons and 1 intron, and the TUBA4 gene that consisted of 3 exons and 2 introns. It have been established that the lengths of the introns varies considerably, even within the same species. A certain systemicity was found in the number of nucleotide pairs of exons. Based on data on the analysis of the α-tubulin gene exon-intron structure, the pair of universal degenerate primers have been created and the evaluation of the 1st intron length polymorphism of α-tubulin genes in *Arabidopsis thaliana* and various varieties of *L. usitatissimum*, *O. sativa*, *S. tuberosum*, *S. lycopersicum* have been studied. It was shown the formation of species-specific DNA profiles that contained a different number of first intron amplicons of the α-tubulin genes. The range of the size variation of the amplicons of intron fragments, for example in *S. tuberosum*, was within 150 bp–2000 bp. The nature of the appearance of large DNA fragments (more than 1500 bp) in the electrophoretic spectra of the analyzed species requires additional research, since such fragments are not generally envisaged by the results of the bioinformatics analysis. The polymorphism of the length of individual fragments of α-tubulin introns among *L. usitatissimum, O. sativa, S. lycopersicum, S. tuberosum* varieties has been determined, which allowed to differentiate them among themselves. In general, data was obtained confirming the feasibility of further using the polymorphism of the lengths of the 1st intron of α-tubulin genes to genotyping and assessing the genetic diversity of different species (varieties) of higher plants. The developed DNA marker system is versatile and combines the reliability, speed of obtaining raw data and the simplicity of their analysis.

Keywords: DNA-marker, genotyping, polymerase chain reaction, *Arabidopsis thaliana*, *Linum usitatissimum*, *Oryza sativa*, *Solanum tuberosum*, *Solanum lycopersicum*

Вступ

ДНК-маркери широко застосовуються для вирішення багатьох проблем сучасної генетики, геноміки, філогенетики, збереження біорізноманіття, а також для молекулярної селекції, насінництва тощо (Gupta et al., 2003; Andersen et al., 2003). Зважаючи на всебічне використання різноманітних ДНК-маркерних систем у молекулярно-генетичних дослідженнях, надзвичайно актуальними залишаються питання пошуку та впровадження нових, ефективних та більш чутливих маркерів.

На сьогодні більшість ДНК-маркерів базуються на оцінці поліморфізму анонімних послідовностей геному. До таких маркерних систем належать RAPD (random amplified polymorphic DNA) (Fu, 2006), AFLP (amplified fragment length polymorphism) (Everaert et al., 2001), ISSR (inter simple sequence repeats) (Pali et al., 2015), SSR (simple sequence repeats) (Singh et al., 2015) тощо. Такі ДНК-маркери розроблені для багатьох видів рослин і є достатньо інформативними, однак вони мають певні недоліки, що обмежує сферу їхнього застосування. Саме тому спостерігається перехід від анонімних ДНК-маркерів до ген-специфічних (gene-targeted markers (GTMs)), що ґрунтуються на оцінці поліморфізму конкретних генних послідовностей (Gupta et al., 2003).

Одним з багатообіцяючих напрямів у розробці генспецифічних ДНК-маркерів є підхід, заснований на оцінці поліморфізму довжини інтронів генів або ILP (intron length polymorphism) (Wang et al., 2005). Генам, об'єднаним у родини генів, що кодують різні ізотипи одного і того самого білка, притаманна певна консервативність екзонних ділянок та гіперваріабельність інтронів. Правильно підібрані ILP-праймери для проведення полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) дозволяють аналізувати поліморфізм довжини інтронних ділянок генів між сусідніми екзонами. Знання екзон-інтронної структури та нуклеотидної послідовності цільових генів є необхідним для розробки ефективних ILP-маркерів. Такі маркери мають значні переваги, зокрема: кодомінантність, універсальність, високу відтворюваність результатів, простоту аналізу та інтерпретацію результатів, відносно низьку собівартість аналізу тощо (Bardini et al., 2004).

На сьогодні вже розроблені та впроваджені ILP-маркерні системи, які базуються на оцінці поліморфізму довжин інтронів генів (Thomas et al., 2007; Li et al., 2009), зокрема генів, що кодують ферменти електронно-транспортного ланцюга (Ferreira et al., 2009), а також ключових генів білків цитоскелету клітини – актину (Postovoitova et al., 2017; Postovoitova et al., 2018) та β-тубуліну (TBP, Tubulin-based polymorphism) (Bardini et al., 2004; Rabokon et al., 2018).

Гени α-тубуліну належать до мультигенної родини генів тубулінів. Найбільш дослідженими є 6 генів α-тубуліну *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh, які кодують 4 ізотипи білку (Kopczak et al., 1992; Favery et al., 2001). α-Тубулін разом із β-тубуліном виконує важливі функції в еукаріотичній клітині, зокрема входить до складу мікротрубочок – основної складової цитоскелету (Findeisen et al., 2014) – та є дуже консервативним білком. Така консервативність амінокислотної послідовності α-тубуліну відповідно відображена і в послідовностях кодуючих ділянок генів (екзонах). Цей факт дозволяє припустити, що гени α-тубуліну можуть бути використані для створення універсальної ILP- маркерної системи, придатної для проведення молекулярно-генетичного аналізу різних генотипів вищих рослин.

Тому метою дослідження було розроблення ДНК-маркерної системи, яка ґрунтується на оцінці поліморфізму довжин інтронів генів α-тубуліну, для встановлення можливості її застосування в аналізі генетичних відмінностей рослин на внутрішньо- та міжвидовому рівнях.

Матеріали та методи

Матеріалом для дослідження обрано різні види та сорти рослин, які представляють практичний інтерес для генетичних та селекційних досліджень, а також являються широко розповсюдженими господарсько цінними культурами. Зважаючи на це, проаналізовано дикий тип *Arabidopsis thaliana* (10 рослин), 5 сортів *Linum usitatissimum* L. ('Чарівний', 'Сіверський', 'Каменяр', 'Журавка', 'Іванівський'), 5 сортів *Oryza sativa* L. ('Преміум', 'Консул', 'Віконт', 'YIP-4970', 'YIP-4558'), 5 сортів *Solanum lycopersicum* L. ('Money Maker', 'Перлина', 'Волгоградський', 'Балконне чудо золоте', 'Американський синій') та 4 сорти *Solanum tuberosum* L. ('Зарево', 'Левада', 'Світанок', 'Вернісаж'). Кожного сорту аналізували не менше 5 рослин.

Анотовані послідовності генів α-тубуліну *A. thaliana* були взяті з бази даних GenBank (NCBI). Пошук генів, що кодують α-тубулін у геномах *L. usitatissimum, O. sativa, S. tuberosum* та *S. lycopersicum*, здійснювали за допомогою інструменту BLASTN версії 2.2.26+ у базі даних Phytozome v11 (www.phytozome.net). Множинне вирівнювання знайдених послідовностей виконували за допомогою програми Clustal X (Larkin et al., 2007). Праймери підбирали до консервативних ділянок I та II екзонів генів α-тубуліну, отриманих під час множинного вирівнювання, та аналізували за допомогою онлайн-інструменту OligoAnalyzer 3.1 (https://eu.idtdna.com/calc/analyzer).

Оцінення поліморфізму довжини I інтрону генів α-тубуліну проводили з використанням власноруч розроблених універсальних вироджених ПЛР-праймерів:

TUA_1in_F: 5’ – TGG GAR CTN TAY TGY CTY GA – 3’;

TUA_1in_R: 5’ – TCR CTR AAR AAN GTR TTR AAN GMA TC – 3’.

Тотальну геномну ДНК з проростків досліджуваних видів рослин виділяли за допомогою ЦТАБ-методу (Sambrook et al., 2001). Концентрацію та чистоту отриманої ДНК визначали за допомогою спектрофотометра ("Eppendorf", США). Зразки зберігали при температурі мінус 20 °С.

ПЛР-аналіз поліморфізму І інтрону генів α-тубуліна здійснювали за допомогою ампліфікатора Thermal Cycler 2720 ("Applied Biosystems", США). Кожна реакційна суміш об'ємом 10 мкл містила п'ятикратний ПЛР-буфер із сульфатом амонію, 2,5 ммоль $MgCl_2$, 50 нг рослинної ДНК, 1 мкМ кожного з праймерів, 0,2 мМ кожного дНТФ, 0,5 од. Taq полімерази ("Fermentas", Литва). Протокол ампліфікації був наступний: початкова денатурація (95 °C) — 3 хв, 38 циклів ампліфікації (денатурація 95 °C – 45 с, відпал праймерів 57 °C – 45 с, подовження 72 °C – 1 хв), кінцеве подовження 72 °C – 7 хв, 4 °C – утримання.

Подальше розділення ПЛР-продуктів виконували за допомогою електрофорезу в 6%-ому неденатуруючому поліакриламідному гелі в 1х ТВЕ-буфері протягом 2,5 год за напруги 390 В (Sambrook et al., 2001). Як ДНК-маркер для визначення довжини фрагментів використовували O'GeneRuler™ 100 bp Plus DNA Ladder, ready-to-use ("Fermentas", Литва) з кроком 100 пар нуклеотидів. Подальшу візуалізацію фрагментів проводили за допомогою забарвлення нітратом срібла (Rahman et al., 2000). Отримані цифрові зображення аналізували в програмі GelAnalyzer (http://www.gelanalyzer.com/).

Результати та обговорення

Відомо, що використання ILP-маркерів потребує наявності попередньої інформації про нуклеотидні послідовності, що кодують цільові гени. Як джерело поліморфізму в даному дослідженні були обрані інтрони генів α-тубуліну вищих рослин. Зважаючи на те, що α-тубуліни є консервативними білками, можна передбачити певну консервативність їх кодуючих ділянок (екзонів). Гени α-тубулінів також входять до складу великої мультигенної родини генів тубулінів, і в геномах рослин, як правило, закодовано декілька їхніх ізотипів одночасно (Findeisen et al., 2014). З метою розроблення ДНК-маркерів, що ґрунтуються на оцінці поліморфізму довжини інтронів генів α-тубуліну, було здійснено аналіз екзон-інтронної структури генів α-тубуліну в геномах видів вищих рослин. Для цього використовували 5 видів рослин, а саме: *A. thaliana*, *L. usitatissimum, O. sativa, S. tuberosum* та *S. lycopersicum*, геноми яких повністю сиквеновані. Гени α-тубуліну *A. thaliana* є найбільш широко дослідженими серед вищих рослин (Kopczak et al., 1992). На сьогодні в базі даних Gene Bank є 6 анотованих послідовностей α-тубуліну, закодованих у геномі *A. thaliana*, а саме: P11139_TUBA1, B9DG7_TUBA2, Q56WH1_TUBA3, Q0WV25_TUBA4, B9DHQ0_TUBA5, P29511_TUBA6, які були в подальшому використані в дослідженні.

На сьогодні достовірні дані щодо генів α-тубуліну закодованих в геномах *L. usitatissimum, O. sativa, S. tuberosum* та *S. lycopersicum*, на жаль, є неповними. Тому як матрицю для пошуку генів α-тубуліну в геномах цих видів рослин використали нуклеотидну послідовність гена α-тубуліну TUBA1 *A. thaliana*.

За результатами пошуку в базі даних Phytozome v 11 у геномі *O. sativa* виявлено 4 послідовності, які ймовірно кодують α-тубулін: LOC_Os07g0574800 та LOC_Os07g0574800, визначені як гени TUBA1 та TUBA2 відповідно, а також послідовності Os03g11970 та Os03g51600. В геномі *L. usitatissimum* знайдено 6 нуклеотидних послідовностей генів α-тубуліну: Lus10005705, Lus10020281, Lus10013765, Lus10035422, Lus10031032, Lus10039169. Також знайдено 4 нуклеотидні послідовності генів α-тубуліну у *S. tuberosum*: PGSC0003DMG400011537, PGSC0003DMG400030627, PGSC0003DMG400001320, PGSC0003DMG400008752. У геномі *S. lycopersicum* виявлено 4 послідовності генів α-тубуліну: Solyc08g006890, Solyc04g77020, Solyc02g87880, Solyc02g91870.

Проведений аналіз екзон-інтронної структури генів TUBA1 та TUBA5 у *A. thaliana* свідчить про те, що вони містять в своєму складі по п'ять екзонів та чотири інтрони, гени TUBA2 та TUBA3 – по чотири екзони та три інтрони. Однак найбільше відрізняються від інших гени α-тубуліну TUBA4 та TUBA6, оскільки вони мають в своєму складі лише три екзони та два інтрони, й два екзони та один інтрон відповідно. Довжини екзонів коливаються в межах 93—1259 п. н., а інтронів — 77—512 п. н.

Результати аналізу екзон-інтронної структури генів α-тубуліну *O. sativa* показали, що гени Os07g38730 та Os03g11970 містять по п'ять екзонів і чотири інтрони, а Os11g14220 та Os03g51600 мають чотири екзони та три інтрони. Довжини екзонів становлять 93–657 п. н., а інтронів – 81–1081 п. н.

Гени α-тубуліну, закодовані в геномі *L. usitatissimum*, містили переважно п'ять екзонів та чотири інтрони. Виключенням є лише ген α-тубуліну Lus10035422, що має в своєму складі чотири екзони та три інтрони. Довжини екзонів

Таблиця. **Аналіз екзон-інтронної структури генів α-тубуліну**
Table. **Exon-intron structure analysis of α-tubulin genes**

Ген	I екзон, п. н.	I інтрон, п. н.	II екзон, п. н.	II інтрон, п. н.	III екзон, п. н.	III інтрон, п. н.	IV екзон, п. н.	IV інтрон, п. н.	V екзон, п. н.
Arabidopsis thaliana									
TUBA1	113	160	215	512	200	72	509	86	316
TUBA2	93	462	235	93	371	85	654	-	-
TUBA3	212	82	215	77	200	111	497	-	-
TUBA4	93	409	606	83	654	-	-	-	-
TUBA5	113	83	215	77	200	111	509	91	316
TUBA6	93	198	1259	-	-	-	-	-	-
Oryza sativa									
Os07g38730	113	910	215	81	200	557	509	119	316
Os11g14220	93	892	235	86	371	112	657	-	-
Os03g11970	113	436	215	443	200	1081	509	92	313
Os03g51600	93	946	235	86	371	108	657	-	-
Linum usitatissimum									
Lus10005705	114	452	215	77	200	82	509	109	319
Lus10020281	113	401	215	81	200	82	509	107	319
Lus10013765	113	335	215	86	200	204	509	129	316
Lus10035422	93	456	235	82	371	104	654	-	-
Lus10031032	93	458	235	93	371	106	654	-	-
Lus10039169	113	300	228	86	200	207	509	164	316
Solanum tuberosum									
PGSC0003DMG400011537	93	4459	235	77	371	89	657	-	-
PGSC0003DMG400030627	93	151	235	91	371	160	657	-	-
PGSC0003DMG400001320	93	87	235	96	371	89	654	-	-
PGSC0003DMG400008752	93	1266	235	79	371	78	654	-	-
Solanum lycopersicum									
Solyc08g006890	93	1136	235	79	371	77	657	-	-
Solyc04g77020	93	950	235	88	371	90	655	-	-
Solyc02g87880	93	102	235	91	371	94	654	-	-
Solyc02g91870	94	279	235	95	371	157	657	-	-

коливаються в межах від 93 до 654 п. н., інтронів – від 77 до 456 п. н. Варто зазначити, що дані щодо пошуку та аналізу генів α-тубуліну *L. usitatissimum* були нещодавно опубліковані (Pydiura et al., 2018). Отримані нами результати з ними повністю узгоджуються.

Результати аналізу екзон-інтронної структури генів α-тубуліну *S. tuberosum* засвідчують, що всі гени цього білка містять по чотири екзони та три інтрони. Кількість пар нуклеотидів (п. н.) екзонних ділянок генів α-тубуліну *S. tuberosum* складає 93–657 п. н., довжини інтронів – 77–4459 п. н. У геномі *S. lycopersicum* всі гени α-тубуліну мають по чотири екзони та три інтрони. Довжини екзонів генів α-тубуліну складають 93–657 п. н., довжини інтронів – 77–1136 п. н.

Детальні дані щодо екзон-інтронного аналізу всіх генів α-тубуліну, закодованих у геномах *A. thaliana*, *L. usitatissimum, O. sativa, S. tuberosum* та *S. lycopersicum*, наведені в таблиці.

Загалом, представлені результати аналізу екзон-інтронної структури генів α-тубуліну, закодованих в геномах *A. thaliana*, *L. usitatissimum, O. sativa, S. tuberosum* та *S. lycopersicum*, показали, що більшість генів мають у своєму складі по 4–5 екзонів та 3–4 інтрони. Однак є декілька винятків, зокрема ген α-тубуліну *A. thaliana* TUBA6 містить лише 2 екзони та 1 інтрон, а ген TUBA4 – 3 екзони та 2 інтрони. Найімовірніше, така відмінність у структурі даних генів пов'язана із екзогенізацією інтроних ділянок, унаслідок чого змінюється зчитування гену та інтрон, разом із поряд розташованими екзонами, розпізнається як одна

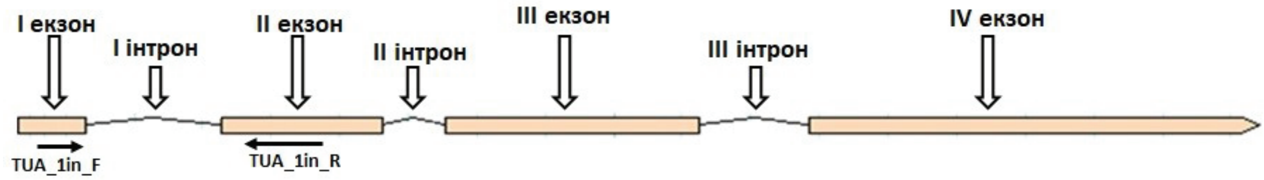


Рис. 1. Схема гена α-тубуліну (TUA_1in_F та TUA_1in_R – місця відпалу прямого та зворотнього праймерів)
Fig. 1. Scheme of the α-tubulin gene (TUA_1in_F and TUA_1in_R designated annealing forward and reverse primers)

суцільна екзонна ділянка. Явище екзогенізації описано і для інших генів білків цитоскелету рослин, зокрема для генів актину та ß-тубуліну (Kim et al., 2000; Pydiura et al., 2018). Окрім того, спостерігається певна системність у кількості пар нуклеотидів екзонів, а довжини інтронів у межах одного виду значно відрізняються. Це свідчить про певну консервативність кодуючих ділянок генів α-тубуліну та гіперваріабельність інтронних ділянок. Зважаючи на отримані дані щодо екзон-інтронної структури генів α-тубуліну у різних видів вищих рослин, можна сказати про перспективність використання інтронів цих генів для розроблення нової ILP-маркерної системи.

З метою створення ДНК-маркерів, які б дозволили оцінити поліморфізм довжини інтронів генів α-тубуліну на підставі попередньо здійсненого вирівнювання, була розроблена пара вироджених праймерів для проведення ПЛР. Зважаючи на той факт, що ген TUBA6 *A. thaliana* містить лише I інтрон, вироджені праймери підібрані таким чином, щоб оцінити поліморфізм довжини I інтрону всіх генів α-тубуліну. Прямий та зворотний праймери (TUA_1in_F, TUA_1in_R) відпалюються на консервативних ділянках I та II екзонів і дозволяють проводити ампліфікацію ділянки гена α-тубуліну, що розташована між праймерами та містить I інтрон (рис. 1). Зважаючи на гіперваріабільність інтронів генів α-тубуліну, можна передбачити поліморфізм утворюваних під час ПЛР фрагментів.

На рис. 2 представлені результати аналізу *A. thaliana*, різних сортів *L. usitatissimum* та *O. sativa* з використанням розробленої ДНК-маркерної системи. На зразку 1 показано специфічний ДНК-профіль *A. thaliana* дикого типу, в якому фрагменти інтронів α-тубуліну розташовані в діапазоні довжин 300–2 000 п. н. Найбільш чіткі амплікони інтронів мають розміри близько 340 та 607 п. н. Також спостерігається утворення низки менш чітких фрагментів у діапазоні 500–600 п. н. і двох ампліконів розмірами близько 1371 та 1666 п. н. Природа появи останніх двох великих фрагментів у ДНК-профілі *A. thaliana* потребує додаткового дослідження, оскільки такі амплікони інтронів не були передбачені попереднім біоінформаційним аналізом.

Результати аналізу поліморфізму довжин інтронів генів α-тубуліну в сортів *L. usitatissimum* представлено на рис. 2 (зразки 2–6). Утворені фрагменти інтронів розподіляються в діапазоні 400–2000 п. н. Для всіх проаналізованих сортів *L. usitatissimum* показана поява спільних ампліконів інтронів α-тубуліну, що свідчить про утворення видоспецифічних ДНК-профілів. Більшість фрагментів інтронів *L. usitatissimum* є мономорфними, однак сорт 'Чарівний' (рис. 2, зразок 2) містить амплікони розміром 754 та 1764 п. н., що відрізняє ДНК-профіль цього сорту від інших. Також сорт 'Сіверський' (рис. 2, зразок 3) містить унікальний амплікон довжиною близько 336 п. н. Найімовірніше, якщо розширити вибірку сортів *L. usitatissimum*, можна виявити більшу кількість поліморфних фрагментів інтронів генів α-тубуліну.

Результати аналізу поліморфізму довжини I інтрону генів α-тубуліну в різних сортів *O. sativa* показані на рис. 2, зразки 7–11. У результаті проведення ПЛР-аналізу амплікони інтронів генів α-тубуліну *O. sativa* розподілились у широкому діапазоні від 300 до 2000 п. н. Характерним для проаналізованих зразків *O. sativa* є те, що всі утворені ДНК-профілі є унікальними за рахунок розподілу та кількості візуалізованих фрагментів інтронів. Мономорфними є лише фрагменти з довжинами близько 590, 1177, 1539 та 1704 п. н. Більшість утворених фрагментів інтронів виявилися поліморфними. Зокрема, у сорту 'Преміум' (рис. 2, зразок 7) наявні поліморфні амплікони інтронів розмірами близько 423, 425,

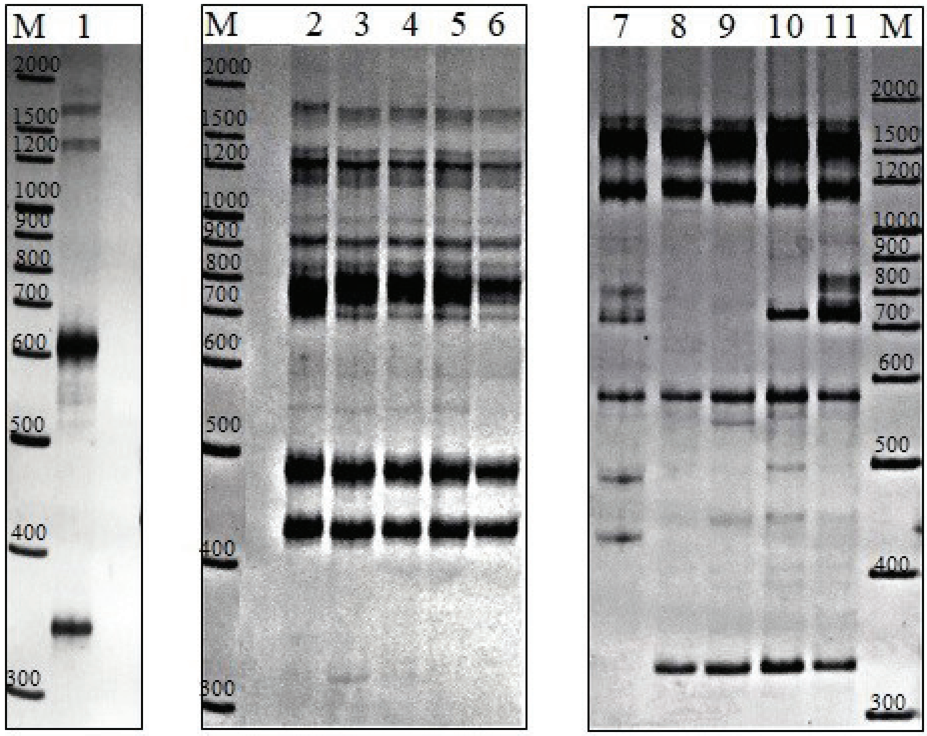


Рис. 2. Електрофореграма продуктів ПЛР ДНК рослин з праймерами до I інтрону генів α-тубуліну в *Arabidopsis thaliana*, *Linum usitatissimum* та *Oryza sativa*: 1 – *A. thaliana* – дикий тип; 2–6 – сорти *L. usitatissimum* (2 – 'Чарівний', 3 – 'Сіверський', 4 – 'Каменяр', 5 – 'Журавка', 6 – 'Іванівський'); 7–11 – сорти *O. sativa* (7 – 'Преміум', 8 – 'Консул', 9 – 'Віконт', 10 – 'YIP-4970', 11 – 'YIP-4558'). M – маркер молекулярної маси O'GeneRuler™ 100 bp Plus DNA Ladder (Fermentas)

Fig. 2. The electrophoregram of PCR products of the plants DNA with primers to the 1st intron of α-tubulin genes in *Arabidopsis thaliana*, *Linum usitatissimum*, and *Oryza sativa*. 1– *A. thaliana* wild type, 2–6 – *L. isitatissimum* varieties, 2 – 'Charivnyi', 3 – 'Severskyi', 4 – 'Kamenyar', 5 – 'Zhuravka', 6 – 'Ivanivskyi', 7-11 – *O. sativa* varieties, 7 – 'Premium', 8 – 'Consul', 9 – 'Vikont', 10 – 'YIP-4970', 11 – 'YIP-4558'. M – molecular weight marker O'GeneRuler ™ 100 bp Plus DNA Ladder (Fermentas)

487 і 814 п. н., проте відсутній фрагмент 343 п. н. Такий ДНК-профіль інтронів у сорту 'Преміум' є унікальним та відрізняє його від інших зразків у вибірці. Загалом, ДНК-маркери, засновані на виявленні поліморфізму довжини I інтрону генів α-тубуліну, вдало генотипували сорти *O. sativa* та продемонстрували значну кількість поліморфних ампліконів інтронів.

На рис. 3 представлені результати аналізу поліморфізму довжини I інтрону генів α-тубуліну в сортів *S. lycopersicum* та *S. tuberosum*. ДНК-профілі п'яти сортів *S. lycopersicum* представлені в зразках 1–5 (рис. 3). Утворені фрагменти інтронів генів α-тубуліну розподілилися в широкому діапазоні довжин, від 200 до 2000 п. н. Більшість ампліконів є мономорфними, однак спостерігається поява поліморфних фрагментів інтронів переважно у верхній частині електрофореграми від 1 000 до 2 000 п. н. Слід зазначити, що сорт 'Американський синій' (рис. 3, зразок 5) містить декілька унікальних ампліконів з довжинами близько 205, 268 та 396 п. н., що значно відрізняє цей сорт від інших. Загалом кожен з проаналізованих сортів, що має унікальний ДНК-профіль інтронів, відрізняється один від одного за рахунок кількості та розподілу ампліконів інтронів генів α-тубуліну.

Також на рис. 3 продемонстровані ДНК-профілі інтронів 4 сортів (зразки 4–9) *S. tuberosum*, проаналізовані з використанням ДНК-маркерів, які виявляють поліморфізм довжини I інтрону генів α-тубуліну. Утворені амплікони інтронів візуалізувалися в діапазоні 150–2 000 п. н. Більшість фрагментів є мономорфними, хоча були присутні й поліморфні фрагменти. У зразка 9 сорту 'Вернісаж' наявний фрагмент 410 п. н., що відрізняє ДНК-профіль цього сорту від інших. Характерною ознакою сорту 'Світанок' є відсутність декількох ампліконів у ДНК-профілі. Загалом, за допомогою ДНК-маркерів, що оцінюють поліморфізм довжин інтронів генів α-тубуліну, вдалося диференціювати генотипи різних сортів *S. tuberosum*.

Отже, результати проведеного аналізу свідчать про те, що розроблений підхід дозволяє генотипувати різні рослини та ідентифікувати поліморфізм довжини інтронів генів α-тубуліну на міжсортовому та міжвидовому рівнях. Слід зазначити, що ряд утворених фрагментів ДНК з великою довжиною потребує додаткових досліджень, оскільки вони не були передбачені попереднім біоінформаційним аналізом і за своєю природою можуть бути гетеродимерами.

Висновки

Запропонована нова ILP-маркерна система, що дозволяє оцінити поліморфізм довжини I інтрону генів α-тубуліну у різних видів рослин. Розроблена ДНК-маркерна система є універсальною й дає можливість проводити генотипування та диференціацію різних видів (сортів) вищих рослин, поєднуючи в собі надійність, швидкість отримання вихідних даних і простоту їхнього аналізу. Вона може бути використана для молекулярно-генетичного аналізу вищих рослин і є простим, надійним інструментом молекулярно-генетичного аналізу, який можна використовувати як самостійно, так і в поєднанні з іншими маркерними системами.

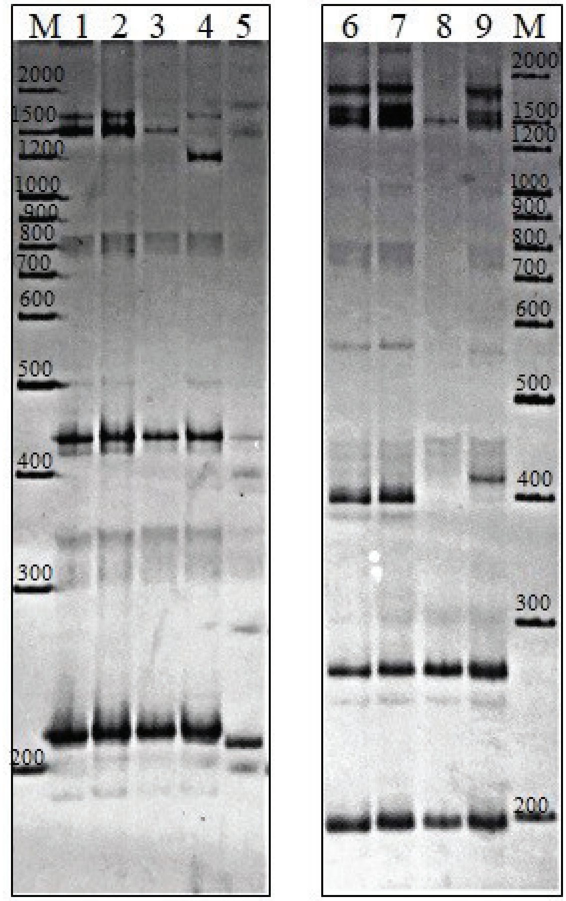


Рис. 3. Електрофореграма продуктів ПЛР ДНК рослин з праймерами до I інтрону генів α-тубуліну у *Solanum lycopersicum* та *Solanum tuberosum*: 1–5 – сорти *S. lycopersicum* (1 – 'Money Maker', 2 – 'Перлина', 3 – 'Волгоградський', 4 – 'Балконне чудо золоте', 5 – 'Американський синій'); 6–9 – сорти *S. tuberosum* (6 – 'Зарево', 7 – 'Левада', 8 – 'Світанок', 9 – 'Вернісаж'). M – маркер молекулярної маси O'GeneRuler™ 100 bp Plus DNA Ladder (Fermentas)

Fig. 3. The electrophoregram of PCR products of the plants DNA with primers to the 1st intron of α-tubulin genes in *Solanum lycopersicum* and *Solanum tuberosum*. 1–5 – *S. lycopersicum* varieties, 1 – 'Money Maker', 2 – 'Perlyna', 3 – 'Volgogradskyi', 4 – 'Balcone chydo zolote', 5 – 'Amerykanskyy syniy', 6–9 – *S. tuberosum* varieties, 6 – 'Zarevo', 7 – 'Levada', 8 – 'Svitanok', 9 – 'Vernisage'. M – molecular weight marker O'GeneRuler ™ 100 bp Plus DNA Ladder (Fermentas)

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

Andersen J.R., Lübberstedt T. Functional markers in plants. *Trends Plant Sci.*, 2003, 8(11): 554–560. https://doi.org/10.1007/s10142-004-0107-0

Bardini M., Lee D., Donini P., Mariani A., Giani S., Toschi M., Lowe C., Breviario D. Tubulin-based polymorphism (TBP): a new tool, based on functionally relevant sequences, to assess genetic diversity in plant species. *Genome,* 2004, 47(2): 281–291. https://doi.org/10.1139/g03-132

Everaert I., Riek J. D., Loose M. D., Waes J.V., Bockstaele E.V. Most similar variety grouping for distinctness evaluation of flax and linseed (*Linum usitatissimum* L.) varieties by means of AFLP and morphological data. *Plant Var Seeds*, 2001, 14: 69–87.

Favery B., Ryan E., Foreman J., Linstead P., Boudonck K., Steer M., Shaw P., Dolan L. KOJAK encodes a cellulose synthase-like protein required for root hair cell morphogenesis in *Arabidopsis*. *Genes & Dev.*, 2001, 15: 79–89. https://doi.org/10.1101/gad.188801

Ferreira A.O., Cardoso H.G., Macedo E.S., Breviario D., Arnholdt-Schmitt B. Intron polymorphism pattern in AOX1b of wild St John's wort (*Hipericum perforatum*) allows discrimination between individual plants. *Physiol. Plant.,* 2009, 137: 520–531. https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2009.01291.x

Findeisen P., Mühlhausen S., Dempewolf S., Hertzog J., Zietlow A., Carlomagno T., Kollmar M. Six subgroups and extensive recent duplications characterize the evolution of the eukaryotic tubulin protein family. *Genome Biol. Evol.,* 2014, 6: 2274–2288. https://doi.org/10.1093/gbe/evu187

Fu Y.B. Redundancy and distinctiveness in flax germplasm as revealed by RAPD dissimilarity. *Plant Genet. Resour.*, 2006, 4: 117–124. https://doi.org/10.1079/PGR2005106

Gupta P.K., Rustgi S. Molecular markers from the transcribed/expressed region of the genome in higher plants. *Funct. Integr. Genomics*, 2004, 4(3): 139–162. https://doi.org/10.1007/s10142-004-0107-0

Kim E., Wriggers W., Phillips M., Kokabi K., Rubenstein P.A., Reisler E. Cross-linking constraints on F-actin structure. *J. Mol. Biol.*, 2000, 299: 421–429. https://doi.org/10.1006/jmbi.2000.3727

Kopczak S.D., Haas N.A., Hussey P.J., Silflow C.D., Snustad D.P. The small genome of *Arabidopsis* contains at least six expressed alpha-tubulin genes. *Plant Cell*, 1992, 4: 539–547. https://doi.org/ 10.1105/tpc.4.5.539

Larkin M.A., Blackshields G., Brown N.P., Chenna R., McGettigan P.A., McWilliam H., Valentin F., Wallace I.M., Wilm A., Lopez R., Thompson J.D., Gibson T.J., Higgins D.G. Clustal W and Clustal X version 2.0. *Bioinformatics*, 2007, 23: 2947–2948. https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btm404

Li X., Tan L., Wang L., Hu S., Sun C. Isolation and characterization of conserved non-coding sequences among rice (*Oryza sativa* L.) paralogous regions. *Mol. Genet. Genomics,* 2009, 281: 11–18. https://doi.org/10.1007/s00438-008-0388-4

Pali V., Mehta N., Verulkar S.B., Xalxo M.S., Saxena R.R. Molecular diversity in flax (*Linum usitatissimum* L.) as revealed by DNA based markers. *Vegetos,* 2015*,* 28(1): 157–165. https://doi.org/10.5958/2229-4473.2015.00022.1

Postovoitova A.S., Yotka O.Yu., Pirko Ya.V., Blume Ya.B. *Factors in Exp. Evol. Organisms,* 2017, 20: 99–103. [Постовойтова А.С., Йотка О.Ю., Пірко Я.В., Блюм Я.Б. Поліморфізм довжин інтронів генів актину у різних сортів льону–довгунця української селекції. *Фактори експериментальної еволюції організмів*, 2017, 20: 99–103].

Postovoitova A.S., Yotka O.Yu., Pirko Ya.V., Blume Ya.B. Molecular genetic evaluation of Ukrainian flax cultivars homogeneity based on intron length polymorphism of actin genes and microsatellite loci. *Cytol. Genetics*, 2018, 52(6): 448–460. https://doi.org/10.3103/S0095452718060099

Pydiura N., Pirko Ya., Galinousky D., Postovoitova A., Yemets A., Kilchevsky A., Blume Ya. Genome-wide identification, phylogenetic classification, and exon-intron structure characterisation of the tubulin and actin genes in flax (*Linum usitatissimum*). *Cell Biol. Intl.*, 2018. https://doi.org/ 10.1002/cbin.11001

Rabokon A.N., Pirko Ya.V., Demkovych A.Ye., Blume Ya.B. Comparative analysis of the efficiency of intron-length polymorphism of β-tubulin genes and microsatellite loci for flax varieties genotyping. *Cytol. Genetics*, 2018, 52(1): 3–15. https://doi.org/10.3103/s0095452718010115

Rahman M.H., Jaquish B., Khasa P.D. Optimization of PCR protocol in microsatellite analysis with silver and SYBR stains. *Plant Mol. Biol. Rep.*, 2000, 18(4): 339–348.

Sambrook J.F., David W.R. *Molecular cloning: a laboratory manual*. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2001, vol. 2, 763 pp.

Sambrook J.F., Russell D.W. *Molecular cloning: a laboratory manual*. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2001, 2100 pp.

Singh P., Mehta N., Sao A. Genetic purity assessment in linseed (*Linum usitatissimum* L.) varieties using microsatellite markers. *Suppl. Genetics Plant Breed.*, 2015, 10(4): 2031–2036.

Thomas B.C., Rapaka L., Lyons E., Pedersen B., Freeling M. Arabidopsis intragenomic conserved noncoding sequence. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA,* 2007, 104: 3348–3353. https://doi.org/10.1073/pnas.0611574104

Wang X., Zhao X., Zhu J., Wu W. Genome-wide investigation of intron length polymorphisms and their potential as molecular markers in rice (*Oryza sativa* L.). *DNA Res.*, 2005, 12: 417–427. https://doi.org/10.1093/dnares/dsi019

Рекомендує до друку
О.К. Золотарьова

Надійшла 15.11.2018

Пірко Я.В., Постовойтова А.С., Рабоконь А.М., Калафат Л.О., Приваліхін С.М., Білоножко Ю.О., Пірко Н.М., Блюм Я.Б. **Вивчення поліморфізму довжини інтронів генів α-тубуліну як метод аналізу генетичної диференціації рослин.** Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 576–584.

ДУ "Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України"
вул. Осиповського, 2а, Київ 04123, Україна

Розроблено та впроваджено новий вид ДНК-маркерів, які грунтуються на аналізі поліморфізму I інтрону генів α-тубуліну. Здійснено біоінформаційний пошук генів α-тубуліну *Arabidopsis thaliana, Linum usitatissimum*, *Oryza sativa*, *Solanum tuberosum*, *Solanum lycopersicum*. Показано, що більшість генів α-тубуліну містили по 4–5 екзонів та 3–4 інтрони. Виявлено декілька винятків, зокрема ген α-тубуліну *A. thaliana* TUBA6 містить лише 2 екзони та 1 інтрон, а ген TUBA4 – 3 екзони та 2 інтрони. Встановлено, що довжини інтронів значною мірою відрізняються, навіть у межах одного виду. Також виявлено певну системність у кількості пар нуклеотидів екзонів. На основі даних аналізу екзон-інтронної структури генів α-тубуліну розроблено пару універсальних вироджених праймерів та проведено оцінку поліморфізму довжини I інтрону генів α-тубуліну в *Arabidopsis thaliana* та різних сортів *L. usitatissimum*, *O. sativa*, *S. tuberosum* та *S. lycopersicum*. Показано утворення видоспецифічних ДНК-профілів, які містили різну кількість ампліконів I інтрону генів α-тубуліну. Діапазон варіювання розмірів ампліконів фрагментів інтронів, наприклад у *S. tuberoum*, становив 150–2 000 п. н. Природа появи великих фрагментів ДНК (понад 1 500 п. н.) у електрофоретичних спектрах проаналізованих видів потребує додаткових досліджень, оскільки такі фрагменти в цілому не передбачені результатами біоінформаційного аналізу. Виявлено поліморфізм довжини окремих фрагментів інтронів α-тубуліну серед сортів *L. usitatissimum, O. sativa, S. lycopersicum*, *S. tuberosum*, що дозволило диференціювати їх між собою. Отримані результати підтверджують доцільність подальшого використання поліморфізму довжин I інтрону генів α-тубуліну для генотипування та оцінки генетичної різноманітності різних видів та сортів вищих рослин. Розроблена ДНК-маркерна система є універсальною й поєднує в собі надійність, швидкість отримання вихідних даних і простоту їхнього аналізу.

Ключові слова: ДНК-маркер, генотипування, полімеразна ланцюгова реакція, *Arabidopsis thaliana, Linum usitatissimum*, *Oryza sativa*, *Solanum tuberosum*, *Solanum lycopersicum*

Пирко Я.В., Постовойтова А.С., Рабоконь А.Н., Калафат Л.А., Привалихин С.Н., Белоножко Ю.А., Пирко Н.Н., Блюм Я.Б. **Изучение полиморфизма длины интронов генов α-тубулина как метод анализа генетической дифференциации растений.** Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 576–584.

ГУ "Институт пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины"
ул. Осиповского, 2а, Киев 04123, Украина

Разработан и внедрен новый вид ДНК-маркеров, которые оценивают полиморфизм I интрона генов α-тубулина. Выполнен биоинформационный поиск генов α-тубулина у *Arabidopsis thaliana, Linum usitatissimum*, *Oryza sativa*, *Solanum tuberosum* и *Solanum lycopersicum*. Показано, что большинство генов α-тубулина содержат по 4–5 экзонов и 3–4 интрона. Было выявлено несколько исключений. Например, ген α-тубулина *A. thaliana* TUBA6 содержит только 2 экзона и 1 интрон, а ген TUBA4 – 3 экзона и 2 интрона. Установлено, что длина интронов значительно варьирует даже внутри одного вида. Учитывая данные анализа экзон-интронной структуры генов α-тубулина, была разработана пара универсальных вырожденных праймеров и проведена оценка полиморфизма длины I интрона генов α-тубулина у *A. thaliana* и различных сортов *L. usitatissimum*, *O. sativa*, *S. tuberosum*, *S. lycopersicum*. Показано наличие видоспецифических ДНК-профилей, содержащих разное количество ампликонов I интрона генов α-тубулина. Диапазон варьирования размеров ампликонов фрагментов интронов например, *S. tuberosum*, составлял 150–2 000 п. н. Причина появления больших фрагментов ДНК (свыше 1 500 п. н.) в електрофоретических спектрах проанализированных видов требует дополнительных исследований, поскольку такие фрагменты в целом не предусмотрены результатами биоинформационного анализа. Выявлен полиморфизм длин отдельных фрагментов интронов генов α-тубулина, что позволило дифференцировать различные сорта *L. usitatissimum, O. sativa, S. lycopersicum, S. tuberosum* между собой. Полученные результаты подтверждают целесообразность дальнейшего использования оценки полиморфизма длин I интрона генов α-тубулина в качестве универсальной ДНК-маркерной системы для проведения генотипирования и оценки генетического разнообразия различных видов (сортов) высших растений.

Ключевые слова: ДНК-маркер, генотипирование, полимеразная цепная реакция, *Arabidopsis thaliana*, *Linum usitatissimum*, *Oryza sativa*, *Solanum tuberosum*, *Solanum lycopersicum*

https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.06.585

Подарунок Павла Лозієва Українській академії наук (1920 р.)

Наталія М. ШИЯН

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

Shiyan N.M. **A gift from P. Loziev to the Ukrainian Academy of Sciences (1920).** Ukr. Bot. J., 2018, 75(6): 585–592.

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

Abstract. According to the Statute of the Ukrainian Academy of Sciences (UAS) of November 1918, the National Botanical Museum and the Herbarium were the first to be created among scientific institutions at the Academy. It had to become a scientific basis for conducting large-scale studies of the flora and vegetation of Ukraine and beyond. Through a series of irresistible historical circumstances, this institution began to function only at the end of 1921. Until recently, it was believed that during 1918–1921, when the National Botanical Museum and the Herbarium did not function due to the lack of premises, staff and funding, accumulation of funds was not carried out. In 2017, among the reserve materials of the National Herbarium of Ukraine – the Herbarium of the M.G. Kholodny Institute of Botany of the NAS of Ukraine (KW), a herbarium album was discovered. This was a collection of herbarium specimens given in 1920 as a gift for the future Botanical Collection by the Head of the UAS Office, a well-known Ukrainian Orientalist P. Loziev. After studying these materials it was established that P. Loziev was not the collector of this set of plant specimens; the herbarium album belonged to the Cherkasy Forestry School which functioned in 1888–1920 in Ruska Polyana village (now Cherkasy District, Cherkasy Region). At that School, students were trained in forestry under the guidance of local foresters for two years. The album containing specimens of the natural flora and cultivated plants collected in vicinities of Ruska Polyana in 1900–1910 was prepared as a teaching resource for students of the School. At present, it comprises 190 herbarium specimens of the flora of Ukraine. This collection came to P. Loziev most likely during one of the ethnographic expeditions in Cherkasy Region in 1920, when the School ceased to function. Thus, the herbarium album donated by P. Loziev for the future National Botanical Museum and Herbarium is an important document of the history of the National Herbarium of Ukraine (KW).

Keywords: herbarium, KW, Loziev, National Academy of Sciences of Ukraine, 1920

Supplementary Material. Electronic Suppliment (Table E1, Figure E1, pp. e1–e2) is available in the online version of this article at: htpps://ukrbotj.com.ua/archive/75/6/585

100-річчю Національної академії наук України присвячується

Рік 1918-й став не лише часом, коли на політичному, економічному, соціальному та світоглядному зламі повстала незалежна Українська Держава, а й роком, коли потужне об'єднання інтелектуального потенціалу наукових і державних діячів уможливило створення інституції нового типу – Української академії наук, покликаної забезпечити наукове підґрунтя технічного і соціально-економічного розвитку країни. Згідно до § 7 Статуту УАН, затвердженого наприкінці 1918 р., до переліку установ, що першочергово мали бути створені при Відділі фізико-математичних наук, увійшов Національний ботанічний музей та гербарій (Statut..., 1919). У процесі вироблення законопроекту щодо цієї установи професор О. Фомін наголошував, що "Національний ботанічний музей та гербарій з обладнаними кабінетами, колекціями та бібліотекою мав стати науковим центром, якого не зможе обійти ні один науковий працівник в царині морфології, систематики та ботанічної географії" (Zbirnyk.., 1919). Звертаючи увагу на той факт, що гербарії при музеях кількісно переважають над усіма іншими зібраннями, він писав: "...Ботанічний музей – це скоріше сховок для гербарних колекцій, як насінньових, так і спорових рослин" (Zbirnyk.., 1919; Istoria..., 1993). Але за умов воєнного часу, політичної та економічної нестабільності між підписанням документу про наміри виділити приміщення, штат, кошти і сформувати перші колекції установи пройшло майже три роки (Shiyan, 2011a, c). За словами академіка Д. Зерова, "Ботанічний кабінет та Гербарій УАН засновані тільки наприкінці 1921 р., після обрання на академіка професора О. Фоміна [1 жовтня 1921 р.], який є головою Кабінету та Гербарію" (Zerov, 1924). Після надання новоствореній установі наприкінці 1921 р. тимчасового приміщення та виділення з Комісії по вивченню флори двох співробітників – П. Оксіюка та Д. Зерова, було покладено початок перших відомих фондових зібрань (Instytut, 1971; Virchenko, 2001; Shiyan et al., 2011). Незважаючи на повну відсутність запланованих коштів для Кабінету, зусиллями його нечисленного штату вже на початок 1922 р. було зібрано 600 зразків (гербарій П. Сюзева з Галичини, колекції С. Єгорова, Д. Зерова та П. Оксіюка з околиць Києва). До кінця 1921 р. фонди нараховували вже 4500 (5000) гербарних аркушів (Istoria.., 1993; Shiyan, 2011b, c). З того часу і дотепер шляхом накопичення експедиційних матеріалів, обміну, передачі на постійне зберігання приватних зібрань та колекцій різних розформованих установ, навчальних закладів, музеїв тощо невелике кабінетне зібрання при УАН перетворилося на потужну наукову колекцію, якою на сьогодні є Національний гербарій України (KW) – Гербарій Інституту ботаніки НАН України з фондом майже 2 млн 263 тис. одиниць зберігання (Instytut.., 1976; Virchenko, 2001; Krytska et al., 2002; Shiyan, 2008, 2011b; Shiyan, Karpiuk, 2016).

До останнього часу вважалося, що впродовж 1918–1921 рр., коли Національний ботанічний музей та Гербарій через відсутність приміщення та штату існував номінально, робота з формування його фондів не проводилася. Проте нещодавно серед матеріалів запасників KW, що проходили опрацювання для переведення до основного фонду, виявлено збірку зразків, яка засвідчила факт передачі в 1920 р. П. Лозієвим матеріалів для майбутньої ботанічної колекції, тобто ще до початку офіційного відкриття згаданої установи УАН.

Дослідження згаданої збірки зразків судинних рослин проведено на базі Національного гербарію України (KW) за методикою, запропо-нованою нами під час вивчення меморіальної колекції Ж.Е. Жілібера (Shiyan et al., 2013) та в подальшому апробованою на інших іменних зібраннях KW (Shumilova, Fedoronchuk, 2013; Shiyan, Karpiuk, 2016, 2017). Тому при дослідженні цієї колекції здійснено пошук у Центральному державному архіві-музеї літератури і мистецтва України (ЦДАМЛМ), архівних і літературних матеріалів для встановлення особи дарувальника та з'ясування історії створення й функціонування цього зібрання. Проведено технічне опрацювання, інвентаризацію та каталогізацію матеріалів за стандартними вимогами (Bridson, Forman, 1998), а також таксономічне вивчення всіх зразків цієї збірки. Під час їхнього критичного опрацювання видові назви рослин узгоджено із сучасною номенклатурою (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999; http://www.ipni.org/, http://www.tropicos.org/, etc.). За матеріалами дослідження складено каталог колекції (табл. E1)*.

Серед матеріалів запасника судинних рослин Національного гербарію України (KW), відібраних для переведення в основний фонд у 2017 р., було знайдено збірку, оформлену у вигляді спеціально виготовленого альбому, вкладеного в трибортну картонну папку-футляр темно-зеленого кольору. Альбом (0,205 × 0,39 м) складається з 41-го зошита з тонкого картону, зшитого вручну (рис. E1, *a*, *b*). Кількість зошитів у папці відповідає кількості родин квіткових рослин, представлених в ній. На першій сторінці кожного із зошитів друкарським способом написано назву родини латинською та російською мовами; далі від руки подано її загальну характеристику, а на наступних сторінках вмонтовано зразки представників родини із зазначенням їхніх назв (рис.1). Загальна кількість зразків альбому на сьогодні складає 190 одиниць зберігання (табл. E1, рис. E1). Ймовірно, що альбом дійшов до нас не у повній комплектації, оскільки тканинні з'єднання між бортами папки розраховані на більші обсяги матеріалів; низка зразків вирізана зі сторінок зошитів (наприклад, у зошиті вилучені зразки представників *Scrophulariaceae*: *Antirrhinum majus* L., *Melampyrum pratense* L., *Digitalis ambigua* Murray (= *D. grandiflora* Mill.)). В альбомі повністю відсутні матеріали таких чисельних родин флори України, як *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae* та ін. На зовнішній поверхні верхньої кришки папки від руки написано "Подарунок Академії Наук від П. Лозієва. 1920 р.", а на внутрішній – міститься штемпель бібліотеки Черкаської лісової школи.

* Таблицю E1 та Рис. E1 див. у електронній версії статті на сайті https://ukrbotj.co.ua/archive/75/6/585

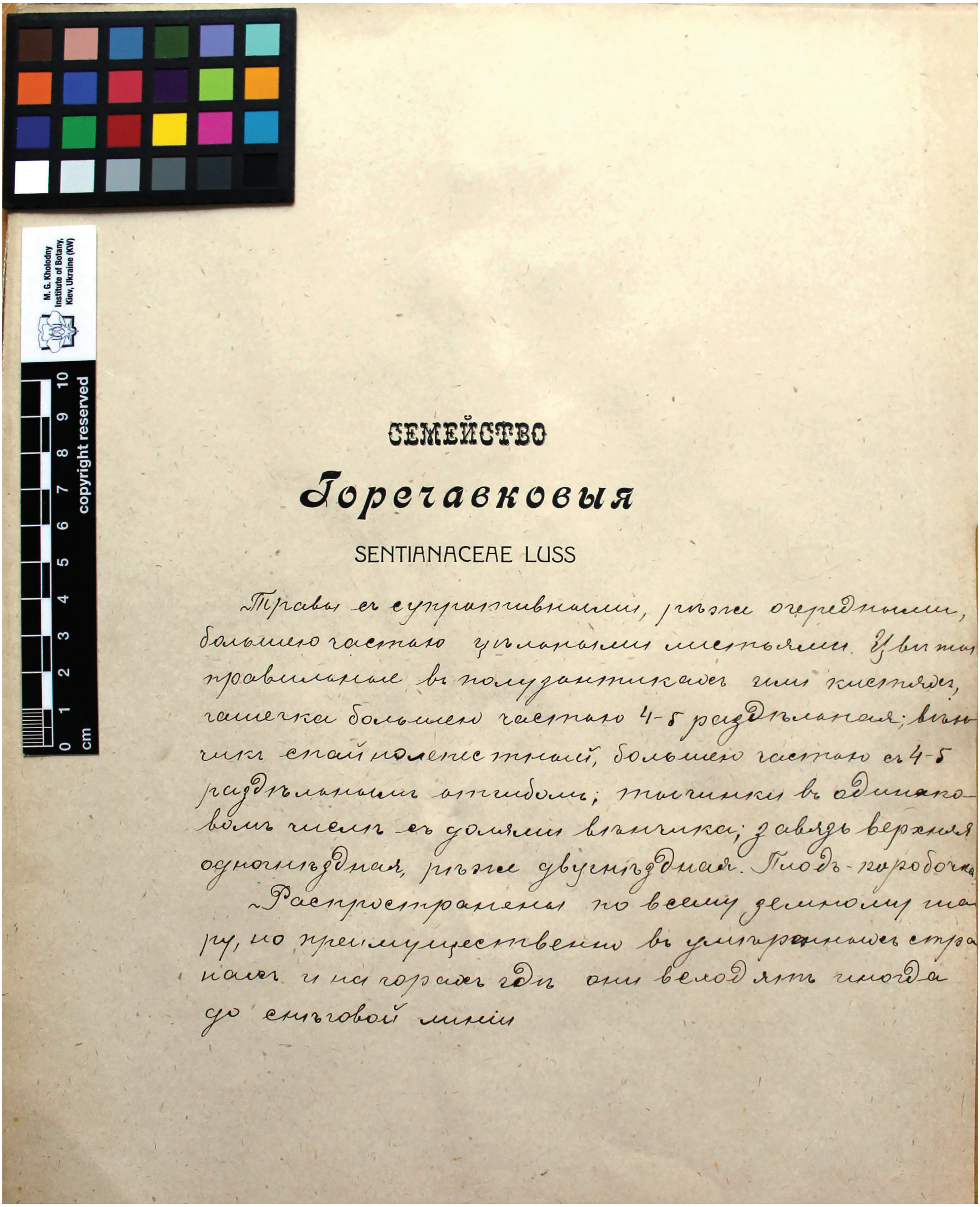


Рис. 1. Приклад оформлення першої сторінки внутрішнього зошита гербарного альбому.
Fig. 1. An example of the typography of the first page of the internal section of the Herbarium Album.

Оскільки представлені в папці зразки не мають відомостей про місце та точний час їхнього збору, то саме дані, отримані в результаті пошуку інформації про особу-дарувальника та установу, якій в минулому належав альбом, дали змогу зробити висновки про походження цієї гербарної збірки.

На основі літературних та архівних джерел встановлено, що дарувальником досліджуваного гербарного альбому виявився киянин, український сходознавець, перекладач, етнограф, кандидат філологічних наук Павло Никифорович Лозієв (1894–1981). Виходець із сім'ї залізничника, він по закінченню Третьої київської гімназії навчався на юридичному факультеті Московського університету й одночасно в Лазаревському інституті східних мов (Москва) під керівництвом професора А. Кримського. Після Трапезундської експедиції (1917), в якій разом із наставником П. Лозієв досліджував старожитності та рукописи Туреччини, в 1918 р. за клопотання А. Кримського його залишено на кафедрі іранської філології Лазаревського інституту для підготовки роботи на здобуття звання професора. За час навчання П. Лозієв став одним із незмінних помічників А. Кримського, а згодом виконував обов'язки його особистого секретаря (Zlenko, 1991; Skhodoznavstvo..., 2011). Тож, у 1918 р., коли В. Вернадський запропонував А. Кримському переїхати до Києва та особисто взяти участь в організації УАН, разом з учителем переїхали три його учні-сходознавці, серед яких був і П. Лозієв. Саме на останнього було покладено обов'язки з організації перевезення особистої бібліотеки А. Кримського (приблизно 20 тис. томів), яка стала основою Кабінету арабо-іранської філології та тюркології при УАН (Tsygankova, 2006, 2008; ЦДАМЛМ України, ф. 542, оп. 1, спр. 20, арк. 13–13а). По приїзду до рідного Києва П. Лозієв потрапив під мобілізацію до лав Червоної Армії та провів на фронті півтора роки (Zlenko, 1991). Повернувшись до роботи, за дорученням А. Кримського – на той час вченого секретаря УАН (1918–1928), П. Лозієв займався організаційними питаннями в Академії наук та віддано працював над створенням київської школи сходознавства. Так, упродовж 1920–1933 рр. він очолював канцелярію Президії УАН (ВУАН), у 1926–1928 рр. працював науковим співробітником Кабінету арабо-іранської філології та тюркології при Історико-філологічній кафедрі ВУАН. З 1926 р. Павло Никифорович став членом Правління Київської філії Всеукраїнської наукової асоціації сходознавства, головував на Київських курсах східних мов (т. з. "Семінар східних мов"), де викладав перську та турецьку мови, читав курс "Культура та побут Сходу" (Tsygankova, 2006, 2008; Skhodoznavstvo..., 2011). Ліквідація радянською владою в 1931–1934 рр. гуманітарних установ ВУАН через сфабриковану справу про Спілку визволення України відбилася на житті багатьох науковців того часу. В 1933 р. П. Лозієва було заарештовано та вислано до Таджикистану (Zlenko, 1991; Tkachenko, 2010; Skhodoznavstvo..., 2011). Після реабілітації він прийняв запрошення таджицьких колег викладати в Сталінабадському державному педагогічному інституті (нині Худжандський державний університет імені академіка Бободжана Гафурова, Душанбе, Таджикистан), де в 1952 р. захистив дисертацію з філології. Помер П. Лозієв у 1981 р. в Душанбе (Zlenko, 1991; Shodoznavstvo..., 2011). Тож наукові інтереси цього вченого були пов'язані не з ботанікою, а виключно з історією та літературою Персії, зокрема дослідженням творчості класика перської й таджицької літератури Омара Хайяма, рубаї якого в 1928 р. саме П. Лозієв уперше переклав українською мовою.

Черкаська лісова школа, бібліотеці якої належала досліджувана гербарна збірка, була заснована в 1888 р. на основі місцевого лісництва у с. Руська Поляна Білозірської волості Черкаського повіту Київської губернії (нині Черкаський р-н, Черкаська обл.). Вона була підпорядкована Києво-Подільському управлінню землеробства й державного майна Міністерства землеробства Російської Імперії (Istoria..., 1972; Derzhavnyi..., 2010). Це один з 23 так званих нижчих лісових навчальних закладів, що були відкриті впродовж 1835–1896 рр. у Російській Імперії при лісництвах для підготовки лісових кондукторів (помічників лісничого). Навчання тут проводилося упродовж двох років за програмою, затвердженою Міністерством, кількість учнів на курсі не перевищувала 15 осіб. Учні здобували практичні навички роботи під керівництвом місцевого лісничого, який водночас очолював Школу, та двох його помічників (Dobrovlianskyi, 1890–1907). За тих часів Черкаська лісова школа була популярним професійним навчальним закладом, в ньому, наприклад, здобув освіту батько відомого французького балетмейстера українського походження Сергія Лифаря – Михайло Якович

Лихвар, який з 1944 р. працював на різних інженерно-технічних посадах у Ботанічному саду АН УРСР (нині Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України) (Kurinna, 2011). У 1920 рр. Школа фактично припинила своє функціонування. В 1928 р. на основі колишнього лісового господарства було створено Руськополянське лісництво, яке на сьогодні займає площу 4 тис. 950 га, й відоме як "Черкаський лісовий бір". Тут серед іншого збереглися одиничні екземпляри *Juglans nigra* L. віком до 100 років та високопродуктивні насадження *Pinus sylvestris* L. та *Quercus robur* L. віком 200 років (Konovalenko, Karastan, 2006). Нині на території лісництва "Черкаський лісовий бір", підпорядкованого сільраді с. Руська Поляна, знаходяться два об'єкти заповідного фонду України: Руськополянський ботанічний заказник загальнодержавного значення (166 га) та Руськополянський приболотний ландшафтний заказник місцевого значення (74 га). Ботанічний заказник створено з метою охорони популяцій *Daphne cneorum* L., *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. s. l. та *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., включених у Червону книгу України (Chervona knyha..., 2009), а також збереження комплексу рослинного й тваринного світу частини борової тераси р. Дніпро (Konovalenko, Karastan, 2006).

Зважаючи на біографію П. Лозієва та коло його наукових інтересів, із впевненістю можна сказати, що він не є колектором цього гербарію, а лише особою, яка передала цю колекцію для формування фондів "Національного ботанічного музею та Гербарію" при УАН. Досліджуваний альбом, який має всі ознаки учбового, ймовірно виготовлений у Черкаській лісовій школі і слугував наочним посібником для вивчення студентами місцевої флори. Окрім бібліотечного штемпеля, на користь цього свідчить, зокрема, композиція видів рослин, представлених на сторінках альбому. Так, серед гербарних зразків переважають представники українського Лісостепу та інтразональні види, які звичайно поширені на території Черкащини, наприклад *Alisma plantago-aquatica* L. (KW001002555), *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. (KW001002534), *Aristolochia clematitis* L. (KW001002593), *Jasione montana* L. (KW001002629), *Juncus effusus* L. (KW001002651), *Lepidium ruderale* L. (KW001002599), *Luzula campestris* (L.) DC. (KW001002649), *Melica nutans* L. (KW001002668), *Nardus stricta* L. (KW001002671), *Oberna behen* (L.) Ikonn. (KW001002566), *Veronica verna* L. (KW001002518) тощо. (Electronic Supplement E1). Тут також представлені сількогосподарські та декоративні рослини, наприклад *Campanula alliariifolia* Willd. (KW001002627), *Hordeum distichum* L. (KW001002653), *Raphanus sativus* L. (KW001002607), *Secale cereale* L. (KW001002652), *Syringa* × *persica* L. (KW000129302), *Viola tricolor* L. var. *maxima* hort. (*Viola* × *wittrockiana* Gams, KW001002621), *Verbascum chaixii* Vill. 'Album' (KW001002511), *Zea mays* L. (KW001002654) та ін. (табл. E1, рис. E1). Наявність описок у текстах та помилок у визначенні видів свідчить про те, що даний гербарій збирався аматорським способом і не опрацьовувався з науковою метою. Щодо часу створення досліджуваного гербарію, то, незважаючи на повну відсутність на сторінках альбому будь-яких дат, у результаті аналізу друкованих та рукописних текстів, зошитів та оформлення альбому, припускаємо, що він виготовлений упродовж 1900–1910 рр. Очевидно, що він потрапив до П. Лозієва в 1920 р. за часів УНР, оскільки зроблений вченим напис на верхній кришці папки виконано українською мовою, в той час як всі інші тексти (акцидентний типографський друк заголовків перших сторінок зошитів, рукописні короткі характеристики родин та назви видів) подані російською мовою, яка використовувалася в державних закладах того часу. Причому російські тексти написані за правилами старої орфографії ще до мовної реформи 1917–1918 рр. Короткі заголовки до кожного зошита однотипного дизайну написані трьома різними шрифтами (рис.1, рис. E1, *b*). Для друку слова "Семейство" та його назви російською мовою (наприклад, "Мареновыя") використані брускові (єгипетські) шрифти, причому, в першому випадку шрифт прямий, з потовщенням і накладанням гравірувального декору, в другому – декоративний потовщений курсив. Латинські назви родин написані тонким, прямим, подібним до готичного (без брускових елементів) шрифтом. Таку композицію акцидентних кеглів традиційно використовували у дизайні малих друкованих форм доби вікторіанського стилю, а саме його напрямку Arts & Crafts (1850–1900 рр.), який передував модерну (Krychevskyi, 2000; Heller, Chwast, 2011).

Хоча прямих документальних свідчень про те, як саме гербарний альбом Черкаської лісової школи потрапив до П. Лозієва, не знайдено, порівнявши відомі історичні факти, можна припустити наступне. Як згадано вище, П. Лозієв тривалий час був особистим секретарем А. Кримського, а після їхнього переїзду до Києва з 1920 року він не лише виконував обов'язки голови канцелярії УАН (ВУАН), а й став незамінним помічником і другом для свого вчителя. Саме П. Лозієв був одним з тих небагатьох, хто до свого власного арешту підтримував А. Кримського, якого після 1930 р. було відсторонено від роботи як "послідовного ворога марксистсько-ленінської історії" (Zlenko, 1991; Tsygankova, 2006, 2008; Shodoznavstvo..., 2011). Відомо, що окрім сходознавчих і лінгвістичних досліджень А. Кримський проводив етнографічні розвідки на Черкащині, в т. ч. у м. Звенигородка, де пройшло його дитинство, куди він приїздив до батьків у 1920–1930 рр. Тут його було заарештовано 20 липня 1941 р. Тут часто перебував і П. Лозієв як учасник етнографічних експедицій, який підтримував вчителя в часи гоніння на нього (Matvieieva, 1996; Matvieieva, Tsygankova, 1997; Tsygankova, 2006, 2008; Krymskyi, 2009). Отже, ми припускаємо, що саме під час етнографічних досліджень до рук А. Кримського й П. Лозієва потрапили бібліотечні матеріали Черкаської лісової школи, яка станом на 1920 р. фактично була розформована. Згодом саме П. Лозієв передав цей гербарний альбом до УАН, оскільки як працівник Академії він розумів важливість таких матеріалів для формування фондів щойно затвердженого до створення Національного ботанічного музею та гербарію.

Віднайдений гербарний альбом Черкаської лісової школи, який був переданий П. Лозієвим у 1920 р. до УАН, є свідченням роботи, яка велась в Академії наук над створенням матеріально-технічної бази для забезпечення проведення наукових досліджень в Україні в різних галузях знань, в тому числі ботаніці. Якщо до цього часу було відомо, що фонди Національного гербарію України – Гербарію Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (KW) беруть свій початок від гербарію П. Сюзева, зібраного в 1914 р. на Галичині, та зборів С. Єгорова, Д. Зерова й П. Оксіюка з околиць Києва (Istoria..., 1993; Shiyan, 2011b, c), то на сьогодні до складу перших колекцій KW можна долучити й Гербарій Черкаської лісової школи.

Подяки

Ми висловлюємо щиру подяку нашим колегам к.б.н. І. Ольшанському та к.б.н. І. Беднарській за допомогу при визначенні представників *Cyperaceae* та *Poaceae*, з досліджуваного альбому рослин, а також к.б.н. Г. Бойко та к.б.н. В. Гайовій за цінні поради.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

Bridson D. Forman L. (eds.) *The herbarium handbook. 3rd ed.* Kew: Royal Botanic Gardens, 1998, xii + 334 pp.

Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyi svit. Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Globalconsulting, 2009, 912 pp. [*Червона книга України. Рослинний світ*. За ред. Я.П. Дідуха. Київ: Глобалконсалтинг, 2009, 912 с.].

Derzhavnyi arkhiv Cherkaskoi oblasti: Anotovanyi reiestr opysiv. Fondy doradianskoho periodu. Eds T. Klymenko, O. Purys. Kyiv: DTsZD NAF, 2006, vol. 1, 358 pp. [*Державний архів Черкаської області: Анотований реєстр описів. Фонди дорадянського періоду*. Ред. Т. Клименко, О. Пурис. Київ: ДЦЗД НАФ, 2006, т. 1, 358 с.].

Dobrovlianskyi V.Ia. Lesnye uchebnye zavedenyia. In: *Entsyklopedicheskii slovar F.A. Brokhauza i Y.A. Efrona.* St. Petersburg: Brokhauz-Efron, 1890–1907. [Добровлянский В.Я. Лесные учебные заведения. В кн.: *Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона.* СПб.: Брокгауз-Ефрон, 1890–1907. Available at: http://www.vehi.net/brokgauz/ (accessed 16 July 2018).

Institut botaniki im. N.G. Kholodnogo. Ed. K.M. Sytnik. Kiev: Naukova Dumka, 1971, 103 pp. [*Институт ботаники им. Н.Г. Холодного*. Отв. ред. К.М. Сытник. Киев: Наук. думка, 1971, 103 с.].

Institut botaniki im. N.G. Kholodnogo. Ed. K.M. Sytnyk. Kiev: Naukova Dumka, 1976, 83 pp. [*Институт ботаники им. Н.Г. Холодного*. Отв. ред. К.М. Сытник. Киев: Наук. думка, 1976, 83 с.].

Istoriya Akademii nauk Ukrayiny (1918–1923). Dokumenty i materialy. Kyiv: Naukova Dumka, 1993, 375 pp. [*Історія Академії наук України (1918–1923). Документи і матеріали*. Київ: Наук. думка, 1993, 375 с.].

Istoriya mist i sil Ukrainskoi RSR: v 26 tomakh. Cherkaska oblast. Ed. O.L. Steshenko. Kyiv: Golov. red. URE AN URSR, 1972, 788 pp. [*Історія міст і сіл Української РСР: в 26-ти т. Черкаська область.* Ред. О.Л. Стешенко. Київ: Голов. ред. УРЕ АН УРСР, 1972, 788 с.].

Heller S., Chwast S. *Graphic Style: From Victorian to New Century*. New York: Abrams, 2011, 228 pp.

Konovalenko O.S., Karastan I.M. *Pryrodno-zapovidnyi fond Cherkaskoi oblasti*. Cherkasy: Vertykal, 2006, 196 pp. [Коноваленко О.С., Карастан І.М. *Природно-заповідний фонд Черкаської області*. Черкаси: Вертикаль, 2006, 196 с.].

Krychevskyi V. *Typohrafika v terminah i obrazah,* Moscow: Slovo, vol. 1, 144 pp. [Кричевский В. *Типографика в терминах и образах*. М.: Слово, 2000, т. 1, 144 с.].

Krymskyi A.Iu. *Zvenyhorodshchyna. Shevchenkova batkivshchyna z pohliadu etnohrafichnoho ta dialektolohichnoho* (Vidtvor. z avt. maketu: Ah. Krymskyi. Zvynohorodshchyna. Shevchenkova batkivshchyna.

Z pohliadu etnohrafichnoho ta diialektychnoho. Z heohrafichnoiu mapoiu ta maliunkamy. Kyiv, 1930). Cherkasy: Vertykal, 2009, xvi + 434 pp. [Кримський А.Ю. *Звенигородщина. Шевченкова батьківщина з погляду етнографічного та діалектологічного* (Відтвор. з авт. макету: А.Ю. Кримський. Звиногородщина. Шевченкова батьківщина. З погляду етнографічного та діялектичного. З географічною мапою та малюнками. Київ, 1930). Черкаси: Вертикаль, 2009, xvi + 434 с.].

Krytska L.I., Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Shevera M.V., Drapaylo N.M. Herbariy sudynnykh roslyn. Herbarium of vascular plants. In: *Herbariy Instytutu botaniky NAN Ukrainy*. Eds L.I. Krytska, S.L. Mosyakin. Kyiv, 2002, pp. 9–30, 90–104. [Крицька Л.І., Мосякін С.Л., Федорончук М.М., Шевера М.В., Драпайло Н.М. Гербарій судинних рослин. Herbarium of vascular plants. У кн.: *Гербарій Інституту ботаніки НАН України*. За ред. Л.І. Крицької, С.Л. Мосякіна. Київ, 2002, с. 9–30, 90–104].

Kurinna M. *Kraieznavstvo,* 2011, 11: 255–263. [Курінна М. Про національне коріння Сергія Лифаря та його родові зв'язки з Україною. *Краєзнавство*, 2011, 11: 255–263].

Matvieieva L. *Skhidnyi Svit*, 1996, 2: 8–21. [Матвєєва Л. З біографії А. Кримського (1918–1941 рр.). *Східний Світ*, 1996, 2: 8–21].

Matvieieva L., Tsyhankova E. *A.Iu. Krymskyi – neodminnyi sekretar Vseukrainskoi Akademii nauk: vybrane lystuvannia*. Kyiv: Oberehy, 1997, 171 pp. [Матвєєва Л., Циганкова Е. *А.Ю. Кримський – неодмінний секретар Всеукраїнської Академії наук: вибране листування*. Київ: Обереги, 1997, 171 с.].

Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*. Kiev, 1999, xxiii + 345 pp., http://doi.org/10.13140/2.1.2985.0409

Shiyan N.M. *Ukr. Bot. J.*, 2008, 65(3): 456–464. [Шиян Н.М. Ексикати та їх місце в гербарному обміні. *Укр. бот. журн.*, 2008, 65(3): 456–464].

Shiyan N.M. In: *Aktualni pytannia istorii nauky i tehniky: mat. X Vseukr. nauk. konf.* Kyiv: Tsentr pamiatnykoznavstva NAN Ukrainy i UTOPIK, 2011a, pp. 111–113. [Шиян Н.М. Організація та становлення першого гербарію Національної академії наук України. В зб.: *Актуальні питання історії науки і техніки: мат. X Всеукр. наук. конф.* (*Київ 6–8 жовтня 2011 р.*). Київ: Центр пам'ятникознавства НАН України і УТОПІК, 2011a, с. 111–113].

Shiyan N.M. Natsional'nyy herbariy Ukrayiny – Herbariy Instytutu botaniky im. M.H. Kholodnoho NAN Ukrayiny. Herbariy sudynnyh roslyn (KW). In: *Herbaria of Ukraine. Index Herbariorum Ucrainicum*. Ed. N.M. Shiyan. Kyiv: Alterpress, 2011b, pp. 87–114. [Шиян Н.М. Національний гербарій України – Гербарій Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. Гербарій судинних рослин (KW). У кн.: *Гербарії України. Index Herbariorum Ukrainicum*. Ред. Н.М. Шиян. Київ: Альтерпрес, 2011b, с. 87–114.

Shiyan N.M. *Ukr. Bot. J.*, 2011c, 68(2): 280–289. [Шиян Н.М. Гербарій Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України в цифрах і документах (1921–1931 рр.). *Укр. бот. журн.*, 2011c, 68(2): 280–289].

Shiyan N.M., Dudka I.O., Kondratiuk S.Y., Tsarenko P.M., Virchenko V.M., Bezusko L.G. Herbariy Instytutu botaniky im. M.H. Kholodnoho NAN Ukrayiny – Natsional'nyy herbariy Ukrayiny. In: *Instytut botaniky im. M.H. Kholodnoho NAN Ukrayiny* (*1921–2011*). *Vikhy istoriyi ta suchasnist*. Kyiv: Alterpress, 2011, pp. 305–324. [Шиян Н.М., Дудка І.О., Кондратюк С.Я., Царенко П.М., Вірченко В.М., Безусько Л.Г. Гербарій Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України – Національний гербарій України. В кн.: *Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України* (*1921–2011*). *Віхи історії та сучасність*. Київ: Альтерпрес, 2011, с. 305–324].

Shiyan N.M., Karpiuk T.S. *Herbarium of O.L. Kletny "Flora of Japan"*. Kyiv: Alterpress, 2016, 187 p. [Шиян Н.М., Карпюк Т.С. *Гербарій О.Л. Кльотного "Флора Японії"*. Київ: Альтерпрес, 2016, 187 с.].

Shiyan N.M., Karpiuk T.S. *Chornomors'k. bot. z.,* 2017, 13(2): 184–194. [Шиян Н.М., Карпюк Т.С. Колекція О.Л. Кльотного "Флора Японії" з фондів Національного гербарію України (KW). *Чорноморськ. бот. ж.,* 2017, 13(2): 184–194]. https://doi.org/10.14255/2308-9628/17.132/5.

Shiyan N.M., Zavialova L.V., Optasiuk O.M. *Herbariy Zhana Emmanuela Zhilibera*. Kiev: Alterpress, 2013, 492 pp. [Шиян Н.М., Завьялова Л.В., Оптасюк О.М. *Гербарий Жана Эммануэла Жилибера*. Киев: Альтерпрес, 2013, 492 с.].

Skhodoznavstvo i vizantolohiia v Ukrayini v imenakh: biobibliohr. slov. Uporiad.: E.H. Tsyhankova, Yu.M. Kochubei, O.D. Vasyliuk. Ed.: L.V. Matvieieva. Kyiv: In-t skhodoznavstva im. A.Iu. Krymskoho NANU, 2011, 260 pp. [*Сходознавство і візантологія в Україні в іменах: біобібліогр. слов*. Упоряд.: Е.Г. Циганкова, Ю.М. Кочубей, О.Д. Василюк. Гол. ред.: Матвєєва Л.В. Київ: Ін-т сходознавства ім. А.Ю. Кримського НАНУ, 2011, 260 с.].

Shumilova A.V., Fedoronchuk N.S. *Herbariy Y.K. Boika*. Kyiv: Alterpress, 2013, 188 pp. [Шумілова А.В., Федорончук Н.С. *Гербарій Й.К. Бойка*. Київ: Альтерпрес, 2013, 188 с.].

Statut i Shtaty Ukrayins'koyi Akademii nauk u Kyivi. Kyiv: Vydannia Ukrayins'koyi Akademii nauk, 1919, 22 pp. [*Статут і Штати Української Академії наук у Київі*. Київ: Видання Української Академії наук, 1919, 22 с.].

Tkachenko V.V. In: *Gileia. Istorychni nauky. Filosofski nauky. Politychni nauky: naukovyi visnyk: Zb. nauk. prats*. Kyiv: VIR UAN, 2010, vol. 38, pp. 63–82. [Ткаченко В.В. Наука під тиском ідеології та масових репресій (20–30-ті рр. XX ст.). У кн.: *Гілея. Історичні науки. Філософські науки. Політичні науки: науковий вісник: Зб. наук. праць*. Київ: ВІР УАН, 2010, т. 38, с. 63–82].

Tsentralnyi derzhavnyi arkhiv-muzei literatury i mystetstva Ukrainy (TDAMLM Ukrainy) f. 542, op. 1, s. 20, a. 13–13a [Центральний державний архів-музей літератури і мистецтва *України* (ЦДАМЛМ України), ф. 542, оп. 1, спр. 20, арк. 13–13а]

Tsygankova E.G. *Shidnyi svit*, 2006, 1: 5–21. [Циганкова Е.Г. Всеукраїнська наукова асоціація сходознавства (1926–1930). *Східний світ*, 2006, 1: 5–21.

Tsygankova E.G. *Shidnyi svit*, 2008, 3: 48–56. [Циганкова Е.Г. Сходознавство в Українській Академії наук. А.Ю. Кримський. *Східний світ* 2008, 3: 48–56].

Virchenko V.M. *Ukr. Bot. J.*, 2001, 58(6): 775–777. [Вірченко В.М. Перші дослідження спорових рослин в УАН та їх долі. *Укр. ботан. журн.*, 2001, 58(6): 775–777].

Zbirnyk prats komisii dlia vyroblennia zakonoproektu pro zasnuvannia Ukrayinskoyi Akademii nauk u Kyevi. Kyiv: Druk. Ukr. Nauk. T-va, 1919, IV, 88, XXXIV р. [Збірник праць комісії для вироблення законопроекту про заснування Української Академії наук у Київі. Київ: Друк. Укр. наук. т-ва, 1919, IV, 88, XXXIV с.].

Zerov D.K. *Ukr. Bot. J.*, 1924, 2: 86. [Зеров Д.К. Ботанічний кабінет та гербарій Української Академії наук в м. Київ. *Укр. бот. журн.*, 1924, 2: 86].

Zlenko G. *Vsesvit*, 1991, 12: 190–193. [Зленко Г. Кримський, Лозієв, Хименко... Таємниця одного фотознімка. *Всесвіт,* 1991, 12: 190–193].

Підписала до друку
Г.В. Бойко

Надійшла 15.11.2018

Шиян Н.М. **Подарунок Павла Лозієва Українській академії наук (1920 р.).** Укр. бот. журн., 2018. 75(6): 585–592.

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

Серед наукових установ, які згідно до Статуту УАН від листопада 1918 р. підлягали першочерговому створенню при Академії наук, був Національний ботанічний музей та гербарій. Це мала бути наукова база для забезпечення проведення масштабних досліджень флори й рослинності України та світу. Через низку непереборних історичних обставин ця установа розпочала працювати лише наприкінці 1921 р. До недавнього часу вважалося, що впродовж 1918–1921 рр., коли Національний ботанічний музей та гербарій не функціонували через відсутність приміщення, штату та фінансування, робота з накопичення фондів не проводилася. В 2017 р. серед матеріалів запасників Національного гербарію України – Гербарію Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (KW) було виявлено збірку зразків, яка засвідчила факт передачі у 1920 р. завідувачем канцелярії УАН, відомим українським сходознавцем П. Лозієвим, гербарного альбому для майбутньої ботанічної колекції. Після вивчення цих матеріалів встановлено, що П. Лозієв не є колектором цієї збірки рослин, а знайдений гербарний альбом у минулому належав Черкаській лісовій школі, яка функціонувала впродовж 1888–1920 рр. у с. Руська Поляна (нині Черкаський р-н, Черкаська обл.). У Школі учні навчалися лісовій справі під керівництвом місцевих лісничих. Альбом, який нині нараховує 190 гербарних зразків флори України, був створений як навчальний посібник для студентів Школи, містив зразки рослин природної та культурної флори, зібраних в околицях с. Руська Поляна в 1900–1910 рр. Ймовірно, до П. Лозієва ця колекція потрапила під час однієї з етнографічних експедицій на Черкащину в 1920 р., коли Школа вже припинила свою роботу. Вчений передав гербарний альбом до УАН для майбутнього Національного ботанічного музею та гербарію. Тож досліджена гербарна збірка є важливим документом для історії становлення колекцій Національного гербарію України (KW).

Ключові слова: гербарій, KW, Лозієв, НАН України, 1920

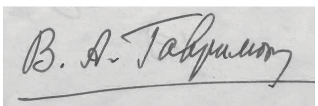
Шиян Н.М. **Подарок Павла Лозиева Украинской академии наук (1920 г.).** Укр. бот. журн., 2018. 75(6): 585–592.

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

Среди научных учреждений, которые согласно Уставу УАН от ноября 1918 г. предполагалось создать в первую очередь при Академии наук, был Национальный ботанический музей и гербарий. Это должна была быть научная база для обеспечения проведения масштабных исследований флоры и растительности Украины и мира. Из-за ряда непреодолимых исторических обстоятельств это учреждение начало работать только в конце 1921 г. До последнего времени считалось, что в период 1918–1921 гг., когда Национальный ботанический музей и гербарий не функционировали из-за отсутствия помещения, штата и финансирования, работа по накоплению фондов не проводилась. В 2017 среди материалов запасников Национального гербария Украины – Гербария Института ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины (KW) был обнаружен сборник образцов, который свидетельствовал о факте передачи в 1920 г. заведующим канцелярии УАН, известным украинским востоковедом П. Лозиевым, гербарного альбома для будущей ботанической коллекции. После изучения этих материалов установлено, что П. Лозиев не является коллектором этого собрания растений, а найденный гербарный альбом в прошлом принадлежал Черкасской лесной школе, которая функционировала с 1888 по 1920 гг. в с. Русская Поляна (теперь Черкасский р-н, Черкасская обл.). В Школе ученики осваивали лесное дело под руководством местных лесничих. Альбом, который ныне насчитывает 190 гербарных образцов флоры Украины, был создан как учебное пособие для студентов Школы и содержал образцы растений природной и культурной флоры, собранных в окрестностях с. Русская Поляна в 1900–1910 гг. Вероятно, эта коллекция попала к П. Лозиеву во время одной из его этнографических экспедиций по Черкасчине в 1920 г., когда Школа уже прекратила свое существование. Ученый передал гербарный альбом в УАН для будущего Национального ботанического музея и гербария. Таким образом, исследованная гербарная коллекция является важным документом для истории становления фондов Национального гербария Украины (KW).

Ключевые слова: гербарий, KW, Лозиев, НАН Украины, 1920

Віктор Антонович ГАВРИЛЮК
(1928–2005)



Вітчизняний вчений – геоботанік, флорист, дендролог, педагог; кандидат біологічних наук (1962), доцент (1969).

Народився 21 січня 1928 р. у Шепетовці Хмельницької обл. Навчався в Курганському сільськогосподарському технікумі (1943–1946). Упродовж 1947–1948 рр. працював агротехніком у Глубокинському радгоспі Усть-Уйського р-ну Курганської обл. Згодом, у 1948 р., продовжив навчання в Курганському сільськогосподарському інституті, а з 1950 р. – в Уманському сільськогосподарському інституті (тепер Уманський національний університет садівництва). Ще в студентські роки виявив інтерес до наукової роботи, цікавився дослідженнями в галузі морфології, анатомії та систематики рослин. По закінченні університету працював лаборантом та асистентом на кафедрі ботаніки (1953–1956). З 1957 р. навчався в аспірантурі Ботанічного інституту ім. В.Л. Комарова АН СРСР (Ленінград), де вивчав біологію рослин Крайньої Півночі. По закінченню аспірантури працював старшим лаборантом, згодом молодшим науковим співробітником лабораторії рослинності Півночі відділу геоботаніки Ботанічного інституту АН СРСР (1959–1962). У 1962 р. в Тартуському державному університеті успішно захистив кандидатську дисертацію на тему: "Биология растений юго-востока Чукотского полуострова".

З жовтня 1962 р. В.А. Гаврилюк працював старшим викладачем кафедри ботаніки Уманського сільськогосподарського інституту (УСГІ), з 1968 р. – доцентом, а впродовж 1979–1997 рр. – завідувачем кафедри ботаніки. Лекції Віктор Антонович читав на високому науковому та методичному рівні, був надзвичайно ерудованою людиною, через що користувався авторитетом серед студентів та колег.

У 1967 р. при кафедрі УСГІ за участі В.А. Гаврилюка було створено колекцію сукулентних рослин, частина якої і сьогодні знаходиться в теплично-оранжерейному комплексі. Протягом усього періоду своєї роботи Віктор Антонович працював над тематикою, присвяченою інтродукції нових декоративних багаторічників в умовах Умані, яку розпочав ще його попередник В.Ф. Ніколаєв. В.А. Гаврилюк проводив значну роботу зі створення колекцій дикорослих рослин в межах ботанічного розсадника кафедри, який був для нього віддушиною, майже цілим світом. Щороку колекції поповнювалися новими рослинами та насінням з вітчизняних та зарубіжних ботанічних установ. *Index seminum* вишу пропонував значний асортимент декоративних видів, у 1970–1980 рр. в Умані можна було замовити насіння рослин, які культивували досить рідко, зокрема *Galtonia princeps* Decne., *Paradisea liliastrum* (L.) Bertol., *Podophyllum peltatum* L. тощо.

Упродовж багатьох років Віктор Антонович був хранителем гербарію кафедри ботаніки Уманського сільськогосподарського інституту, сприяючи поповненню його фондів, зокрема передав до нього власні гербарні збори з Чукотки, Камчатки, Карпат, Криму, колекційного ботанічного розсадника УСГІ тощо. Нині основна частина його арктичних зборів зберігається в Гербарії БІН (LE) у Санкт-Петербурзі.

До ювілею вченого та педагога в 2018 р. було видано книгу "У пошуках щастя: життєвий шлях ботаніка В.А. Гаврилюка в щоденниках, листах, спогадах сучасників". У ній висвітлено життєвий та творчий шлях ученого, його науковий доробок, опубліковано листування з ученими зі Скандинавських країн, Франції, США, Канади та квітникарями-аматорами України, представлено авторські малюнки рослин, які він виконував під час експедицій, та оригінальні фотографії.

Колеги згадують Віктора Антоновича Гаврилюка як неординарну та цікаву особистість, вимогливого наставника студентів, людину, яка любила рослини понад усе та намагалася прищепити цю любов іншим.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

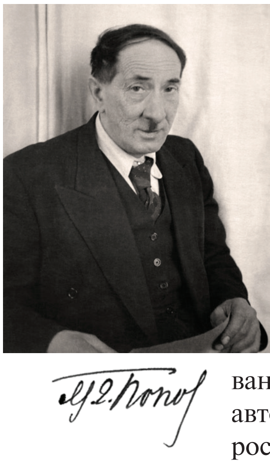
Мамчур Т.В., Карпенко В.П., Парубок М.І., Свистун М.І. *Вчені-ботаніки Уманського національного університету садівництва та їх наукові дослідження* (*1844–2016*)*: монографія* (*присвяч. 95-річчю створення кафедри ботаніки*). Умань: ВПЦ Візаві, 2017, 280 с.

Чорна Г.А., Мамчур Т.В., Свистун О.В., Парубок М.І. Наукова спадщина В.А. Гаврилюка Гербарій та польові щоденники. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту*. Спец. вип. Сер. Біол., 2017, 2(69): 163–173.

Чорна Г.А., Мамчур Т.В., Свистун О.В., Дениско І.Л., Парубок М.І. *У пошуках щастя: життєвий шлях ботаніка В.А. Гаврилюка в щоденниках, листах, спогадах сучасників*. Київ : ПП Паливода, 2018, 468 с.

Т.В. МАМЧУР, Г.А. ЧОРНА

Михайло Григорович Попов
(1893–1955)



Михайло Григорович Попов (1893–1955) – член-кореспондент АН УРСР, доктор біологічних наук, професор, відомий російський і радянський систематик та флорист, спеціаліст у галузі фітогеографії, флорогенетики та еволюційного вчення. Його ім'я глибоко вкарбоване в світову науку, він є автором 925 таксонів судинних рослин різного рангу, за його редакції та участі вийшла друком низка томів "Флор..." Середньої Азії та перше видання "Визначника..." флори України, він є одним з основоположників гібридогенної концепції еволюції рослинного світу, колектором тисяч гербарних зразків, розпорошених по колекціях світу. Біографістиці М.Г. Попова присвячено багато публікацій, але ми б хотіли акцентувати увагу на моментах життя вченого, пов'язаних з Україною.

Перше знайомство М.Г. Попова з українською флорою відбулося в травні 1913 р., коли він, студент Казанського університету, в складі комплексної експедиції під керівництвом І.І. Спригіна проводив ґрунтово-ботанічні дослідження Чернігівської губернії. Особисто ним були обстежені Конотопський та Новгород-Сіверський повіти, територія яких нині є частиною Чернігівської обл. Гербарні збори М.П. Попова з цих районів зберігаються в Гербарії ім. І.І. Спригіна (PKM) Пензенського державного педагогічного університету (РФ).

Вдруге до України М.Г. Попов приїхав у червні 1944 р., що було викликано декількома обставинами. Нагадаємо, що у квітні 1933 р. М.Г. був одним з перших, хто потрапив під колесо репресій серед співробітників Всесоюзного науково-дослідного інституту рослинництва (ВІР), директором якого був М.І. Вавілов. Після кількох місяців ув'язнення М.Г. Попова було засуджено за причетність до так званої справи про "Контреволюційний есерівсько-народницький осередок у ВІРі" (стаття 58) і вислано в адміністративне заслання до Алма-Ати на три роки. Спроби повернутися до Ленінграду після відбуття покарання лише погіршили ситуацію (М.Г. до кінця життя мав отримувати спеціальні дозволи на перебування в столичних містах). Тому в 1940 р. М.Г. Попов із сім'єю переїхав до Самарканду, де працював у місцевому університеті. Саме тут його застала війна. Університет перевели до Ташкенту, а М.Г. Попову заборонили залишати місто. Він вимушений був працювати садівником у дитячому будинку та в Інституті каракулівництва. Скрутні умови життя стали причиною важкої антропонозної хвороби, яка через неправильний первинний діагноз мало не коштувала вченому життя. Саме в цей час, на початку 1944 р., учень М.Г. Попова – В.Г. Хржановський, з метою допомогти вчителю відновити здоров'я й отримати відповідну його науковому рівню роботу, пропонує йому переїхати до Києва з можливістю працювати в Інституті ботаніки АН УРСР і бути обраним до АН УРСР. Погоджуючись на цю пропозицію, М.Г. Попов, ймовірно, сподівався, що це надасть йому шанс одержати дозвіл на повернення до Ленінграду, але цього не сталося. Тож прийнявши пропозицію українських колег, у червні 1944 р. М.Г. Попов із сім'єю приїздить до Києва. Тут йому було запропоновано посаду старшого наукового співробітника Інституту ботаніки АН УРСР і надано квартиру. В цей самий час відповідно до Постанови № 243 РНК УРСР від 23 березня 1944 р. проводилися активні роботи з відновлення будівництва Ботанічного саду в складі Інституту ботаніки, перерваного війною. В липні 1944 р. сад було виокремлено зі структури Інституту й створено нову установу – Центральний республіканський ботанічний сад АН УРСР (ЦРБС). На посаду директора ЦРБС був призначений академік АН УРСР М.М. Гришко, а його заступником з наукової роботи обраний М.Г. Попов. Останній, маючи досвід роботи в Батумському ботанічному саду, брав активну участь в розробці генерального плану ЦРБС та організації його колекцій. Водночас М.Г. обіймав посаду завідувача кафедри систематики вищих рослин Київського державного університету. Не полишаючи опрацювання азійських матеріалів, вчений досліджує флору України, зокрема родини

Salicaceae та *Cyperaceae*. Обробка останньої родини увійшла до "Визначника рослин УРСР" (1950). У цей час М.Г. Попов починає активно досліджувати питання ендемізму української флори, а перші роздуми з цього питання викладає в роботі, присвяченій систематиці *Asperula cynanchica* aggr. (1945). Науковий доробок М.Г. Попова було високо оцінено українськими вченими і 12 лютого 1945 р. його обрано членом-кореспондентом АН УРСР.

У 1945 р. з метою охоплення дослідженнями маловивчених радянською наукою Західних областей України створено філіал Інституту ботаніки АН УРСР у Львові. Для М.Г. Попова це була унікальна можливість познайомитися з флорою Карпат і він приймає рішення про переїзд до Львова. Тут М.Г. очолив Відділ географії вищих рослин Львівського відділення Інституту ботаніки та кафедру вищих рослин Львівського державного університету, де на той час ще працювали такі відомі вчені польського походження як Т. Вільчинський, Ю. Мондальський, В. Тимракевич. За час роботи у Львові (липень 1945 р. – січень 1948 р.) М.Г. Поповим проведено флористичні та геоботанічні дослідження Українських Карпат і прилеглих територій. Зібрано чисельний гербарний матеріал, переважна більшість якого нині зберігається в гербаріях LWS, LW та KW, зроблені теоретичні узагальнення, щодо флорогенезу Карпат. Фактично, М.Г. Попов був одним із перших радянських ботаніків післявоєнної доби, які здійснили експедиційне обстеження Закарпаття (1946). Флористичний список цієї території включав 1 500 видів рослин. У ході дослідження Карпат М.Г. все частіше повертається до питання генезису української флори, про що свідчать його наукові доповіді та публікації того періоду. В узагальнюючій праці "Очерк растительности и флоры Карпат" (1949) він пише, що це була спроба вперше в історії науки поглянути на флору і рослинність Середньої Європи очима "іранця". Його висновки щодо формування флористичних зв'язків Карпат та Арктики, Криму та Кавказу, питання еднемізму й сьогодні не втратили свого теоретичного та методологічного значення.

Наприкінці 1947 р. з боку влади відбувається гоніння на науковців, у першу чергу біологів, у зв'язку з таємною підготовкою сесії ВАСГНІЛ, де в серпні 1948 р. мала прозвучати доповідь Т.Д. Лисенка "О положении в биологической науке". Тому наукова й викладацька діяльність М.Г. Попова, колишнього репресованого співробітника ВІРу, потрапляє під особливу увагу відповідних служб і "громадськості". Його роботу починають перевіряти різні комісії, які висувають звинувачення в "неправильном преподавании" та "в нежелании излагать в лекциях достижения советской биологической науки", провокуючи на наукову "дискусію" і, врешті, пропонуючи "дати відсіч" безкомпромісному і прямолінійному М.Г. Попову. Тож обставини склалися так, що єдиним виходом для М.Г. стало звільнення й переїзд. У січні 1948 р. він залишає Львів і за порадою С.І. Вавілова (на той час президента АН СРСР) їде до суворого далекосхідного Сахаліну, який вабить М.Г. Попова незвіданою флорою.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

Доброчаева Д.Н. М.Г. Попов как исследователь флоры и растительности Украины. В кн.: *Научные чтения памяти М.Г. Попова, I-II*, 1960, с. 15–26.

Кривенко Д.А., Успенский М.Б., Чернышева О.А., Попов П.Л., Русинек О.Т. (авторы-сост.) *Михаил Григорьевич Попов: Жизнь – дорога, счастье – конь, отдых – караван-сарай!* Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2018, 175 с.

Попов М.Г. Закарпатська Україна і її рослинність. *Доп. та повід. Львів. ун-ту*, 1947, 1: 87–89.

Попов М.Г. К истории развития флоры (флорогенезу) Украины. *Бюл. МОИП.* Отд. биол., 1947, 52(1): 91–108.

Попов М.Г. Очерк растительности и флоры Карпат. В кн.: *Материалы к познананию фауны и флоры СССР*. Нов. сер. Отд. Бот., № 5 (XIII). М.: Изд-во МОИП, 1949, 302 с.

Попов М.Г. *Cyperaceae*. В кн.: *Визначник рослин УРСР*. Київ: Держ. видав. с.-г. літ. УРСР, 1950, с. 797–837.

Попов М.Г., Хржановский В.Г. Систематический анализ видов, объединяемых под названием *Asperula cynanchica* на Украине. К вопросу об эндемизации украинской флоры. *Бюл. МОИП.* Отд. биол., 1945, 50(5–6): 91–99.

Н.М. ШИЯН, Д.А. КРИВЕНКО

Покажчик статей, опублікованих в «*Українському ботанічному журналі*» в 2018 році

Index of articles published in *Ukrainian Botanical Journal* in 2018

Червона книга України

Флористичні знахідки

Мікологічні знахідки

Структурна ботаніка

Фізіологія, біохімія, клітинна та молекулярна біологія рослин

Український ботанічний журнал, т. 75, № 6, 2018. Національна академія наук України. Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного. Науковий журнал. Заснований у 1921 р. Виходить один раз на два місяці (українською, англійською та російською мовами). Головний редактор С.Л. Мосякін

Украинский ботанический журнал, т. 75, № 6, 2018. Национальная академия наук Украины. Институт ботаники им. Н.Г. Холодного. Научный журнал. Основан в 1921 году. Выходит один раз в два месяца (на украинском, английском и русском языках). Главный редактор С.Л. Мосякин

Затверджено до друку вченою радою Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
(протокол № 21 від 18 грудня 2018 року)

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

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

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

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

Індекс 74498

CONTENTS

Electronic Supplement to: Shyian. **Gift to the Academy of Science of Ukraine from P. Lozieva (1920)**
Ukr. Bot. J., 2018, 75(6)

Таблиця Е1. Перелік зразків гербарного альбому, подарованого П. Лозієвим УАН у 1920 р.
Table E1. List of specimens of the Herbarium Album presented as a gift by P. Loziev to the UAN in 1920

№	Родина Familia	Вид Species	Оригінальна етикетка до зразка Original label of specimen	Баркод Barcode
		Lycopodiophyta		
1	*Lycopodiaceae*	*Lycopodium annotinum* L.	*Lycopodium annotinum* L. Плаун ползучий	KW001002542
		Pinophyta		
2	*Cupressaceae*	*Juniperus communis* L.	*Juniperus communis* L. Можжевельник об[ычный]	KW001002498
		Magnoliophyta : Liliopsida		
3	*Alismataceae*	*Alisma plantago-aquatica* L.	*Alisma plantago* L. Частуха	KW001002555
4	*Alismataceae*	*Sagittaria sagittifolia* L.	*Sagittaria sagittifolia* L. Срелолист	KW001002556
5	*Cyperaceae*	*Carex praecox* Schreb.	*Carex palescens* L. Осока болотная	KW001002639
6	*Cyperaceae*	*Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult.	*Scirpus lacustris*. Камыш или ситник озерный	KW001002637
7	*Cyperaceae*	*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla	*Scirpus palustris* L. Камыш болотный	KW001002638
8	*Cyperaceae*	*Scirpus silvaticus* L.	*Scirpus silvaticus* L. Камыш лесной	KW001002636
9	*Iridaceae*	*Iris florentina* L.	*Iris florentina* L. Касатик флорентийский	KW000129301
10	*Iridaceae*	*Iris pumila* L.	*Iris pumila* L. Касатик низкий	KW001002505
11	*Juncaceae*	*Juncus atratus* Krock.	*Juncus lamprocarpus* Ehrh. Ситник блестящий	KW001002646
12	*Juncaceae*	*Juncus conglomeratus* L.	*Luzula lursii* Mursson. Ситник скученный	KW001002650
13	*Juncaceae*	*Juncus effusus* L.	*Luzula effuses* L. Ситник развесистый	KW001002651
14	*Juncaceae*	*Juncus gerardii* Loisel.	*Juncus gerardi*[*i*] Loisel. Ситник солонцевый	KW001002647
15	*Juncaceae*	*Luzula campestris* (L.) DC.	*Luzula campestris* DC. Ожика полевая	KW001002649
16	*Juncaceae*	*Luzula divulgata* Kirschner	*Luzula palescens* Besser. Ожика бледноватая	KW001002648
17	*Poaceae*	*Agrostis capillaris* L.	*Agrostis vulgaris*. Полевица обыкновенная	KW001002665
18	*Poaceae*	*Aira caryophyllea* L.	*Aira caryophyllea*. Молоточник гвоздичный	KW001002661
19	*Poaceae*	*Alopecurus pratensis* L.	*Alopecurus pratensis* L. Лисохвост луговой	KW001002669
20	*Poaceae*	*Anisantha sterilis* (L.) Nevski	*Bromus sterilis* L. Костер безплодный	KW001002673
21	*Poaceae*	*Avena sativa* L.	*Avena sativa*. Овес посевной	KW001002655
22	*Poaceae*	*Bromus ramosus* Huds.	*Bromus asper*. Костер шероховатый	KW001002657
23	*Poaceae*	*Bromus secalinus* L.	*Bromus secalinus*. Овесец, костер ржаной	KW001002663
24	*Poaceae*	*Calamagrostis canescens* (Web.) Roth	*Calamagrostis lanceolata* Roth. Вейник ланцетный	KW001002664
25	*Poaceae*	*Cynosurus cristatus* L.	*Cynosurus cristatus* L. Гребник обыкновенный	KW001002674
26	*Poaceae*	*Dactylis glomerata* L.	*Dactylis glomerata*. Ежа сборная	KW001002659
27	*Poaceae*	*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.	*Panicum sanguinale*. Просо росичка, бородатая трава	KW001002645
28	*Poaceae*	*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.	*Panicum crus-galli* L. Просо колосистое или гребенчатое	KW001002666
29	*Poaceae*	*Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski	*Triticum repens* L. Пырей ползучий	KW001002667
30	*Poaceae*	*Festuca ovina L.*	*Aira flexuosa* L. Молоточник изгибистый	KW001002662
31	*Poaceae*	*Festuca ovina L.*	*Nardus stricta* L. Белоус	KW001002671
32	*Poaceae*	*Festuca arundinacea* Schreb.	*Festuca elatior*. Овсянница высокая	KW001002658
33	*Poaceae*	*Festuca rubra* L.	*Festuca gigantea* (L.) Vill. Овсянница ~~высокая~~ овечья	KW001002660
34	*Poaceae*	*Festuca rubra* L.	*Festuca rubra* L. Овсянница	KW001002672
35	*Poaceae*	*Glyceria fluitans* (L.) R. Br.	*Glyceria fluitans* R. Манная трава	KW001002675
36	*Poaceae*	*Hierochloe odorata* (L.) P. Beauv.	*Hierochloe odorata* Vahlend. Чаполоть	KW001002670
37	*Poaceae*	*Hordeum distichon* L.	*Hordeum distichon* L. Ячмень двурядный	KW001002653
38	*Poaceae*	*Melica nutans* L.	*Melica nutans* L. Перловник	KW001002668
39	*Poaceae*	*Phleum pratense* L.	*Phleum pratense* L. Тимофеева трава	KW001002656
40	*Poaceae*	*Secale cereale* L.	*Secale cereale*. Рожь	KW001002652
41	*Poaceae*	*Zea mays* L.	*Zea mays* L. Кукуруза, маис	KW001002654
		Magnoliophyta : Magnoliopsida		
42	*Amaranthaceae:*	*Amaranthus blitum* L.	*Amaranthus blitum* L. Амарант обыкновенный, щирей	KW001002584
43	*Apiaceae*	*Anethum graveolens* L.	*Anethum graveolens* L. Огородный укроп	KW000129303
44	*Apiaceae*	*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.	*Libanotis sibirica*. Порезник сибирский	KW001002534
45	*Apiaceae*	*Conium maculatum* L.	*Conium maculatum* L. Омега, болиголов, мутник	KW001002535
46	*Apiaceae*	*Daucus carota* L.	*[не визначено]*	KW001002537
47	*Apiaceae*	*Pimpinella major* (L.) Huds.	*Pimpinella magna* L. Бедренец большой	KW001002533
48	*Apiaceae*	*Selinum carvifolia* (L.) L.	*Selinum carvifolia*. Гирча	KW001002536
49	*Asclepiadaceae*	*Vincetoxicum hirundinaria* Medik.	*Vincetoxicum officinale* L. Ласточник аптечный	KW001002579
50	*Asclepiadaceae*	*Vincetoxicum scandens* Sommier & Levier	*Vincetoxicum medium* L. Ласточник средний	KW001002578
51	*Aristolochiaceae*	*Aristolochia clematitis* L.	*Aristolochia clematitis* L. Кирказон	KW001002593
52	*Aristolochiaceae*	*Asarum europaeum* L.	*Asarum europaeum* L. Копытень европейский	KW001002592
53	*Berberidaceae*	*Berberis vulgaris* L.	*Berberis vulgaris* L. Барбарис	KW001002527
54	*Betulaceae*	*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.	*Alnus glutinosa* Garth.	KW001002576
55	*Betulaceae*	*Betula pendula* Roth.	*Betula verrucosa* Ehrh. Береза бородавчатая	KW001002574
56	*Brassicaceae*	*Alyssum desertorum* Stapf	*Alissum minimum*. Малый бурачек	KW001002600
57	*Brassicaceae*	*Armoracia rusticana* G.Gaertn., B.Mey. & Scherb.	*Cochlearia armoracia*. Хрен	KW001002597
58	*Brassicaceae*	*Berteroa incana* (L.) DC.	*Berteroa incana*. Икотник	KW001002612
59	*Brassicaceae*	*Camelina sativa* (L.) Crantz	*Camelina sativa*. Рыжик	KW001002605
60	*Brassicaceae*	*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.	*Capsella bursa-pastoris*. Пастушья сумка	KW001002616
61	*Brassicaceae*	*Cochlearia officinalis* L.	*Cochlearia officinalis*. Ложечная трава	KW001002611
62	*Brassicaceae*	*Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl	*Sinapis arvensis* Горчица полевая	KW001002596
63	*Brassicaceae*	*Draba verna* L.	*[не визначено]*	KW001002601
64	*Brassicaceae*	*Draba verna* L.	*Draba verna*. Крупка весенняя	KW001002608
65	*Brassicaceae*	*Lepidium ruderale* L.	*Lepidium ruderale*. Клоповница	KW001002599
66	*Brassicaceae*	*Matthiola incana* (L.) W.T. Aiton	*Mathiola annua* Sweet. Левкой	KW001002603
67	*Brassicaceae*	*Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus* (L.) Domin	*Raphanus sativus* L.Редька огородная	KW001002607
68	*Brassicaceae*	*Rorippa sylvestris* (L.) Besser	*Nasturtium sylvestre*. Жеруха лесная	KW001002610
69	*Brassicaceae*	*Sisymbrium altissimum* L.	*[не визначено]*	KW001002613
70	*Brassicaceae*	*Sisymbrium loeselii* L.	*Sisymbrium sophia*. Гулявник струйчатый	KW001002606
71	*Brassicaceae*	*Sinapis arvensis* L.	*Raphanus arvensis* L. Редька дикая	KW001002615
72	*Brassicaceae*	*Sisymbrium sp.*	*[не визначено]*	KW001002614
73	*Brassicaceae*	*Teesdalia nudicaulis* (L.) R. Br.	*Theesdalia* [*Teesdalia*] *nudicaulis.*	KW001002609
74	*Brassicaceae*	*Thlaspi arvense* L.	*Thlaspi arvense*. Ярутка полевая	KW001002598
75	*Brassicaceae*	*Turritis glabra* L.	*Turritis glabra*. Башенница	KW001002602
76	*Brassicaceae*	*Turritis glabra* L.	Башенник обнаж[енный]	KW001002604
77	*Campanulaceae*	*Campanula alliariifolia* Willd.	*Campanula alliariifolia* W. Колоко́льчик [...]стко-водосистый	KW001002627
78	*Campanulaceae*	*Campanula glomerata* L.	*Campanula glomerata* L. Колокольчик сборный	KW001002628
79	*Campanulaceae*	*Campanula patula* L.	*Campanula patula* L. Колокольчик развесистый	KW001002630
80	*Campanulaceae*	*Campanula persicifolia* L.	*Campanula persicifolia* L. Колокольчик персиколистый	KW001002625
81	*Campanulaceae*	*Campanula trachelium* L.	*[не визначено]*	KW001002626
82	*Campanulaceae*	*Campanula rotundifolia* L.	*Campanula rotundifolia* L. Колокольчик круглолистый	KW001002631
83	*Campanulaceae*	*Jasione montana* L.	*Jasione montana*. Букашник горный	KW001002629
84	*Caprifoliaceae*	*Sambucus ebulus L.*	*Sambucus ebulus* L. Бузина	KW001002500
85	*Caprifoliaceae*	*Sambucus nigra* L.	*Sambucus nigra* L. Бузина черная	KW001002499
86	*Caprifoliaceae*	*Viburnum opulus* L.	*Viburnum opulus* L. *Калина*	KW000129298
87	*Caryophyllaceae*	*Agrostemma githago* L.	*Agrostemma githago* L. Куколь	KW001002573
88	*Caryophyllaceae*	*Cerastium holosteoides* Fries emend. Hyl.	*Cerastium triviale* Link. Ясколка обыкновенная	KW001002565
89	*Caryophyllaceae*	*Silene flos-cuculi* (L.) Greuter & Burdet (syn.: *Coccyganthe flos-cuculi* (L.) Fourr.)	*Lyhnus pratensis* Spreng. Дрема луговая	KW001002568
90	*Caryophyllaceae*	*Dianthus carthusianorum* L.	*Dianthus carthusianorum* L. Гвоздика кортузианская	KW001002571
91	*Caryophyllaceae*	*Dianthus superbus* L.	*Dianthus superbus* L. Гвоздика пышная	KW001002569
92	*Caryophyllaceae*	*Oberna behen* (L.) Ikonn. (syn.: *Silene vulgaris* (Moench) Garcke)	*Silene inflate Sm.* Хлопушка	KW001002566
93	*Caryophyllaceae*	*Psammophiliella muralis* (L.) Ikonn.	*Gypsophila muralis* L. Калым степной, гипсолюбка	KW001002563
94	*Caryophyllaceae*	*Saponaria officinalis* L.	*Saponaria officinalis* L. Мыльнянка лекартвенная	KW001002562
95	*Caryophyllaceae*	*Stellaria crassifolia* Ehrh.	*Stellaria crassifolia*. Гвоздичка	KW001002561
96	*Caryophyllaceae*	*Stellaria media* (L.) Vill.	*Stellaria media*. Мокрица	KW001002564
97	*Caryophyllaceae*	*Stellaria nemorum* L.	*Stellaria nemorum*. Звездчатка лесная	KW001002567
98	*Caryophyllaceae*	*Viscaria vulgaris* Röhl. (syn.: *Steris viscaria* (L.) Raf.)	*Viscaria vulgaris* Röhl[ing]. Смолевка	KW001002570
99	*Caryophyllaceae*	*Gypsophila vaccaria* (L.) Sm (syn.: *Vaccaria hispanica* (Miller) Rauschert, *V. parviflora* Moench)	*Vaccaria parviflora* Mönah	KW001002572
100	*Celastraceae*	*Euonymus europaeus* L.	*Euonymus europaeus* L. Бересклет европейский	KW001002595
101	*Celastraceae*	*Euonymus verrucosus* Scop.	*Euonymus verrucosus*. Бересклет бородавчатый	KW001002594
102	*Chenopodiaceae*	*Atriplex hortensis* L.	*Atriplex hortensis* L. Лобода садовая	KW001002582
103	*Chenopodiaceae*	*Atriplex patula* L.	*Atriplex patula* L. Лобода татарская	KW001002583
104	*Clusiaceae*	*Hypericum perforatum* L.	*Hypericum perforatum*. Зверобой обыкновенный	KW001002580
105	*Convolvulaceae*	*Convolvulus arvensis* L.	*Convolvulus arvensis*. Вьюнок полевой, березка	KW001002501
106	*Corylaceae*	*Carpinus betulus* L.	*Carpinus betulus* L. Граб	KW001002575
107	*Corylaceae*	*Corylus avellana* L.	*Corylus avellana* L. Орешник, лещина	KW000129274
108	*Crassulaceae*	*Jovibarba globifera* (L.) J. Parn. (syn.: *Sempervivum globiferum* L.)	*Sempervivum soboliferum* Молодило остролистый	KW001002541
109	*Crassulaceae*	*Hylotelephium telephium* (L.) H. Ohba	Капуста заячья	KW001002540
110	*Crassulaceae*	*Sedum acre* L.	*Sedum acre*. Очиток едкий	KW001002539
111	*Dipsacaceae*	*Scabiosa columbaria* L.	*Scabiosa columbaria. Скабиоза голубиная*	KW001002495
112	*Dipsacaceae*	*Succisa pratensis* Moench	*Succisa pratensis. Леговой синец*	KW001002496
113	*Dipsacaceae*	*Scabiosa ucrainica* L.	*Scabiosa ucrainica*	KW001002497
114	*Elaeagnaceae*	*Elaeagnus angustifolia L.*	~~*Ailantus glandulosa* Desf.~~ *Elaegnus angustifolius* L. Айлант ?	KW001002538
115	*Euphorbiaceae*	*Euphorbia amygdaloides* L.	*Euphorbia amygdaloides* Молочай миндалелистный	KW001002551
116	*Euphorbiaceae*	*Euphorbia esula* L.	*Euphorbia esula* L.Молочай обыкновенный	KW001002549
117	*Euphorbiaceae*	*Euphorbia cyparissias* L.	*Euphorbia exiqua*. Молочай малый	KW001002550
118	*Euphorbiaceae*	*Euphorbia cyparissias* L.	*Euphorbia cyparissias*. Молочай кипарисовый	KW001002552
119	*Fagaceae*	*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.	*Quercus sisiliflora* [*sessiliflora*]. Дуб зимний	KW001002554
120	*Fagaceae*	*Quercus robur* L. 'Pendula'	*Quercus pendula* L. Дуб летний, обыкновенный	KW001002553
121	*Gentianaceae*	*Centaurium erythraea* Rafn.	*Erythraea centhaurium* Pers. Золототысячник обыкновенный	KW001002557
122	*Gentianaceae*	*Gentiana pneumonanthe* L.	*Gentiana pneumonanthe* L. Горечавка крупная	KW001002558
123	*Geraniaceae*	*Geranium pratense* L.	*Geranium pratense* L. Герань луговая	KW001002633
124	*Geraniaceae*	*Geranium pusillum L.*	*Geranium pusillum* L. Герань мелкая	KW001002634
125	*Geraniaceae*	*Geranium robertianum* L.	*Geranium robertianum* L. Герань Робертиева	KW001002635
126	*Geraniaceae*	*Geranium sanguineum* L.	*Geranium sanguineum* L. Герань кровянокрасная	KW001002632
127	*Grossulariaceae*	*Ribes rubrum* L.	*Ribes rubrum L. Смородина красная*	KW001002502
128	*Grossulariaceae*	*Ribes uva-crispa* L.	*Ribes grossularia L. Крыжовник*	KW001002503
129	*Oleaceae*	*Fraxinus excelsior* L.	*Fraxinus excelsior*. Ясень обыкновенный	KW001002543
130	*Oleaceae*	*Ligustrum vulgare* L.	*Ligustrum vulgare* L. Бирючина	KW001002545
131	*Oleaceae*	*Syringa × persica* L.	*Syringa persica* L. Сирень персидская	KW000129302
132	*Oleaceae*	*Syringa vulgaris* L.	*Syringa vulgaris* L. Сирень обыкновенная	KW001002544
133	*Onagraceae*	*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.	*Epilobium angustifolium* L. Иван-чай	KW001002624
134	*Onagraceae*	*Epilobium montanum* L.	*Epilobium montanum* L. Кипрей горный	KW001002623
135	*Onagraceae*	*Oenothera biennis* L.	*Oenothera biennis* L. Осинник двухлетний, энотера	KW001002622
136	*Papaveraceae*	*Chelidonium majus* L.	*Chelidonium majus* L. Чистотел	KW001002504
137	*Papaveraceae*	*Papaver somniferum* L.	*Papaver somniferum* L. Мак огородный	KW000129300
138	*Plantaginaceae*	*Plantago arenaria* Waldst. & Kit.	*Plantago arenaria*. Подорожник песчаный	KW001002644
139	*Plantaginaceae*	*Plantago cornuti* Gouan	*Plantago cornuti*. Подорожник	KW001002642
140	*Plantaginaceae*	*Plantago lanceolata* L.	*Plantago lanceolata*. Подорожник ланцетолистый	KW001002643
141	*Plantaginaceae*	*Plantago major* L.	*Plantago major* L. Подорожник	KW001002640
142	*Plantaginaceae*	*Plantago media* L.	*Plantago media*. Подорожник средний	KW001002641
143	*Plantaginaceae*	*Veronica longifolia* L.	*Veronica longifolia*. Вероника длиннолистная	KW001002522
144	*Plantaginaceae*	*Veronica officinalis* L.	*Veronica officinalis*. Вероника аптечная	KW001002516
145	*Plantaginaceae*	*Veronica officinalis* L.	*Veronica beccabunga*. Вероника ручейная	KW001002520
146	*Plantaginaceae*	*Veronica serpyllifolia* L.	*Veronica serpyllifolia*. Вероника тимьяннолистная	KW001002517
147	*Plantaginaceae*	*Veronica spicata* s.l.	*Veronica incana*. Вероника	KW001002519
148	*Plantaginaceae*	*Veronica spuria* L.	*Veronica spuria* L. Вероника ненастоящая	KW001002521
149	*Plantaginaceae*	*Veronica verna* L.	*Veronica austriaca* L. Вероника австрийская	KW001002518
150	*Polygalaceae*	*Polygala vulgaris* L.	*Polygala vulgaris*. Истод обычный	KW001002581
151	*Polygonaceae*	*Fagopyrum esculentum* Moench	*Polygonum fagopyrum* L. Гречиха	KW001002529
152	*Polygonaceae*	*Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve	*Convolvulus tricolor*. Вьюнок трехцветный	KW000129299
153	*Polygonaceae*	*Persicaria maculosa* Gray	*Polygonum persicaria* L. Горчак	KW001002528
154	*Polygonaceae*	*Polygonum aviculare* s.l.	*[не визначено]*	KW0010025321
155	*Polygonaceae*	*Rumex acetosella* L.	*Rumex acetosella* L. Щавель	KW001002530
156	*Polygonaceae*	*Rumex aquaticus* L.	*Rumex aquaticus* L. Щавель водяной	KW001002531
157	*Primulaceae*	*Hottonia palustris* L.	*Hottonia palustris*. Тысячелистник водяной	KW001002525
158	*Primulaceae*	*Lysimachia nummularia* L.	*Lysimachia nummularia*. Луговой чай	KW001002524
159	*Primulaceae*	*Lysimachia vulgaris* L.	*Lysimachia vulgaris* L. Вербейник	KW001002526
160	*Primulaceae*	*Primula veris* L.	*Primula officinalis* L. Первоцвет лекарственный	KW001002523
161	*Rhamnaceae*	*Frangula alnus* Mill.	*Rhamnus frangula* L. Крушина ломкая	KW001002560
162	*Rhamnaceae*	*Rhamnus cathartica* L.	*Rhamnus cathartica* L. Крушина слабительная	KW001002559
163	*Rubiaceae*	*Galium mollugo* L.	*Galium mollugo*. Подмаренник мягкий	KW001002547
164	*Rubiaceae*	*Galium odoratum* L.	*Asperula odorata* L. Ясменник душистый	KW000129304
165	*Rubiaceae*	*Galium trifidum* L.	*Asperula humifusa* MB. Ясменник	KW001002548
166	*Rubiaceae*	*Galium verum* L.	*Galium verum* L. Подмаренник весенний	KW001002546
167	*Salicaceae*	*Populus balsamifera* L.	*Populus balsamifera*. Тополь бальзамический	KW001002587
168	*Salicaceae*	*Populus italica* (Du Roi) Moench (syn.: *Populus nigra* var. *italica* (Moench.) Koehne)	*Populus piramidalis* [*pyramidalis*] L. [Salisb.] Тополь пирамидальный	KW001002585
169	*Salicaceae*	*Populus nigra* L.	*Populus nigra*. Осокор	KW001002588
170	*Salicaceae*	*Populus suaveolens* Fisch.	*Populus suaveolens*. Тополь пахучий	KW000129275
171	*Salicaceae*	*Populus tremula* L.	*Populus tremula* L. Осина	KW001002586
172	*Salicaceae*	*Salix acutifolia* Willd.	*Salix acutifolia***.** Шелюга красная	KW001002591
173	*Salicaceae*	*Salix alba* L.	*Salix alba* L. Верба	KW001002590
174	*Salicaceae*	*Salix caprea* L.	*Salix caprea*. Ива козья	KW001002589
175	*Scrophulariaceae*	*Euphrasia officinalis* L.	*Euphrasia officinalis*. Очанка	KW001002507
176	*Scrophulariaceae*	*Gratiola officinalis* L.	*Gratiola officinalis* L. Авран лекарственный	KW001002514
177	*Scrophulariaceae*	*Linaria vulgaris* Mill.	*Linaria vulgaris*. Льнянка обыкновенная	KW001002515
178	*Scrophulariaceae*	*Orobanche minor* Sm.	*Orobanche arenaria* L. [Borkh.] Заразиха	KW001002509
179	*Scrophulariaceae*	*Rhinanthus minor* L.	*Rhinanthus crista-galli* L. Погремок	KW001002506
180	*Scrophulariaceae*	*Scrophularia nodosa* L.	*Scrophularia nodosa*. Норичник узловатый	KW001002508
181	*Scrophulariaceae*	*Verbascum chaixii* Vill. 'Album'	*Verbascum alba. Коровяк белый*	KW001002511
182	*Scrophulariaceae*	*Verbascum phoeniceum* L.	*Verbascum thapsiforme*. Коровяк царский скипетр	KW001002512
183	*Scrophulariaceae*	*Verbascum phoeniceum* L.	*Verbascum phoeniceum* L. Коровяк фиолетовый	KW001002513
184	*Scrophulariaceae*	*Verbascum thapsus* L.	*Verbascum tapsus* [thapsus]. *Коровяк, ведмежье ухо, мохнатолистый*	KW001002510
185	*Tiliaceae*	*Tilia cordata* Mill.	*Tilia parvifolia* Ehrh. ex Hoffm. Липа мелколистная	KW001002577
186	*Violaceae*	*Viola alba* Besser	*Viola alba*. Фиалка белая	KW001002617
187	*Violaceae*	*Viola canina* L.	*Viola nigra*. Фиалка собачья	KW001002619
188	*Violaceae*	*Viola persicifolia* Schreb.	*Viola persicifolia*. Фиалка	KW001002618
189	*Violaceae*	*Viola tricolor* L.	*Viola tricolor* L. Фиалка трехцветная, Иван-да-Марья	KW001002620
190	*Violaceae*	*Viola × wittrockiana* Gams (syn.: *Viola tricolor* L. hort., *Viola tricolor* var. *maxima* hort.)	*Viola tricolor* L. Фиалка трехцветная	KW001002621

Рисунок E1. Гербарний альбом, подарований П. Лозієвим УАН у 1920 р.: *a*, *b* – загальний вигляд альбому; *c* – *f* – приклад гербарних зразків колекції.
Figure E1. The Herbarium Album presented by P. Loziev to UAN in 1920: *a*, *b* – general view of the Album; *c* – *f* – an example of herbarium specimens of the collection.

Table E1. Information on specimens used in the analysis

Extraction_method	Incubation_lysis_min	Full_sample_set	Reduced_sample_set	Genus	Species	Subgenus	External_no	Collector	Collection_id	Herbarium	Sample_kind	Date_of_collection	Country	Locality_habitat	Latitude	Longitude	Altitude_m	Ploidy	Dry_weigth_mg	DNA_conc_flourometer_ng_ul	a260a230a260a280DNA_conc_spectrometer_ng_ulDNA_conc2_flourometer_ng_ul_just_for_F_Incubation time 2h_B2_different
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*barrelieri* subsp. *andrasovszkyi*	*Pseudolysimachium*	BP757299	Barina et al.	21604	BP	SILICA	2012-06-24	Albania	Diber, Komsi	41.57501N	19.94322E			21,6	23	1,422,0566,723
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*barrelieri* subsp. *andrasovszkyi*	*Pseudolysimachium*	BP761126	Barina & Pifko	22646	BP	SILICA	2012-06-23	Albania	Puke, Mt. Terbosh	42.00849N	19.91709E			20,9	18	1,812,0783,518
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*barrelieri* subsp. *andrasovszkyi*	*Pseudolysimachium*	BP768015	Barina et al.	23897	BP	SILICA	2012-06-24	Albania	Shkoder, south of Vau i Dejes Reservoir	42.05792N	19.68168E			19,6	22	1,982,0461,722
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*dahurica*	*Pseudolysimachium*	ALTB	Ebel A.L., Verhozina A.V., Mihaylova S.I., Strelnikova T.O., Sheremetova S.A., Hrustaleva I.A., Murashko V.V.	48448	ALTB	HERBARIUM	2017-08-17	Russia	Zabaykalskiy krai. Nerchinsko-Zavodskiy distr., near village Nerchinskiy-Zavod, riverbank Urov. Meadow steppe at the foot of the slope	N051°52'31.08"	E120°00'06.20"			20,2	82	1,962255,982
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*dahurica*	*Pseudolysimachium*	ALTB	Ebel A.L., Verhozina A.V., Mihaylova S.I., Strelnikova T.O., Sheremetova S.A., Hrustaleva I.A., Murashko V.V.	48450	ALTB	HERBARIUM	2017-08-13	Russia	Zabaykalskiy kray. Karyimskiy district, near village Zhimbira. Steppe slopes	N051°31'02.74"	E114°01'34.74'			19,6	44	1,692161,744
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*dahurica*	*Pseudolysimachium*	ALTB	Ebel A.L., Verhozina A.V., Mihaylova S.I., Strelnikova T.O., Sheremetova S.A., Hrustaleva I.A., Murashko V.V.	48453	ALTB	HERBARIUM	2017-08-16	Russia	Zabaykalskiy kray. Aleksandrovo-Zavodskiy district, 13 km south- east from village Aleksandrovskiy Zavod. Nerchinskiy mountain range. Left Bank of the river Malaya Borzya, South-West the slope of the mountain Murashiha. Grass-steppe meadow	N051°48'14.30"	E118°02'42.27"			17,8	16	1,732,0181,916
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	ALTB	G.V. Matyashenko	34171	ALTB	HERBARIUM	1977-08-08	Russia	Irkutskaya region, Olkhonskiy district, Olkhon island, Cape Kobyl'ja Golova (Chorin-Irgi). The North-Western slope	N053°03'44.00"	E106°54'14.00"			15,2	9,7	1,682,02107,99,7
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	ALTB	G.V. Matyashenko	36885	ALTB	HERBARIUM	1976-08-01	Russia	Irkutskaya oblast, Olkhonskiy district, lake Baikal, Bay Tashkay, South-East of village Tashkay. The top of the mountain, stone fields, steppe	N053°02'37.00"	E106°28'27.00"			9,9	3,83	1,332,0238,63,83
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	ALTB	L.N. Tyulina	43461	ALTB	HERBARIUM	1958-08-13	Russia	Irkutskaya oblast, Olkhonskiy district, lake Baikal, the North-Western coast of Baikal, Cape Pokoyniki. Pebble shore shaft at the lake	N054°00'31.00"	E108°12'58.00"			17,7	8,5	1,652,02105,28,5
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	ALTB	L.N. Tyulina	48524	ALTB	HERBARIUM	1958-08-02	Russia	Irkutskaya oblast, Olkhonskiy district, lake Baikal, the North-Western coast of Baikal, Cape Onguren. Rocky steppe slope to the lake	N054°00'31.00"	E108°12'58.00"			19,1	16	1,481,9316516
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	ALTB	M.G. Azovsky	46249	ALTB	HERBARIUM	1987-07-07	Russia	Irkutskaya oblast, Olkhonskiy district, vicinities village Ozera. Meadow steppe	N052°42'00.14"	E106°21'57.90"			8	4,75	1,051,9324,64,75
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	ALTB	S.G. Kazanovsky	48525	ALTB	HERBARIUM	1999-08-05	Russia	Irkutskaya oblast, Olkhonskiy district, lake Baikal, Malomorskoe coast, 1 km West of cape Ulibra. Stony steppe					13,7	17	1,721,9596,617
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*arenosa*	*Pseudolysimachium*	ALTB	S.A. Dyachenko.	No.1	ALTB	HERBARIUM	2005-06-24	Mongolia	Khobdo aimak, Mongolian Altai, NE macroslope of Arshantyn-Nuruu range, vicin. oft he spring Ulyastajn-Sala; Stony slopes, meadow steppes, Caragana & Artemisia communities.	46°22' N	91°14' E	1900		20,3	4,5	0,692,06594,5
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*arenosa*	*Pseudolysimachium*	ALTB	S.A. Dyachenko & P.A. Kosachev.	No.4	ALTB	HERBARIUM	2004-06-24	Mongolia	Khobdo distr., Mongolian Altai, Shadzgaityn-Nuruu range, N macroslope, valley of the left tributary of Ulyastajn-gol; meadow and steppe slopes	46°21' N	91°41' E			20,1	7,3	0,522,2449,57,3
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*arenosa*	*Pseudolysimachium*	ALTB	S.A. Dyachenko & P.A. Kosachev.	No.5	ALTB	HERBARIUM	2004-07-01	Mongolia	Khobdo distr., Mongolian Altai, middle reaches of Uenchijn-gol; stony slopes, limestone rocks	46°22' N	92°07' E			19,2	10	0,642,2259,710
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*laeta*	*Pseudolysimachium*	ALTB	Shmakov A. I., Ebel A. L. Kashcheev, M., Dyachenko S., Soloviev A.	No.2	ALTB	HERBARIUM	1991-07-21	Kazakhstan	Taldy-Kurganskaya oblast, Dzungarian Alatau, Kapal'skiy district, the upper river Sarkand, steppe slope of Western exposure					20,6	49	1,091,89102,449
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*laeta*	*Pseudolysimachium*	ALTB	Shmakov A. I., Ebel A. L. Kashcheev, M., Dyachenko S., Soloviev A.	No.4	ALTB	HERBARIUM	1991-07-21	Kazakhstan	Taldy-Kurganskaya oblast, Dzungarian Alatau, Kapal'skiy district, the upper river Sarkand, steppe slope of Western exposure					19,4	26	11,8986,126
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*laeta*	*Pseudolysimachium*	ALTB	Shmakov A. I., Ebel A. L. Kashcheev, M., Dyachenko S., Soloviev A.	No.5	ALTB	HERBARIUM	1991-07-21	Kazakhstan	Taldy-Kurganskaya oblast, Dzungarian Alatau, Kapal'skiy district, the upper river Sarkand, steppe slope of Western exposure					20,1	23	1,121,91100,723
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*alatavica*	*Pseudolysimachium*	ALTB	Laz'kov G.A.	s.n.	ALTB	HERBARIUM	2004-08-10	Kirgizstan	Kungey Ala-too, river Chok-Aksu					19,1	13	1,792,05118,913
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*grisea*	*Pseudolysimachium*	ALTB	V. Byalt, V. Nikitin, I. Illarionova, V. Shaulo & al.	No. 415	ALTB	HERBARIUM	2003-07-01_02	Russia	Tuva, Dzun-Khemchiksky distr., road Kyzyl-Shagonar, rv. Shemi. Sands and pebbles on banks	51°16' N	91°11' E	766		17,3	6	1,492,07105,16
CTAB	30	yes	yes	*Veronica*	*altaica*	*Pseudolysimachium*	OLD00641	Kamelin, R.V.; Shmakov, A.I.; Dorofeev, V.I.; Smirnov, S.V.; Chubarov, I.; Antonjuk, E.; Kosachev, P. & Kuzev, M.G.	s.n.	OLD	HERBARIUM	2000-07-02	Russia	Altaiskii krai, Krasnoschekovskii district, vicinity village Kharlovo, right bank river Charysh	51°41' N	82°49' E			22,1	9,1	1,241,861169,1
CTAB	30	yes	yes	*Veronica*	*barrelieri* (likely: *steppacea*)	*Pseudolysimachium*	OLD02924	Stepura (?)	126539	OLD	HERBARIUM	1962-06-15	Ukraine	Donetsk Region, Novoazovskiy District, Khomutovsty Steppe Nature Reserve					21,6	17	0,831,67229,117
CTAB	30	yes	yes	*Veronica*	*chamaedrys*	*Chamaedrys*	OLD00661	Buldakova; Paschenko	s.n.	OLD	HERBARIUM	1985-07-03	Russia	Altaiskii krai, Kurjinskii district, vicinity village 8 Marta, lake Beloe					13,5	30	1,091,85146,930
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*chamaedrys*	*Chamaedrys*	OLD00662	Buldakova; Paschenko	s.n.	OLD	HERBARIUM	1985-07-04	Russia	Altaiskii krai, Kurjinskii district, mountain Sinjucha; mixed forest					6,2	1,99	0,481,7635,11,99
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*chamaedrys*	*Chamaedrys*	OLD00663	Tamilova	s.n.	OLD	HERBARIUM	1987-06-22	Russia	Altaiskii krai, vicinity of station Povaliha; marge					11,6	17	0,881,727617
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*chamaedrys* subsp. *chamaedrys*	*Chamaedrys*	OLD00524	Mikoláš, V.	7083	OLD	HERBARIUM	1992-08-06	Slovakia	Slovakia centralis, Západné Tatry Mts., Zuberec village, Javorina Mt. (S of Osobitá Mt.)	49°15'23"N	19°43'23"E	1530		17,4	30	1,372,16140,830
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*chamaedrys* var. *villosa* Mikoláš ined.	*Chamaedrys*	OLD01107	Mikoláš, V.	16018	OLD	HERBARIUM	1986-05-01	Slovakia	Slovakia orientalis, Košice, Botanical Garden of University of P.J.Šafárika, at terraces	48°44'07"N	21°14'10"E	280		15,9	27	0,921,91171,527
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*densiflora*	*Stenocarpon*	OLD00664	Kamelin, R.V.; Shmakov, A.I.; Dorofeev, V.I.; Goljakov, P.; Solovjev, A.; Kascheev, M. Luchkin, E. & Smirnov, S.	s.n.	OLD	HERBARIUM	1995-07-06	Russia	Republic Altai, Kosh-Agachskii district, Chikhacheva ridge, pass Bugusun; alpine meadows	50°11' N	89°25' E			12,5	15	1,411,8894,115
CTAB	30	yes	yes	*Veronica*	*filifolia*	*Pentasepalae*	OLD02902	Kotov, M. and Omeltchuk, T.	s.n. Dups.: 05/10	OLD	HERBARIUM	1958-05-28	Ukraine	West Transcaucasia, Novorosijsk, Range Markotch; on the limestone					18,6	4,58	1,181,9460,54,58
CTAB	30	yes	yes	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	OLD02906	Klokov, M.	126570 Dups.: 05/10	OLD	HERBARIUM	1973-07-30	Ukraine	Kyiv Reg., station Klavdiievo; Pine-wideleaf forests					19,8	8,6	1,521,96938,6
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	OLD02907	Klokov, M. and Dubovik, O.	s.n. Dups.: 03/07	OLD	HERBARIUM	1973-07-18	Ukraine	Kyiv Reg., Irpin'; Pine-wideleaf forestes the other side of the river Irpin					19,9	20	0,771,56186,420
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	OLD02909	Tkatchenko, V.	s.n. Dups.: 07/07	OLD	HERBARIUM	1963-07-04	Ukraine	Lugansk Reg., Stanichno-Luganske; Steppe slopes on the right shore of the Severskyi Donetz River					20,2	5,3	1,612,03117,15,3
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*kiusiana*	*Pseudolysimachium*	OLD00365	Albach, D.C.	1060	OLD	HERBARIUM	2008-06-02	Korea	Botanischer Garten Mainz; cultivated from seeds ex Botanical Garden Yeomiji, Korea					21,3	9	1,521,9177,59
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*kiusiana* var. *maxima*	*Pseudolysimachium*	OLD00213	Albach, D.C.	1040	OLD	HERBARIUM	2007-05-29	Germany	cultivated at Botanical Garden Mainz, ex BG Bonn, XX-0-Bonn-22013				2	18,3	6,3	0,931,7248,26,3
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*linariifolia*	*Pseudolysimachium*	OLD00370	Albach, D.C. & Zhao, L.	1214	OLD	HERBARIUM	2011-07-17	China	Shaanxi prov., Ningshan County; outside Jiankou; open vegetation next to fields	33.653N	108.646E	800		19	4,76	1,142,0424,54,76
CTAB	30	yes	yes	*Veronica*	*maeotica*	*Pseudolysimachium*	OLD01194	Albach, D.C., Thielen, N., Mosyakin, S., Mosyakin, A.	1486	OLD	HERBARIUM	2016-07-01	Ukraine	Oblast Kiew: Koncha Zaspa meadows; clearing in pine forest margin, mossy	50°19,796' N	30°34,064' E	102	2	12,2	20	1,921,9955,220
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*paczoskiana*	*Pseudolysimachium*	OLD02915	Klokov, M. and Zoz, I.	s.n. Dups.: 07/07	OLD	HERBARIUM	1976-07-28	Ukraine	Kcharkiv Reg., Zmiivskyi Distr., villae Skrypaji; Pine forest					22,6	4,1	0,641,541874,1
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*paczoskiana*	*Pseudolysimachium*	OLD02916	Klokov, M. and Dubovik, O.	s.n. Dups.: 03/38	OLD	HERBARIUM	1973-07-20	Ukraine	Station Maljutinka near Kyiv sity; Pine forest					19,3	2,57	1,221,8924,72,57
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*paczoskiana*	*Pseudolysimachium*	OLD02919	Klokov, M. and Dubovik, O.	s.n. Dups.: 28/38	OLD	HERBARIUM	1973-07-20	Ukraine	Station Maljutinka near Kyiv sity; Pine forest					22,5	17	2,162,06181,617
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*paczoskiana*	*Pseudolysimachium*	OLD02923	Klokov, M. and Dubovyk, O.	126441 Dups.: 38/38	OLD	HERBARIUM	1973-07-20	Ukraine	near Kyiv (Kiev), Malyutynka railway station; Pine forest					20,7	8,7	1,081,8986,98,7
CTAB	30	yes	yes	*Veronica*	*paczoskiana*	*Pseudolysimachium*	OLD02925	Klokov, M. and Zoz, I.	126428	OLD	HERBARIUM	1976-06-25	Ukraine	Kharkiv Region, Zmiyiv District, Skrypayi village; pine forest					22,5	7,2	1,291,8867,47,2
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*pseudoorchidea*	*Pseudolysimachium*	OLD01227	Albach, D.C., Thielen, N., Mosyakin, S., Mosyakin, A. & Kuzemko, A.	1463b	OLD	HERBARIUM	2016-06-25	Ukraine	Oblast Kirowohrad: Ulianivka (Blagovischensk) District, near Kamiangyy Brid (village); meadow	48°14,831' N	30°11,596' E	130	2	21	35	1,281,7781,335
CTAB	30	yes	yes	*Veronica*	*pseudoorchidea*	*Pseudolysimachium*	OLD02899	Shiyan, N.M. and Zavyalova, L.V.	NSh: 001978, "1/2"	OLD	HERBARIUM	2013-06-26	Ukraine	Chernigiv Region, near town Ichnya, Ichnya National Park; damp meadow	50.837432' N	32.36892' E			21,6	41	1,721,9414141
CTAB	30	yes	yes	*Veronica*	*schmakovii*	*Pseudolysimachium*	OLD00666; AJUK 3321	Kamelin, R.V.; Shmakov, A.I.; Smirnov, S.; Kosachev, P.; Tichonov, D. & Antonjuk, E.	s.n.	OLD	HERBARIUM	1998-07-28	Russia	Republic Altai, Kosh-Agachskii district, Plateau Ukok, lower reaches river Kara-Bulak near frontier Ak-Alacha	49°16' N	87°28' E			17,5	8,1	0,821,72188,98,1
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*schmakovii*	*Pseudolysimachium*	OLD00659	Shmakov, A.I.; Dorofeev, V.I.; Kuzev, M.G.; Djachenko, S.A.; German, D.A.; Borodina-Grabovskaja, A.E.; Chubarov, I.N.; Kostjukov, S.A.; Usik, N. A. & Kosachev, P.A.	715 (individual I3)	OLD	HERBARIUM	2001-07-28	Mongolia	Bajan-Ulegejskii ajmak, Mongolskii Altai ridge, North-Western slopes of the peaks 3321	48°43,5' N	88°05' E		2	20,6	30	1,181,8179,230
CTAB	30	yes	yes	*Veronica*	*schmidtiana*	*Pseudolysimachium*	OLD00346	Albach, D.C.	1043	OLD	HERBARIUM	2008-04-16	Germany	cultivated in Botanical Garden, University of Mainz ex BG Tübingen (172/813), 2005					18,7	7,7	1,372,0548,57,7
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*sclerophylla*	*Pentasepalae*	OLD02911	Kuznetzova, G.	s.n. Dups.: 08/09	OLD	HERBARIUM	1958-05-23	Ukraine	Donetzk Reg., Novoazovskiy Distr., Nature Reserve "Kchomutovski Steppe"					18,5	11	1,491,8885,311
CTAB	30	yes	no	*Veronica*	*serpyllifolia*	*Beccabunga*	OLD01118	Raimaondo, F.M.; Jury, S.L.; Gebauer, R.; Charpin, A.; Brullo, S.; Hofmann, H.; Mastracci, M.; Lakusic, D.; Pérez Caro, E.; Minissale, P.; ...	1228	OLD	HERBARIUM	1990-06-05	Italy	Madonie: Piano Battaglia, calcareous soil	37°52' N	14°00' E	1550		17,9	12	0,831,65122,512
CTAB	30	no	no	*Veronica*	"*longifolia*" (*brevibractealis*) evtl. species nova	*Pseudolysimachium*	ALTB	V. Nikitin, V. Byalt, M. Azarkina, I. Illarionova	No.1309	ALTB	HERBARIUM	2003-07-06	Russia	Tuva Republic, Piy-Chemsky district, right bank of Bolshoi Enisey (Biy-Chem) river upstream the town Kyzyl. – Wet meadows on the riverbank	51°55' n.lat	94°25' e. long.			22,5	22	1,482,31144,122
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*spicata* f. *falz-feiniana*	*Pseudolysimachium*		Tuzson, J.	s.n.	BP	SILICA	1912-07-13	Ukraine	Cherson: "Habitat in stepibus Tauricis prope Ascania-Nova"					20,4	8,8	1,011,75201,28,8
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*bashkiriensis*	*Pseudolysimachium*	KW000058076	Kotov, M.	s.n.	KW	HERBARIUM	1942-07-28	Russia	Bashkir Autonomous Soviet Socialist Republic, Chirishmi, Tatar cemetery					20,4	16	1,871,99129,516
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*borysthenica*	*Pseudolysimachium*	KW000058078	Ostapko, V.M.	s.n.	KW	HERBARIUM	1981-07-21	Ukraine	Dnipropetrovsk distr., Krivoy Rog, the Arroyo Chervona, steppe slope					22,9	6,3	1,662,0297,76,3
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*cretacea*	*Pseudolysimachium*	KW000058080	Ostapko, V.M. and Maximova, S.A.	s.n.	KW	HERBARIUM	1987-06-28	Ukraine	prov. Lugansk, distr. Melovoje, pagus Streljtzovka, steppa petrophytica in rupite remanente cretacea					20,8	7,1	1,382,0951,97,1
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*donetzica*	*Pseudolysimachium*	KW000058081	Ostapko, V.M.	s.n.	KW	HERBARIUM	1981-08-20	Ukraine	prov. Lugansk, distr. Sverdlovsk, pagus Provalje, locus Regiae rupes					22,4	3,26	1,132,0999,63,26
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*gryniana*	*Pseudolysimachium*	KW000058083	Gryn, F. Dobrochaeva, D.	s.n.	KW	HERBARIUM	1939-06-17	Ukraine	Ukrainian SSR, Donetsk distr., Sloviansk reg. vil. Krasnopole, on the edge of forest					22,8	8,9	1,432,98117,98,9
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*maeotica*	*Pseudolysimachium*	KW000058084	Grishko, T.	s.n.	KW	HERBARIUM	1952-06-03	Ukraine	RSS Ucr., dit. Donetzica, distr. Novoasovicus, p. Chomutovo, reservatum steppaceum Chomutovskaja stepj nominatum					20,7	11	1,662,07131,811
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*paczoskiana*	*Pseudolysimachium*	OLD02918	Klokov, M.	s.n. Dups.: 07/07	OLD	HERBARIUM	1972-07-27	Russia	Cherkasy Reg., Kanivskyi district, village Mykchajlivka; Mykchajlivski pine forest					20,6	9,3	1,711,9787,69,3
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*pontica*	*Pseudolysimachium*	KW000058099	Ostapko, V.M.	s.n.	KW	HERBARIUM	1987-07-03	Ukraine	prov. Lugansk, distr. Belovodsk, pagus Novolimarevka, steppa arenosa supra delivibus cretaceis					21,4	10	1,792,07129,210
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*semiglabrata*	*Pseudolysimachium*	KW000058109	Ostapko, V.M.	s.n.	KW	HERBARIUM	1987-07-03	Ukraine	prov. Lugansk, op. Markovka, declive stepposum					20,7	8,7	1,472,0978,78,7
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*sergievskiana*	*Pseudolysimachium*	OLD		s.n.	OLD	HERBARIUM	2017-08-13	Russia	Zabaykalskiy kray, ?					14,5	15	1,542,0188,215
CTAB	30	no	no	*Veronica*	"*tvelevii*" (maybe: *tzvelevii*)	*Pseudolysimachium*	KW093798			KW		2009-07-05							22	19	1,182,1888,719
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*gryniana*	*Pseudolysimachium*	KW081622			KW		2006-06-24							21,1	3,61	1,372,2283,53,61
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*hololeuca*	*Pseudolysimachium*	KW00104841			KW		2012-07-19							20,6	9,9	1,162,0765,39,9
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*maeotica*	*Pseudolysimachium*	KW014286			KW		1990-07-01							20,6	6,6	1,632,041006,6
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*steppacea*	*Pseudolysimachium*	KW009164			KW		2002-07-01							21	8,3	1,612,1488,58,3
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*steppacea*	*Pseudolysimachium*	KW042384			KW		2004-??-16							21	8,1	1,22,1763,18,1
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*steppacea*	*Pseudolysimachium*	KW009165			KW		2002-07-01							21,3	16	1,422,0859,216
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*viscosula*	*Pseudolysimachium*	KW058848			KW		1974-06-19							21,4	7,5	1,972143,37,5
CTAB	30	no	no	*Veronica*	*viscosula*	*Pseudolysimachium*	KW027632			KW		1990-06-27							22,5	9,1	1,442,08115,89,1
Column	40	yes	no	*Veronica*	*barrelieri* subsp. *andrasovszkyi*	*Pseudolysimachium*	BP757299	Barina et al.	21604	BP	SILICA	2012-06-24	Albania	Diber, Komsi	41.57501N	19.94322E			10,1	9,66	2,3232,12992,64510,6
Column	40	yes	no	*Veronica*	*barrelieri* subsp. *andrasovszkyi*	*Pseudolysimachium*	BP761126	Barina & Pifko	22646	BP	SILICA	2012-06-23	Albania	Puke, Mt. Terbosh	42.00849N	19.91709E			9,6	4,45	2,3172,12763,5924,26
Column	40	yes	no	*Veronica*	*barrelieri* subsp. *andrasovszkyi*	*Pseudolysimachium*	BP768015	Barina et al.	23897	BP	SILICA	2012-06-24	Albania	Shkoder, south of Vau i Dejes Reservoir	42.05792N	19.68168E			10,2	4,31	2,2592,09361,0074,19
Column	40	yes	no	*Veronica*	*dahurica*	*Pseudolysimachium*	ALTB	Ebel A.L., Verhozina A.V., Mihaylova S.I., Strelnikova T.O., Sheremetova S.A., Hrustaleva I.A., Murashko V.V.	48448	ALTB	HERBARIUM	2017-08-17	Russia	Zabaykalskiy krai. Nerchinsko-Zavodskiy distr., near village Nerchinskiy-Zavod, riverbank Urov. Meadow steppe at the foot of the slope	N051°52'31.08"	E120°00'06.20"			9,3	5,09	2,2272,102110,7645,04
Column	40	yes	no	*Veronica*	*dahurica*	*Pseudolysimachium*	ALTB	Ebel A.L., Verhozina A.V., Mihaylova S.I., Strelnikova T.O., Sheremetova S.A., Hrustaleva I.A., Murashko V.V.	48450	ALTB	HERBARIUM	2017-08-13	Russia	Zabaykalskiy kray. Karyimskiy district, near village Zhimbira. Steppe slopes	N051°31'02.74"	E114°01'34.74'			7,4	12,3	2,2172,11689,44313,1
Column	40	yes	no	*Veronica*	*dahurica*	*Pseudolysimachium*	ALTB	Ebel A.L., Verhozina A.V., Mihaylova S.I., Strelnikova T.O., Sheremetova S.A., Hrustaleva I.A., Murashko V.V.	48453	ALTB	HERBARIUM	2017-08-16	Russia	Zabaykalskiy kray. Aleksandrovo-Zavodskiy district, 13 km south- east from village Aleksandrovskiy Zavod. Nerchinskiy mountain range. Left Bank of the river Malaya Borzya, South-West the slope of the mountain Murashiha. Grass-steppe meadow	N051°48'14.30"	E118°02'42.27"			9,5	7,68	2,3832,13251,4727,46
Column	40	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	ALTB	G.V. Matyashenko	34171	ALTB	HERBARIUM	1977-08-08	Russia	Irkutskaya region, Olkhonskiy district, Olkhon island, Cape Kobyl'ja Golova (Chorin-Irgi). The North-Western slope	N053°03'44.00"	E106°54'14.00"			6,6	4,49	2,3572,07683,7644,26
Column	40	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	ALTB	G.V. Matyashenko	36885	ALTB	HERBARIUM	1976-08-01	Russia	Irkutskaya oblast, Olkhonskiy district, lake Baikal, Bay Tashkay, South-East of village Tashkay. The top of the mountain, stone fields, steppe	N053°02'37.00"	E106°28'27.00"			5,8	8,9	2,2271,99223,3948,03
Column	40	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	ALTB	L.N. Tyulina	43461	ALTB	HERBARIUM	1958-08-13	Russia	Irkutskaya oblast, Olkhonskiy district, lake Baikal, the North-Western coast of Baikal, Cape Pokoyniki. Pebble shore shaft at the lake	N054°00'31.00"	E108°12'58.00"			8,4	2,52	2,3962,06698,5782,29
Column	40	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	ALTB	L.N. Tyulina	48524	ALTB	HERBARIUM	1958-08-02	Russia	Irkutskaya oblast, Olkhonskiy district, lake Baikal, the North-Western coast of Baikal, Cape Onguren. Rocky steppe slope to the lake	N054°00'31.00"	E108°12'58.00"			10,5	11	2,2921,95621,74510,4
Column	40	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	ALTB	M.G. Azovsky	46249	ALTB	HERBARIUM	1987-07-07	Russia	Irkutskaya oblast, Olkhonskiy district, vicinities village Ozera. Meadow steppe	N052°42'00.14"	E106°21'57.90"			4,7	3,77	2,422,0848,8373,38
Column	40	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	ALTB	S.G. Kazanovsky	48525	ALTB	HERBARIUM	1999-08-05	Russia	Irkutskaya oblast, Olkhonskiy district, lake Baikal, Malomorskoe coast, 1 km West of cape Ulibra. Stony steppe					6,3	4,81	2,4142,10678,4754,4
Column	40	yes	no	*Veronica*	*arenosa*	*Pseudolysimachium*	ALTB	S.A. Dyachenko.	No.1	ALTB	HERBARIUM	2005-06-24	Mongolia	Khobdo aimak, Mongolian Altai, NE macroslope of Arshantyn-Nuruu range, vicin. oft he spring Ulyastajn-Sala; Stony slopes, meadow steppes, Caragana & Artemisia communities.	46°22' N	91°14' E	1900		9,8	9,25	1,1942,03836,9838,82
Column	40	yes	no	*Veronica*	*arenosa*	*Pseudolysimachium*	ALTB	S.A. Dyachenko & P.A. Kosachev.	No.4	ALTB	HERBARIUM	2004-06-24	Mongolia	Khobdo distr., Mongolian Altai, Shadzgaityn-Nuruu range, N macroslope, valley of the left tributary of Ulyastajn-gol; meadow and steppe slopes	46°21' N	91°41' E			11,1	3,11	1,7472,09976,8362,98
Column	40	yes	no	*Veronica*	*arenosa*	*Pseudolysimachium*	ALTB	S.A. Dyachenko & P.A. Kosachev.	No.5	ALTB	HERBARIUM	2004-07-01	Mongolia	Khobdo distr., Mongolian Altai, middle reaches of Uenchijn-gol; stony slopes, limestone rocks	46°22' N	92°07' E			10,4	6,27	2,0632,09487,7086,1
Column	40	yes	no	*Veronica*	*laeta*	*Pseudolysimachium*	ALTB	Shmakov A. I., Ebel A. L. Kashcheev, M., Dyachenko S., Soloviev A.	No.2	ALTB	HERBARIUM	1991-07-21	Kazakhstan	Taldy-Kurganskaya oblast, Dzungarian Alatau, Kapal'skiy district, the upper river Sarkand, steppe slope of Western exposure					9,5	8,35	2,2652,04105,228,13
Column	40	yes	no	*Veronica*	*laeta*	*Pseudolysimachium*	ALTB	Shmakov A. I., Ebel A. L. Kashcheev, M., Dyachenko S., Soloviev A.	No.4	ALTB	HERBARIUM	1991-07-21	Kazakhstan	Taldy-Kurganskaya oblast, Dzungarian Alatau, Kapal'skiy district, the upper river Sarkand, steppe slope of Western exposure					9,2	23,8	2,1822,04791,14622,3
Column	40	yes	no	*Veronica*	*laeta*	*Pseudolysimachium*	ALTB	Shmakov A. I., Ebel A. L. Kashcheev, M., Dyachenko S., Soloviev A.	No.5	ALTB	HERBARIUM	1991-07-21	Kazakhstan	Taldy-Kurganskaya oblast, Dzungarian Alatau, Kapal'skiy district, the upper river Sarkand, steppe slope of Western exposure					10	15,2	2,1892,02468,18214,8
Column	40	yes	no	*Veronica*	*alatavica*	*Pseudolysimachium*	ALTB	Laz'kov G.A.	s.n.	ALTB	HERBARIUM	2004-08-10	Kirgizstan	Kungey Ala-too, river Chok-Aksu					10,1	11,8	2,0142,053142,5911,1
Column	40	yes	no	*Veronica*	*grisea*	*Pseudolysimachium*	ALTB	V. Byalt, V. Nikitin, I. Illarionova, V. Shaulo & al.	No. 415	ALTB	HERBARIUM	2003-07-01_02	Russia	Tuva, Dzun-Khemchiksky distr., road Kyzyl-Shagonar, rv. Shemi. Sands and pebbles on banks	51°16' N	91°11' E	766		8,5	16,8	2,122,06930,07716,4
Column	40	yes	yes	*Veronica*	*altaica*	*Pseudolysimachium*	OLD00641	Kamelin, R.V.; Shmakov, A.I.; Dorofeev, V.I.; Smirnov, S.V.; Chubarov, I.; Antonjuk, E.; Kosachev, P. & Kuzev, M.G.	s.n.	OLD	HERBARIUM	2000-07-02	Russia	Altaiskii krai, Krasnoschekovskii district, vicinity village Kharlovo, right bank river Charysh	51°41' N	82°49' E			9,8	1,91	2,2652,07430,691,88
Column	40	yes	yes	*Veronica*	*barrelieri* (likely: *steppacea*)	*Pseudolysimachium*	OLD02924	Stepura (?)	126539	OLD	HERBARIUM	1962-06-15	Ukraine	Donetsk Region, Novoazovskiy District, Khomutovsty Steppe Nature Reserve					10,7	2,26	1,9682,09417,8332,12
Column	40	yes	yes	*Veronica*	*chamaedrys*	*Chamaedrys*	OLD00661	Buldakova; Paschenko	s.n.	OLD	HERBARIUM	1985-07-03	Russia	Altaiskii krai, Kurjinskii district, vicinity village 8 Marta, lake Beloe					6,6	1,55	2,3271,997145,8311,28
Column	40	yes	no	*Veronica*	*chamaedrys*	*Chamaedrys*	OLD00662	Buldakova; Paschenko	s.n.	OLD	HERBARIUM	1985-07-04	Russia	Altaiskii krai, Kurjinskii district, mountain Sinjucha; mixed forest					3,5	29	2,0741,96230,62526,1
Column	40	yes	no	*Veronica*	*chamaedrys*	*Chamaedrys*	OLD00663	Tamilova	s.n.	OLD	HERBARIUM	1987-06-22	Russia	Altaiskii krai, vicinity of station Povaliha; marge					5,4	4,75	2,0661,88140,5674,3
Column	40	yes	no	*Veronica*	*chamaedrys* subsp. *chamaedrys*	*Chamaedrys*	OLD00524	Mikoláš, V.	7083	OLD	HERBARIUM	1992-08-06	Slovakia	Slovakia centralis, Západné Tatry Mts., Zuberec village, Javorina Mt. (S of Osobitá Mt.)	49°15'23"N	19°43'23"E	1530		10,3	13,4	1,8951,9264,01212,3
Column	40	yes	no	*Veronica*	*chamaedrys* var. *Villosa* Mikoláš ined.	*Chamaedrys*	OLD01107	Mikoláš, V.	16018	OLD	HERBARIUM	1986-05-01	Slovakia	Slovakia orientalis, Košice, Botanical Garden of University of P.J.Šafárika, at terraces	48°44'07"N	21°14'10"E	280		5,6	19,1	2,31,98683,77817,7
Column	40	yes	no	*Veronica*	*densiflora*	*Stenocarpon*	OLD00664	Kamelin, R.V.; Shmakov, A.I.; Dorofeev, V.I.; Goljakov, P.; Solovjev, A.; Kascheev, M. Luchkin, E. & Smirnov, S.	s.n.	OLD	HERBARIUM	1995-07-06	Russia	Republic Altai, Kosh-Agachskii district, Chikhacheva ridge, pass Bugusun; alpine meadows	50°11' N	89°25' E			5,7	15,7	2,3311,99433,20814,3
Column	40	yes	yes	*Veronica*	*filifolia*	*Pentasepalae*	OLD02902	Kotov, M. and Omeltchuk, T.	s.n. Dups.: 05/10	OLD	HERBARIUM	1958-05-28	Ukraine	West Transcaucasia, Novorosijsk, Range Markotch; on the limestone					10,3	6,84	1,711,94814,476,24
Column	40	yes	yes	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	OLD02906	Klokov, M.	126570 Dups.: 05/10	OLD	HERBARIUM	1973-07-30	Ukraine	Kyiv Reg., station Klavdiievo; Pine-wideleaf forests					9,3	0,96	2,3962,00542,630,863
Column	40	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	OLD02907	Klokov, M. and Dubovik, O.	s.n. Dups.: 03/07	OLD	HERBARIUM	1973-07-18	Ukraine	Kyiv Reg., Irpin'; Pine-wideleaf forestes the other side of the river Irpin					10,2	NA	2,0611,87677,253NA
Column	40	yes	no	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	OLD02909	Tkatchenko, V.	s.n. Dups.: 07/07	OLD	HERBARIUM	1963-07-04	Ukraine	Lugansk Reg., Stanichno-Luganske; Steppe slopes on the right shore of the Severskyi Donetz River					10,4	23,2	2,0191,98552,32622
Column	40	yes	no	*Veronica*	*kiusiana*	*Pseudolysimachium*	OLD00365	Albach, D.C.	1060	OLD	HERBARIUM	2008-06-02	Korea	Botanischer Garten Mainz; cultivated from seeds ex Botanical Garden Yeomiji, Korea					11,1	4,58	2,0822,06986,554,23
Column	40	yes	no	*Veronica*	*kiusiana* var. *maxima*	*Pseudolysimachium*	OLD00213	Albach, D.C.	1040	OLD	HERBARIUM	2007-05-29	Germany	cultivated at Botanical Garden Mainz, ex BG Bonn, XX-0-Bonn-22013				2	10,5	7,29	1,0711,7827,4647,17
Column	40	yes	no	*Veronica*	*linariifolia*	*Pseudolysimachium*	OLD00370	Albach, D.C. & Zhao, L.	1214	OLD	HERBARIUM	2011-07-17	China	Shaanxi prov., Ningshan County; outside Jiankou; open vegetation next to fields	33.653N	108.646E	800		8,8	6,84	2,252,09234,2126,52
Column	40	yes	yes	*Veronica*	*maeotica*	*Pseudolysimachium*	OLD01194	Albach, D.C., Thielen, N., Mosyakin, S., Mosyakin, A.	1486	OLD	HERBARIUM	2016-07-01	Ukraine	Oblast Kiew: Koncha Zaspa meadows; clearing in pine forest margin, mossy	50°19,796' N	30°34,064' E	102	2	5,7	1,96	2,3482,118113,261,85
Column	40	yes	no	*Veronica*	*paczoskiana*	*Pseudolysimachium*	OLD02915	Klokov, M. and Zoz, I.	s.n. Dups.: 07/07	OLD	HERBARIUM	1976-07-28	Ukraine	Kcharkiv Reg., Zmiivskyi Distr., villae Skrypaji; Pine forest					10,2	11,2	1,3911,79214,55810,5
Column	40	yes	no	*Veronica*	*paczoskiana*	*Pseudolysimachium*	OLD02916	Klokov, M. and Dubovik, O.	s.n. Dups.: 03/38	OLD	HERBARIUM	1973-07-20	Ukraine	Station Maljutinka near Kyiv sity; Pine forest					11,8	2,75	2,0852,02256,4482,48
Column	40	yes	no	*Veronica*	*paczoskiana*	*Pseudolysimachium*	OLD02919	Klokov, M. and Dubovik, O.	s.n. Dups.: 28/38	OLD	HERBARIUM	1973-07-20	Ukraine	Station Maljutinka near Kyiv sity; Pine forest					10,4	4,77	2,172,02194,7524,45
Column	40	yes	no	*Veronica*	*paczoskiana*	*Pseudolysimachium*	OLD02923	Klokov, M. and Dubovyk, O.	126441 Dups.: 38/38	OLD	HERBARIUM	1973-07-20	Ukraine	near Kyiv (Kiev), Malyutynka railway station; Pine forest					9	8,37	2,1571,95836,7667,84
Column	40	yes	yes	*Veronica*	*paczoskiana*	*Pseudolysimachium*	OLD02925	Klokov, M. and Zoz, I.	126428	OLD	HERBARIUM	1976-06-25	Ukraine	Kharkiv Region, Zmiyiv District, Skrypayi village; pine forest					11,2	4,48	2,3322,0740,9624,26
Column	40	yes	no	*Veronica*	*pseudoorchidea*	*Pseudolysimachium*	OLD01227	Albach, D.C., Thielen, N., Mosyakin, S., Mosyakin, A. & Kuzemko, A.	1463b	OLD	HERBARIUM	2016-06-25	Ukraine	Oblast Kirowohrad: Ulianivka (Blagovischensk) District, near Kamiangyy Brid (village); meadow	48°14,831' N	30°11,596' E	130	2	9,3	3,4	2,3732,08227,673,34
Column	40	yes	yes	*Veronica*	*pseudoorchidea*	*Pseudolysimachium*	OLD02899	Shiyan, N.M. and Zavyalova, L.V.	NSh: 001978, "1/2"	OLD	HERBARIUM	2013-06-26	Ukraine	Chernigiv Region, near town Ichnya, Ichnya National Park; damp meadow	50.837432' N	32.36892' E			9	3,43	2,3072,07889,4873,4
Column	40	yes	yes	*Veronica*	*schmakovii*	*Pseudolysimachium*	OLD00666; AJUK 3321	Kamelin, R.V.; Shmakov, A.I.; Smirnov, S.; Kosachev, P.; Tichonov, D. & Antonjuk, E.	s.n.	OLD	HERBARIUM	1998-07-28	Russia	Republic Altai, Kosh-Agachskii district, Plateau Ukok, lower reaches river Kara-Bulak near frontier Ak-Alacha	49°16' N	87°28' E			9,8	9,87	2,0991,98916,7119,61
Column	40	yes	no	*Veronica*	*schmakovii*	*Pseudolysimachium*	OLD00659	Shmakov, A.I.; Dorofeev, V.I.; Kuzev, M.G.; Djachenko, S.A.; German, D.A.; Borodina-Grabovskaja, A.E.; Chubarov, I.N.; Kostjukov, S.A.; Usik, N. A. & Kosachev, P.A.	715 (individual I3)	OLD	HERBARIUM	2001-07-28	Mongolia	Bajan-Ulegejskii ajmak, Mongolskii Altai ridge, North-Western slopes of the peaks 3321	48°43,5' N	88°05' E		2	9,5	1,76	2,1972,03159,2011,66
Column	40	yes	yes	*Veronica*	*schmidtiana*	*Pseudolysimachium*	OLD00346	Albach, D.C.	1043	OLD	HERBARIUM	2008-04-16	Germany	cultivated in Botanical Garden, University of Mainz ex BG Tübingen (172/813), 2005					9,8	10,4	2,4032,12200,07710,1
Column	40	yes	no	*Veronica*	*sclerophylla*	*Pentasepalae*	OLD02911	Kuznetzova, G.	s.n. Dups.: 08/09	OLD	HERBARIUM	1958-05-23	Ukraine	Donetzk Reg., Novoazovskiy Distr., Nature Reserve "Kchomutovski Steppe"					7,7	20,4	1,7651,7727,34121,8
Column	40	yes	no	*Veronica*	*serpyllifolia*	*Beccabunga*	OLD01118	Raimaondo, F.M.; Jury, S.L.; Gebauer, R.; Charpin, A.; Brullo, S.; Hofmann, H.; Mastracci, M.; Lakusic, D.; Pérez Caro, E.; Minissale, P.; ...	1228	OLD	HERBARIUM	1990-06-05	Italy	Madonie: Piano Battaglia, calcareous soil	37°52' N	14°00' E	1550		7,9	9,67	2,0731,99161,6148,94
Incubation time 2h	120	no	yes	*Veronica*	*altaica*	*Pseudolysimachium*	OLD00641	Kamelin, R.V.; Shmakov, A.I.; Dorofeev, V.I.; Smirnov, S.V.; Chubarov, I.; Antonjuk, E.; Kosachev, P. & Kuzev, M.G.	s.n.	OLD	HERBARIUM	2000-07-02	Russia	Altaiskii krai, Krasnoschekovskii district, vicinity village Kharlovo, right bank river Charysh	51°41' N	82°49' E			10,6	4,72	0,7611,7557,0544,73
Incubation time 2h	120	no	yes	*Veronica*	*barrelieri* (likely: *steppacea*)	*Pseudolysimachium*	OLD02924	Stepura (?)	126539	OLD	HERBARIUM	1962-06-15	Ukraine	Donetsk Region, Novoazovskiy District, Khomutovsty Steppe Nature Reserve					9,8	1,11	0,9741,84123,7521,1
Incubation time 2h	120	no	yes	*Veronica*	*chamaedrys*	*Chamaedrys*	OLD00661	Buldakova; Paschenko	s.n.	OLD	HERBARIUM	1985-07-03	Russia	Altaiskii krai, Kurjinskii district, vicinity village 8 Marta, lake Beloe					7,1	1,26	1,5991,75112,9971,19
Incubation time 2h	120	no	yes	*Veronica*	*filifolia*	*Pentasepalae*	OLD02902	Kotov, M. and Omeltchuk, T.	s.n. Dups.: 05/10	OLD	HERBARIUM	1958-05-28	Ukraine	West Transcaucasia, Novorosijsk, Range Markotch; on the limestone					10,1	1,03	0,8671,83922,2691,02
Incubation time 2h	120	no	yes	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	OLD02906	Klokov, M.	126570 Dups.: 05/10	OLD	HERBARIUM	1973-07-30	Ukraine	Kyiv Reg., station Klavdiievo; Pine-broadleaf forests					10,9	2,2	1,0721,76218,8212,23
Incubation time 2h	120	no	yes	*Veronica*	*maeotica*	*Pseudolysimachium*	OLD01194	Albach, D.C., Thielen, N., Mosyakin, S., Mosyakin, A.	1486	OLD	HERBARIUM	2016-07-01	Ukraine	Oblast Kiew: Koncha zaspa meadows; clearing in pine forest margin, mossy	50°19,796' N	30°34,064' E	102	2	9,3	6,17	1,8361,85419,6066,09
Incubation time 2h	120	no	yes	*Veronica*	*paczoskiana*	*Pseudolysimachium*	OLD02925	Klokov, M. and Zoz, I.	126428	OLD	HERBARIUM	1976-06-25	Ukraine	Kharkiv Region, Zmiyiv District, Skrypayi village; pine forest					10,6	0,115	0,4251,3965,1470,114
Incubation time 2h	120	no	yes	*Veronica*	*pseudoorchidea*	*Pseudolysimachium*	OLD02899	Shiyan, N.M. and Zavyalova, L.V.	NSh: 001978, "1/2"	OLD	HERBARIUM	2013-06-26	Ukraine	Chernigiv Region, near town Ichnya, Ichnya National Park; damp meadow	50.837432' N	32.36892' E			10,9	3,63	1,8011,87731,1013,69
Incubation time 2h	120	no	yes	*Veronica*	*schmakovii*	*Pseudolysimachium*	OLD00666; AJUK 3321	Kamelin, R.V.; Shmakov, A.I.; Smirnov, S.; Kosachev, P.; Tichonov, D. & Antonjuk, E.	s.n.	OLD	HERBARIUM	1998-07-28	Russia	Republic Altai, Kosh-Agachskii district, Plateau Ukok, lower reaches river Kara-Bulak near frontier Ak-Alacha	49°16' N	87°28' E			8,7	3,09	1,7711,94846,3692,91
Incubation time 2h	120	no	yes	*Veronica*	*schmidtiana*	*Pseudolysimachium*	OLD00346	Albach, D.C.	1043	OLD	HERBARIUM	2008-04-16	Germany	cultivated in Botanical Garden, University of Mainz ex BG Tübingen (172/813), 2005					9,8	0,829	1,1871,90915,5050,808
Incubation time 4h	240	no	yes	*Veronica*	*altaica*	*Pseudolysimachium*	OLD00641	Kamelin, R.V.; Shmakov, A.I.; Dorofeev, V.I.; Smirnov, S.V.; Chubarov, I.; Antonjuk, E.; Kosachev, P. & Kuzev, M.G.	s.n.	OLD	HERBARIUM	2000-07-02	Russia	Altaiskii krai, Krasnoschekovskii district, vicinity village Kharlovo, right bank river Charysh	51°41' N	82°49' E			7,4	1,92	1,2282,02924,2131,9
Incubation time 4h	240	no	yes	*Veronica*	*barrelieri* (likely: *steppacea*)	*Pseudolysimachium*	OLD02924	Stepura (?)	126539	OLD	HERBARIUM	1962-06-15	Ukraine	Donetsk Region, Novoazovskiy District, Khomutovsty Steppe Nature Reserve					10,7	3,24	1,6431,86733,7783,22
Incubation time 4h	240	no	yes	*Veronica*	*chamaedrys*	*Chamaedrys*	OLD00661	Buldakova; Paschenko	s.n.	OLD	HERBARIUM	1985-07-03	Russia	Altaiskii krai, Kurjinskii district, vicinity village 8 Marta, lake Beloe					6,3	2,28	0,9352,02725,9542,25
Incubation time 4h	240	no	yes	*Veronica*	*filifolia*	*Pentasepalae*	OLD02902	Kotov, M. and Omeltchuk, T.	s.n. Dups.: 05/10	OLD	HERBARIUM	1958-05-28	Ukraine	West Transcaucasia, Novorosijsk, Range Markotch; on the limestone					9,3	0,896	0,7481,8418,5030,885
Incubation time 4h	240	no	yes	*Veronica*	*incana*	*Pseudolysimachium*	OLD02906	Klokov, M.	126570 Dups.: 05/10	OLD	HERBARIUM	1973-07-30	Ukraine	Kyiv Reg., station Klavdiievo; Pine-broadleaf forests					10,9	5,26	1,191,89753,5615,23
Incubation time 4h	240	no	yes	*Veronica*	*maeotica*	*Pseudolysimachium*	OLD01194	Albach, D.C., Thielen, N., Mosyakin, S., Mosyakin, A.	1486	OLD	HERBARIUM	2016-07-01	Ukraine	Oblast Kiew: Koncha Zaspa meadows; clearing in pine forest margin, mossy	50°19,796' N	30°34,064' E	102	2	10,5	3,55	1,8931,97830,4073,52
Incubation time 4h	240	no	yes	*Veronica*	*paczoskiana*	*Pseudolysimachium*	OLD02925	Klokov, M. and Zoz, I.	126428	OLD	HERBARIUM	1976-06-25	Ukraine	Kharkiv Region, Zmiyiv District, Skrypayi village; pine forest					9,5	0,613	0,5291,77132,0740,605
Incubation time 4h	240	no	yes	*Veronica*	*pseudoorchidea*	*Pseudolysimachium*	OLD02899	Shiyan, N.M. and Zavyalova, L.V.	NSh: 001978, "1/2"	OLD	HERBARIUM	2013-06-26	Ukraine	Chernigiv Region, near town Ichnya, Ichnya National Park; damp meadow	50.837432' N	32.36892' E			8,5	5,92	1,0341,92944,7115,82
Incubation time 4h	240	no	yes	*Veronica*	*schmakovii*	*Pseudolysimachium*	OLD00666; AJUK 3321	Kamelin, R.V.; Shmakov, A.I.; Smirnov, S.; Kosachev, P.; Tichonov, D. & Antonjuk, E.	s.n.	OLD	HERBARIUM	1998-07-28	Russia	Republic Altai, Kosh-Agachskii district, Plateau Ukok, lower reaches river Kara-Bulak near frontier Ak-Alacha	49°16' N	87°28' E			7,5	3,4	1,3151,95250,393,37
Incubation time 4h	240	no	yes	*Veronica*	*schmidtiana*	*Pseudolysimachium*	OLD00346	Albach, D.C.	1043	OLD	HERBARIUM	2008-04-16	Germany	cultivated in Botanical Garden, University of Mainz ex BG Tübingen (172/813), 2005					8,7	2,68	1,0161,85923,0682,63