

СОДЕРЖАНИЕ

Том 56, номер 6, 2022

БИОРАЗНООБРАЗИЕ, СИСТЕМАТИКА, ЭКОЛОГИЯ

- Новые виды для микобиот регионов России. 7. Информационное сообщение – 2022
*С. В. Волобуев, С. Ю. Большаков, Л. Б. Калинина, В. И. Капитонов,
Е. С. Попов, И. С. Саркина, Ю. А. Ребриев, А. В. Леострин,
А. А. Ефимова, Н. В. Шахова, О. Н. Ежов, Л. Г. Исаева,
О. Е. Крючкова, И. В. Змитрович* 383
- Род *Perichaena* (*Mухомycetes, Trichiales, Arcyriaceae*): таксономическая история
и рекомендации по идентификации морфовидов
*Е. С. Губанов, В. И. Гмошинский, Ф. М. Бортников,
А. В. Матвеев, Ю. К. Новожиллов* 393
- Новые и интересные находки афиллофороидных грибов
на территории плато Гуниб (Дагестан, Россия)
Ю. Ю. Иванушенко, С. В. Волобуев 411
- Гербарий грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН.
X. Типовые образцы таксонов порядка *Boletales*
Л. Б. Калинина, Е. А. Паломожных, Е. С. Попов 419
-

ГРИБЫ – ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ

- Электронный ключ для идентификации грибов рода *Alternaria*,
распространенных в России
Ф. Б. Ганнибал, А. С. Орина 431
- Видовой состав возбудителей септориозов пшеницы в европейской части
России и идентификация генов-эффекторов *SnToxA, SnTox1* и *SnTox3*
*Ю. В. Зеленева, И. Б. Аблова, В. П. Судникова,
Л. М. Мохова, Э. А. Конькова* 441
-

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

- Микологическое наследие Иоганна Буксбаума. 5. Грибы, описанные
в четвертой “Центурии” (1733). 3. Руссулоидные виды, три истинных
и четвертый, неверно интерпретированный Линнеем
И. В. Змитрович, А. К. Сытин 448
- Новые для Крымского полуострова виды афиллофороидных грибов
И. В. Ставищенко, И. С. Саркина 452
-
-

Contents

Vol. 56, No. 6, 2022

BIODIVERSITY, TAXONOMY, ECOLOGY

- New species for regional mycobiotas of Russia. 7. Report 2022
*S. V. Volobuev, S. Yu. Bolshakov, L. B. Kalinina, V. I. Kapitonov,
E. S. Popov, I. S. Sarkina, Yu. A. Rebriev, A. V. Leostrin, A. A. Efimova,
N. V. Shakhova, O. N. Ezhov, L. G. Isaeva, O. E. Kryuchkova, I. V. Zmitrovich* 383
- Genus *Perichaena* (*Myxomycetes, Trichiales, Arcyriaceae*): nomenclature
history and recommendations for morphospecies identification
*E. S. Gubanov, V. I. Gmoshinskiy, F. M. Bortnikov,
A. V. Matveev, Yu. K. Novozhilov* 393
- New and noteworthy records of aphyllorphoroid fungi from the Gunib
Plateau (Dagestan, Russia)
Yu. Yu. Ivanushenko, S. V. Volobuev 411
- Fungal herbarium of Komarov Botanical Institute RAS.
X. Types of *Boletales* taxa
L. B. Kalinina, E. A. Palomozhnykh, E. S. Popov 419
-

PHYTOPATHOGENIC FUNGI

- An electronic key for identification of *Alternaria* fungi common in Russia
Ph. B. Gannibal, A. S. Orina 431
- Species composition of wheat *Septoria* pathogens in the European part
of Russia and identifying *SnToxA*, *SnTox1*, and *SnTox3* effector genes
Yu. V. Zeleneva, I. B. Ablova, V. P. Sudnikova, L. M. Mokhova, E. A. Konkova 441
-

SHORT COMMUNICATIONS

- Mycological heritage of Johann Buxbaum. 5. Fungi described
in the fourth "Centuria" issue (1733). 3. Russuloid species, three are true ones,
one in Linnaean misinterpretation
I. V. Zmitrovich, A. K. Sytin 448
- New to the Crimea Peninsula species of aphyllorphoroid fungi
I. V. Stavishenko, I. S. Sarkina 452
-
-

БИОРАЗНООБРАЗИЕ, СИСТЕМАТИКА, ЭКОЛОГИЯ

УДК 582.28 : 581.95 (470 + 571)

NEW SPECIES FOR REGIONAL MYCOBIOTAS OF RUSSIA. 7. REPORT 2022

© 2022 S. V. Volobuev^{1,*}, S. Yu. Bolshakov^{1,**}, L. B. Kalinina^{1,2,***}, V. I. Kapitonov^{3,****},
E. S. Popov^{1,*****}, I. S. Sarkina^{4,*****}, Yu. A. Rebriev^{5,*****}, A. V. Leostrin^{1,*****},
A. A. Efimova^{6,*****}, N. V. Shakhova^{1,*****}, O. N. Ezhov^{7,*****},
L. G. Isaeva^{8,*****}, O. E. Kryuchkova^{9,*****}, and I. V. Zmitrovich^{1,*****}

¹Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, 197376 St. Petersburg, Russia

²Polistovsky State Nature Reserve, 182840 Bezhanitsy, Russia

³Tobolsk Complex Scientific Station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 626152 Tobolsk, Russia

⁴Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, 298648 Yalta, Russia

⁵Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, 344006 Rostov-on-Don, Russia

⁶Kostroma State Historical, Architectural and Art Museum-Reserve (Department of Nature), 156000 Kostroma, Russia

⁷N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, 163000 Arkhangelsk, Russia

⁸Institute of North Industrial Ecology Problems – subdivision of the Federal Research Centre

“Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences”, 184209 Apatity, Russia

⁹Siberian Federal University, 660041 Krasnoyarsk, Russia

*e-mail: sergvolobuev@binran.ru

**e-mail: sbolshakov@binran.ru

***e-mail: lkalinina@binran.ru

****e-mail: kvi@udsu.ru

*****e-mail: epopov@binran.ru

*****e-mail: maslov_ivan@mail.ru

*****e-mail: rebriev@yandex.ru

*****e-mail: aleostrin@binran.ru

*****e-mail: anef-lita@yandex.ru

*****e-mail: nshakhova@binran.ru

*****e-mail: olegezhik@gmail.com

*****e-mail: isaeva@inep.ksc.ru

*****e-mail: okryuchkova@sfu-kras.ru

*****e-mail: iv_zmitrovich@mail.ru

Received May 13, 2022; revised May 20, 2022; accepted June 7, 2022

A total of 8 ascomycete and 63 basidiomycete species have been recorded for the first time from 14 administrative regions of Russia: Republic of Crimea (6), Republic of Mordovia (16), Krasnoyarsk Krai (4), Stavropol Krai (1), Arkhangelsk Oblast (2), Bryansk Oblast (5), Irkutsk Oblast (1), Kaluga Oblast (3), Kursk Oblast (2), Kostroma Oblast (10), Murmansk Oblast (1), Oryol Oblast (1), Pskov Oblast (9), Tyumen Oblast (11 species). An annotated species list containing the data on location, substrate, habitat type and voucher numbers is provided. *Entoloma bryorum* is reported as the first record in Russia. *Hypoxylon petriniae* and *Leucoagaricus croceovelutinus* are recorded in Russia for the second time. *Acanthophysellum minor*, *Postia romellii*, and *Tomentellopsis pulchella* are reported for the third time. Sequences of ITS nuclear ribosomal DNA from studied specimens of *Entoloma bryorum*, *Mycena rosella*, and *Pycnoporellus fulgens* have been generated and submitted to the GenBank database.

Keywords: Ascomycota, Basidiomycota, biodiversity, DNA barcodes, fungal distribution, Russia

DOI: 10.31857/S0026364822060101

INTRODUCTION

The present report is the seventh in the series of articles devoted to the new regional records of fungi (Bolshakov et al., 2016, 2018, 2020; Svetasheva et al., 2017; Volobuev et al., 2019, 2021a).

An annotation record includes the data on species location, substrate, habitat, and herbarium documentation. The material was loaded in LE (Saint Petersburg), AR (Arkhangelsk), HMNR (Pushta), and INEP (Apatity) herbaria. Duplicates of all specimens are stored in LE.

MATERIALS AND METHODS

Material was collected and identified using light microscopy technique by the authors abbreviated as follows: Sergey V. Volobuev (SV), Sergey Yu. Bolshakov (SB), Lyudmila B. Kalinina (LK), Vladimir I. Kapitov (VK), Eugene S. Popov (EP), Irina S. Sarkina (IS), Artyom V. Leostin (AL), Anna A. Efimova (AE), and other persons indicated in the text.

To shorten the names of administrative regions of Russia we have used the international standard codes ISO 3166-2:RU (ISO, 2010). Republic of Crimea was abbreviated as KM.

Data on the fungal species distribution in Russia is based on the updated database on *Agaricomycetes* diversity (Bolshakov et al., 2017, 2021) as well as other papers partly referenced in previous reports (Bolshakov et al., 2016; Svetasheva et al., 2017). Species registered for more than 30 regions are noted as widespread species.

Molecular identity of some studied specimens has been confirmed by ITS nrDNA sequence analysis. DNA extraction, PCR amplification and sequencing were performed followed Volobuev et al. (2021b). Newly generated sequences were submitted to GenBank.

RESULTS

ASCOMYCOTA

DOTHIDEOMYCETES

Catinellales

Catinella olivacea (Batsch) Boud. – new to Kaluga Oblast.

Distribution in Russia: BRY, DA, IVA, MO, MOS, KIR, PRI, PSK, STA, TA.

Specimen examined: Kaluga Oblast, Ulyanovsky District, Kaluzhskiye Zaseki Nature Reserve, southern area, vicinity of Yagodnoye village, 53.54804° N, 35.66732° E, on fallen trunk of *Populus tremula* (III) in polydominant broad-leaved forest, 01.08.2020, coll. SV, det. EP (LE F-342461).

SORDARIOMYCETES

Xylariales

Daldinia childiae J.D. Rogers et Y.M. Ju – new to Bryansk Oblast.

Distribution in Russia: AD, LIP, ROS.

Specimen examined: Bryansk Oblast, Suzemsky District, Bryansky Les Nature Reserve, environs of Chukhray village, 52.46207° N, 33.85548° E, on fallen trunk of *Ulmus* sp. in polydominant broad-leaved forest, 10.08.2015, coll. and det. EP (LE 294643).

Eutypa lata (Pers.) Tul. et C. Tul. – new to Kursk Oblast.

Distribution in Russia: AMU, KDA, KHA, LEN, MUR, PRI, SAK, SMO, SPE, SVE, TVE.

Specimen examined: Kursk Oblast, Kursky District, Tsentralno-Chernozyomny Nature Reserve, environs of Zapovedny, Dubroshina, 51.56618° N, 36.08818° E, on bark of a fallen trunk of *Fraxinus excelsior* in polydominant broad-leaved forest, 15.08.2015, coll. and det. EP (LE 294623).

Hypoxylon cercidicola (Berk. et M.A. Curtis ex Peck) Y.M. Ju et J.D. Rogers – new to Bryansk Oblast.

Distribution in Russia: AD, KHA, PRI.

Specimen examined: Bryansk Oblast, Suzemsky District, Bryansky Les Nature Reserve, environs of Chukhray village, 52.44871° N, 33.84248° E, on bark of a fallen trunk of *Fraxinus excelsior* in polydominant broad-leaved forest, 08.08.2015, coll. and det. EP (LE 294576).

H. fuscum (Pers.) Fr. – new to Oryol Oblast.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimens examined: Oryol Oblast, Korsakovsky District, vicinity of Novomalinovo village, Golovkina Dubrava protected forest area, 53.21205° N, 37.29017° E, on fallen stem of *Corylus avellana* in polydominant broad-leaved forest (*Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*), 30.07.2011, coll. SV, det. EP (LE F-342477); Novoderevenkovsky District, vicinity of Mokhovoye village, Shatilovskiy les Nature Sanctuary, 53.04658° N, 37.34414° E, on fallen stem of *Corylus avellana* in herb-rich larch stands, 24.07.2011, coll. SV, det. EP (LE F-342475); Novosilsky District, Dubovshchina protected forest area, 53.03064° N, 37.19853° E, on fallen stem of *Corylus avellana* in oak forest mixed with aspen and maple, 09.08.2011, coll. SV, det. EP (LE F-342476).

H. howeanum Peck – new to Bryansk Oblast and Stavropol Krai.

Distribution in Russia: AMU, KHA, KDA, KYA, MOS, PRI, ROS, SE, SMO, SPE, TUL.

Specimens examined: Bryansk Oblast, Suzemsky District, Bryansky Les Nature Reserve, environs of Chukhray village, 52.44871° N, 33.84248° E, on fallen stem of *Corylus avellana* in polydominant broad-leaved forest, 08.08.2015, coll. and det. EP (LE 294577); Stavropol Krai, Kochubeyevsky District, Stavropolsky forest-steppe Nature Sanctuary, the upper reaches of the Krasnoyarskaya ravine near Novokaterinovskaya village, 44.78663° N, 42.02627° E, on fallen branch of *Carpinus betulus* in polydominant broad-leaved forest (*Fagus orientalis*, *Carpinus betulus*, *Quercus robur*), 21.08.2013, coll. and det. EP (LE 294669).

H. petriniae M. Stadler et J. Fourn. – new to Kursk Oblast.

Distribution in Russia: STA.

Specimen examined: Kursk Oblast, Kursky District, Tsentralno-Chernozyomny Nature Reserve, environs of Zapovedny, Dubroshina, 51.56618° N, 36.08818° E, on bark of a fallen trunk of *Fraxinus excelsior* in polydominant broad-leaved forest, 15.08.2015, coll. and det. EP (LE 294595).

Xylaria hypoxylon (L.) Grev. – new to Kaluga Oblast.

Distribution in Russia: BEL, BU, KC, KGD, KM, LEN, LIP, MOS, MOW, PRI, PSK, ROS, SPE, STA, TUL.

Specimen examined: Kaluga Oblast, Ulyanovsky District, Kaluzhskiye Zaseki Nature Reserve, southern area, vicinity of Trud former village, 53.62389° N, 35.86757° E, on fallen trunk of *Fraxinus excelsior* in polydominant broad-leaved forest, 04.08.2020, coll. SV, det. EP (LE F-342462).

BASIDIOMYCOTA**AGARICOMYCETES***Agaricales*

Agaricus campestris var. *squamulosus* (Rea) Pilát – new to Republic of Crimea.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimen examined: Republic of Crimea, Yalta Urban Okrug, the Nikitsky Botanical Gardens, Cape Martyan Reserve, 44.5097° N, 34.25137° E, on solid soil under *Juniperus excelsa*, 30.12.2020, coll. and det. IS (LE F-342480).

Aspropaxillus lepistoides (Maire) Kühner et Maire – new to Republic of Crimea.

Distribution in Russia: KYA, MOS, PNZ, ROS.

Specimen examined: Republic of Crimea, Alushta, 44.69666° N, 34.39538° E, on soil in the edge of hornbeam-oak forest, 06.04.2021, coll. I.I. Salyuk, det. IS (LE F-342479).

Calvatia turneri (Ellis et Everh.) Demoulin et M. Lange – new to Krasnoyarsk Krai.

Distribution in Russia: AL, ALT, ARK, CHU, KAM, KO, MAG, SVE, TYU, YAN.

Specimen examined: Krasnoyarsk Krai, Shushensky District, Sayano-Shushensky Nature Reserve, the mouth of the Malaya Golaya river, 52.3209° N, 92.3050° E, on soil in tundra, 04.08.1984, coll. A.E. Kovalenko, det. Yu.A. Rebriv (LE 254242).

Crepidotus caspari Velen. – new to Pskov Oblast.

Distribution in Russia: AMU, BEL, KHA, KYA, LEN, MAG, MOS, NGR, NVS, ORE, PRI, ROS, RYA, SAM, SPE, SVE, TOM, TUL, TVE, ULY, YAN, YEV.

Specimens examined: Pskov Oblast, Bezhanitsky District, Polistovsky Nature Reserve, Slepethoe stow, 57.08287° N, 30.5193° E, on wood in spruce forest with *Tilia cordata* and *Sorbus aucuparia* in undergrowth, 09.08.2021, coll. and det. LK (LE F-332219); 57.08334° N, 30.51969° E, on wood in aspen forest with *Picea* sp., *Tilia cordata*, *Corylus avellana*, 09.08.2021, coll. and det. LK (LE F-332218).

Cristinia helvetica (Pers.) Parmasto – new to Tyumen Oblast.

Distribution in Russia: ARK, DA, KO, KR, LEN, NIZ, NVS, ORL, PER, PRI, SAK, SPE, SVE, TA, TVE, VGG, VLG, VOR.

Specimen examined: Tyumen Oblast, Tobolsk, 58.19369° N, 68.23838° E, on rotten dead log in wasteland overgrown with *Acer negundo*, 06.08.2021, coll. and det. VK (LE F-342494).

Entoloma bryorum Romagn. – new to Pskov Oblast.

Distribution in Russia: New to Russia.

Specimens examined: Pskov Oblast, Bezhanitsky District, Tsevlo village, 57.05058° N, 30.27373° E, on soil under old-growth *Tilia cordata* in old manor park, 05.09.2019, coll. and det. LK (LE F-332068, GenBank accession number – OP219718); 57.05113° N, 30.27384° E, on soil under old-growth *Tilia cordata* in old manor park, 07.09.2019, coll. and det. LK (LE F-332069, fig. 1, a – c, GenBank accession number – OP219715).

E. sinuatum (Bull. ex Pers.) P. Kumm. – new to Pskov Oblast.

Distribution in Russia: AD, BEL, BRY, KGD, KM, KR, KDA, KYA, LEN, LIP, NVS, SEV, TOM, TUL, VGG, VOR.

Specimen examined: Pskov Oblast, Novosokolnichesky District, the hill on the Moscow–Riga highway near the turn-off to Lovno settlement, 56.30748° N, 30.20166° E, on soil in oak stands on the top of the hill, 11.08.2019, coll. S.A. Kalinin, det. LK (LE F-331544).

Hygrophorus persoonii Arnolds – new to Pskov Oblast.

Distribution in Russia: KHA, KM, LIP, MOS, PNZ, PRI, SAK, SEV, SVE, TA, TUL, YEV.

Specimen examined: Pskov Oblast, Novosokolnichesky District, the hill on the Moscow–Riga highway near the turn-off to Lovno settlement, 56.30748° N, 30.20166° E, on soil in oak stands on the top of the hill, 11.08.2019, coll. and det. LK (LE F-331547).

Leucoagaricus croceovelutinus (Bon et Boiffard) Bon – new to Republic of Crimea.

Distribution in Russia: VGG.

Specimen examined: Republic of Crimea, Yalta Urban Okrug, the Nikitsky Botanical Gardens, Upper Park, 44.51363° N, 34.23322° E, on soil in stands of *Cupressus sempervirens* and *Quercus ilex*, 27.11.2021, coll. and det. IS (LE F-342478).

Marasmius torquescens Quél. – new to Pskov Oblast.

Distribution in Russia: KDA, KGD, LEN, MOS, NGR, PER, PNZ, SAM, TA, TOM, TUL, ULY, VLG.

Specimen examined: Pskov Oblast, Bezhanitsky District, Polistovsky Nature Reserve, Slepethoe stow, 57.08319° N, 30.51657° E, on litter in linden-aspen forest with hazel in undergrowth, 09.08.2021, coll. and det. LK (LE F-332220).

Mycena arcangeliana Bres. – new to Pskov Oblast.

Distribution in Russia: AD, KGD, KIR, KM, MOS, PER, PNZ, SAM, TUL.

Specimens examined: Pskov Oblast, Loknyansky District, Miritinitsy village, 56.640809° N, 29.804164° E, on rotten deciduous wood in broad-leaved forest (*Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus* sp., *Corylus avellana*), 14.09.2019, coll. and det. LK (LE F-330300, LE F-331302).

M. citrinomarginata Gillet – new to Pskov Oblast.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimen examined: Pskov Oblast, Bezhanitsky District, Polistovsky Nature Reserve, sq. 14, 57.16126° N, 30.48107° E, on coniferous litter in spruce forest with *Corylus avellana* and *Sorbus aucuparia* in undergrowth, 03.08.2021, coll. and det. LK (LE F-332221).

M. rosella (Fr.) P. Kumm. – new to Bryansk Oblast.

Distribution in Russia: BEL, CE, CHE, KB, KGD, KIR, KLU, KM, KO, KR, KYA, LEN, LIP, MAG, MOS, MOW, NGR, NVS, PER, PSK, ROS, SPE, TA, TOM, TUL, TVE, UD, VLA, VLG.

Specimen examined: Bryansk Oblast, Trubchevsky District, Bryansky Les Nature Reserve, vicinity of Proletarsky station, 52.53992° N, 34.06301° E, on branches of *Picea abies* buried in the soil in herb-sphagnum spruce forest with pine, 08.10.2021, coll. N.V. Shakhova, det. SV (LE F-342458, voucher for the strain LE-BIN 4784). GenBank accession number – OP219717.

Pluteus aurantiorugosus (Trog) Sacc. – new to Kaluga Oblast.

Distribution in Russia: AMU, CU, KHA, KYA, LEN, NGR, NVS, PER, PNZ, PRI, ROS, SPE, TA, TOM, TUL, YEV.



Fig. 1. Fruit bodies of some collected agarics: a – c – *Entoloma bryorum* LE F-332069 (a – basidiomata, b – lamellae, c – basidiospores, scale bar 10 µm, photo by L.B. Kalinina); d – *Pluteus aurantiorugosus* LE F-342460 (photo by S.V. Volobuev).

Specimen examined: Kaluga Oblast, Ulyanovsky District, Kaluzhskiye Zaseki Nature Reserve, southern area, vicinity of Nagaya village, 53.56746° N, 35.77658° E, on fallen trunk of *Ulmus glabra* in polydominant broad-leaved forest, 08.08.2021, coll. SV, det. SV and LK (LE F-342460, fig. 1, d).

Tricholomopsis rutilans (Schaeff.) Singer – new to Bryansk Oblast.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimen examined: Bryansk Oblast, Trubchevsky District, Bryansky Les Nature Reserve, vicinity of the Proletarsky cordon, 52.53511° N, 34.05695° E, on wood buried in the soil in herb-rich spruce forest with pine and oak, 07.10.2021, coll. SV and N. V. Shakhova, det. SV (LE F-342457).

Volvariella pusilla (Pers.) Singer – new to Republic of Crimea.

Distribution in Russia: AL, KK, KYA, LEN, LIP, MOS, NVS, ORE, PER, PNZ, PRI, ROS, RYA, SPE, SVE, TA, TUL, VGG.

Specimen examined: Republic of Crimea, Yalta Urban Okrug, the Nikitsky Botanical Gardens, Cape Martyan Reserve, 44.50783° N, 34.24595° E, on soil under *Juniperus ex-celsa*, close to the trail, 30.06.2021, coll. and det. IS (LE F-342481).

Auriculariales

Aporpium canescens (P. Karst.) Bondartsev et Singer – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: ARK, BRY, DA, IRK, IVA, KAM, KGD, KHM, KIR, KLU, KO, KR, LEN, MOS, MUR, NGR, NIZ, ORL, PRI, PSK, RYA, SAM, SPE, SVE, TA, TOM, TVE, TY, VOR.

Specimens examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, 2.5 km W from Vesoly village, 54.55074°

N, 42.97448° E, on fallen trunk of *Betula* sp. (30-III) in nemoral-herb birch forest, 11.11.2015, coll. and det. SB (LE F-314409); Mordovsky State Nature Reserve, 54.73671° N, 43.30625° E, on fallen trunk of *Populus tremula* (70-II) in nemoral-herb aspen forest, 10.09.2015, coll. and det. SB (LE F-314942); 54.72205° N, 43.23323° E, on fallen trunk of *Pinus sylvestris* in aspen forest, 07.10.2011, coll. and det. SB (LE F-314943).

Note. The distribution of *Aporpium canescens* in Russia is given taking into account that previously the species was considered as a heterotypic synonym of *A. caryae* (Schwein.) Teixeira et D.P. Rogers. Miettinen et al. (2012) showed that the latter one is an American taxon, having small differences in pore and spore sizes, as well as in ITS nrDNA sequences, with a European species *A. canescens*.

Heteroradulum kmetii (Bres.) Spirin et Malysheva – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: KEM, KHA, KYA, OMS, PRI.

Specimen examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, Mordovsky State Nature Reserve, 54.73058° N, 43.21667° E, on fallen trunk of *Populus tremula* in nemoral-herb aspen forest, 10.10.2011, coll. SB, det. SV and SB (LE F-314928).

Boletales

Boletinus asiaticus Singer – new to Murmansk Oblast.

Distribution in Russia: AL, ALT, AMU, BU, CHE, IRK, KHA, KHM, KIR, KK, KO, KR, KYA, LEN, MAG, NVS, PER, PRI, SAK, SVE, TOM, UD, YEV.

Specimen examined: Murmansk Oblast, Kolsky District, Listvennitsy Nizhnetulomskogo Vodokhranilishcha regional protected area, 68.7555° N, 32.2969° E, on soil in *Larix sibirica* stands planted in 1953, 10.08.2019, coll. and det. L. G. Isaeva (INEP 3617).

Neoboletus erythropus (Pers.) C. Hahn – new to Pskov Oblast.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimen examined: Pskov Oblast, Kunyinsky District, Gruzdovo village, 56.2604° N, 31.11358° E, on soil in herb-rich oak forest, 10.08.2019, coll. S. A. Kalinin, det. LK (LE F-331519).

Cantharellales

Botryobasidium capitatum (Link) Rossman et W.C. Allen – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: ARK, CE, CHE, DA, KDA, KO, KR, KYA, LEN, LIP, MUR, NGR, NIZ, NVS, ORL, PER, SVE, TA, TVE, VLG, VOR, YAN.

Specimen examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, Mordovsky State Nature Reserve, 54.79914° N, 43.48959° E, on fallen trunk of *Pinus sylvestris* in moss-dwarf shrub pine forest, 31.07.2014, coll. and det. SB (LE F-314589).

B. subcoronatum (Höhn. et Litsch.) Donk – new to Tyumen Oblast.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimen examined: Tyumen Oblast, Tobolsky District, vicinity of Verhnie Aremzyany village, 58.30358° N, 68.57505° E, on fallen trunk of *Pinus sibirica* in coniferous forest (*Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*, *P. sylvestris*), 05.10.2021, coll. and det. VK (LE F-342485).

Sistotrema brinkmannii (Bres.) J. Erikss. – new to Kostroma Oblast.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimen examined: Kostroma Oblast, Nerekhtsky District, ca. 3 km S from Luzhki village, 57.33767° N, 40.72811° E, on fallen trunk of *Alnus incana* in mixed stands with birch, aspen and elm (*Ulmus laevis*), 07.06.2022, coll. AL and AE, det. SV (LE F-342471).

Corticiales

Erythricium hypnophilum (P. Karst.) J. Erikss. et Hjortstam – new to Tyumen Oblast.

Distribution in Russia: ALT, KGN, KHM, ROS, SVE.

Specimen examined: Tyumen Oblast, Kazansky District, vicinity of Novoaleksandrovka village, 55.39275° N, 68.80257° E, on fallen pine cone in pine plantation, 05.06.2019, coll. and det. VK (LE F-342493).

Geastrales

Geastrum coronatum Pers. – new to Republic of Crimea.

Distribution in Russia: AL, AST, BEL, KGD, KK, KRS, KYA, LEN, LIP, ME, ROS, RYA, SAR, SPE, STA, SVE, TA, TVE, VGG, VOR.

Specimens examined: Republic of Crimea, Alushta Urban Okrug, Zaprudnoe village, 44.5838° N, 34.31638° E, on soil mixed with litter in the edge of deciduous forest, 18.09.2021, coll. and det. Yu. A. Rebriev (LE F-342241); Yalta, 44.5141° N, 34.16539° E, on soil in park with *Cupressus* sp. and *Juglans regia*, 01.11.2020, coll. IS, det. Yu. A. Rebriev (LE F-342242).

G. pectinatum Pers. – new to Krasnoyarsk Krai.

Distribution in Russia: AMU, BEL, KGD, KHA, KK, KM, KO, KR, KYA, LEN, LIP, MOS, NGR, NIZ, NVS, PNZ, PRI, PSK, ROS, SMO, SPE, SVE, TA, TVE, VOR.

Specimens examined: Krasnoyarsk Krai, Berezovsky District, Krasnoyarskiye Stolby National Park, the right bank of the Bolshaya Slizneva river, 55.88333° N, 92.76667° E, on litter under *Picea* sp. in mixed forest, 01.06.2021, coll. D Polyanskaya., det. Yu. A. Rebriev (LE F-342249); Shushensky District, Sayano-Shushensky Nature Reserve, the mouth of the Malaya Golaya river, 52.2681° N, 91.6137° E, on litter under *Picea* sp., 04.08.2003, coll. N.P. Kutafieva, det. Yu. A. Rebriev (LE F-342250).

G. pseudolimbatum Hollós – new to Krasnoyarsk Krai.

Distribution in Russia: AST, NVS, PNZ, ROS, SAR, TA, TAM, VOR.

Specimen examined: Krasnoyarsk Krai, Krasnoyarsk, territory of the Siberian Federal University, 56.00313° N, 92.77175° E, on soil in pine plantation, 08.09.2009, coll. O. E. Kryuchkova, det. Yu. A. Rebriev (LE F-342253).

G. triplex Jungh. – new to Krasnoyarsk Krai.

Distribution in Russia: AD, AL, AMU, BEL, KDA, KGD, KHA, KM, KO, KR, KRS, LIP, ME, MO, NIZ, PRI, ROS, SAR, SVE, TA, UD, YEV.

Specimen examined: Krasnoyarsk Krai, Berezovsky District, Krasnoyarskiye Stolby National Park, the right bank of the Bolshaya Slizneva river, 55.8833° N, 92.7667° E, on litter in mixed forest, 04.09.2019, coll. O. E. Kryuchkova, det. Yu. A. Rebriev (LE F-342266).

Hymenochaetales

Hydnoporia tabacina (Sowerby) Spirin, Miettinen et K.H. Larss. – new to Kostroma Oblast.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimen examined: Kostroma Oblast, Nerekhtsky District, ca. 3 km S from Luzhki village, 57.33751° N, 40.73007° E, on dry standing stem of *Corylus avellana* in herb-rich birch forest with hazel, 07.06.2022, coll. AL and AE, det. SV (LE F-342469).

Inocutis rheades (Pers.) Fiasson et Niemelä – new to Kostroma Oblast.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimen examined: Kostroma Oblast, Galichsky District, ca. 2.6 km SSW from Nagatino village, 58.37251° N, 42.07418° E, on fallen trunk of *Populus tremula* in herb-rich aspen forest mixed with spruce, birch and pine, 15.08.2021, coll. AL, det. SV (LE F-342466).

Kneiffiella subalutacea (P. Karst.) Jülich et Stalpers – new to Tyumen Oblast.

Distribution in Russia: AL, ARK, BA, BEL, BRY, CHE, IRK, KDA, KGD, KHM, KM, KO, KR, KYA, LEN, MUR, NIZ, NVS, ORE, ORL, PER, ROS, SA, SPE, SVE, TA, TVE, VLG, YAN.

Specimen examined: Tyumen Oblast, Tobolsky District, vicinity of Priirtyshskij village, 58.15401° N, 68.34988° E, on fallen trunk of *Salix fragilis* in floodplain willow forest, 22.08.2021, coll. and det. VK (LE F-342488).

Lyomyces sambuci (Pers.) P. Karst. – new to Tyumen Oblast.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimen examined: Tyumen Oblast, Tobolsky District, vicinity of Vesnina village, 58.32872° N, 68.14586° E, on fallen trunk of *Salix fragilis* in floodplain willow forest, 22.07.2021, coll. and det. VK (LE F-342489).

Peniophorella pallida (Bres.) K.H. Larss. – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: ARK, BEL, CHE, KDA, KHM, KO, KYA, LEN, MUR, NIZ, NVS, ORE, ORL, PER, SPE, SVE, TVE, TY, YAN.

Specimen examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, Mordovskiy State Nature Reserve, 54.90674° N, 43.23540° E, on fallen trunk of *Pinus sylvestris* (20-II) in moss-dwarf shrub pine forest, 22.07.2015, coll. and det. SB (LE F-314694).

P. pubera (Fr.) P. Karst. – new to Tyumen Oblast.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimen examined: Tyumen Oblast, Tobolsky District, vicinity of Verhnie Aremzyany village, 58.30351° N, 68.58291° E, on fallen trunk of *Alnus incana* in alder forest, 05.10.2021, coll. and det. VK (LE F-342484).

Jaapiales

Jaapia ochroleuca (Bres.) Nannf. et J. Erikss. – new to Irkutsk Oblast.

Distribution in Russia: AL, BA, BRY, KHM, PRI, ROS, SVE.

Specimen examined: Irkutsk Oblast, Ust'-Kutsky District, vicinity of Orlinga village, 56.0526° N, 105.8758° E, on fallen trunk of *Picea* sp. in lingonberry spruce forest, 15.09.1967, coll. M. A. Bondartseva, det. SV (LE F-342459).

Polyporales

Antrodiella leucoxantha (Bres.) Miettinen et Niemelä – new to Kostroma Oblast.

Distribution in Russia: BRY, MUR, NIZ, ORL, ROS, SAM.

Specimen examined: Kostroma Oblast, Pyschchugsky District, ca. 0.7 km S from Borovskoy village, the right bank of the Andronovskiy Ferdos river, 58.8231° N, 45.5582° E, on fallen log of a deciduous tree in mixed forest with spruce, fir, aspen and birch, 04.08.2019, coll. AL and AE, det. SV (LE F-342470).

A. romellii (Donk) Niemelä – new to Kostroma Oblast.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimen examined: Kostroma Oblast, Galichsky District, Yakushkino former village, 58.35257° N, 42.40995° E, on fallen branch of *Quercus robur* in abandoned village, 12.09.2020, coll. AL, det. SV (LE F-342474).

Brunneoporus kuzyanus (Pilát) Audet – new to Kostroma Oblast.

Distribution in Russia: KIR, NIZ, NVS, ORE, ORL, ROS, RYA, SAM, SPE, SVE, TVE.

Specimen examined: Kostroma Oblast, Krasnoselsky District, ca. 2.8 km NNE from Svetochyeva Gora village, the right bank of the Volga river, 57.47102° N, 41.36115° E, on fallen trunk of *Populus tremula* in herb-rich aspen forest mixed with oak, maple and grey alder, 03.06.2021, coll. AL and AE, det. SV (LE F-342465).

Note. Spirin et al. (2016) showed that *Antrodia malicola* (Berk. et M.A. Curtis) Donk sensu auct. Eur. represents a separate species, *A. kuzyana* (Pilát) Spirin et Vlasák [≡ *Brunneoporus kuzyanus* (Pilát) Audet], with very subtle morphological differences from the former species distributed in North America and Asia. Distribution in Russia is given for the European taxon without taking into account any references as *A. malicola* from the Asian part of the country.

B. minutus (Spirin) Audet – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: ARK, BA, DA, KOS, KYA, LEN, LIP, MOW, NIZ, ORL, SAM, SVE, TY, UD.

Specimen examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, Mordovskiy State Nature Reserve, 54.74667° N, 43.08713° E, on fallen trunk of *Populus tremula* in nitrophilous-herb oak forest, 10.07.2014, coll. and det. SB (LE F-304276).

Ceriporia bresadolae (Bourdot et Galzin) Donk – new to Arkhangelsk Oblast.

Distribution in Russia: AST, CHE, DA, LIP, NIZ, ORL, PER, PNZ, TA, TY, YAN.

Specimen examined: Arkhangelsk Oblast, Shenskursky District, vicinity of Shegovary village, 62.37171° N, 42.91573° E, on fallen stem of *Juniperus communis* (II) in blueberry spruce forest, 20.09.2021, coll. O. N. Ezhov, det. I. V. Zmitrovich (LE F-342455, dupl. AR 3531).

Hypoderma mutatum (Peck) Donk – new to Kostroma Oblast.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimen examined: Kostroma Oblast, Galichsky District, Zhilotovo former village, 58.3397° N, 42.4017° E, on dry fallen branch of *Tilia cordata* in abandoned village, 09.06.2021, coll. AL, det. SV (LE F-342473).

Hypochnicium geogenium (Bres.) J. Erikss. – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: AL, ARK, CHE, IRK, KHM, KIR, KO, KR, KYA, LEN, MUR, NIZ, ORL, PSK, SPE, SVE, TA.

Specimens examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, Mordovskiy State Nature Reserve, 54.74718° N, 43.30793° E, on fallen trunk of *Picea abies* (30-III) in nemoral-herb pine forest, 10.09.2015, coll. and det. SB (LE F-311601); 54.72101° N, 43.20718° E, on fallen trunk of *Pinus sylvestris* (10-III) in boreal-nemoral-herb pine forest, 10.10.2015, coll. and det. SB (LE F-314378).

H. punctulatum (Cooke) J. Erikss. – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: AL, KAM, KDA, KHM, KO, KR, KYA, LEN, MUR, NIZ, ORE, ORL, PER, PSK, RYA, SPE, SVE, VLG.

Specimen examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, Mordovskiy State Nature Reserve, 54.7083° N, 43.1971° E, on fallen trunk of *Alnus glutinosa* (10-II) in hygrophilous-herb alder forest, 28.09.2015, coll. and det. SB (HMNR F20576).

H. wakefieldiae (Bres.) J. Erikss. – new to Tyumen Oblast.

Distribution in Russia: KDA, KO, KR, LEN, LIP, MO, ORL, TVE, VLG.

Specimen examined: Tyumen Oblast, Tobolsk, vicinity of Mendeleevo village, 58.27808° N, 68.3493° E, on fallen trunk of *Pinus sylvestris* in pine forest, 04.08.2021, coll. and det. VK (LE F-342492).

Lilaceophlebia tremelloidea (Bres.) Zmitr. – new to Tyumen Oblast.

Distribution in Russia: ARK, KDA, KHM, KIR, KYA, LEN, MO, NIZ, TVE.

Specimen examined: Tyumen Oblast, Tobolsk, 58.20079° N, 68.24206° E, on fallen trunk of *Salix fragilis* in floodplain willow forest, 07.08.2021, coll. and det. VK (LE F-342487).

Neoantrodia leucaena (Y.C. Dai et Niemelä) Audet – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: KHA, LEN, MOW, NIZ, UD.

Specimen examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, Mordovskiy State Nature Reserve, 54.72596° N, 43.19394° E, on fallen trunk of *Acer platanoides* in nemoral-herb linden forest, 08.11.2012, coll. and det. SB (LE F-314952).

Phanerochaete alnea (Fr.) P. Karst. – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: AL, BEL, CHE, DA, KAM, KEM, KO, KR, LEN, NGR, NIZ, NVS, OMS, ORL, PER, PRI, SVE, VLG, YAN.

Specimen examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, Mordovskiy State Nature Reserve, 54.76936° N, 43.39528° E, on fallen branch of *Betula* sp. (5-III) with *Phlebia acerina* Peck in moss-dwarf shrub pine forest, 28.06.2017, coll. and det. SB (LE F-315144).

Phlebia rufa (Pers.) M.P. Christ. – new to Kostroma Oblast.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimen examined: Kostroma Oblast, Nerekhtskiy District, ca. 3 km S from Luzhki village, 57.33767° N, 40.72811°

E, on fallen trunk of *Alnus incana* in mixed stands with birch, aspen and elm (*Ulmus laevis*), 07.06.2022, coll. AL and AE, det. SV (LE F-342472).

Postia guttulata (Sacc.) Jülich – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: AD, AL, ARK, BA, CHE, KHA, KHM, KIR, KO, KR, KYA, LEN, NGR, NIZ, ORE, ORL, PER, PRI, SAM, SPE, SVE, TA, TOM, TVE, VLG, YEV.

Specimen examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, Mordovskiy State Nature Reserve, 54.70912° N, 43.2136° E, on stump of *Picea abies*, 16.08.1937, coll. T. L. Nikolajeva, det. SB (LE F-314950).

P. ptychogaster (F. Ludw.) Vesterh. – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: AL, ARK, KGD, KHA, KHM, LEN, MOS, NGR, NIZ, PSK, RYA, SPE, SVE, TA, TVE, TYU, UD, VLG, YAN.

Specimen examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, Mordovskiy State Nature Reserve, 54.74892° N, 43.31683° E, on fallen trunk of *Picea abies* in boreal-nemoral-herb pine forest, 10.09.2015, coll. and det. SB (HMNR F20578).

P. romellii M. Pieri et B. Rivoire – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: KO, TVE.

Specimen examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, Mordovskiy State Nature Reserve, 54.74892° N, 43.31683° E, on fallen trunk of *Picea abies* in boreal-nemoral-herb pine forest, 10.09.2015, coll. and det. SB (LE F-314703); Temnikov, park imeni 50–Letiya VLKSM, 54.62287° N, 43.22728° E, on fallen trunk of *Pinus sylvestris* (20-III) in birch forest, 28.09.2015, coll. and det. SB (LE F-314701).

Pycnoporellus fulgens (Fr.) Donk – new to Kostroma Oblast.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimen examined: Kostroma Oblast, Krasnoselskiy District, ca. 2.8 km NNE from Svetocheva Gora village, the right bank of the Volga river, 57.47170° N, 41.36420° E, on fallen trunk of *Alnus incana* in herb-rich birch forest mixed with elm (*Ulmus laevis*) and grey alder, 03.06.2021, coll. AL and AE, det. SV (LE F-342468). GenBank accession number – OP219716.

Yuchengia narymica (Pilát) B.K. Cui, C.L. Zhao et K.T. Steffen – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: ARK, KHM, KIR, LEN, NIZ, NVS, ORL, PRI, SAM, SVE, TOM, TVE, VLG.

Specimens examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, 6 km N to Staryy Gorod village, 54.73606° N, 43.07284° E, on fallen trunk of *Ulmus* sp. (20-IV) in nitrophilous-herb linden forest, 05.08.2015, coll. SB, det. SV (LE F-314408); Mordovskiy State Nature Reserve, 54.79910° N, 43.40145° E, on fallen trunk of *Betula* sp. in nemoral-herb aspen forest, 16.07.2013, coll. and det. SB (LE F-314951); 54.78861° N, 43.41018° E, on fallen trunk of *Populus tremula* (40-IV) in nemoral-herb linden forest, 10.07.2015, coll. and det. SB (LE F-314651).

Russulales

Acanthophysellum minor (Pilát) Sheng H. Wu, Boidin et C.Y. Chien – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: LIP, YAR.

Specimen examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, Mordovskiy State Nature Reserve, 54.76472° N, 43.29505° E, on dry standing *Salix cinerea*, 22.06.2017, coll. and det. SB (LE F-315140).

Baltazaria galactina (Fr.) Leal-Dutra, Dentinger et G.W. Griff. – new to Kostroma Oblast.

Distribution in Russia: widespread species.

Specimens examined: Kostroma Oblast, Krasnoselskiy District, ca. 2.5 km N from Svetocheva Gora village, the right bank of the Volga river, 57.46865° N, 41.35158° E, on fallen trunk of *Populus tremula* in herb-rich aspen forest with *Corylus avellana*, 03.06.2021, coll. AL and AE, det. SV (LE F-342467); Oktyabrskiy District, ca. 9 km NE from Solovetskoye village, the upper stream of the Irdom river, 59.10814° N, 47.40876° E, on fallen trunk of *Betula* sp. in blueberry-mosses spruce forest mixed with birch and pine, 25.07.2020, coll. AL and AE, det. SV (LE F-342464).

Dichostereum effuscatum (Cooke et Ellis) Boidin et Lanq. – new to Tyumen Oblast.

Distribution in Russia: KDA, LEN, MO, ORL, PSK, ROS.

Specimen examined: Tyumen Oblast, Tobolsk, 58.20544° N, 68.24749° E, on fallen trunk of *Salix fragilis* in floodplain willow forest, 16.08.2021, coll. and det. VK (LE F-342486).

Lactarius azonites (Bull.) Fr. – new to Pskov Oblast.

Distribution in Russia: AD, AMU, KC, KDA, KGD, KHA, LEN, LIP, ME, MOS, NGR, PNZ, PRI, SMO, SPE, TA, TUL, YEV.

Specimen examined: Pskov Oblast, Kunyinsky District, Gruzdovo village, 56.2604° N, 31.11358° E, on soil in herb-rich oak forest, 10.08.2019, coll. and det. LK (LE F-331554).

Peniophora limitata (Chaillet ex Fr.) Cooke – new to Arkhangelsk Oblast.

Distribution in Russia: BEL, BRY, CE, CHE, KDA, KLU, LEN, MUR, NVS, ORE, ORL, PSK, SPE, SVE, TUL, VGG.

Specimen examined: Arkhangelsk Oblast, Primorskiy District, Dendrological garden of the Northern Research Institute of Forestry, 64.49583° N, 40.77806° E, on bark of *Acer ukurunduense*, 01.09.2021, coll. O. N. Ezhov, det. I. V. Zmitrovich (LE F-342456, dupl. AR 3592).

Thelephorales

Tomentella cinerascens (P. Karst.) Höhn. et Litsch. – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: ARK, DA, KC, KDA, KEM, KHA, KR, KYA, LEN, MUR, NGR, NVS, ORE, ORL, PER, PRI, PSK, SAK, SAR, SVE, TVE, TY, VLG, YAN, ZAB.

Specimen examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, Mordovskiy State Nature Reserve, 54.77494° N, 43.40858° E, on fallen trunk of *Pinus sylvestris* (25-III) in moss-dwarf shrub pine forest, 11.07.2015, coll. and det. SB (LE F-314366).

Tomentellopsis pulchella Kõljalg et Bernicchia – new to Republic of Mordovia.

Distribution in Russia: BEL, VGG.

Specimens examined: Republic of Mordovia, Temnikovskiy District, Mordovskiy State Nature Reserve, 54.75422° N, 43.09874° E, on fallen branch of *Quercus robur* with *Henningsomyces candidus* (Pers.) Kuntze in nitrophilous-herb oak forest, 24.09.2014, coll. and det. SB (LE F-304126); 54.72042° N, 43.16203° E, on fallen trunk of *Alnus glutinosa* in nitrophilous-herb oak forest, 13.10.2014, coll. and det. SB (LE F-304188).

Trechisporales

Trechispora cohaerens (Schwein.) Jülich et Stalpers – new to Tyumen Oblast.

Distribution in Russia: ARK, BEL, BRY, DA, KDA, KGD, KO, KR, KYA, LEN, LIP, MOS, NGR, NIZ, NVS, ORL, PER, SA, SAM, SPE, SVE, TA, TUL, TVE, VOR, YAN, YEV, ZAB.

Specimen examined: Tyumen Oblast, Vagayskiy District, ca. 9.5 km SE to Istyatskoye village, 57.27563° N, 69.2649° E, on fallen trunk of *Populus tremula* in mixed forest (*Populus tremula*, *Betula* spp., *Pinus sylvestris*), 23.09.2021, coll. and det. VK (LE F-342491).

T. nivea (Pers.) K.H. Larss. – new to Tyumen Oblast.

Distribution in Russia: ARK, CHE, KHM, KM, KR, KYA, LEN, MO, MUR, NGR, ORL, SPE, SVE, TOM, TVE, TY, VLG, YAN, ZAB.

Specimen examined: Tyumen Oblast, Tobolsk, 58.28905° N, 68.473064° E, on fallen trunk of *Pinus sylvestris* in mixed forest (*Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*, *P. sylvestris*, *Populus tremula*, *Betula* spp.), 18.09.2021, coll. and det. VK (LE F-342490).

TREMELLOMYCETES

Tremellales

Naematelia aurantia (Schwein.) Burt – new to Republic of Crimea.

Distribution in Russia: ARK, BRY, KC, KR, SVE.

Specimen examined: Republic of Crimea, Yalta Urban Okrug, the Nikitskiy Botanical Gardens, Cape Martyan Reserve, 44.50894° N, 34.24289° E, on fallen trunk of *Carpinus orientalis* with basidiomata of *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers., 22.06.2021, coll. and det. IS (LE F-342483).

DISCUSSION

A total of 71 macromycete species, including 8 species from the phylum *Ascomycota* and 63 species from the phylum *Basidiomycota*, have been recorded for the first time from 14 administrative regions of Russia. The distribution of the new records of 63 basidial species within the regions is shown in the Table 1.

Among regional mycological novelties, one species, *Entoloma bryorum* is reported as new to Russia based on specimens collected in Pskov Oblast. In addition to traditional microscopic identification, ITS nrDNA sequences were obtained from the specimens studied and compared with the reference sequences from the GenBank database. Based on a megablast search, the iden-

Table 1. Species richness of basidial macrofungi within the regions studied

Region	Number of new species reported	Total species number (to date)
Arkhangelsk Oblast	2	835
Bryansk Oblast	2	491
Irkutsk Oblast	1	1181
Kaluga Oblast	1	499
Kostroma Oblast	10	154
Krasnoyarsk Krai	4	1831
Murmansk Oblast	1	952
Pskov Oblast	9	1018
Republic of Crimea	6	1013
Republic of Mordovia	16	675
Tyumen Oblast	11	399

tity has been shown with LN850539 (specimen collected by K. Kokkonen from Finland, 100% similarity) and MZ868978 (specimen collected by T.E. Brandrud from Norway, 99.9% similarity).

Noteworthy are fungal finds which are reported for Russia only for the second time and for the third time. Two species – *Hypoxylon petriniae* and *Leucoagaricus croceovelutinus* – are listed for Russia as the second occurrences. Species *Acanthophysellum minor*, *Postia romellii*, and *Tomentellopsis pulchella* are recorded by the third finds.

The work of S.V. Volobuev, S.Yu. Bolshakov, L.B. Kalinina, E.S. Popov, N.V. Shakhova, and I.V. Zmitrovich has been carried out within the framework of the institutional research project of the Komarov Botanical Institute (project 122011900033-4) using the equipment of the Core Facility Centre “Cell and Molecular Technologies in Plant Science” at the Komarov Botanical Institute, RAS (St. Petersburg, Russia). The work of S.V. Volobuev was partially funded by the Russian Foundation for Basic Research (project 20-04-00733) in terms of collection of fungal specimens. The work of L.B. Kalinina has been carried out within the framework of the research project of the Polistovsky State Nature Reserve, FOIV – 1-22-66-3. The work of Yu.A. Rebriev was carried out within the frame of government assignment for the South Science Center RAS (project 122020100332-8). The work of O.N. Ezhov was carried out in frameworks of State Task (FUUW-2022-0057, project 122011400384-2).

REFERENCES

Bolshakov S. Yu., Potapov K. O., Ezhov O. N. et al. New species for regional mycobiotas of Russia. 1. Report 2016. Mikologiya i fitopatologiya. 2016. V. 50 (5). P. 275–286.

Bolshakov S. Yu., Volobuev S. V., Ezhov O. N. et al. Checklist of aphyllorphoroid fungi of the European part of Russia: the first results. In: Dyakov Yu. T., Sergeev Yu. V. (eds) Current mycology in Russia. V. 6. National Academy of mycology, Moscow, 2017. P. 120–122 (in Russ.).

Bolshakov S. Yu., Volobuev S. V., Potapov K. O. et al. New species for regional mycobiotas of Russia. 3. Report 2018. Mikologiya i fitopatologiya. 2018. V. 52 (6). P. 386–397. <https://doi.org/10.1134/S0026364818060028>

Bolshakov S. Yu., Kalinina L. B., Volobuev S. V. et al. New species for regional mycobiotas of Russia. 5. Report 2020. Mikologiya i fitopatologiya. 2020. V. 54 (6). P. 404–413. <https://doi.org/10.31857/S0026364820060033>

Bolshakov S., Kalinina L., Palomozhnykh E. et al. Agaricoid and boletoid fungi of Russia: the modern country-scale checklist of scientific names based on literature data. Biological Communications. 2021. V. 66 (4). P. 316–325. <https://doi.org/10.21638/spbu03.2021.404>

ISO 3166-2 Changes in the list of subdivision names and code elements. Newsletter II-2. 2010. http://www.iso.org/iso/iso_3166-2_newsletter_ii-2_2010-06-30.pdf. Accessed 12.04.2021

Miettinen O., Spirin V., Niemelä T. Notes on the genus *Aporpium* (*Auriculariales*, *Basidiomycota*), with a new species from temperate Europe. Ann. Bot. Fennici. 2012. V. 49 (5). P. 359–368. <https://doi.org/10.5735/085.049.0607>

Spirin V., Vlasák J., Rivoire B. et al. Hidden diversity in the *Antrodia malicola* group (*Polyporales*, *Basidiomycota*). Mycol. Progress. 2016. V. 15. Art. 51. <https://doi.org/10.1007/s11557-016-1193-9>

Svetasheva T. Yu., Arslanov S. N., Bolshakov S. Yu. et al. New species for regional mycobiota of Russia. 2. Report 2017. Mikologiya i fitopatologiya. 2017. V. 51 (6). P. 375–389.

Volobuev S. V., Bolshakov S. Yu., Shiryayev A. G. et al. New species for regional mycobiotas of Russia. 4. Report 2019. Mikologiya i fitopatologiya. 2019. V. 53 (5). P. 261–271. <https://doi.org/10.1134/S0026364819050076>

Volobuev S. V., Bolshakov S. Yu., Khimich Yu. R. et al. New species for regional mycobiotas of Russia. 6. Report 2021. Mikologiya i fitopatologiya. 2021a. V. 55 (6). P. 411–422. <https://doi.org/10.31857/S0026364821060131>

Volobuev S. V., Ivanushenko Yu. Yu., Ismailov A. B. Diversity and ecology of poroid fungi (*Agaricomycetes*, *Basidiomycota*) of the Gunib Plateau, Dagestan. South of Russia: ecology, development. 2021b. V. 16 (3). P. 68–80. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-3-68-80>

Большаков С. Ю., Волобуев С. В., Ежов О. Н. и др. (Bolshakov et al.) Чек-лист афиллофороидных грибов Европейской части России: первые результаты // Современная микология в России. Том 6 / Ред. Ю. Т. Дьяков, Ю. В. Сергеев. М.: Нац. акад. микол., 2017. С. 120–122.

Новые виды для микобиот регионов России.

7. Информационное сообщение – 2022

С. В. Волобуев^{a, #}, С. Ю. Большаков^{a, ##}, Л. Б. Калинина^{a, b, ###}, В. И. Капитонов^{c, ####}, Е. С. Попов^{a, #####},
И. С. Саркина^{d, #####}, Ю. А. Ребриев^{e, #####}, А. В. Леострин^{a, #####}, А. А. Ефимова^{f, #####},
Н. В. Шахова^{a, #####}, О. Н. Ежов^{g, #####}, Л. Г. Исаева^{h, #####},
О. Е. Крючкова^{i, #####}, И. В. Змитрович^{a, #####}

^a Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

^b Государственный природный заповедник “Полистовский”, Бежаницы, Россия

^c Тобольская комплексная научная станция Уральского отделения РАН, Тобольск, Россия

^d Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта, Россия

^e Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, Россия

^f Костромской музей-заповедник (отдел природы), Кострома, Россия

^g Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаверова РАН, Архангельск, Россия

^h Институт проблем промышленной экологии Севера – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра “Кольский научный центр Российской академии наук”, Апатиты, Россия

ⁱ Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

[#] e-mail: sergvolobuev@binran.ru

^{##} e-mail: sbolshakov@binran.ru

^{###} e-mail: lkalinina@binran.ru

^{####} e-mail: kvi@udsu.ru

^{#####} e-mail: epopov@binran.ru

^{#####} e-mail: maslov_ivan@mail.ru

^{#####} e-mail: rebriev@yandex.ru

^{#####} e-mail: aleostrin@binran.ru

^{#####} e-mail: anef-lita@yandex.ru

^{#####} e-mail: nshakhova@binran.ru

^{#####} e-mail: olegezhik@gmail.com

^{#####} e-mail: isaeva@inep.ksc.ru

^{#####} e-mail: okryuchkova@sfu-kras.ru

^{#####} e-mail: iv_zmitrovich@mail.ru

Представлены данные о находках 8 видов сумчатых и 63 видов базидиальных грибов, выявленных впервые для Республики Крым (6), Республики Мордовия (16), Красноярского края (4), Ставропольского края (1), Архангельской (2), Брянской (5), Иркутской (1), Калужской (3), Курской (2), Костромской (10), Мурманской (1), Орловской (1), Псковской (9), Тюменской (11 видов) областей. Аннотированный список включает данные о местонахождениях, местообитаниях, субстратах и датах сбора приводимых находок, с указанием коллекционных номеров микологических гербариев. Впервые для России приводится *Entoloma bryorum*. Виды *Huroxylon petriniae* и *Leucoagaricus croceovelutinus* указываются для России во второй раз, виды *Acanthophysellum minor*, *Postia romellii* и *Tomentellopsis pulchella* отмечены третьими находками. Получены и депонированы в международную базу данных Генбанк нуклеотидные последовательности ITS-области ядерной рибосомальной ДНК для образцов *Entoloma bryorum*, *Mycena rosella* и *Pycnoporellus fulgens*.

Ключевые слова: аскомицеты, базидиомицеты, биоразнообразие, ДНК-штрихкоды, распространение грибов, Россия

GENUS *PERICHAENA* (MYXOMYCETES, TRICHIALES, ARCYRIACEAE): NOMENCLATURE HISTORY AND RECOMMENDATIONS FOR MORPHOSPECIES IDENTIFICATION

© 2022 E. S. Gubanov^{1,*}, V. I. Gmoshinskiy^{1,2,**}, F. M. Bortnikov^{1,***},
A. V. Matveev^{1,****}, and Yu. K. Novozhilov^{3,*****}

¹ Lomonosov Moscow State University, 119234 Moscow, Russia

² Polistovsky State Nature Reserve, 182840 Bezhanitsy, Russia

³ Komarov Botanical Institute, 197376 St. Petersburg, Russia

*e-mail: gubanov_5b_1315@mail.ru

**e-mail: rubisco@list.ru

***e-mail: f.m.bortnikov@gmail.com

****e-mail: andrmatveev@gmail.com

*****e-mail: yurynovozh1lov@yandex.ru

Received May 5, 2022; revised June 5, 2022; accepted June 7, 2022

The genus *Perichaena* now includes 38 morphospecies and characterized by yellow spore mass, fairly dense peridium, and the absence of spiral bands on the capillitium tubes ornamented with spines or warts. In some cases, capillitium may be reduced or absent, which tends to obscure the taxonomic boundaries of *Perichaena*, causing it to approach the genus *Licea*. During the last 50 years, many new widespread species were described in literature, however, some of them have not been included in fundamental monographs or identification keys. In this paper we summarize data on the genus *Perichaena*, including its nomenclature history, and propose illustrated identification keys to the species of this genus. The short morphological descriptions and illustrations of 13 species recorded in Russia are presented.

Keywords: identification keys, *Licea*, morphospecies, Russia, SEM, taxonomic history

DOI: 10.31857/S0026364822060046

INTRODUCTION

The current taxonomy and classification of myxomycetes (*Myxomycetes* = *Myxogastrea*) are based mainly on phenotypic (morphological) characters of sporophores and spores (e.g. Martin, Alexopoulos, 1969; Poulain et al., 2011; Lado, Eliasson, 2017) or on both morphological characters and molecular markers (Fiore-Donna et al., 2013; Leontyev et al., 2019; Leontyev, Schnittler, 2017). About 1100 morphospecies of *Myxomycetes* are known to date (Lado 2005–2022). The classification based on full length 18S rDNA sequences (Leontyev et al., 2019) contains 9 orders, 13 families and 64 genera. At the same time, 11 genera are so far *incertae sedis* due to the insufficient data and based mainly on morphological characteristics. The genus *Perichaena* Fr. (*Trichiales*) is an example of such genus of the bright-spored myxomycetes (Leontyev et al., 2019). The key characters of this genus are poorly developed or totally absent capillitium, which is never ornamented with spiral bands, fragile, relatively dense peridium, and golden yellow or orange spore mass (Rostafiński, 1875; Poulain et al., 2011). However,

none of these traits alone allows to unambiguously separate the genus *Perichaena* from all others, so they can only be used in complex.

MATERIALS AND METHODS

The illustrations in present study are based on specimens of sporophores collected and preserved according to the standard protocol (Wrigley de Basanta, Estrada-Torres, 2017) in the Collection of *Myxomycetes* at the Department of Mycology and Algology of the Lomonosov Moscow State University (MYX), Moscow, Russia, and in the Komarov Botanical Institute (LE), Saint Petersburg, Russia.

Photographs of the appearance of sporophores were made by a Micromed 3 var. 3LED optical microscope with E3CMOS06300 digital camera with top illumination. The series of pictures were taken in different optical sections and processed by Helicon Focus ver. 6.0.18 software. The sizes of spores, capillitium, and sporocarps were calculated via ToupView and ImageJ ver. 1.52a. Some illustrations were made by Zeiss (DM)

Discovery V20 and AxioZoom V16 motorized stereo microscopes.

Microscopic measurements and observations were made under a Zeiss Axio Imager A1 light microscope with differential interference contrast (LM) using Axio Vision 4.8.0.0 software (Carl Zeiss Imaging Solutions) and a Micromed 3 var. 3LED optical microscope with E3CMOS06300 digital camera. For microscopy, sporocarps were preserved as permanent slides in polyvinyl-lactophenol or 4% KOH. The spore surface and structure of capillitium were studied using a JSM-6390 LA, Jeol JSM-6380 LA (Jeol, Tokyo, Japan), Quattro S (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) or Camscan-S2 scanning electron microscope (Cambridge Instruments, UK). Specimens for SEM were mounted on copper stubs with a double-sided tape and coated with gold-palladium.

RESULTS

Nomenclature history of the genus *Perichaena*

In 1783, A. Batsch described the species *Lycoperdon corticale* Batsch (Batsch, 1783, *f.* 1), providing it with a very short Latin description without illustrations or any type specimen designation. Eight years later J. Bulliard (1791), despite he was acquainted with the Batsch's publication, independently described the species *Sphaerocarpus sessilis* Bull., providing it with a Latin diagnosis, a French description and a link to his previously published illustration (Bulliard, 1789, p. 129, pl. 417).

In 1796, C. Persoon described the species *Trichia gymnosperma* Pers. (Persoon, 1796). The protologue in this case contained direct references to *Lycoperdon corticale* Batsch and *Sphaerocarpus sessilis* Bull. This means that Persoon has included their types in *Trichia gymnosperma* species. For this reason, the name *Trichia gymnosperma* can be regarded as a superfluous, illegitimate name for *Lycoperdon corticale* Batsch, which was published previously (Art. 52 of Shenzhen Code, Turland et al., 2018).

In 1797, H. Schrader in his notes on *Trichia gymnosperma* Pers. (Schrader, 1797) suggested replacing the species name with "circumscissa" as a more appropriate one. However, the name "*Trichia circumscissa* Schrad." has not been validly published because Schrader did not specify the corresponding binomial. A reference by J. Rostafiński (Rostafiński, 1875) "*Trichia circumscissa* Schrad." among synonyms of *Perichaena corticalis* also cannot be considered as a valid name publication according to the Art. 36.1 (Art. 36.1 of Shenzhen Code, Turland et al., 2018). Therefore, "*Trichia circumscissa* Schrad." should be regarded as a nomen nudum.

In 1801, C. Persoon transferred the species *Trichia gymnosperma* to the genus *Licea* (Persoon, 1801), changing the specific epithet to "*circumscissa*". This combination (*Licea circumscissa*), as in the case of *Tri-*

chia gymnosperma Pers., can be regarded as a superfluous name.

In 1805, J. Albertini and L. Schweinitz described two varieties of *Licea circumscissa* Pers.: *L. circumscissa* var. *populina* (as α , *populina*) and *L. circumscissa* var. *abietina* (as β , *abietina*) (Albertini, Schweinitz, 1805).

Finally, in 1817, E. Fries validly published the genus *Perichaena* with 4 species: *P. strobilina* (Alb. et Schwein.) Fr. (\equiv *Licea strobilina* Alb. et Schwein.), *Perichaena abietina* (based on *Licea circumscissa* var. *abietina* Alb. et Schwein.), *Perichaena populina* (Alb. et Schwein.) Fr. (based on *Licea circumscissa* var. *populina* Alb. et Schwein.), and *Perichaena quercina* (Alb. et Schwein.) Fr. (Fries, Lindgren, 1817). The genus type was not designated by Fries and therefore had to be designated later. Since *P. strobilina* probably belonged to *Pucciniomycetes*, *P. quercina* could not be reliably determined as one of the currently recognized species within *Perichaena* (Lado, 2005–2022), the choice had to be done between the left *P. abietina* and *P. populina* (both are based on the varieties of *Licea circumscissa*) (Fig. 1–5).

Since *Trichia gymnosperma* Pers. and *Licea circumscissa* Schrad. were considered superfluous names for the previously published name *Lycoperdon corticale* Batsch – it was necessary to change the specific epithet of the type species of *Perichaena* in accordance with its basionym. It was done by J. Rostafiński in 1875 who published the combination *Perichaena corticalis* (Batsch) Rostaf.

Thus, *P. corticalis* (Batsch) Rostaf. is currently recognized as the genus *Perichaena* type species.

Morphological characters of *Perichaena*

Type of sporophore. All fructification types known among myxomycetes are represented in the genus including individual sporangia (sessile or stalked) or elongated, sometimes vermiculate plasmodiocarps [*P. chryosperma* (Fig. 6, E), *P. microspora*, *P. patagonica*, and *P. vermicularis* (Fig. 8, K)]. In some cases, sporangia of *P. brevifila*, *P. depressa* (Fig. 7, A), *P. madagascariensis*, and *P. nigra* form dense clusters and can be deformed from mutual compression. In additions, *P. syncarpon* forms rather large fructifications, that are interpreted as pseudoaethalia (Martin, Alexopoulos, 1969) or even as aethalia (Yamamoto, 2006).

Color of peridium and spore mass. Most species within the genus *Perichaena* have yellow spore mass, except *P. pulcherrima*, which has purple spores (Wrigley de Basanta et al., 2013). Moreover, its spore mass color can vary from brown, brick-red to almost purple (Martin, Alexopoulos, 1969). However, the capillitium of *P. pulcherrima* looks quite typical for the genus *Perichaena*: it is hollow, often relatively thin (about 4 μ m in diameter) and ornamented with well-visible spines. Based on all the features, except for the spore color, this species also can be attributed to the genus *Perichaena*.

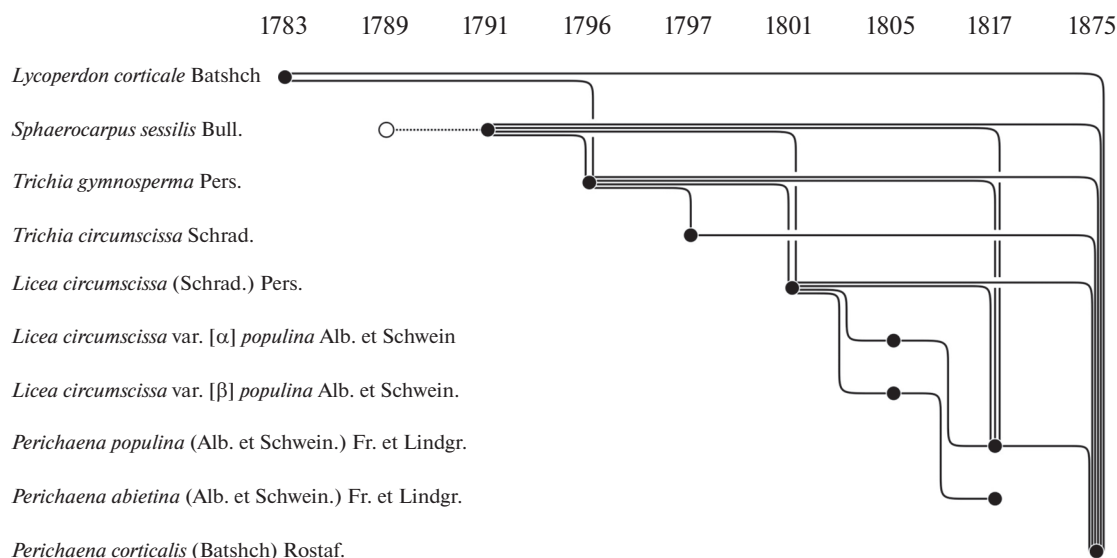


Fig. 1. Nomenclature history of *Perichaena corticalis*. Black dots – publications with taxon descriptions, white dot – publication of species description without genus diagnosis.

Size and ornamentation of spores. Spores of the genus *Perichaena* representatives are usually pronouncedly ornamented. There are no representatives with smooth spores described. Spores can be ornamented with small warts [for example, *P. corticalis* (Fig. 6, J, K), *P. depressa* (Fig. 7, D), *P. vermicularis* (Fig. 8, L), etc.], a fine mesh [*P. microspora* and *P. reticulospora* (Fig. 8, I)] or may have unique ornamentation such as *P. echinolophospora*, *P. heterospinispora* (Fig. 7, G) or *P. polygonospora* (Fig. 8, B–C).

Spores of the genus *Perichaena* are usually 8–14 μm in diam. *P. microspora* has small spores (6–7 μm in diam.), whereas the spores of *P. megaspora* can be reached up to 25 μm in diam.

Peridium morphology. The most species of the genus *Perichaena* have a double peridium, consisting of the inner usually membranous layer, which is thin, almost transparent and more or less iridescent, and the outer filled with granular refuse material and colored in orange to dark brown, sometimes black tints (Fig. 8, D). The peridium layers of some species are merged (Martin et al., 1983), e.g. in *P. pachyderma* (Mitchell et al., 2011), in other cases the outer peridium layer can be partially destroyed, e.g. in *P. madagascariensis* (Wrigley de Basanta et al., 2013), and some species have a one-layered peridium, e.g. in *P. reticulospora* (Fig. 8, H) (Keller, Reynolds, 1971).

Peridium can dehisce in different ways. In most cases, dehiscence by irregular fragments [e.g., *P. chryso sperma* (Fig. 6, E) or *P. pedata* (Fig. 7, J)]. However, there are quite a few species whose outer layer cracks by circumscissile dehiscence along a preformed line [*P. depressa* (Fig. 7, A), *P. corticalis* (Fig. 6, H), *P. quadrata* (Fig. 8, D), and *P. nigra*] or platelets separated by definite lines [*P. calongei* (Fig. 6, A), *P. syncarpon*, and

P. tessellata]. Usually, the outer layer of peridium is rather tightly connected with the inner one, however, in many species the inner peridium can detach from the outer one and becomes clearly visible in the form of a membrane covering the spore mass, like in *P. depressa* (Fig. 7, A), *P. quadrata* (Fig. 8, D).

Refuse crystalline material on the peridium

Among taxa of the bright-spored clade *Lucisporomycetidae* (Leontyev et al., 2019) the species of *Perichaena* and *Dianema* can form refuse deposits of calcium and silicon oxalates on the peridium surface. Such material can be quite often found in different quantity in *P. corticalis*, *P. dictyonema*, *P. liceoides*, and *P. vermicularis*. However, they are usually completely absent in sporophores developing in moist chamber cultures (Gilbert, 1990). Crystalline material can be deposited sometimes not only on the peridium surface, but also in the sporangium stalk, as in *P. stipitata* (Estrada-Torres et al., 2009). It should be noted that white crystals sometimes form on the sporophore surface of some *Licea* species, e.g. in *Licea pseudoconica* (Keller, Brooks, 1977) forming a relatively large “cap” of multifaceted (but not stellate) crystals on the peridium surface.

Stalk. Nine species of the genus form well-developed stalks of sporophores. In some cases, they can be very short and appear as a simple continuation of hypothallus with a narrowed sporangium base [*P. calongei* (Fig. 6, A, B), *P. polygonospora* (Fig. 8, A), and *P. reticulospora* (Fig. 8, H)]. However, there are species with very well-defined stalks: *P. heterospinispora* (Fig. 7, E, F), *P. longipes*, *P. papulosa*, *P. pedata* (Fig. 7, J), *P. pulcherrima*, and *P. stipitata*. The stalk is usually formed as a hypothallus extension and can often contain refuse material.

Table 1. Comparative features of species the genera *Perichaena* and *Licea*

Character	<i>Perichaena</i>	<i>Licea</i>
Capillitium	usually present	absent or reduced to papillae on the surface of peridium
Spore mass color	usually yellow (exceptions: <i>Perichaena pulcherrima</i> and <i>P. grisea</i>)	usually brown, black or reddish; rarely yellowish
Spore ornamentation	usually well-developed	usually poorly developed or absent (spores smooth)
Peridium	usually double; sometimes outer layer can be reduced or merged with the inner one	usually single; cartilaginous, dense
Dehiscence	usually irregular or rarely by a circle slit, forming a lid, or by lines of dehiscence, forming plates	along the lines of dehiscence, forming plates, or by a small lid, rarely irregular

Capillitium. Most species of the genus *Perichaena* are characterized by the presence of capillitium in the form of hollow tubes. They usually form a network with a small number of free ends. At the same time, it is relatively thin comparing with other representatives from the order *Trichiales*. For most species the diameter of tubes varies from 2 to 4 µm; however, the species *P. acetabulifera*, *P. patagonica*, and *P. longipes* are characterized by slightly larger capillitium tubes (up to 6 µm). Capillitium can be almost smooth (*P. frustrifilaris*) or ornamented with large spines [*P. calongei* (Fig. 6, C), *P. chryso sperma* (Fig. 6, F)], warts [*P. brevifila*, *P. pedata* (Fig. 7, K)], crater-like depressions (*P. acetabulifera*), reticulum often visible only with SEM (*P. dictyonema*); and in some cases, capillitium can be in the form of perforated bands (*P. poronema*). It is important to note that capillitium of the *Perichaena* species is never ornamented with spiral thickenings (Poulain et al., 2011). The exception is the capillitium of *P. minor* (G. Lister) Hagelst., and it was, therefore, transferred to *Hemitrichia* (Martin, Alexopoulos, 1969).

Nine species of the genus have a strongly reduced (e.g. *P. brevifila* and *P. grisea*) capillitium. In *P. echinolophospora* (Novozhilov, Stephenson, 2015), *P. heterospinispora*, *P. polygonospora* (Novozhilov et al., 2008), *P. taimyriensis* (Novozhilov, Schnittler, 2000), *P. liceoides* (Rostafiński, 1875; Kuhnt, 2019), *P. pachyderma* (Mitchell et al., 2011), and *P. nigra* (Lado et al., 2014) the capillitium even is completely absent. All species without capillitium have small sporocarps (0.1–0.5 mm in diam.) and usually form fruit bodies on the dung of herbivorous animals, often in arid conditions (Eliasson, 2017).

Comparative morphological characteristics of the genera *Perichaena* and *Licea*

The genus *Perichaena* is morphologically very similar to some species of the genus *Licea* (Eliasson, 1977). Some features are sufficient to unambiguously separate these two genera. From the taxonomic point of view, the most “convenient” is the presence of capillitium in *Perichaena* and its absence in *Licea*, but this feature is

not constant in either genus. As it was mentioned above, there are at least nine species in the genus *Perichaena*, which almost completely lack capillitium, while in some species of the genus *Licea* there are outgrowths on the peridium plate edges, which some authors interpret as a highly reduced capillitium (Gilbert, 1996). Moreover, the molecular phylogeny obtained for a very limited set of data on the marker gene sequences shows that the genus *Licea* is not a monophyletic group (Leontyev et al., 2019). It was shown that *L. variabilis* is more closely related not to other *Licea* species but to the genus *Dianema* (Fiore-Donno et al., 2013).

Thereby, in order to assign a species to a particular genus one has to study a set of characters. We present a whole set of features proposed for the assignment of species without capillitium to the genus *Perichaena* from the study of Yu.K. Novozhilov (Novozhilov et al., 2008) in a table form for convenience (Table 1).

Identification keys for the genus *Perichaena*

Traditionally, the genus *Perichaena* has been considered a relatively small taxon. Thus, in the monograph by J. Rostafiński (1875) there are only 6 species (of which only 2 are currently valid: *Perichaena corticalis* and *P. depressa*). G.W. Martin and C.J. Alexopoulos (1969) recognized 9 species (8 of them are currently regarded as valid).

Recently, thanks to the widespread use of the moist chamber culture method and the intensive studies in tropics and arid regions, a large number of new species have been described, which are different in morphology and ecology (Novozhilov et al., 2008; Wrigley de Basanta et al., 2013; Novozhilov, Stephenson, 2015; Walker et al., 2015; Lizárraga et al., 2019).

The genus *Perichaena* currently encompasses 38 species which are listed in the nomenclatural information system of Eumycetozoa (Lado, 2005–2022). Thirty of them (almost 80%) were described since the fundamental monograph of G.W. Martin and C.J. Alexopoulos (1969) has been published, and only

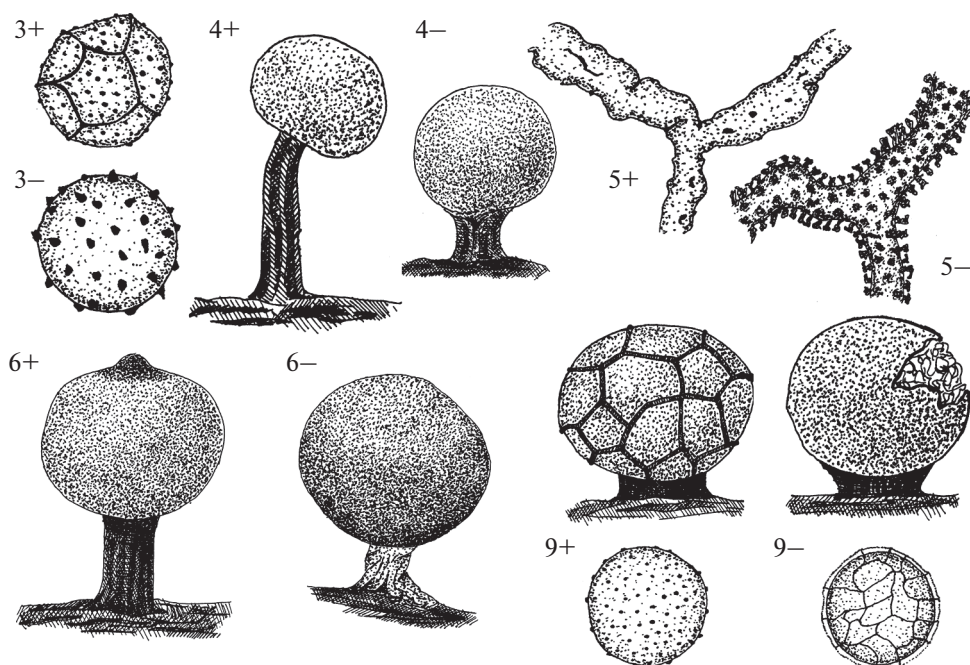


Fig. 2. Illustration of morphological characteristics for group 1 of dichotomous identification key. Numbers correspond to the numbers of the definitive theses.

18 species were included in the monograph of Poulain et al. (2011).

So far, there are no identification keys that take into account all currently known species of the genus *Perichaena*; moreover, the insufficiently detailed description of some species makes it difficult to identify them. In this paper we attempt to present the identification keys for all known species of the genus *Perichaena* and to clarify the differences between the species for further taxonomic analysis of the genus as a whole.

The dichotomous key is based on the following most distinguishable characters: fruiting body type, presence and structure of a stalk, peridium thickness, dehiscence type, size and ornamentation of spores and capillitium and some others. To make it easier to follow, many steps are provided with illustrations. It should be especially noted that we tried to convey exactly the character that is spoken of in the thesis or antithesis. Therefore, working with the key, in no case can you rely solely on illustrations, but you should pay more attention to the descriptive part of the identification steps.

Dichotomous key

- 1. Sporophores – stalked sporangia Group 1
- Sporophores – sessile sporangia or plasmodiocarps, rarely aethalia or pseudoaethalia..... Group 2

Group 1 (Fig. 2)

- 1. Peridium violet-red; spores violet-brown in mass, from brick-red to orange-red in transmitted light XXIX *P. pulcherrima*
- Peridium black, brown, ochraceous, orange or yellow; spores golden-yellow or orange in mass, light-yellow in transmitted light 2
- 2. Capillitium absent 3
- Capillitium present 4
- 3. Spores (9.0) 10.0–11.5 (12.5) μm diam. (including ornamentation), ornamented with large warts, with a coarse network of rounded ridges 1.0–1.5 mm high, and thus causing the spore to appear angular XXVI *P. polygonospora*
- Spores (10.5) 12–13 (14.5 μm) diam., subglobose, ornamented with individual large spines 0.9–1.2 μm in height XIII *P. heterospinispora*
- 4. Stalk long, exceeding half of the total height 5
- Stalk shorter, rarely exceeding half of the total height 6
- 5. Capillitium 3–4 μm diam., smooth in transmitted light, ornamented with minute warts XXV *P. pedata*
- Capillitium thicker, 3.2–6.2 μm diam., densely ornamented with large spines or papillae, branched, with coral-like projections; due to ornamentation often looks furry XV *P. longipes*
- 6. Sporangia bear one prominent dark wart or papilla as a thickness of peridium on the top of the sporotheca XXIII *P. papulosa*
- Dark wart or papilla on the peridium is absent 7
- 7. Peridium single, thin, membranous 8
- Peridium double, outer layer thick, cartilaginous; inner layer thin, membranous 9
- 8. Spores 12–15 μm diam.; stalk usually white XXXII *P. stipitata*

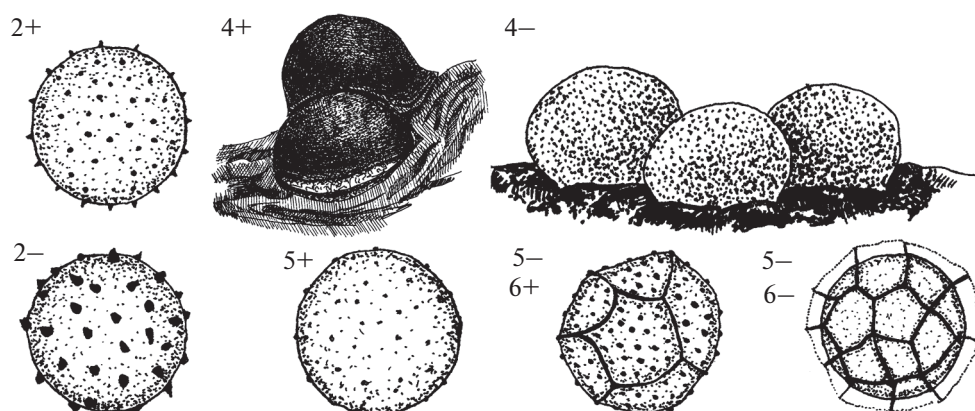


Fig. 3. Illustration of morphological characteristics for key 1 from group 2 of dichotomous identification key. Numbers correspond to the numbers of the definitive theses.

- Spores 9–10 μm diam.; stalk brown or black XXV *P. pedata*
- 9. Outer layer of peridium consists of dark, edged, polygonal peridial plates, which make sporangium look like a soccer ball; dehiscence along plates, spores warted IV *P. calongei*
- Outer layer of peridium is entire, dehiscence irregular not along plates; spores reticulate XXXI *P. reticulospora*

Group 2

- 1. Capillitium absent Subgroup 1
- Capillitium present, sometimes faintly discernible or in the form of weakly branching filaments Subgroup 2

Subgroup 1 (Fig. 3)

- 1. Peridium single, thin, membranous 2
- Peridium single or double, but outer layer always thick, cartilaginous 3
- 2. Spores ornamented with thin, spines or warts; hypothallus poorly developed, imperceptible XIV *P. liceoides*
- Spores ornamented with large, scattered, pyramid-like spines; hypothallus well noticeable, light yellow, membranous XIII *P. heterospinispora*¹
- 3. Spores more than 13 μm diam. 4
- Spores less than 12 μm diam. 5
- 4. Sporangia black, dehiscing by round slit forming a lid XXI *P. nigra*
- Sporangia orange, yellow or brown, opening irregularly... XXXIV *P. taimyriensis*
- 5. Spores warted; peridium very thick (2–5 μm) XXII *P. pachyderma*
- Spores reticulate; peridium thinner 6
- 6. Spores polygonal, ornamented with scattered composite large warts, which may form clusters XXVI *P. polygonospora*
- Spores globose or subglobose ornamented with regular honeycomb-like arrangements of crests, forming a reticulum; peridium can be double..... IX *P. echinolophospora*

Subgroup 2 (Fig. 4–5)

- 1. Peridium single, membranous 2
- Peridium double (layers may be closely appressed and peridium may seem to be single), thick, cartilaginous 9
- 2. Spores 6–7.5 μm diam. XX *P. microspora*
- Spores 10–15 μm diam. 3
- 3. Sporocarps bluish-grey, sometimes with a yellow tints XI *P. grisea*
- Sporocarps brown, black, orange or yellow 4
- 4. Aethalia or pseudoaethalia XIX *P. membranacea*
- Sporangia or plasmodiocarps 5
- 5. Capillitium poorly developed, in the form of short, rarely branching elaters or absent..... 6
- Capillitium well-developed, forming a dense net 7
- 6. Sporangia evenly colored, usually from yellow to grey XXVIII *P. pseudoliceoides*
- Sporangia obviously two-colored: brown or black at the top and yellow at the base XXXVI *P. thindii*
- 7. Sporangia; peridium brown-orange, iridescent; capillitium 5–7 μm diam., more or less the same in different parts XXXVIII *P. verrucifera*
- Sporangia or short plasmodiocarps, yellowish in color; capillitium 2–6 μm diam., with thickenings and thinnings, seem to have irregular edges 8
- 8. Sporangia, subglobose; peridium thin, membranous, without granular material; obligate coprophilic species XVI *P. luteola*
- Plasmodiocarps, short, often curved or irregular sporangia; peridium incrassate with inclusions of granular material; forming on tree bark I *P. acetabulifera*²
- 9. Sporangia white, without refuse granular material; capillitium often perforated XXVII *P. poronema*
- Sporocarps almost black, brown, orange or yellowish, sometime with refuse granular material; capillitium non-perforate 10
- 10. Peridium divided into polygonal or areolated plates..... 11
- Peridium not divided into platelets 12

¹ Aberrant form. Usually stalked sporangia.

² Compare with *P. vermicularis*, which forms long plasmodiocarps and sometimes has a single peridium.

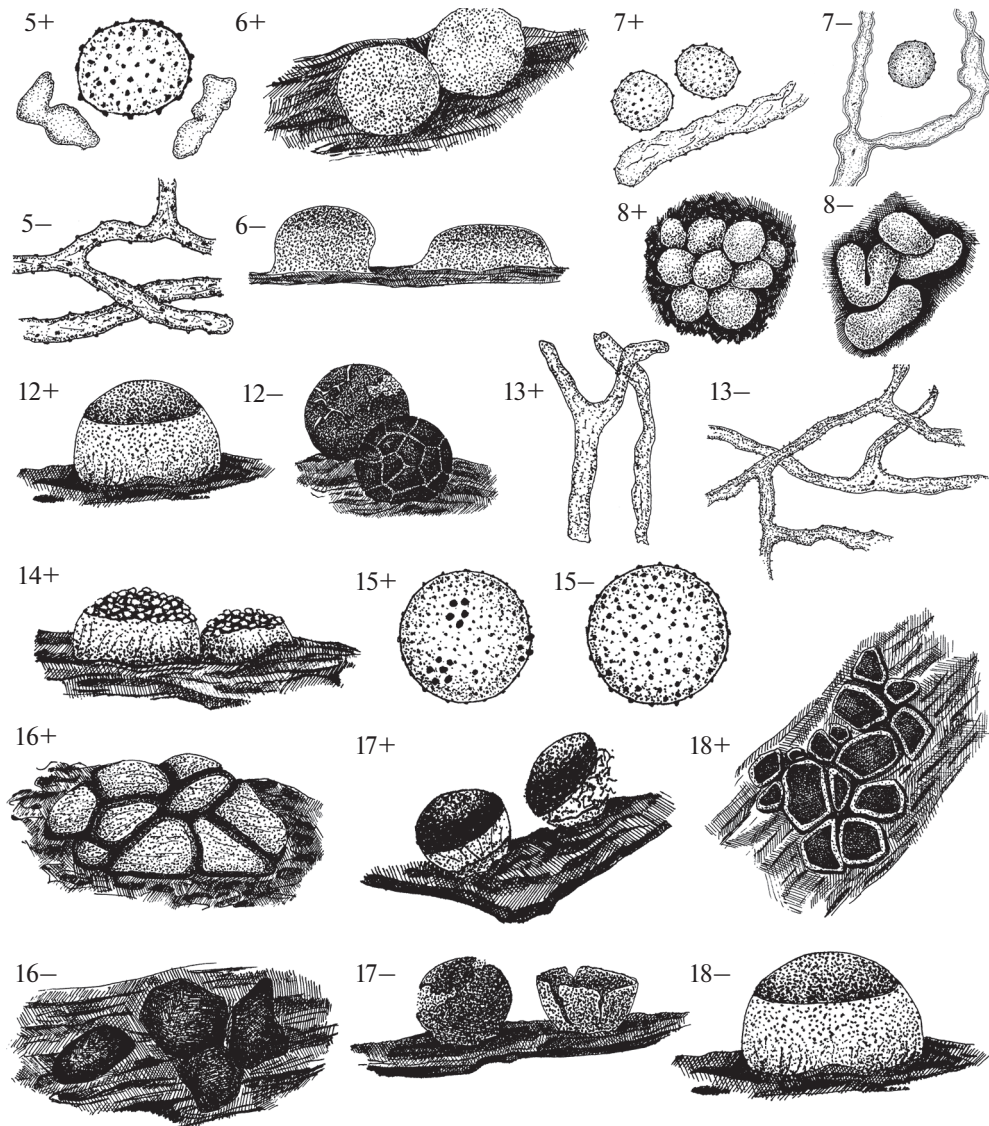


Fig. 4. Illustration of morphological characteristics for key 2 from group 2 of dichotomous identification key. Numbers correspond to the numbers of the definitive theses.

- 11. Peridium marked with dark lines; dehiscence along plates; sporophores – elongated sporangia and ring-sharped plasmodiocarps IV *P. calongei*
- Peridium not marked dark lines, dehiscence not along plates; sporophores – sessile sporangia..... II *P. areolata*
- 12. Dehiscence round, resulting in a lid and a saucer-shaped cup..... 13
- Dehiscence in other ways: into plates by dehiscence lines or irregularly 20
- 13. Capillitium poorly developed, consists of very short, rarely branching threads about 45 µm long III *P. brevifila*
- Capillitium normally developed 4
- 14. Peridium dark cap-like in upper part of sporangia and membranous, transparent at the bottom sporangia VIII *P. dictyonema*
- Peridium is uniformly thickened and does not form a cap 15
- 15. Spores ornamented by densely distributed small warts and scattered large warts VII *P. heterobaculata*
- Spores evenly ornamented by uniform warts 16
- 16. Sporangia from yellow to deep yellow-brown or bronze, with a dark line of thicker refuse material near the base³, which is noticeable even before dehiscence XVII *P. madagascariensis*
- Sporangia from brown to black or reddish, without dark line at the base 17
- 17. The outer peridium layer dehisces by a marginal fissure, forming a lid and a shallow cup connected by a membranous inner peridium layer 18
- The peridium dehiscence irregular, the sporangium upper part separated from a cup by a wide slit covered by a membranous peridium no forming a lid..... VI *P. corticalis*⁴

³ Do not confuse with a part of peridium, which attaches to substrate after dehiscence in the form of a cup.

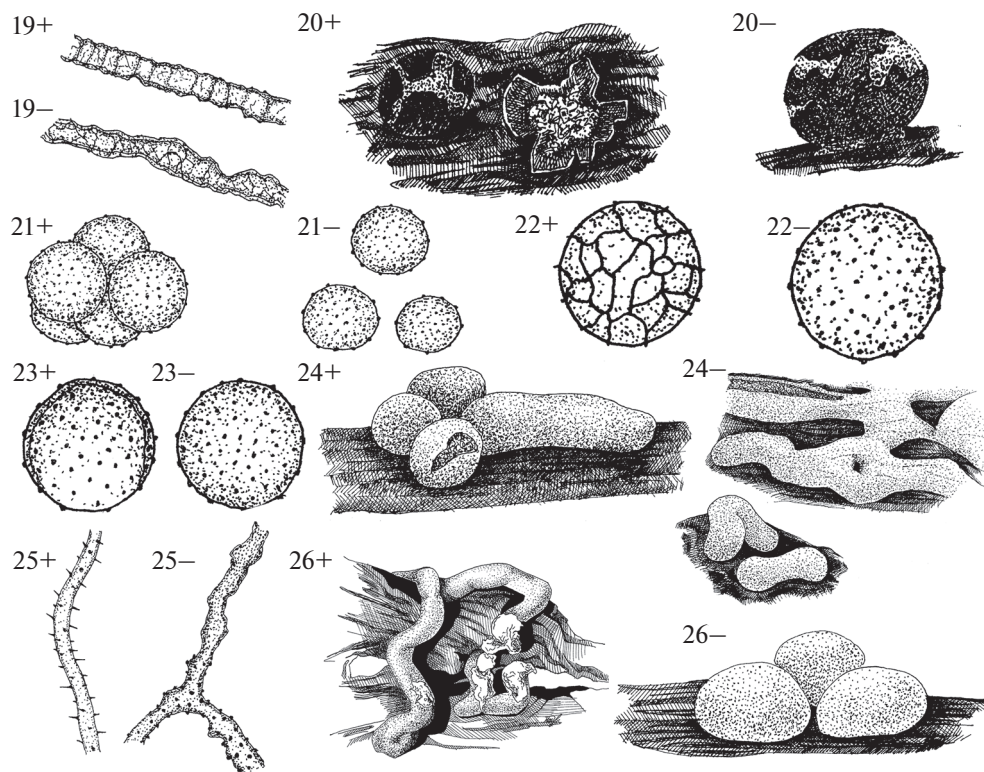


Fig. 5. Illustration of morphological characteristics for key 2 from group 2 of dichotomous identification key. Numbers correspond to the numbers of the definitive theses.

- 18. Sporangia 1–1.5 mm diam., strongly flattened, from chestnut to milky chocolate in color VII *P. depressa*
 – Sporangia 0.1–1 mm diam., usually convex (only sometimes flattened), from dark-brown to almost black..... 19
- 19. Sporangia 0.5–1 mm diam.; capillitium reticulate; usually forming on leaf litter VIII *P. dictyonema*⁵
 – Sporangia less than 0.5 mm diam.; capillitium almost smooth, warty or ornamented with small, irregular-shaped outgrowths, not forming a reticulum; usually forming on bark or wood.....XXX *P. quadrata*
- 20. Dehiscence into plates by specific peridium lines 21
 – Dehiscence irregular 22
- 21. Spores clustered into groups of 4–16; sporophores – sporangia or pseudoaethalia XXXIII *P. syncarpon*
 – Spores free; sporophores – only sporangia..... XXXV *P. tessellata*
- 22. Spores reticulate XXXI *P. reticulospora*
 – Spores warty or spinulose 23
- 23. Spores usually more than 14 µm diam., with a lighter area (germination pore) on the one side; capillitium 3–8 µm diam.; nivicolous species 24
 – Spores usually less than 14 µm diam., without a lighter area; capillitium 2–4 µm diam.; non-nivicolous species 25
- 24. Sporophores – sporangia or short plasmodiocarps, spores ornamented with warts which are always wider than higher XVIII *P. megaspora*
 – Sporophores – branched or reticulate plasmodiocarps, rarely sporangia; spores ornamented with always higher than wider spines XXIV *P. patagonica*
- 25. Capillitium ornamented with large (more 1 µm high) spines..... V *P. chrysosperma*
 – Capillitium ornamented with short spines, warts or irregular reticulum..... 26
- 26. Sporophores – usually twisted or annular plasmodiocarps XXXVII *P. vermicularis*
 – Sporophores – globose or slightly elongated sporangia.....27
- 27. Spores 11–13 µm diam., capillitium ornamented with short spines or warts, sometimes poorly developed, consisting of straight or rarely branching threads..... VI *P. corticalis*
 – Spores 13–16 µm diam., capillitium well-developed, consisting of long, branching threads, ornamented with irregular reticulum with meshes of different size..... X *P. frustrifilaris*

Polytomic identification keys

Sometimes the use of dichotomous identification keys could be not useful. So we have created a web application with a multiple-access taxonomic key, which can be found at address: <https://perichaena.myxomycetes.org>. The source code available at: <https://github.com/MSU-Myxomycetes/PerichaenaKey>.

⁴ Compare with non-stalked forms of *P. pedata*, which differ in ornamentation of capillitium.

⁵ Compare with *P. frustrifilaris*, which is different in spiny spores and peridium color.

Morphological diagnoses for *Perichaena* species

I. *Perichaena acetabulifera* Lizárraga, G. Moreno et Flores-Romero. – Sporangia sessile or short plasmodiocarps. Peridium single, membranous, olive-yellow, sometimes with granular material. Dehiscence irregular. Capillitium well-developed, 2–6 µm diam., edges look broken. Spores 11–14 µm diam., ornamented with rare, irregularly placed warts. Similar species: Differs from other species (for example, *P. vermicularis* with short plasmodiocarps) by thick capillitial threads with broken edges and potato-eye ornamentation. From *P. luteola* – by the sporocarp type (may be sporangia), the presence of granular material in the peridium, and the substrate type (wood, not dung). Descriptions: Lizárraga et al. (2019). Illustrations: Lizárraga et al. (2019, Pl. 1). Type locality: Mexico.

II. *P. areolata* Rammeloo. – Sporangia sessile or on a restricted base. Peridium double, from light-brown to yellow, divided into polygonal or areolate plates. Capillitium well-developed, 2.5–4 µm diam., ornamented with spines 2–3 µm high. Spores 10.2–12.1 µm diam. Similar species: Differs from other species by the peridium, divided into areolate plates. From species with sessile subglobose sporangia (like *P. corticalis*, *P. liceoides*, *P. dictyonema*) – by a well-developed capillitium ornamented with long spines. Descriptions: Rammeloo (1981). See also Keller, Eliasson (1992) and Lado et al. (2009). Illustrations: Lado et al. (2009, f. 4). Type locality: Rwanda.

III. *P. brevifila* T.E. Brooks et H.W. Keller. – Sporangia sessile, slightly compressed. Peridium double, but layers are closely appressed; outer layer thicker including of granular matter; inner layer membranous. Dehiscence by a round lid. Capillitium poorly developed, consists of short (less than 45 µm), rarely branched threads 2–3 µm diam., ornamented with warts. Spores 14–15 µm diam., minutely warted. Similar species: Differs from *P. depressa*, *P. dictyonema*, and *P. quadrata* by a poorly developed capillitium. From *P. corticalis* with a poorly developed capillitium – by the greyish color of peridium and a poorly developed hypothallus. Descriptions: Keller, Brooks (1971); Yamamoto (2006). Illustrations: Keller, Brooks (1971, f. 1–2); Yamamoto (2006, f. 21). Type locality: USA (Georgia).

IV. *P. calongei* Lado, D. Wrigley et Estrada (Fig. 6, A–D). – Sporangia short-stalked or almost sessile, stalk dark. Peridium double; outer layer cartilaginous, divided into several polygonal plates, which make sporocyst look like a football. Capillitium forms a loose net, 2–4 µm diam., ornamented in different ways: warted, spiny, with expansions, pits or reticulum. Spores 10–13.5 µm diam., strongly warted. Similar species: Differs from *P. heterospinispora* and *P. polygonospora* by the presence of a capillitium. From other short-stalked species (like *P. pedata*) – by dark lines of dehiscence forming along the peridium and an irregularly ornamented capillitium. From *P. chrysosperma* (if case of almost non-stalked, plasmodiocarp-like sporocarps) – by the presence of dark dehiscence lines on the peridium. Descriptions: Lado et al. (2009); Araújo et al. (2015); Cavalcanti et al. (2016). Illustrations: Lado et al. (2009, f. 1–22); Araújo et al. (2015, f. 3 a–f); Cavalcanti et al. (2016, f. 1 b–e). Type locality: Argentina.

V. *P. chrysosperma* (Curr.) Lister (Fig. 6, E–G). – Plasmodiocarps round or elongate, rarely sessile sporangia. Peridium double; from ochraceous or orange to dark-brown or red-brown. Dehiscence irregular. Capillitium well-developed, 2–4 µm diam., well-ornamented with spines 2–4 µm high. Spores 8–10(12) µm diam., warted. A very polymorphous species. Usually forms ring-like sporocarps, rarely

elongate plasmodiocarps and almost never – subglobose sporangia. Similar species: Differs from *P. patagonica* by small spores and non-nivicolous ecology. From *P. vermicularis* (plasmodiocarp form) and *P. corticalis* or *P. frustifilaris* (sporangium form) – by large spines on the capillitial surface. Descriptions: Lister (1925); Martin, Alexopoulos (1969); Farr (1976); Nannenga-Bremekamp (1991); Novozhilov (1993); Lado, Pando (1997); Ing (1999); Stephenson (2021). Illustrations: Lister (1925, Pl. 184); Martin, Alexopoulos (1969, f. 67); Emoto (1977, Pl. 27); Nannenga-Bremekamp (1991, P. 95); Neubert et al. (1993, P. 205–206); Hagiwara, Yamamoto (1995, f. 37); Lado, Pando (1997, f. 75); Yamamoto (1998, P. 199); Ing (1999, f. 101); Härkönen, Sivonen (2011, f. 129); Poulain et al. (2011, f. 97); Cheng et al. (2013, f. 2–8); Massingill, Stephenson (2013, f. 2D); Cavalcanti et al. (2016, f. 1 F–I); Tran et al. (2017, f. 42); Stephenson (2021, f. 57). Type locality: England, Great Britain.

VI. *P. corticalis* (Batsch) Rostaf. (Fig. 6, H–J). – Sporangia sessile, rarely short plasmodiocarps. Peridium double; from red-brown to dark-brown, sometimes covered with lime. Dehiscence irregular, rarely round, forming a cup. Hypothallus filmy, usually common for a group of sporangia. Capillitium present, may form a dense net or consist of short, rarely branched threads, small-warted. Spores (9)11–13(14) µm diam., warted. Similar species: Differs from *P. chrysosperma* and *P. vermicularis* by subglobose sporangia and usually a poorly developed capillitium. From *P. quadrata*, *P. dictyonema* and *P. nigra* – by non-angular sporangia and usually irregular (not round) dehiscence. From *P. liceoides* – by the presence of a capillitium. From *P. frustifilaris* – by smaller (up to 13 µm diam.) spores. Descriptions: Martin, Alexopoulos (1969); Farr (1976); Nannenga-Bremekamp (1991); Novozhilov (1993) (in Russ.); Lado, Pando (1997); Ing (1999); Cavalcanti et al. (2016); Stephenson (2021). Illustrations: Lister (1925, Pl. 186); Bjornekaer, Klinge (1963, T. 4, f. 1–2); Martin, Alexopoulos (1969, f. 68); Emoto (1977, Pl. 26); Lado, Moreno (1978, f. 9); Gilbert (1990, f. 28–30); Nannenga-Bremekamp (1991, f. 95); Neubert et al. (1993, P. 206–207); Hagiwara, Yamamoto (1995, f. 36); Lado, Pando (1997, f. 76 A–C); Yamamoto (1998, P. 201); Ing, (1999, f. 102); Novozhilov, Schnittler (2008, f. 33–34); Härkönen, Sivonen (2011, f. 130; 131); Poulain et al. (2011, Pl. 93); Cavalcanti et al. (2016, f. 2 B–E); Calaça et al. (2020, f. 6). Type locality: Germany.

VII. *P. depressa* Lib. (Fig. 7, A–D). – Sporangia sessile, strongly compressed, sometimes angular due to a common lateral compression. Peridium double; both layers well-noticeable. Dehiscence round, forming a wide lateral lid, covered with the inner peridial layer. Capillitium well-developed, (1.5)2–2.5(3) µm diam., ornamented with small spines. Spores 9–12 µm diam., small-warted. Similar species: Differs from other species by large, compressed, roundly dehiscing sporangia. From *P. madagascariensis* – by a non-bronze color of peridium and the absence of a dark line of refuse material near the base of sporangia. From *P. nigra* – by the presence of a capillitium. From *P. dictyonema* and *P. quadrata* – by flattened (not convex) larger sporangia of milk-chocolate (not dark brown to black) color. Descriptions: Martin, Alexopoulos [1969, P. 112–113. Description includes morphology of *P. quadrata* (Keller, Eliasson, 1992)]; Farr (1976); Nannenga-Bremekamp (1991); Keller, Eliasson (1992); Novozhilov (1993); Lado, Pando (1997); Ing (1999); Cavalcanti et al. (2016); Stephenson (2021). Illustrations: Lister (1925, Pl. 189); Martin, Alexopoulos (1969, f. 69); Rammeloo (1974, f. 6–8); Emoto (1977,

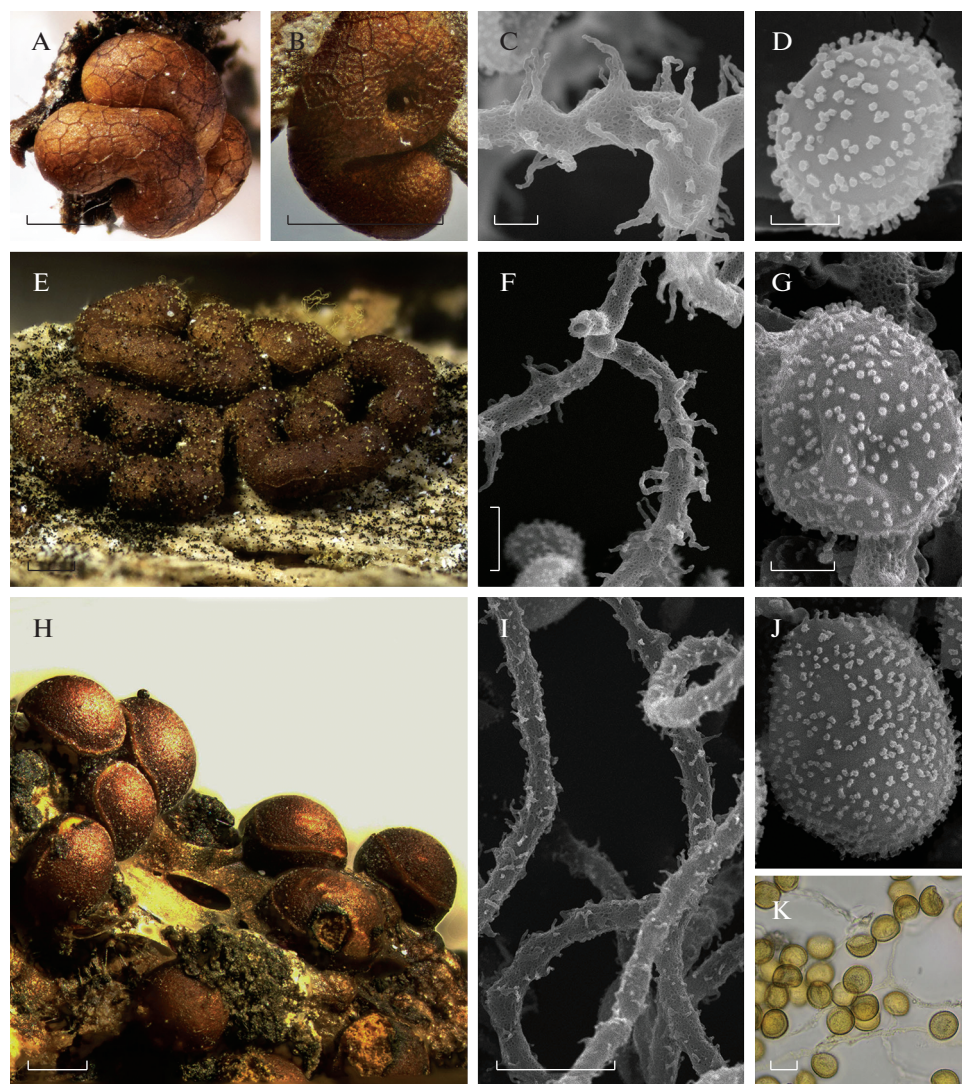


Fig. 6. A–D – *Perichaena calongei*: A, B – sporocarps; C – capillitium (SEM); D – spore (SEM). E–G – *P. chrysoasperma*: E – sporocarps; F – capillitium (SEM); G – spore (SEM); H–J: *P. corticalis*: H – sporocarps; I – capillitium (SEM); J – spore (SEM); K – spores and capillitium (LM). Scale bars: A, B, E, H – 300 μm , I, K – 10 μm ; F – 5 μm ; C, D – 3 μm , G, J – 2 μm .

Pl. 23–24); Liu (1982, Pl. I, f. 4–5; Pl. X, f. 2); Keller, Eliasson (1992, f. 1–13); Neubert (1993, P. 208, 209); Hagiwara, Yamamoto (1995, f. 38); Lado, Pando (1997, f. 77); Nan-nenga-Bremekamp (1991, f. 94); Yamamoto (1998, 202); Ing (1999, f. 103); Stephenson (2003, f. 4); Poulain et al. (2011, Pl. 96); Stephenson (2011, f. 1); Cavalcanti et al. (2016, f. 2 F–H); Tran et al. (2017, f. 43); Stephenson (2021, f. 58–59). Type locality: Belgium.

VIII. *P. dictyonema* Rammeloo. – Sporangia sessile, half-round or slightly compressed, convex at the top. Peridium double; inner layer membranous, outer – cartilaginous, often covered with granular material. Dehiscence by a round lid, forming a cap. Capillitium well-developed, 2–2.5 μm diam., ornamented with warts or thin reticulum (can be detected only using SEM). Spores 10–12 μm diam., evenly warted. Similar species: Differs from *P. depressa* by convex form and a darker color of sporangia. From *P. quadrata* – by larger sporangia, reticulate ornamentation of capillitium and presence of regularly forming cap made of granular material. *P. dictyonema* is morphologically very similar to *P. quadrata*

and they might represent the same species (Lizárraga et al., 2016a). Descriptions: Rammeloo (1981); Stephenson (2021). Illustrations: Tran (2017, f. 44); Poulain et al. (2011, f. 94). Type locality: Rwanda.

IX. *P. echinolophospora* Novozh. et S.L. Stephenson. – Sporangia sessile. Peridium single or double; inner layer membranous, outer (if present) cartilaginous, bright-red-yellow. Dehiscence irregular. Capillitium absent. Spores 12–13 μm diam., ornamented with honeycomb-like outgrowths, forming large-meshed reticulum. Border of outgrowth is serrated. Similar species: Differs from many other species by the absence of a capillitium and the reticulate ornamentation of spores. From *P. reticulospora* – by the absence of a capillitium. From *P. polygonospora* – by the ornamentation of spores: meshes are honeycomb-like, the form of spores is round (not polygonal). Descriptions: Novozhilov, Stephenson (2015). Illustrations: Novozhilov, Stephenson (2015, f. 1–8). Type locality: Vietnam.

X. *P. frustrifilaris* Q. Wang, Yu Li et J.K. Bai. – Sporangia sessile. Peridium double; outer layer thick, cartilaginous;

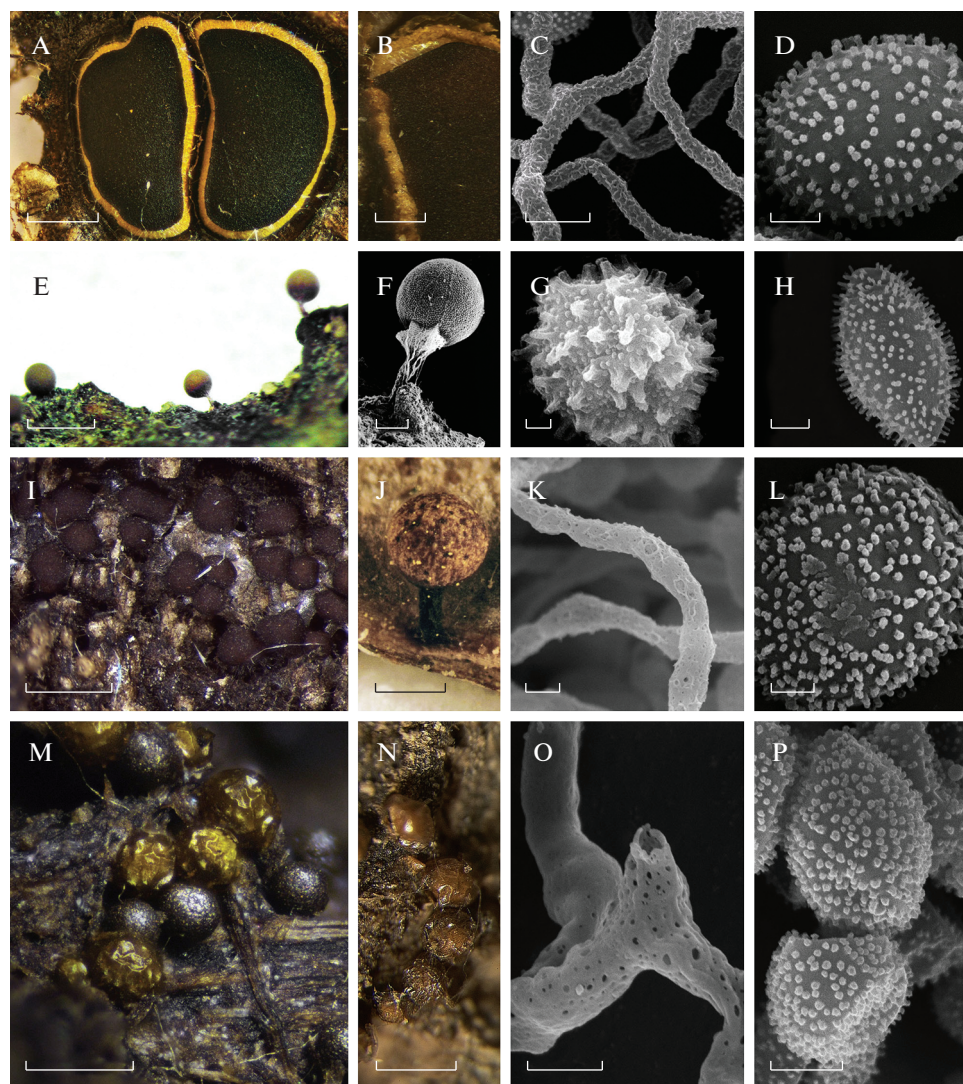


Fig. 7. A–D – *Perichaena depressa*: A, B – sporocarps; C – capillitium (SEM); D – spore (SEM). E–G – *P. heterospinispora*: E, F – sporocarps; G – spore (SEM). H–I – *P. liceoides*: H – spore (SEM); I – sporocarps. J–L – *P. pedata*: J – sporocarp; K – capillitium (SEM); L – spore (SEM). M–P – *P. luteola*: M, N – sporocarps; O – capillitium (SEM); P – spores (SEM). Scale bars: I – 1000 μm ; M, N, E – 500 μm ; A, J – 300 μm ; B – 150 μm ; F – 100 μm ; C – 5 μm ; H, K, O, P – 3 μm ; D – 2 μm ; G, L – 1 μm .

dark red-brown, spotty or reticulate. Dehiscence irregular, forming a cup. Capillitium reticulate, consists of long branched threads 2–3 μm diam., slightly reticulate. Spores 13–15 μm diam., ornamented with large conical spines. **Similar species:** Differs from *P. corticalis* – by larger spores ornamented with spines. From *P. vermicularis* (sporangia form) – by the reddish color of peridium and the reticulate ornamentation of a capillitium. **Notes:** Found only in the type locality (Walker et al., 2015). **Descriptions:** Wang et al. (2000). **Illustrations:** Wang et al. (2000, Pl. 1, f. 1–4). **Type locality:** China.

XI. *P. grisea* Q. Wang, Yu Li et J.K. Bai. – Sporangia sessile or plasmodiocarps, greyish-blue. Peridium single, membranous. Dehiscence irregular. Capillitium poorly developed, consists of long, thin (1.6–2.1 μm diam.), branched, and almost non-colored threads, ornamented with irregular thickenings. Spores brown in mass, 10–11 μm diam., almost smooth. **Similar species:** Differs from all other species by the greyish-blue peridium and the thin, non-colored capilli-

tium. **Notes:** Found only in the type locality (Walker et al., 2015). **Descriptions:** Wang et al. (2000). **Illustrations:** Wang et al. (2000, Pl. 1, f. 5–8). **Type locality:** China.

XII. *P. heterobaculata* Rammeloo. – Sporangia sessile. Peridium double; outer layer cartilaginous, incrustated by granular material; inner layer membranous. Dehiscence by a round lid, forming a cup. Capillitium well-developed, consists of threads 2.5–3 μm diam., ornamented with minute, irregularly placed warts or short spines. Spores ornamented with warts of two types: minute light warts and groups of larger, darker warts. **Similar species:** Differs from other species by the irregular ornamentation of spores: groups of darker warts. **Descriptions:** Rammeloo (1981). **Illustrations:** Absent. **Type locality:** Rwanda.

XIII. *P. heterospinispora* Novozh., Zeml., Schnittler et S.L. Stephenson (Fig. 7, E–G). – Sporangia sessile or stalked. Stalk short, formed from hypothallus, warted; less than a half of the total sporangium height, from brown to black. Peridium single, thin, from light-yellow-brown to olive-

brown, reddish-brown in lower part. Dehiscence irregular, forming a cup. Capillitium absent. Spores, including ornamentation, (10.5)12.0–13.0(14.5) μm diam., ornamented by well-noticeable pyramidal spines. Similar species: Differs from other species by the absence of a capillitium and a short membranous stalk. From species with no capillitium (*P. polygonospora* when stalked and *P. liceoides* when sessile) – by large spines on spores. Descriptions: Novozhilov et al. (2008). Illustrations: Novozhilov et al. (2008, f. 1–8). Type locality: Russia (Volgograd Oblast).

XIV. *P. liceoides* Rostaf. (Fig. 7, H–I). – Sporangia sessile. Peridium single, thin, membranous; sometimes includes granular material, rarely seems double. Dehiscence irregular, rarely by a round lid. Capillitium absent. Spores (10)11–13(15) μm diam., ornamented with warts or spines 0.8–1 μm high. Similar species: Differs from other species (*P. corticalis* or *P. vermicularis* with sporangia) by the absence of a capillitium. From *P. thindii* – by evenly colored (not two-colored) sporangia. From *P. heterospinispora* (very short-stalked, almost sessile form/case) – by smaller spines or even warts as the spore ornamentation. From *P. corticalis*, that can almost lack a capillitium – by a single peridium and spiny spores. From *Licea tenera* – by the peridium structure and the spore ornamentation. The outer peridium surface of *Perichaena liceoides* is rough and encrusted with granular deposits, spores have two types of ornamentation: spines with small lateral appendices up to 8 per spine with very small verrucae scattered between the spines (Novozhilov et al., 2003). Notes: see description of type material in Gilbert, 1990. Descriptions: Lister (1911); Gilbert (1990); Ing (1999); Schmittler, Novozhilov (2000); Novozhilov et al. (2006); Yamamoto (2006); Kuhnt (2019). Illustrations: Gilbert (1990, f. 1–8); Lado, Pando (1997, f. 76 D); Ing (1999, f. 104); Novozhilov et al., (2003, f. 2 i–k); Novozhilov et al. (2006, f. 41–46); Yamamoto (2006, Pl. 22); Kosheleva et al. (2008, f. 28–30); Kuhnt (2019, f. 5 b–d; f. 6 a–e). Type locality: Germany (see Kuhnt, 2019).

XV. *P. longipes* L.M. Walker, Leontyev et S.L. Stephenson. – Sporangia stalked. Stalk straight, from brown to black, more than $\frac{3}{4}$ of sporangium height. Peridium single, dense. Capillitium thick, (2.6)3.2–5.8(6.2) μm diam., branched and anastomosed, forming a net with almost no free endings; densely ornamented with warts or coralloid protrusions. Spores (7.5)7.8–9.1(10.7) μm diam., almost smooth (ornamented with areolate warts noticeable via SEM). Similar species: Differs from other stalked species by a capillitium (for example, *P. stipitata*, *P. calongei*) with a very long stalk. From *P. pedata* and *P. papulosa* – by a very thick, “shaggy” capillitium. Descriptions: Walker et al. (2015). Illustrations: Walker et al. (2015, f. 1). Type locality: Panama.

XVI. *P. luteola* (Kowalski) Gilert (Fig. 7, M–P). – Sporangia sessile. Peridium single, thin, bright. Dehiscence irregular. Capillitium consists of depressed tubules, that can be thicker or thinner, 2–3 μm diam.; free ends rare. Spores 12–15 μm diam., spiny. Similar species: Differs from *P. corticalis* and alike species by a single peridium and yellow (not orange or brown) sporangia. From *P. acetabulifera* – by more compact fructifications, often a narrower capillitium, and a coprophilous lifestyle. Descriptions: Kowalski (1969); Lado, Pando (1997); Ing (1999). Illustrations: Lado, Pando (1997, f. 78); Ing (1999, f. 105); Novozhilov et al. (2006, f. 46–50); Novozhilov, Schnittler (2008, f. 35–37); Poulain et al. (2011, Pl. 99); Tran et al. (2017, f. 45). Type locality: USA (California).

XVII. *P. madagascariensis* D. Wrigley, Lado, Estrada et S.L. Stephenson. – Sporangia sessile, gregarious, sometimes appressed, polygonal; from yellow to deep-yellow-brown with a bronze tint; with a dark line at the base of sporangium or between nearby sporangia, formed from granular material. Peridium double. Dehiscence by a round lid, forming a cap and a flat cup. Capillitium tubulate, consists of tubules of different diam., ornamented very irregular with various elements: from small nodules to grouped warts. Spores 10–12.5(13) μm diam., minutely warted. Similar species: Differs from *P. depressa* and *P. quadrata* by a bronze color and a dark line, girdling sporangia. From *P. liceoides* – by a well-developed capillitium. From *P. luteola* – by a double peridium, irregular capillitium ornamentation, and a non-coprophilous lifestyle. Description: Wrigley de Basanta et al. (2013). Illustrations: Wrigley de Basanta et al. (2013, f. 37–51), Lado et al. (2014, f. 9). Type locality: Madagascar.

XVIII. *P. megaspora* A. Ronikier, Lado et D. Wrigley. – Sporangia sessile, rarely plasmodiocarps. Peridium double; layers closely appressed (as a result, peridium seems single), thick, covered with granular material. Dehiscence irregular. Capillitium well-developed, dense, forming a net-like structure; threads depressed, 3–6(8) μm diam., from smooth to warted. Spores with thicker wall on one side, from smooth to large-warted, (15)15.5–22(25) μm diam. Similar species: Differs from other species by very large spores and a depressed capillitium. From *P. patagonica* – by sporangia or short plasmodiocarps and warts that are wider than higher. Descriptions: Ronikier et al. (2013). Illustrations: Ronikier et al. (2013, f. 3–17). Type locality: Argentina.

XIX. *P. membranacea* Yu Li, Q. Wang et H.Z. Li. – Aethalia or pseudoaethalia sessile, dark-brown with a pink metallic tint. Peridium single, common to a group of sporangia in the upper part. Capillitium well-developed, non-branched, spiny. Spores 10.4–10.9(12.5) μm diam., evenly and densely warted. Similar species: Differs from other *Perichaena* species by aethalia or pseudoaethalia formation. From *P. syncarpon* – by a thin (not cartilaginous) peridium and free (not clustered) spores. Notes: Found only in the type locality (Walker et al., 2015). Descriptions: Li et al. (1990). Illustrations: Li et al. (1990, Pl. 1, f. 1–4). Figures of *P. membranacea* and *P. poronema* are confused. In this paper we provide them in a correct order. Type locality: China.

XX. *P. microspora* Penz. et Lister. – Plasmodiocarps, rarely sessile sporangia. Peridium single, yellow, membranous, may contain granular material near the fructification base. Dehiscence irregular, in the upper part. Capillitium well-developed, consists of long, sometimes branched threads, 1–3 μm diam. with a lot of spines and sometimes enlarged, round fragments. Spores 6–7.5 μm , ornamented with small spines, visible only by using immersion oil. Similar species: Differs from all other species by very small spores, not reaching 8 μm diam. Descriptions: Martin, Alexopoulos (1969); Farr (1976); Yamamoto (2006). Illustrations: Lister (1925, Pl. 185 a, b); Martin, Alexopoulos (1969, f. 70); Novozhilov et al. (2001, f. 12–14); Yamamoto (2006, f. 23); Cavalcanti et al. (2016, f. 3). Type locality: Indonesia.

XXI. *P. nigra* D. Wrigley, Lado et Estrada. – Sporangia sessile, often grouped, from globose to discoid. Peridium double; outer layer very thick (about 10 μm), cartilaginous, deep-black; inner layer membranous. Dehiscence by a round lid at the base, forming a large cap. Capillitium absent. Spores (13.5)14–16(16.5) μm diam., ornamented with separate warts or lines (noticeable only using SEM). Similar species: Differs from *P. corticalis*, *P. depressa*, *P. dictyonema*, and *P. quadrata* in the absence of a capillitium and the per-

idium color. From *P. liceoides* – by a double, thick peridium. From *P. taimyriensis* – by black (not yellow) color and round (not irregular) dehiscence. Descriptions: Lado et al. (2014). Illustrations: Lado et al. (2014, f. 10). Type locality: Argentina.

XXII. *P. pachyderma* D.W. Mitch., G. Moreno et Lizárraga. – Sporangia sessile. Peridium single, but very thick (2–5 µm). Dehiscence irregular. Capillitium usually absent, very rarely presented as smooth filaments 2 µm diam., attached to the inner peridial side. Spores 10–11(12) µm diam., warted. Coprophilous. Similar species: Differs from *P. corticalis* and alike species by the absence of a capillitium. From *P. liceoides* – by single, but very thick peridium. From *P. nigra* – by spores less than 12 µm diam. From coprophilic *Licea* species – by yellow spore mass. Descriptions: Mitchell et al. (2011); Lizárraga et al. (2016a). Illustrations: Mitchell et al. (2011, f. 1–25); Lizárraga et al. (2016a, f. 28–33). Type locality: Mexico.

XXIII. *P. papulosa* C.H. Liu et J.H. Chang. – Sporangia stalked. Stalk short (to a half of sporangia height), from dark-brown to black. Peridium single, semihyaline, forming a big, well-noticeable dark papilla (or several papillae) at the top. Dehiscence irregular. Capillitium well-developed, 3–4 µm diam., minutely warted. Spores 9–10 µm diam., spiny. Similar species: Differs from *P. pedata* by smaller sporangia, warted (not spinulose) capillitium, and dark papilla at the top of sporangium. Descriptions: Liu et al. (2007). Illustrations: Liu et al. (2007, f. 1). Type locality: Taiwan.

XXIV. *P. patagonica* A. Ronikier et Lado. – Plasmodiocarps branched or reticulate, rarely sporangia. Peridium single, covered with darker granular material. Dehiscence irregular. Capillitium well-developed, dense, branched, forming a net; consists of tubules 3–6 µm diam., more or less ornamented with warts or spines, connected by lines. Spores (13)14–19(20) µm diam., spinulose. Nivicolous. Similar species: Differs from *P. vermicularis* by bigger (0.65–1.15 mm wide) plasmodiocarps, wider capillitium threads, and very large spores. From *P. chrysoesperma* – by a warted (not spinulose), wide capillitium and big spores. From *P. megaspora* – by plasmodiocarps (not sporangia) and smaller and spiny (not warted) spores. Descriptions: Ronikier et al. (2020). Illustrations: Ronikier et al. (2020, f. 9 A–D; f. 10 A–D). Type locality: Argentina.

XXV. *P. pedata* (Lister et G. Lister) G. Lister ex E. Jahn (Fig. 7, J–L). – Sporangia stalked, rarely almost sessile. Stalk dark-brown, usually less than a half of sporangium height. Peridium single, membranous, with granular material. Dehiscence irregular. Capillitium well-developed, threads branched, 3–5 µm diam., minutely spinulose. Spores 9–10 µm diam., warted or short spinulose. Similar species: Differs from *P. calongei* by the absence of dehiscence lines on the peridium. From *P. stipitata* – by a dark (not white) stalk. From stalked *P. reticulospora* – by non-reticulate spores. From *Hemitrichia minor* – by a capillitium, which is not ornamented with spiral bands. Descriptions: Ing (1999); Nannenga-Bremekamp (1991); Liu et al. (2007). Illustrations: Mitchell (1978, f. 36a, 36b); Neubert, Bauman (1986); Nannenga-Bremekamp (1991, P. 97); Neubert et al. (1993, P. 209); Yamamoto (1998, P. 203); Ing (1999, f. 106); Müller (2005, f. 5); Yamamoto (2006, P. 203); Liu et al. (2007, f. 2 A–F); Poulain et al. (2011, Pl. 92); Cavalcanti et al. (2016, f. 3); Johannesen, Vetlesen (2020, f. 45 H–I). Type locality: England.

XXVI. *P. polygonospora* Novozh., Zeml., Schnittler et S.L. Stephenson (Fig. 8, A–C). – Sporangia sessile or short-stalked. Stalk, if present, never reaches a half of sporangium

height, from brown to black. Peridium single, cartilaginous, brown-orange. Dehiscence irregular or areolate. Capillitium absent. Spores (9)10–11.5(12.5) µm diam., polygonal. Similar species: Differs from other species by the absence of a capillitium and polygonal spores. From *P. echinolophospora* and *P. reticulospora* – by the spore form: spores of *P. polygonospora* are polygonal with ribs (not reticulate or honeycomb-like). Also differs from *P. echinolophospora* by smaller spores (less than 12 µm diam.) and from *P. reticulospora* – by the absence of a capillitium. Descriptions: Novozhilov et al. (2008); Lizárraga et al. (2016b). Illustrations: Novozhilov et al. (2008, f. 9–17); Lizárraga et al. (2016b, f. 14–19). Type locality: Russia (Volgograd Oblast).

XXVII. *P. poronema* Yu Li et H.Z. Li. – Sporangia sessile. Peridium double; outer layer thick, white (but not calcareous!); inner layer dark-brown. Dehiscence by a round lid, forming a cup. Capillitium well-developed, sometimes branched, 1.25–1.8(2.5) µm diam., ornamented with warts or irregular reticulum, sometimes perforate. Spores (8)8.8–9.5(10) µm diam., warted. Similar species: Differs from *P. thindii* and *P. depressa* by the color of sporangia and the capillitium form. From *P. dictyonema* – by the absence of granular material on the peridium surface, an occasionally reticulate capillitium, and smaller spores. Descriptions: Li et al. (1990). Illustrations: Li et al. (1990, Pl. 2). Figures of *P. membranacea* and *P. poronema* are confused. In this paper we provide them in a correct order. Type locality: China.

XXVIII. *P. pseudoliceoides* Kuhnt et Mar. Meyer. – Sporangia always sessile, on restricted base, spherical, 185–320 µm in diam. Peridium single, membranous, dark-yellow to yellow-brown, nearly transparent in transmitted light. Capillitium contains short elaters and net-like, fully reticulate elements. Spores dark yellowish in mass, (9)10–12.5(13.5) µm in diam., almost smooth or faintly warted by oil immersion. Similar species: Differs from *P. liceoides* by presence of capillitium and smooth or warted (not spinulose) spores. Differs from *P. luteola* by smaller spores. Also, author have noticed, that this species may be similar to *Licea punctiformes*, but differs by presence of capillitium. Other differences have not been described. Descriptions: Kuhnt (2021). Illustrations: Poulain et al. (2011, f. 100) (sp. *liceoides*); Kuhnt (2021, abb. 42 a–f; 43 a–d, 44 a–e, 45a, 46 a–f). Type locality: France.

XXIX. *P. pulcherrima* Petch. – Sporangia stalked, rarely sessile. Stalk wrinkled, reddish-brown, sometimes common for a group of sporangia. Peridium double; outer layer thick, containing granular material, from violet-brown to violet-red. Capillitium poorly developed, consists of red-brown soft threads 3–4 µm diam., ornamented with single warts or spines 1–2 µm high. Spores violet-brown in mass, 15–17 µm diam., spinulose. Similar species: Differs from other species by a violet peridium and large spores. Descriptions: Martin, Alexopoulos (1969). Illustrations: Lister (1925, Pl. 188); Emoto (1977, Pl. 123); Poulain et al. (2011, Pl. 91); Wrigley de Basanta et al. (2013, f. 18–19; 52–55). Type locality: Ceylon.

XXX. *P. quadrata* T. Macbr. (Fig. 8, D–G). – Sporangia sessile, crowded, slightly-depressed, from pillow-form to subglobose. Peridium double; outer layer thick, non-hyaline, brown; inner layer membranous, hyaline. Dehiscence by a round lid, forming a cup, but the lid often stays covered with the inner peridial layer. Capillitium well-developed, branched and anastomosed, 1.5–2.5 µm diam., ornamented by warts and ribs, rarely forming very irregular reticulum. Spores 9–11(12) µm diam., warted. Similar species: Differs from *P. depressa* by smaller and less depressed sporangia, al-

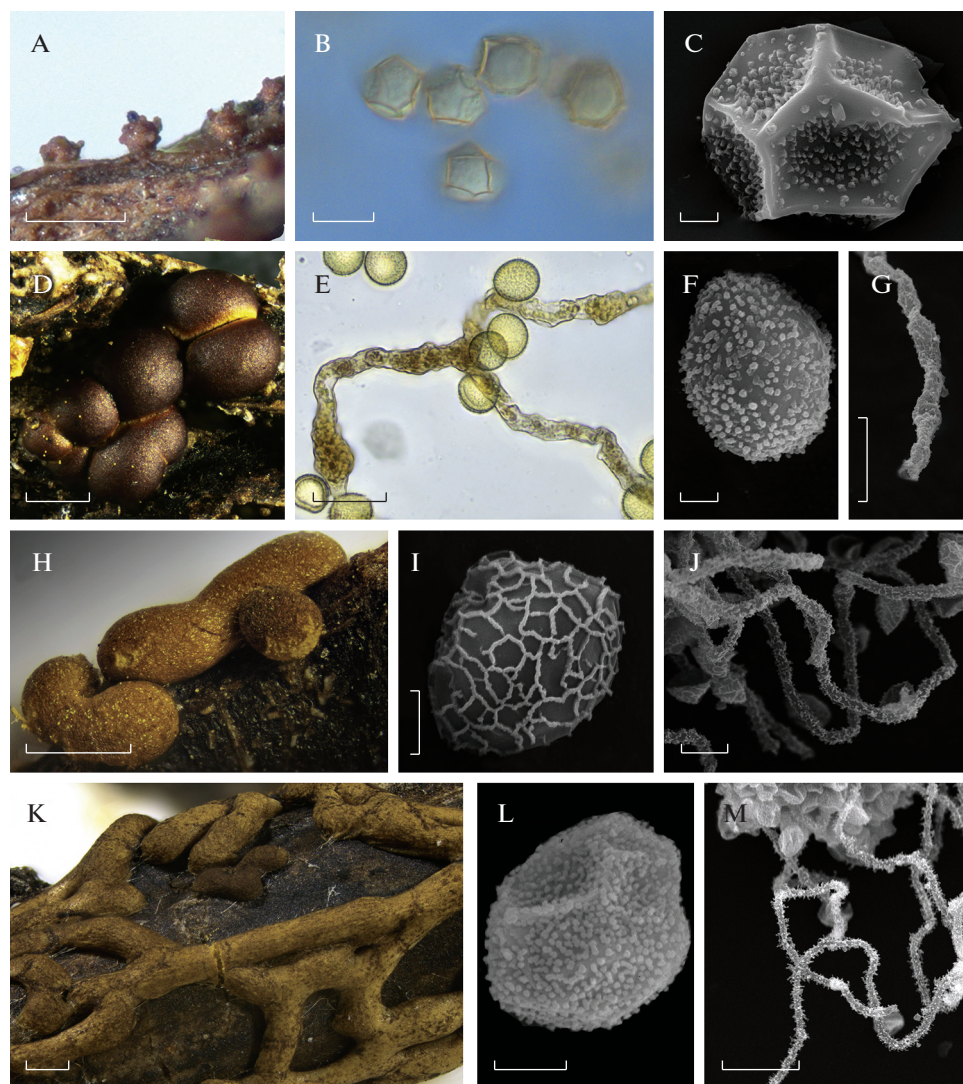


Fig. 8. A–C – *Perichaena polygonospora*: A – sporocarps; B – spores (LM); C – spore (SEM); D–G – *P. quadrata*: D – sporocarps; E – spores and capillitium (LM); F – capillitium (SEM); G – spore (SEM). H–J – *P. reticulospora*: H – sporocarps; I – spore (SEM); J – capillitium (SEM). K–M – *P. vermicularis*: K – sporocarps; L – spores (SEM); M – capillitium (SEM). Scale bars: H – 400 μ m; D, K – 300 μ m; A – 200 μ m; M, E – 20 μ m; B, G, J – 10 μ m; F, I, L, M, L – 3 μ m; C – 2 μ m.

so usually a darker peridium. From *P. dictyonema* – by smaller sporangia (less than 0.5 mm diam.), the absence of a cap on the peridium formed from granular material, and a non-reticulate capillitial surface. **Descriptions:** Macbride (1899); Keller, Eliasson (1992); Lizárraga et al. (2016a); López-Villalba, Moreno (2020). **Illustrations:** Keller, Eliasson (1992, f. 14–31); Yamamoto (1998, P. 204); Poulain et al. (2011, Pl. 95); Lado et al. (2013, f. 47–53); Wrigley de Basanta et al. (2013, f. 56–60); Lizárraga et al. (2016a, 34–42); Lado et al. (2019, f. 7 A–C); López-Villalba, Moreno (2020, f. 4). **Type locality:** USA (Pennsylvania). See also Keller, Eliasson (1992).

XXXI. *P. reticulospora* H.W. Keller et D.R. Reynolds (Fig. 8, H–J). – Sporangia sessile or stalked. Stalk, if present, short (less than a half of sporangium high), dark. Peridium double; outer layer with granular material; inner layer membranous, hardly-noticeable. Dehiscence irregular. Capillitium rarely-branched, 2.5–3 μ m diam., almost smooth, with few short spines. Spores 11–12.5 μ m, orna-

mented with a well-noticeable, regular reticulum, forming (6)8–11(13) cells per spore side. **Similar species:** Differs from sessile species by reticulate spores. From stalked sporangia with reticulate spores (*P. polygonospora*, *P. echinolophospora*) – by the presence of a capillitium. **Descriptions:** Keller, Reynolds (1971). **Illustrations:** Keller, Reynolds (1971, f. 1–5); Novozhilov, Stephenson (2015, f. 9–11). **Type locality:** Philippines.

XXXII. *P. stipitata* Lado, Estrada et D. Wrigley. – Sporangia stalked. Stalk long (usually more than a half of sporangium high), white. Peridium single, membranous. Dehiscence irregular. Capillitium poorly developed, tubulose, threads 1.4–3.6 μ m diam., branched. Spores 12–15 μ m diam., warty. **Similar species:** Differs from other stalked species by a white, calcareous stalk. From *P. pedata* (limeless form) by larger spores. **Descriptions:** Estrada-Torres et al. (2009); Lizárraga et al. (2015). **Illustrations:** Estrada-Torres et al. (2009, f. 45–56); Lizárraga et al. (2015, f. 31–36). **Type locality:** Mexico.

XXXIII. *P. syncarpon* T.E. Brooks. — Pseudoaethalia or aethalia, rarely sporangia. Peridium double; outer layer cartilaginous, from red-brown to almost black; inner layer membranous, closely adjoins to the outer one. Dehiscence into polygonal plates via preformed ribs on the peridium. Capillitium forming a poorly developed net, threads branched and anastomosed, warted or spiny, sometimes reticulate, 2–3 μm diam. (sometimes much wider because of nodes). Spores (8)10–12(14) μm diam., clustered (2–20 spores in group), spinulose. Similar species: Differs from all other species by large aethalia or pseudoaethalia and clustered spores. Descriptions: Martin, Alexopoulos (1969); Moreno et al. (2006); Yamamoto (2006). Illustrations: Martin, Alexopoulos (1969, f. 72); Lizárraga et al. (2005, f. 13–14); Yamamoto, (2006, Pl. 24). Type locality: USA.

XXXIV. *P. taimyriensis* Novozh. et Schnittler. — Sporangia sessile, often grouped. Peridium double; outer layer thick due to granular material, shining; inner layer thin, membranous. Dehiscence irregular. Capillitium absent. Spores (13)13.5–14.5(15) μm diam., almost smooth or a bit warted. Similar species: Differs from *P. liceoides* by a thick peridium and larger spores. From *P. pachyderma* — by larger spores (more than 13 μm). From *P. nigra* — by the orange or brown (not black) color of peridium and irregular dehiscence (not forming a lid). Descriptions: Novozhilov, Schnittler (2000). Illustrations: Novozhilov, Schnittler (2000, f. 1). Type locality: Russia (Taimyr).

XXXV. *P. tessellata* G. Lister. — Sporangia sessile. Peridium double; outer layer thick, black–violet; inner layer thin, semihyaline, shining. Dehiscence via preformed ribs on the peridium, forming petals. Capillitium forms a poorly developed net, threads 1.5 μm diam., ornamented with minute, well-noticeable warts. Spores 9–10 μm diam., evenly warted. Similar species: Differs from other species by the color of peridium and the type of dehiscence. From *P. syncarpon* — by smaller sporangia (nor aethalia) and free (not clustered) spores. Descriptions: Lister (1931); Martin, Alexopoulos (1969). Illustrations: Lister (1931, f. 2 a–c); Emoto (1977, Pl. 28); Yamamoto (1998, P. 205). Type locality: Japan.

XXXVI. *P. thindii* Nanir. — Sporangia sessile, rarely stalked or plasmodiocarps. Peridium single, thin, membranous, thickened in the upper part; evidently bicolor — from brown to black at the top and bright yellow below. Dehiscence by round lid or irregular. Capillitium poorly developed, long, rarely anastomosed, 2.5 μm diam., spinulose. Spores 12–13.8 μm diam., spinulose. Similar species: Differs from *P. corticalis* and *P. liceoides* by the obviously two-colored sporangia. From *P. verrucifera*, *P. luteola* and others — by a poorly developed capillitium. Descriptions: Nanir (1981). Illustrations: absent. Type locality: India.

XXXVII. *P. vermicularis* (Schwein.) Rostaf. (Fig. 8, K–M). — Plasmodiocarps, rarely sporangia. Peridium double; outer layer cartilaginous, from light ochraceous to brown; inner layer membranous. Capillitium well-developed, threads branched, 2–3.5 μm diam., ornamented with short spines (less than 1 μm high) or almost smooth. Spores 10–14 μm diam., warted or short-spinulose. Similar species: Differs from *P. chrysosperma* by short spines on the capillitium. From *P. acetabulifera* (short or curved plasmodiocarps) — by a thinner and non-hirsute capillitium and a double peridium. From *P. liceoides* and *P. corticalis* (sporangia form) — by the presence of a well-developed, short spinulose capillitium. Descriptions: Martin, Alexopoulos (1969); Farr (1976); Novozhilov (1993); Lado, Pando (1997); Nannenga-Bremekamp (1991); Ing (1999). Illustrations: Lister (1925, Pl. 187 a–c); Martin, Alexopoulos (1969, f. 73);

Emoto (1977, f. 26); Lado, Moreno (1978, f. 10); Mitchell (1978, f. 37 a–b); Liu (1982, Pl. 2, f. 1–2; Pl. 10, f. 4); Neuberger et al. (1993, P. 211–212); Hagiwara, Yamamoto (1995, f. 39); Lado, Pando (1997, f. 79); Yamamoto (1998, P. 206–207); Ing (1999, f. 107); Yamamoto et al. (2005, f. 15); Castillo et al. (2009, f. 27–32); Poulain et al. (2011, f. 98); Lado et al. (2014, f. 3F); Cavalcanti et al. (2016, f. 3 J–M); Nannenga-Bremekamp (1991, P. 96). Type locality: USA (North Carolina).

XXXVIII. *P. verrucifera* Y. Yamam. et Shuang L. Chen. — Sporangia sessile, grouped. Peridium thin, membranous, brown-orange until dehiscence. Dehiscence irregular. Capillitium well-developed, threads long, with swollen ends, 5–7 μm diam., ornamented with spines, warts or fragmented reticulum. Spores 10–12 μm diam., spinulose. Similar species: Differs from other species by a single peridium and very thick capillitium. Descriptions: Yamamoto et al. (2002). Illustrations: Yamamoto et al. (2002, f. 3). Type locality: Japan.

We are grateful to N.I. Kireeva for drawings of *Perichaena* sporophores; to A.P. Seryogin and I.V. Sokolova for their invaluable help during historical surveys; to the employees of the Laboratory of Electronic Microphotography, MSU. The work of V.I. Gmoshinskiy on identification keys and diagnosis was supported by the Russian Ministry of Science and Higher Education (Grant Number 075-15-2021-1396). The work of V.I. Gmoshinskiy on photographs and drawings of *Myxomycetes* was founded by the Polistovskiy Nature Reserve (project FOIV – 1-22-66-3) The research of Yu.K. Novozhilov is funded by the Komarov Botanical Institute RAS (AAAA-A19-119020890079-6).

REFERENCES

- Albertini J.B., Schweinitz L.D. *Conspectus fungorum in Lusatae Superioris agro Niskiensi crescentium e methodo Persooniana*. Lipsiae, 1805.
- Araújo J.C., Lado C., Xavier-Santos S. *Perichaena calongei* (Trichiales): a new record of Myxomycetes from Brazil. *Current Research in Environmental and Applied Mycology*. 2015. V. 5. P. 352–356. <https://doi.org/10.5943/cream/5/4/5>
- Batsch A.J.G.C. *Elenchus Fungorum. Gattungen und Arten der Schwämme. Halae Magdeburgicae*, 1783.
- Bjørnekær K., Klinge A.B. *Die Dänischen schleimpilze. Myxomycetes Daniae. Friesia*. 1963. V. 7(2). P. 149–280.
- Bulliard J.B. *Herbier de la France*. Paris, 1789.
- Bulliard J.B.F.P. *Histoire des champignons de la France, ou traité élémentaire, renfermant dans un ordre méthodique les descriptions et les figures des champignons qui croissent naturellement en France*. V. 1. Paris, 1791.
- Calaça F.J.S., Araújo J.C., Moreira I.C. et al. First reports of fimicolous myxomycetes (*Protozoa: Amoebozoa*) from Brazilian Cerrado and Pantanal biomes. *Karstenia*. 2020. V. 58. P. 374–384. <https://doi.org/10.29203/ka.2020.503>
- Castillo A., Moreno G., Illana C. *Myxomycetes from Cabañeros national Park (Spain)*. *Bol. Soc. Micol. Madrid*. 2009. V. 33. P. 149–170.

- Cavalcanti L. de H., Bezerra A.C.C., Barbosa D.I. et al.* Occurrence and distribution of *Perichaena* (Trichiaceae, Myxomycetes) in the Brazilian Northeastern Region. *Acta Bot. Brasilica*. 2016. V. 30. P. 102–111. <https://doi.org/10.1590/0102-33062015abb0238>
- Cheng C.B.T., Yu K.N.T., Campos M.L. et al.* Occurrence and diversity of *Myxomycetes* (plasmodial slime molds) along the northern slope of Mt. Makulot, Cuenca, Batangas, Philippines. *Asian J. Biodiversity*. 2013. V. 4. P. 65–83. <https://doi.org/10.7828/ajob.v4i1.297>
- Eliasson U.* Recent advances in the taxonomy of *Myxomycetes*. *Botaniska Notiser*. 1977. V. 130. P. 483–492.
- Eliasson U.* Review and remarks on current generic delimitations in the myxomycetes, with special emphasis on *Licea*, *Listerella* and *Perichaena*. *Nova Hedwigia*. 2017. V. 104. P. 343–350. https://doi.org/10.1127/nova_hedwigia/2015/0283
- Emoto Y.* The *Myxomycetes* of Japan. Tokyo, 1977.
- Estrada-Torres A., Wrigley de Basanta D., Conde E. et al.* *Myxomycetes* associated with dryland ecosystems of the Tehuacán-Cuicatlán Valley Biosphere Reserve, Mexico. *Fungal Diversity*. 2009. V. 36. P. 17–56.
- Farr M.L.* *Myxomycetes*. *Flora neotropica*. 16. N.Y., 1976.
- Fiore-Donno A.M., Clissmann F., Meyer M. et al.* Two-gene phylogeny of bright-spored *Myxomycetes* (slime moulds, superorder *Lucisporidia*). *PLOS One*. 2013. V. 8. e62586. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062586>
- Fries E.M., Lindgren J.* *Symbolae Gasteromycorum ad illustrandam Floram Suecicam*. Officina Berlingiana. Lundae, 1817.
- Gilbert E.* On the identity of *Perichaena liceoides* (*Myxomycetes*). *Mycol. Res.* 1990. V. 94 (5). P. 698–704. [https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)80671-0](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)80671-0)
- Gilbert E.* Morphological and ultrastructural features in selected species of *Licea* (*Myxomycetes*). *Nordic J. Bot.* 1996. V. 16. P. 515–546. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1996.tb00267.x>
- Hagiwara H., Yamamoto Y.* *Myxomycetes* of Japan. Tokyo, 1995.
- Härkönen M., Sivonen E.* The myxomycetes of Finland. *Norrlinia*. 2011. V. 22. P. 1–224.
- Ing B.* The myxomycetes of Britain and Ireland. London, 1999.
- Johansen E.W., Vetlesen P.* New and rare myxomycetes (*Mycetozoa*, *Myxogastrea*) in Norway, including a complete checklist of Norwegian myxomycetes species. *Agarica*. 2020. V. 40. P. 1–138.
- Keller H.W., Brooks T.E.* A new species of *Perichaena* on decaying leaves. *Mycologia*. 1971. V. 63 (3). P. 657–663.
- Keller H.W., Brooks T.E.* Corticolous *Myxomycetes* VII: contribution toward a monograph of *Licea*, five new species. *Mycologia*. 1977. V. 69. P. 667–684. <https://doi.org/10.2307/3758857>
- Keller H.W., Reynolds D.R.* A new *Perichaena* species with reticulate spores. *Mycologia*. 1971. V. 63 (2). P. 405–410. <https://doi.org/10.1080/00275514.1971.12019118>
- Keller H.W., Eliasson U.H.* Taxonomic evaluation of *Perichaena depressa* and *P. quadrata* based on controlled cultivation, with additional observations on the genus. *Mycol. Res.* 1992. V. 96 (2). P. 1085–1097.
- Kosheleva A.P., Novozhilov Y.K., Schnittler M.* Myxomycete diversity of the state reserve “Stolby” (south-eastern Siberia, Russia). *Fungal Diversity*. 2008. V. 31. P. 45–62.
- Kowalski A.T.* A new coprophilous species of *Calonema* (*Myxomycetes*). *Madroño*. 1969. V. 20 (4). P. 229–231.
- Kuhnt A.* Bemerkenswerte Myxomycetenfunde: Neue Arten, Neukombinationen und Nachweise seltener Arten, Teil 2. *Ber. Bayerischen Botanisch. Gesellschaft*. 2019. V. 89. P. 139–222.
- Kuhnt A.* Bemerkenswerte Myxomycetenfunde: Neue Arten, Neukombinationen und Nachweise seltener Arten, Teil 3. *Ber. Bayerischen Botanisch. Gesellschaft*. 2021. V. 91. P. 119–194.
- Lado C., Moreno G.* Contribucion al studio de los *Myxomycetes* en España. *Penisular. II. Anal. Inst. Bot. Cavanilles*. 1978. V. 34. P. 401–415.
- Lado C., Pando F.* *Myxomycetes, I. Ceratiomyxales, Echinosteliales, Liceales, Trichiales*. *Flora Mycol. Iberica*. 1997. V. 2. P. 1–323.
- Lado C., Wrigley de Basanta D., Estrada-Torres A. et al.* Description of a new species of *Perichaena* (*Myxomycetes*) from arid areas of Argentina. *Anales Jard. Bot. Madrid*. 2009. V. 66 (1). P. 63–70. <https://doi.org/10.3989/ajbm.2229>
- Lado C., Wrigley de Basanta D., Estrada-Torres A. et al.* The biodiversity of myxomycetes in central Chile. *Fungal Diversity*. 2013. V. 59. P. 3–32. <https://doi.org/10.1007/s13225-012-0159-8>
- Lado C., Wrigley de Basanta D., Estrada-Torres A. et al.* Myxomycete diversity of the Patagonian Steppe and bordering areas in Argentina. *Anales Jard. Bot. Madrid*. 2014. V. 71. e006. <https://doi.org/10.3989/ajbm.2394>
- Lado C., Eliasson U.* Taxonomy and systematics: current knowledge and approaches on the taxonomic treatment of *Myxomycetes*. In: *S.L. Stephenson, C. Rojas* (eds). *Myxomycetes: biology, systematics, biogeography, and ecology*. London, 2017, pp. 205–252.
- Lado C., Wrigley De Basanta D., Estrada-Torres A. et al.* Diversity of *Myxomycetes* in arid zones of Peru part II: the cactus belt and transition zones. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 2019. V. 76 (2). e083 <https://doi.org/10.3989/ajbm.2520>
- Lado C.* 2005–2022. An on line nomenclatural information system of *Eumycetozoa*. <http://www.nomen.eumycetozoa.com>. Accessed 15.02.2022.
- Leontyev D.V., Schnittler M.* The phylogeny of *Myxomycetes*. In: *S.L. Stephenson, C. Rojas* (eds). *Myxomycetes: biology, systematics, biogeography, and ecology*. London, 2017. P. 83–106, Academic Press, London. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805089-7.00003-2>
- Leontyev D.V., Schnittler M., Stephenson S.L. et al.* Towards a phylogenetic classification of the *Myxomycetes*. *Phytotaxa*. 2019. V. 399 (3). P. 209–238. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.399.3.5>
- Li Y., Li H.-Z., Wang Q. et al.* *Myxomycetes* from China VII: New species and new records of *Trichiaceae*. *Mycosystema*. 1990. V. 3. P. 93–98.
- Lister A.* A monograph of the *Mycetozoa* being a descriptive catalogue of the species in the herbarium of the British Museum. Ed. 2nd, revised by G. Lister. London, 1911.

- Lister A. A monograph of the *Mycetozoa*. A descriptive catalogue of the species in the herbarium of the British Museum. Ed. 3rd, revised by G. Lister. London, 1925.
- Lister G. New species of *Mycetozoa* from Japan. *J. Botany*. 1931. V. 69. P. 297–298.
- Liu C.-H. Myxomycetes of Taiwan III. *Taiwania*. 1982. V. 27. P. 64–85.
- Liu C.-H., Chang J.-H., Yang F.-H. Myxomycetes genera *Perichaena* and *Trichia* in Taiwan. *Bot. Studies*. 2007. V. 48. P. 91–96.
- Lizárraga M., Moreno G., Illana C. et al. Myxomycetes from Chihuahua, Mexico III. *Mycotaxon*. 2005. V. 93. P. 75–78.
- Lizárraga M., Moreno G., Esqueda M. et al. Myxomycetes of Sonora (Mexico) 6. Central plains of the Sonoran Desert. *Mycotaxon*. 2015. V. 130. P. 145–164. <https://doi.org/10.5248/130.145>
- Lizárraga M., Moreno G., Esqueda M. et al. Myxomycetes of Chihuahua (México) 4. Central plains of the Chihuahuan desert. *Mycotaxon*. 2016a. V. 130. P. 1073–1101. <https://doi.org/10.5248/130.1073>
- Lizárraga M., Moreno G., Esqueda M. New records of myxomycetes from México. *Mycotaxon*. 2016b. V. 131. P. 511–520. <https://doi.org/10.5248/131.511>
- Lizárraga M., Moreno G., Flores-Romero I. *Perichaena acetabulifera* sp. nov. from Juarez City, Mexico. *Mycotaxon*. 2019. V. 134. P. 307–312. <https://doi.org/10.5248/134.307>
- López-Villalba A., Moreno G. New myxomycetes records from the Canary Islands. *Karstenia*. 2020. V. 58 (2). P. 145–156.
- Macbride T.H. The North American Slime-Moulds. N.Y., 1899.
- Martin G. W., Alexopoulos C. J. The myxomycetes. Iowa city, 1969.
- Martin G.W., Alexopoulos C.J., Farr M.L. The Genera of *Myxomycetes*. Iowa City, 1983.
- Massingill J.M., Stephenson S.L. Myxomycetes appearing in moist chamber cultures on samples of bark and wood collected from coarse woody debris. *Mycosphere*. 2013. V. 4. P. 627–633. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/4/3/14>
- Mitchell D.W. A key to the corticolous myxomycetes. Part. 1. *Bull. BMS*. 1978. V. 12 (1). P. 18–42. [https://doi.org/10.1016/S0007-1528\(78\)80007-8](https://doi.org/10.1016/S0007-1528(78)80007-8)
- Mitchell D.W., Moreno G., Lizárraga M. A new species of coprophilous *Perichaena* from New Mexico. *Bol. Soc. Micol. Madrid*. 2011. V. 37. P. 103–108. <https://doi.org/10.29203/ka.2000.360>
- Moreno G., Lizárraga M., Esqueda M. et al. Myxomycetes de Sonora, México. II: Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos-Bavispe. *Revista mexicana de micología*. 2006. V. 22. P. 13–23.
- Müller H. Bemerkenswerte myxomyceten funde in Thüringen. *Zeitschr. Mykol*. 2005. V. 71 (2). P. 211–220.
- Nanir S.P. A new species of *Perichaena*. *Current Science*. 1981. V. 50 (17). P. 784–785.
- Nannenga-Bremekamp N.E. A Guide to temperate *Myxomycetes*. Bristol, 1991.
- Neubert H., Baumann K. Myxomyceten aus der Bundesrepublik Deutschland, III. Liste der bislang bekannten Arten. *Carolina*. 1986. V. 44. P. 61–66.
- Neubert H., Nowotny W., Baumann K. Die Myxomyceten Deutschlands und des angrenzenden Alpenraumes unter besonderer Berücksichtigung Österreichs. Band 1. *Ceratiomyxales, Echinosteliales, Liceales, Trichiales*. Berlin, 1993.
- Novozhilov Y.K. *Myxomycetes*. Definitorium fungorum Rossicum. Iss. 1. Nauka, St. Petersburg, 1993 (in Russ.).
- Novozhilov Yu.K., Schnittler M. A new coprophilous species of *Perichaena* (*Myxomycetes*) from the Russian Arctic (the Taimyr Peninsula and the Chukchi Peninsula). *Karstenia*. 2000. V. 40 (1–2). P. 117–122. <https://doi.org/10.29203/ka.2000.360>
- Novozhilov Yu.K., Schnittler M., Rollins A.W. et al. Myxomycetes from different forest types in Puerto Rico. *Mycotaxon*. 2001. V. 77. P. 285–299.
- Novozhilov Yu.K., Mitchell D.W., Schnittler M. Myxomycetes biodiversity of the Colorado Plateau. *Mycol. Progress*. 2003. V. 2 (4). P. 243–258.
- Novozhilov Yu.K., Zemlianskaia I.V., Schnittler M. et al. Myxomycete diversity and ecology in the arid regions of the Lower Volga River Basin (Russia). *Fungal Diversity*. 2006. V. 23. P. 193–241.
- Novozhilov Yu.K., Schnittler M. Myxomycete diversity and ecology in arid regions of the Great Lake Basin of western Mongolia. *Fungal Diversity*. 2008. V. 30. P. 97–119.
- Novozhilov Yu.K., Zemlyanskaya I.V., Schnittler M. et al. Two new species of *Perichaena* (*Myxomycetes*) from arid areas of Russia and Kazakhstan. *Mycologia*. 2008. V. 100. P. 816–822. <https://doi.org/10.3852/08-047>
- Novozhilov Yu.K., Stephenson S.L. A new species of *Perichaena* (*Myxomycetes*) with reticulate spores from southern Vietnam. *Mycologia*. 2015. V. 107 (1). P. 137–141. <https://doi.org/10.3852/14-012>
- Persoon C.H. *Observationes mycologicae. Seu descriptiones tam novorum, quam notabilium fungorum*. V. 1. Leipzig, 1796.
- Persoon C.H. *Synopsis methodica fungorum*. Göttingen, 1801.
- Poulain M., Meyer M., Bozonnet J. *Les Myxomycètes*. Tome 1. Sévrier, 2011.
- Poulain M., Meyer M., Bozonnet J. *Les Myxomycètes*. Tome 2. Sévrier, 2011.
- Rammeloo J. Structure of the epispore in the *Trichiaceae* (*Trichiales, Myxomycetes*), as seen with scanning electron microscope. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg*. 1974. V. 107. P. 353–359.
- Rammeloo J. Five new myxomycete species (*Trichiales*) from Rwanda. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belgique*. 1981. V. 51 (1/2). P. 229–230.
- Ronikier A., Lado C., Wrigley de Basanta D. *Perichaena megaspora*, a new nivicolous species of myxomycete from the Andes. *Mycologia*. 2013. V. 105 (4). P. 938–944. <https://doi.org/10.3852/12-191>
- Ronikier A., García-Cunchillos I., Janik P. et al. Nivicolous *Trichiales* from the austral Andes: unexpected diversity including two new species. *Mycologia*. 2020. V. 112 (4). P. 753–780. <https://doi.org/10.1080/00275514.2020.1759978>

- Rostafiński J.T. Śluzowce (*Mycetozoa*). Paryż, 1875.
- Schrader H.A. Nova genera plantarum. Lipsiae, 1797.
- Schnittler M., Novozhilov Yu.K. Myxomycetes of the winter-cold desert in western Kazakhstan. Mycotaxon. 2000. V. 74 (2). P. 267–285.
- Stephenson S.L. Myxomycetes associated with decaying fronds of nikau palm (*Rhopalosylis sapida*) in New Zealand. New Zeal. J. Bot. 2003. V. 41. P. 311–317.
- Stephenson S.L. From morphological to molecular: studies of myxomycetes since the publication of the Martin and Alexopoulos (1969) monograph. Fungal Diversity. 2011. V. 50. P. 21–34.
<https://doi.org/10.1007/s13225-011-0113-1>
- Stephenson S.L. Secretive slime moulds. Myxomycetes of Australia. Melbourne, 2021.
- Tran H.T.M., Stephenson S.L., Novozhilov Yu.K. Myxomycetes of Vietnam. Hồ Chí Minh, 2017.
- Turland N.J., Wiersema J.H., Barrie F.R. et al. (eds). International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. Regnum Vegetabile 159. Glashütten, 2018.
<https://doi.org/10.12705/Code.2018>
- Walker L.M., Leontyev D.V., Stephenson S.L. *Perichaena longipes*, a new myxomycete from the Neotropics. Mycologia. 2015. V. 107 (5). P. 1012–1022.
<https://doi.org/10.3852/14-330>
- Wang Q., Li Y., Bai J.K. Trichiales. Myxomycetes from China I, *Perichaena*. Mycosystema. 2000. V. 19 (2). 161–164.
- Wrigley de Basanta D., Lado C., Estrada-Torres A. et al. Biodiversity studies of myxomycetes in Madagascar. Fungal Diversity. 2013. V. 59. P. 55–83.
<https://doi.org/10.1007/s13225-012-0183-8>
- Wrigley de Basanta D., Estrada-Torres A. Techniques for recording and isolating myxomycetes. *Myxomycetes: Biology, Systematics, Biogeography, and Ecology*. London, 2017, pp. 333–363.
- Yamamoto Y. The myxomycete biota of Japan. Tokyo, 1998.
- Yamamoto Y., Chen S., Degawa Y. et al. Myxomycetes from Yunnan Province, China. Bull. Natn. Sci. Mus. Tokyo, Ser. B. 2002. V. 28 (3). P. 61–76.
- Yamamoto Y., Hagiwara H., Degawa Y. et al. Myxomycetes collected at the Tokiwamatsu Imperial Villa, Tokyo. Rept. Inst. Nat. Stu. 2005. V. 36. P. 31–65.
- Yamamoto Y. Supplement of “The Myxomycete Biota of Japan”. Fukui, 2006.
- Новожилов Ю.К. (Novozhilov) Определитель грибов России. Отдел Слизевика; вып. 1. Класс Миксомицеты / Отв. ред. И.В. Каратыгин. СПб.: Наука, 1993. 288 с.

Род *Perichaena* (*Myxomycetes*, *Trichiales*, *Arcyriaceae*): таксономическая история и рекомендации по идентификации морфовидов

Е. С. Губанов^{a, #}, В. И. Гмошинский^{a, b, ##}, Ф. М. Бортников^{a, ###},
А. В. Матвеев^{a, ####}, Ю. К. Новожилов^{c, #####}

^aМосковский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119234 Москва, Россия

^bПолистовский государственный заповедник, 182840 Бежаницы, Россия

^cБотанический институт им. В.Л. Комарова РАН, 197376 Санкт-Петербург, Россия

[#]e-mail: gubanov_5b_1315@mail.ru

^{##}e-mail: rubisco@list.ru

^{###}e-mail: f.m.bortnikov@gmail.com

^{####}e-mail: andrmatveev@gmail.com

^{#####}e-mail: yurynovozh1lov@yandex.ru

Род *Perichaena* включает 38 морфовидов и характеризуется желтым цветом споровой массы, достаточно плотным перидием и отсутствием спиральных утолщений на тонких нитях капилиция, которые имеют только шиповатую и бородавчатую орнаментацию. В некоторых случаях капилиций может редуцироваться или полностью отсутствовать, что несколько размывает границы рода *Perichaena* и сближает его с родом *Licea*. В последние 50 лет было описано множество видов, однако не все они были включены в фундаментальные монографии или представлены в определительных ключах. В данной работе обобщены данные о роде *Perichaena*, включая номенклатурную историю и особенности морфологии спороношений. Также приводятся иллюстрированные определительные ключи для всех видов рода. Даны краткие морфологические описания и иллюстрации 13 из 14 видов, которые были выявлены в России.

Ключевые слова: идентификационные ключи, морфовиды, Россия, таксономическая история, СЭМ, *Licea*

УДК 582.284 (470.67)

NEW AND NOTEWORTHY RECORDS OF APHYLLOPHOROID FUNGI
FROM THE GUNIB PLATEAU (DAGESTAN, RUSSIA)© 2022 Yu. Yu. Ivanushenko^{1,*} and S. V. Volobuev^{2,**}¹ Dagestan State University, 367000 Makhachkala, Russia² Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, 197376 St. Petersburg, Russia

*e-mail: yuliya.ivanushenko@mail.ru

**e-mail: sergyvolobuev@binran.ru

Received April 24, 2022; revised May 30, 2022; accepted June 7, 2022

An annotated list of 80 aphyllorphoroid fungi species registered on the Gunib Plateau (Inner-mountainous Dagestan, North-Eastern Caucasus) with detailed information on substrata, habitats, localities, and collection numbers of specimens deposited in the Mycological Herbarium of the Komarov Botanical Institute RAS (LE) is provided. Among them 39 fungal species are recorded for the Republic of Dagestan for the first time, including *Phlebia caspica* is new to Russia and *Lindtneria chordulata* is the second record for Russia. Seven species (*Amylocorticium cebennense*, *A. subsulphureum*, *Henningsomyces candidus*, *Kneiffiella microspora*, *Leucogyrophana sororia*, *Mucronella flava*, *Vararia ochroleuca*) are new to the Caucasus. Data on the Gunib record of *Thelephora caryophyllea*, red-listed species in the Republic of Dagestan, is presented.

Keywords: Agaricomycetes, Basidiomycota, corticioid fungi, Eastern Caucasus, fungal distribution, mountain forests, species diversity

DOI: 10.31857/S0026364822060058

INTRODUCTION

The Gunib Plateau is situated in the northwestern part of the Inner-mountainous Dagestan and is not only a well-studied area for many wildlife species of higher vascular plants, mosses, and lichens, but also a local concentration of rare and endemic representatives (Ignatov et al., 2010; Asadulaev, Sadykova, 2011; Omarova, 2013; Urbanavichus, Ismailov, 2013; Ismailov, Urbanavichus, 2014; Abdurakhmanova, Sadykova, 2015).

Studies on the funga of the Gunib Plateau were initiated by the authors in 2018. Several publications are devoted to the species diversity, molecular identity and ecology of tomentelloid (Volobuev et al., 2019; Ivanushenko, Volobuev, 2020) and poroid fungi (Volobuev et al., 2021), as well as to aphyllorphoroid fungi species dwelling on *Juniperus oblonga* wood (Volobuev, Ivanushenko, 2020). Habitats of rare species of aphyllorphoroid fungi, subsequently included in the new edition of the Red Data Book of the Republic of Dagestan (2020), were recorded on the Gunib Plateau.

Corticioid fungi remain one of the poorly studied ecological and morphological groups of xylobiont fungi on the plateau. In this regard, our work is devoted to updating the information on their diversity, occurrences and ecology, as well as supplementing the already available data on other groups of aphyllorphoroid fungi in the Gunib Plateau (Inner-mountainous Dagestan).

MATERIALS AND METHODS

Study area. The Gunib Plateau is shaped like a truncated cone. The internal slopes of the plateau are dramatically different: the surface of the southern slope is represented by stone slabs with little or no soil, the slope is well-insolated, while the northern slope is characterized by gentle topography and high humidity and covered with forest (Gabibova et al., 2009; Ismailov, Urbanavichus, 2014; Dibirov et al., 2012). Forest-forming species are *Pinus kochiana*, *Betula litwinowii*, *B. pendula*, and *B. raddeana*. Communities dominated by other tree species (*Salix caprea*, *Populus tremula*, *Carpinus betulus*, etc.) are less common and form the lower and upper edges of the forest belt. The slopes are divided by the canyon of the Gunibka River, with *Alnus incana* growing along its bed (Ismailov, Urbanavichus, 2014). The shrub layer in the plateau forests is monotonous (*Juniperus oblonga*, *Rosa canina*, *R. oxyodon*, *R. pulverulenta*, *R. spinosissima*, *Cotoneaster racemiflorus*, and *Euonymus verrucosus*) (Gabibova et al., 2009). The climate of the plateau is continental. The relative humidity is 65%.

Sampling. Basidiomata of aphyllorphoroid fungi were collected in September – October of 2018–2021, May 2019 and June 2021 during the field survey by the authors in main forest types of the plateau territory. Fungal specimens have been gathered from various kinds of wood substrata presented by fallen trunks and branches, dry attached branches, stumps, living shrubs

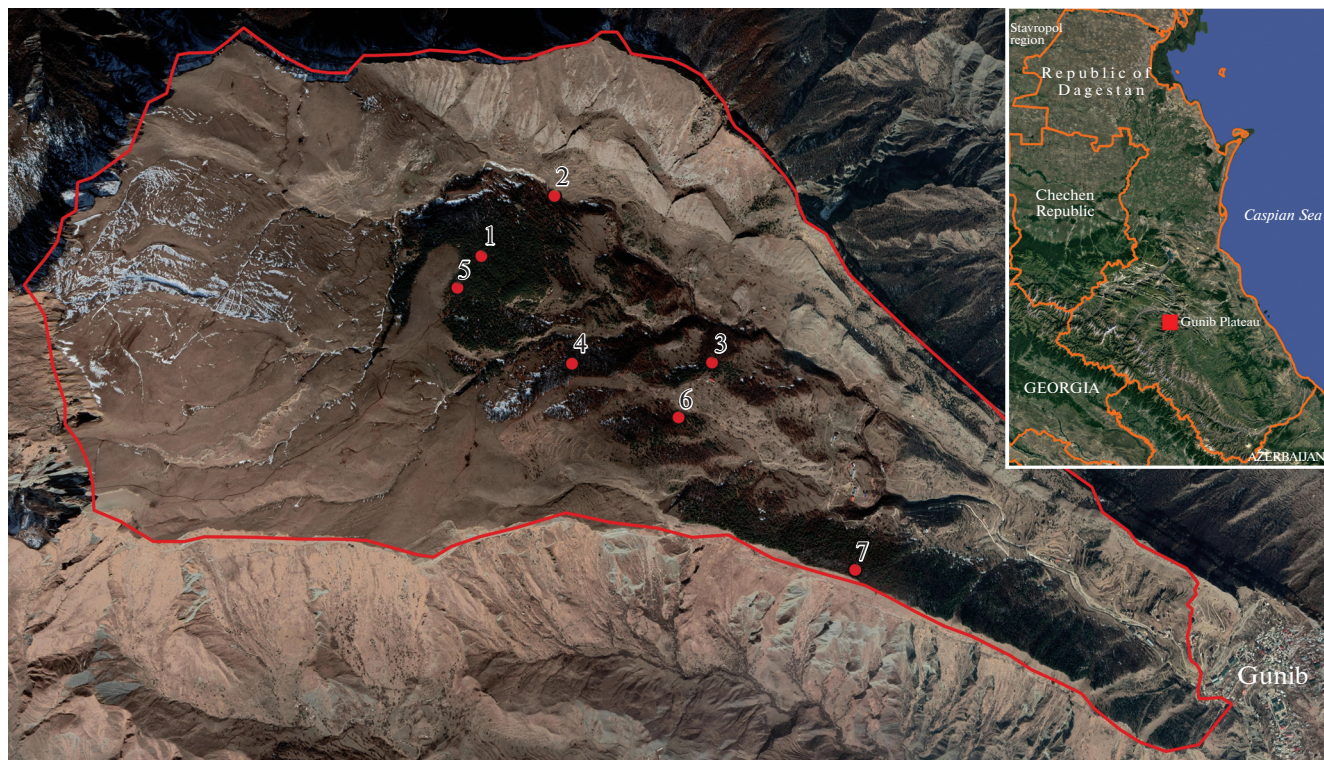


Fig. 1. The location of the Gunib Plateau and studied areas with numbers listed in the text.

and trees. The geographical coordinates and altitudes of studied localities were determined using the Garmin 64st GPS-navigator. The investigated localities (Fig. 1) in the annotated list of species are numbered as follows:

1 – old-growth pine-dominated forest (42°24'33.3"–39.3" N, 46°54'6.0"–31.6" E, 1809–1946 m a.s.l.);

2 – floodplain of the Gunibka River (42°24'21.3"–44.7" N, 46°54'36.1"–55'13.7" E, 1603–1716 m a.s.l.);

3 – vicinity of the Gunib experimental base of the Mountain Botanical Garden of the Dagestan Federal Research Centre RAS (DFRC RAS) (42°24'5.1"–13.1" N, 46°55'15.5"–27.4" E, 1700–1727 m a.s.l.);

4 – mixed pine-birch forest (42°24'11.5"–14.7" N, 46°54'40.6"–45.3" E, 1799–1836 m a.s.l.);

5 – upper boundary of forest (42°24'15.4"–32.7" N, 46°54'4.3"–23.0" E, 1823–1959 m a.s.l.);

6 – birch-dominated forest in vicinity of the Gunib experimental base of the Mountain Botanical Garden of DFRC RAS (42°24'2.7"–3.1" N, 46°54'36.6"–55'8.0" E, 1720–1906 m a.s.l.);

7 – mixed pine-dominated forest on a north-facing slope (42°23'26.6"–50.6" N, 46°55'11.7"–56'10.3" E, 1567–1759 m a.s.l.).

Identification and examination of specimens. Microscopic identification of dried collected specimens were performed using a LOMO Mikmed-6 microscope (Russia), an AxioScope A1 microscope (Germany), a LOMO Mikmed-6 microscope (Russia) with a stan-

dard set of chemicals (5% KOH, Melzer's reagent, 0.1% Cotton Blue) based on key monographs on European corticioid and poroid fungi (Bernicchia, Gorjón, 2010, 2020; Ryvarde, Melo, 2017) as well as some modern articles on the taxonomy of these fungal groups. Data on the fungal species distribution is based on available publications and according to the updated database on *Agaricomycetes* diversity (Bolshakov et al., 2017, 2019). Voucher specimens are deposited in the Mycological Herbarium of the Komarov Botanical Institute RAS, Saint Petersburg (LE).

RESULTS

Altogether 80 species of aphylloroid fungi from 45 genera and 10 orders of *Agaricomycetes* (*Basidiomycota*) are reported, including 39 species new to the Republic of Dagestan. *Phlebia caspica* is registered for Russia for the first time. *Lindtneria chordulata* is the second record for Russia. Seven species (*Amylocorticium cebennense*, *A. subsulphureum*, *Henningsomyces candidus*, *Kneiffiella microspora*, *Leucogyrophana sororia*, *Mucronella flava*, *Vararia ochroleuca*) are new to the Caucasus. Most of fungal species have been collected from dead wood of *Pinus kochiana* and *Betula* spp. (Fig. 2) which are the main forest-forming trees on the territory of the Gunib Plateau.

The species revealed are listed below with data on localities, description of substrata and habitats, date of collection, as well as herbarium numbers of specimens

examined. The nomenclature of fungal taxa follows the Index Fungorum (2022) with some exceptions. Species new to the Caucasus are marked with an exclamation point. An asterisk shows the species recorded for the Republic of Dagestan for the first time.

Annotated list of species

AGARICOMYCETES

Agaricales

!*Henningsomyces candidus* (Pers.) Kuntze – 1: on fallen branches of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 04.10.2018 (LE F-334778).

!*Lindtneria chordulata* (D.P. Rogers) Hjortstam – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334788).

Mucronella calva (Alb. et Schwein.) Fr. – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334789).

!*M. flava* Corner – 7: on fallen burned trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest with birch, 28.09.2019 (LE F-334729).

Porotheleum fimbriatum (Pers.) Fr. – 1, 4: on fallen trunks and branches of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 03.10.2018, 04.10.2018, in herb-mosses pine forest with birch, 29.05.2019.

Radulomyces confluens (Fr.) M.P. Christ. – 4, 5, 6, 7: on fallen branches of *Sorbus* sp. in herb-rich birch forest with pine, 03.10.2018 (LE F-334746); on fallen branches and trunks of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 03.10.2018 (LE F-334747), 05.10.2018; on fallen branches of *Carpinus betulus* in hornbeam forest with no undergrowth, 29.09.2019 (LE F-334785); on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-rich pine forest with birch, 04.10.2018 (LE F-334748).

Amylocorticiales

!*Amylocorticium cebennense* (Bourdot) Pouzar – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334813).

!*A. subsulphureum* (P. Karst.) Pouzar – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-rich pine forest, 15.09.2020 (LE F-334809).

Plicaturopsis crispa (Pers.) D.A. Reid – 1, 5: on fallen branches of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 04.10.2018 (LE F-334744); on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest with birch, 06.10.2018 (LE F-334745).

Atheliales

Amphinema byssoides (Pers.) J. Erikss. – 1, 4, 5, 6: on litter in herb-rich birch forest, 05.10.2018; on fallen trunks and branches of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest with birch, 06.10.2018 (LE F-334707), in herb-rich pine forest with birch, 01.10.2019, in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334792).

Athelia decipiens (Höhn. et Litsch.) J. Erikss. – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334811).

**Leptosporomyces galzinii* (Bourdot) Jülich – 5: on fallen branches of *Pinus kochiana* in herb-mosses birch forest with pine, 07.10.2018 (LE F-334726).

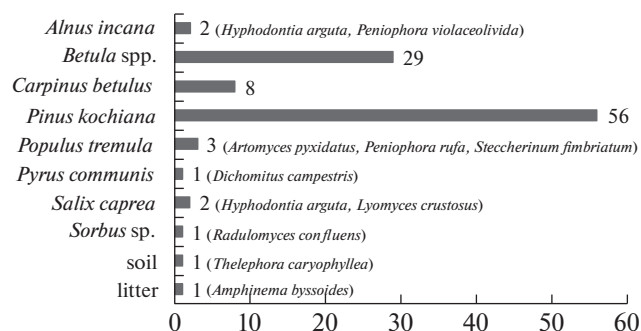


Fig. 2. Distribution of fungal species by substrata occupied. Numbers indicate the quantity of species registered on each substrate type.

Boletales

Coniophora arida (Fr.) P. Karst. – 7: on fallen burned trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest with birch, 28.09.2019 (LE F-334775).

C. fusispora (Cooke et Ellis) Cooke – 5: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 06.10.2018 (LE F-334712).

C. olivacea (Fr.) P. Karst. – 1, 5, 7: on fallen trunks of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forests, 04.10.2018 (LE F-334713); in herb-mosses birch forest with pine, 07.10.2018; in herb-mosses pine forests with birch, 29.05.2019; in herb-rich pine forests, 29.05.2019, 28.09.2019.

C. puteana (Schumach.) P. Karst. – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334810).

!*Leucogyrophana sororia* (Burt) Ginns – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-rich pine forest, 15.09.2020 (LE F-334807).

**Serpula himantoides* (Fr.) P. Karst. – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-rich pine forest, 29.05.2019 (LE F-334753).

Cantharellales

**Botryobasidium conspersum* J. Erikss. – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334791).

B. subcoronatum (Höhn. et Litsch.) Donk – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334814).

Rhizoctonia fusispora (J. Schröt.) Oberw., R. Bauer, Garnica et R. Kirschner – 1: at trunk base and on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forests, 04.10.2018 (LE F-334751), 15.09.2020 (LE F-334794).

Rh. ochracea (Masse) Oberw., R. Bauer, Garnica et R. Kirschner – 6: on fallen trunk of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 05.10.2018 (LE F-334816).

Sistotrema brinkmannii (Bres.) J. Erikss. – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 04.10.2018 (LE F-334754).

Tulasnella violea (Quél.) Bourdot et Galzin – 4: on fallen trunk of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 03.10.2018 (LE F-334769).

Hymenochaetales

**Alutaceodontia alutacea* (Fr.) Hjortstam et Ryvarden – 1: on fallen trunks of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334796), in herb-rich pine forest, 15.09.2020 (LE F-334805).

**Hyphodontia abieticola* (Bourdot et Galzin) J. Erikss. – 3: on fallen branches of *Pinus kochiana* in herb-rich pine forest with birch, 08.10.2018 (LE F-334717).

H. arguta (Fr.) J. Erikss. – 2, 5: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 06.10.2018 (LE F-334718, LE F-334719); on fallen trunk of *Salix caprea* in herb-rich birch forest with pine, 07.10.2018; on dry standing tree of *Alnus incana* in riverine alder forest, 30.05.2019 (LE F-334720); at trunk base of living *Salix caprea* in herb-fern birch forest with alder, 31.05.2019 (LE F-334721).

**H. pallidula* (Bres.) J. Erikss. – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334815).

Kneiffiella abdita Riebesehl et Langer – 2: on fallen trunk of *Betula* sp. in herb-fern birch forest with alder, 31.05.2019 (LE F-334722).

**K. barba-jovis* (Bull.) P. Karst. – 4, 5: on fallen trunk of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 03.10.2018 (LE F-334723); on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 04.10.2018 (LE F-334724).

!*K. microspora* (J. Erikss. et Hjortstam) Jülich et Stalpers – 1: on fallen branches of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 04.10.2018 (LE F-334780).

**K. subalutacea* (P. Karst.) Jülich et Stalpers – 1: on fallen trunks of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forests, 04.10.2018 (LE F-334725), 15.09.2020 (LE F-334793).

Lyomyces crustosus (Pers.) P. Karst. – 5: on dry standing tree of *Salix caprea* in herb-rich birch forest with pine, 07.10.2018 (LE F-334727).

**Peniophorella pallida* (Bres.) K.H. Larss. – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334802).

P. praetermissa (P. Karst.) K.H. Larss. – 1, 3, 4: on fallen trunk of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 03.10.2018 (LE F-334735); on fallen trunks of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 04.10.2018 (LE F-334736), juniper dry forest, 08.10.2018, in herb-rich pine forest, 29.05.2019.

P. pubera (Fr.) P. Karst. – 1, 4, 5: on fallen trunks and branches of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 03.10.2018 (LE F-334734, LE F-334737), 04.10.2018; on fallen trunks of *Pinus kochiana* in herb-rich pine forest, 04.10.2018 (LE F-334738), in herb-mosses pine forest with birch, 06.10.2018.

**P. tsugae* (Burt) K.H. Larss. – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-rich pine forest, 15.09.2020 (LE F-334808).

**Resinicium furfuraceum* (Bres.) Parmasto – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334800).

**Tubulicrinis glebulosus* (Fr.) Donk – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334812).

**T. subulatus* (Bourdot et Galzin) Donk – 1: on fallen trunks of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forests, 15.09.2020 (LE F-334798, LE F-334804).

Xylodon asperus (Fr.) Hjortstam et Ryvarden – 4, 5: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 04.10.2018 (LE F-334773); on fallen trunk of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 28.05.2019.

**X. borealis* (Kotir. et Saaren.) Hjortstam et Ryvarden – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334801).

**X. spathulatus* (Schrad.) Kuntze – 1: on fallen branches of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 04.10.2018 (LE F-334774).

Polyporales

Byssomerulius corium (Pers.) Parmasto – 7: on dry attached branches of *Carpinus betulus* in herb-rich hornbeam forest with birch, 30.09.2019 (LE F-334711).

**Crustoderma dryinum* (Berk. et M.A. Curtis) Parmasto – 1, 5: on fallen trunk and stump of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forests, 04.10.2018 (LE F-334776), 06.10.2018 (LE F-334714).

Dichomitus campestris (Quél.) Domański et Orlicz – 3: on dry attached branches of *Pyrus communis* in orchard, 19.06.2021 (LE F-334777).

**D. squalens* (P. Karst.) D.A. Reid – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334799).

**Hyphoderma medioburiense* (Burt) Donk – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-rich pine forest, 15.09.2020 (LE F-334806).

H. setigerum (Fr.) Donk – 3, 5, 7: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 04.10.2018 (LE F-334715); on fallen branches of *Betula* sp. in herb-rich pine forest with birch, 08.10.2018 (LE F-334716); at trunk base of *Carpinus betulus* in herb-rich birch forest with hornbeam, 27.09.2019 (LE F-334779).

Merulius tremellosus Schrad. – 1, 4: on stump and fallen branches of *Betula* sp. in herb-rich birch forest with pine, 03.10.2018 (LE F-334728), in herb-rich birch forest, 04.10.2018.

Phanerochaete laevis (Fr.) J. Erikss. et Ryvarden – 5: on cone of *Pinus kochiana* in herb-mosses birch forest with pine, 07.10.2018 (LE F-334784).

**Phanerochaete sanguinea* (Fr.) Pouzar – 7: on fallen branches of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 30.09.2019 (LE F-334739).

Ph. sordida (P. Karst.) J. Erikss. et Ryvarden – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334803).

Ph. velutina (DC.) P. Karst. – 1, 5: on fallen trunk of *Betula* sp. in herb-mosses birch forest with pine, 07.10.2018 (LE F-334740); on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020.

!*Phlebia caspica* Hallenb. – 1: on fallen trunk of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 04.10.2018 (LE F-334741). Fig. 3.

**Ph. radiata* Fr. – 1, 6, 7: on fallen branches and trunks of *Betula* sp. in herb-rich birch forests, 04.10.2018, 01.10.2019, in herb-mosses pine forest with birch, 28.09.2019 (LE F-334742).

**Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich – 5: on dry standing and fallen trunks and branches of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 06.10.2018 (LE F-334743), in herb-mosses birch forest with pine, 07.10.2018.

**Postia sericeomollis* (Romell) Jülich – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334795).

**Rhizochaete sulphurina* (P. Karst.) K.H. Larss. – 1, 5: on fallen trunks and branches of *Pinus kochiana* in herb-mosses

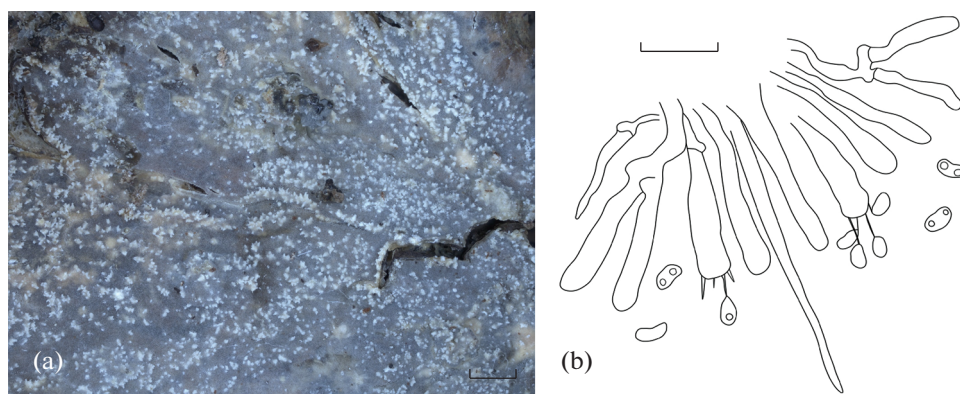


Fig. 3. *Phlebia caspica* (LE F-334741): a – basidioma with odontoid hymenophore, scale bar 1 mm; b – hymental section with basidia, basidiospores and cystidium, scale bar 10 µm.

pine forests, 04.10.2018 (LE F-334749), in herb-rich pine forest, 29.05.2019 (LE F-334750).

**Scopuloides rimosa* (Cooke) Jülich – 1, 5: on fallen branches of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 04.10.2018 (LE F-334752); on fallen trunk of *Betula* sp. in herb-mosses birch forest with pine, 07.10.2018; on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334797).

**Skeletocutis kuehneri* A. David – 1: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 15.09.2020 (LE F-334790).

Steccherinum fimbriatum (Pers.) J. Erikss. – 5, 6, 7: on fallen branches and trunks of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 05.10.2018, in herb-rich birch forest with pine, 07.10.2018 (LE F-334759), in herb-rich pine forest with birch and hornbeam, 30.09.2019; on fallen branches of *Carpinus betulus* in hornbeam forest with no undergrowth, 29.09.2019 (LE F-334761); on fallen branches of *Populus tremula* in herb-rich aspen forest, 28.09.2019 (LE F-334760).

**S. laeticolor* (Berk. et M.A. Curtis) Banker – 7: at trunk base of *Betula* sp. in herb-rich hornbeam forest with birch and pine, 29.09.2019 (LE F-334755).

**S. ochraceum* (Pers. ex J.F. Gmel.) Gray – 1, 4, 5, 7: on fallen trunks and branches of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 03.10.2018, in herb-mosses pine forest with birch, 29.05.2019 (LE F-334757); on fallen branches of *Carpinus betulus* in herb-rich birch forest with hornbeam, 27.09.2019 (LE F-334758), in herb-rich aspen forest with hornbeam, 29.09.2019, in herb-rich hornbeam forest, 29.09.2019; on fallen trunks and branches of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forests, 04.10.2018 (LE F-334756), 30.09.2019.

Russulales

**Artomyces pyxidatus* (Pers.) Jülich – 7: on fallen trunk of *Populus tremula* in herb-fern aspen forest with pine, 30.09.2019 (LE F-334708).

Auriscalpium vulgare Gray – 1, 5: on cones of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forests, 04.10.2018 (LE F-334709, LE F-334710).

**Peniophora cinerea* (Pers.) Cooke – 2: on dry attached branches of *Betula* sp. in herb-fern birch forest with alder, 31.05.2019 (LE F-334730).

P. laeta (Fr.) Donk – 7: on fallen branches of *Betula* sp. in herb-mosses birch forest with pine, 27.09.2019; on fallen branches of *Carpinus betulus* in hornbeam forest with no undergrowth, 29.09.2019 (LE F-334731); on dry attached branches of *Carpinus betulus* in herb-rich hornbeam forest with birch, 30.09.2019.

P. rufa (Fr.) Boidin – 7: on fallen branches of *Populus tremula* in herb-fern aspen forest with pine, 30.09.2019 (LE F-334732).

P. violaceolivida (Sommerf.) Masee – 2: on dry attached branches of *Alnus incana* in herb-fern birch forest with alder, 31.05.2019 (LE F-334733).

Stereum hirsutum (Willd.) Pers. – 4, 7: on fallen branches of *Betula* sp. in herb-rich birch forest with pine, 03.10.2018 (LE F-334762); at trunk base of *Carpinus betulus* in herb-rich birch forest with hornbeam, 27.09.2019.

S. rugosum Pers. – 4: on stump of *Betula* sp. in herb-rich birch forest with pine, 03.10.2018 (LE F-334764).

S. sanguinolentum (Alb. et Schwein.) Fr. – 4: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-rich birch forest with pine, 03.10.2018 (LE F-334763).

**Vararia ochroleuca* (Bourdot et Galzin) Donk – 5: on fallen trunk of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forest, 06.10.2018 (LE F-334770).

Xenasmattella alnicola (Bourdot et Galzin) K.H. Larss. et Ryvarde – 5: on fallen trunk of *Betula* sp. in herb-mosses pine forest, 06.10.2018 (LE F-334771).

X. vaga (Fr.) Stalpers – 1, 4, 5, 7: on fallen trunks and branches of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 03.10.2018 (LE F-334772), 04.10.2018, in herb-mosses pine forest with birch, 06.10.2018; on fallen trunks and branches of *Pinus kochiana* in herb-rich pine forest, 04.10.2018 (LE F-334786), in herb-mosses pine forest, 06.10.2018; on fallen branches of *Carpinus betulus* in herb-rich pine forest with birch and hornbeam, 30.09.2019 (LE F-334787).

Thelephorales

Thelephora caryophyllea (Schaeff.) Pers. – 7: on soil in mosses pine forest, 30.09.2019 (LE F-334765).

**Th. terrestris* Ehrh. ex Fr. – 1, 5: on stumps of *Pinus kochiana* in herb-mosses pine forests, 04.10.2018, 06.10.2018 (LE F-334766).

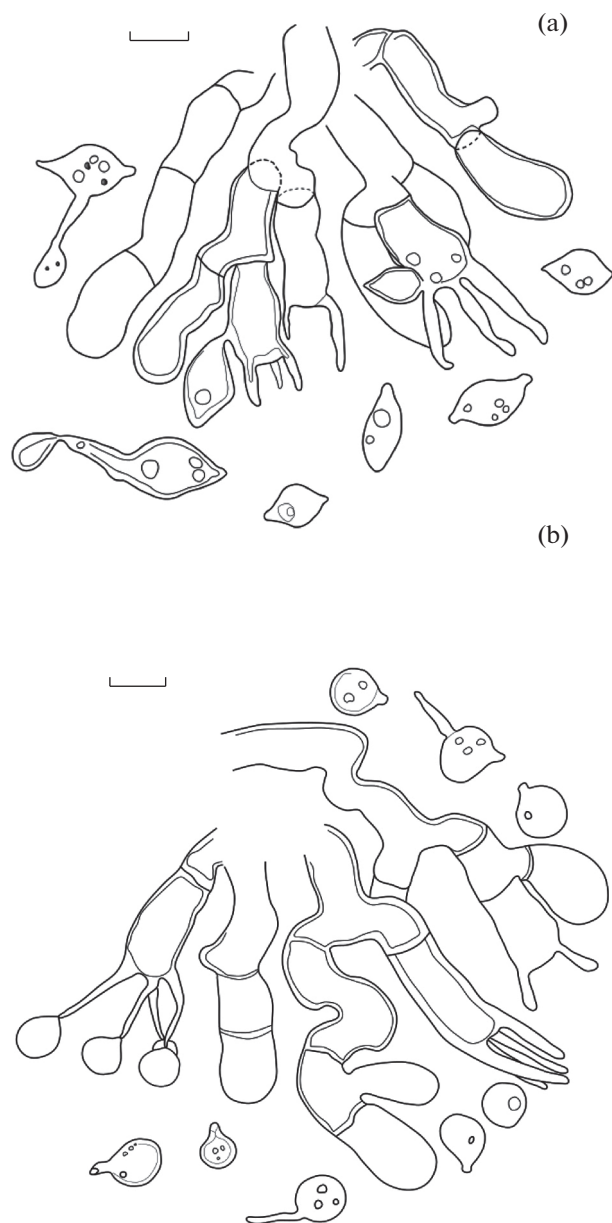


Fig. 4. Basidia and basidiospores of *Rhizoctonia* species: a – *Rhizoctonia fusispora* (LE F-334751); b – *Rh. ochracea* (LE F-334816). Scale bar 10 μ m.

Trechisporales

Trechispora cohaerens (Schwein.) Jülich et Stalpers – 4: on fallen trunk of *Betula* sp. in herb-rich birch forest, 03.10.2018 (LE F-334767).

T. farinacea (Pers.) Liberta – 5: on fallen trunk of *Betula* sp. in herb-mosses pine forest with birch, 06.10.2018 (LE F-334768).

DISCUSSION

Phlebia caspica is registered for Russia for the first time by basidiomata growing on a fallen decaying trunk of *Betula* sp. on the Gunib Plateau. This species was

described by N. Hallenberg based on specimens collected on fallen branches and a fallen trunk of *Fagus orientalis* and other deciduous trees in Iran (Hallenberg, 1980). Only more than 20 years later, *Ph. caspica* was found in France (Eyssartier, 2006), Spain (De-Esteban-Resino, Gorjón, 2016), and Ethiopia (Spirin, Ryvardeen, 2018). The species is distinguished by cream-coloured to light ochraceous odontoid hymenophore, subulate leptocystidia and ellipsoid basidiospores slightly concave on the adaxial side (Fig. 3). Among substrata inhabited by *Ph. caspica* there are noted both angiosperms, namely *Alnus* and *Fagus* (Hallenberg, 1980; De-Esteban-Resino, Gorjón, 2016), and gymnosperms, in particular, *Juniperus* (Spirin, Ryvardeen, 2018). Our finding from the Gunib Plateau is fully compliant with the protologue and extends the list of substrata occupied by this species to include birch (*Betula* sp.) wood.

Lindtneria chordulata is listed for the second time for Russia following a record from Arkhangelsk Oblast (Svetasheva et al., 2017). This species is distributed sporadically in Europe (Bernicchia, Gorjón, 2010). Both Russian specimens of *L. chordulata* were collected in pine forests from *Pinus fallen trunks*, *Pinus sylvestris* in Arkhangelsk Oblast and *P. kochiana* in the Republic of Dagestan. Based on the suspected sensitivity of this fungus to any anthropogenic impact, *Lindtneria chordulata* is included in the Red Data Book of Arkhangelsk Oblast (Aksenova et al., 2020) as a declining species (category 2).

Kneiffiella microspora belongs to remarkable and little-known in Russia species. Previously this fungus was registered only in five Russian regions, including the north-west of the European part (Arkhangelsk and Leningrad Oblasts), the Volga Region (Nizhny Novgorod and Samara Oblasts), and the Urals (Sverdlovsk Oblast) (Spirin, 2003; Bolshakov et al., 2016). Our Gunib record of *K. microspora* on fallen branches of *Betula* sp. is the first finding for the Caucasus. Besides this, species such as *Amylocorticium cebennense*, *A. subsulphureum*, *Henningsomyces candidus*, *Leucogyrophana sororia*, *Mucronella flava*, and *Vararia ochroleuca* are also new to the Caucasus. All of them were collected on the dead wood of *Pinus kochiana*, except for *Henningsomyces candidus*, which grew on fallen branches of *Betula* sp.

Two species of the genus *Rhizoctonia*, *R. fusispora* and *R. ochracea* (Fig. 4), are re-collected from the Gunib Plateau, having been previously known from this area as aphyllorhizoid fungi associated with *Juniperus oblonga* (Volobuev, Ivanushenko, 2020). Our new finds of *Rhizoctonia fusispora* are obtained from *Pinus kochiana* wood, and *Rhizoctonia ochracea* is found on a fallen trunk of *Betula* sp.

A new substratum inhabited by *Kneiffiella abdita* in the Gunib Plateau is noted. This fungus is considered as a very rare species in Europe (Bernicchia, Gorjón, 2020). *K. abdita* was registered within the studied area on fallen trunks of *Pinus kochiana* (Volobuev et al.,

2021). We have now supplemented the substrate range of the species with a find on *Betula* sp. dead wood.

During mycological survey carried out the population of ectomycorrhizal fungus *Thelephora caryophyllea* has been monitored. This species is regionally protected and included in the Red Data Book of the Republic of Dagestan (2020) as a vulnerable species (category 3). The only Gunib locality of *Th. caryophyllea* in pine forest with mosses is currently known in Dagestan.

CONCLUSION

The species diversity of aphylloroid fungi discovered on the Gunib Plateau, both those presented in this study and those published previously (Volobuev et al., 2019, 2021; Ivanushenko, Volobuev, 2020; Volobuev, Ivanushenko, 2020), indicates the special nature conservation value of the area. This fact is confirmed, on the one hand, by the findings of fungal species new to the Caucasus and, on the other hand, by the presence of rare species and taxa with a sporadic distribution. The latter may exhibit particular requirements for environmental conditions and the state of forest ecosystems, requiring large-measured woody debris and stable moisture regimes. Further studies on aphylloroid fungi in the Gunib Plateau will allow not only to reveal new species for this area, but also to determine species of fungi the most sensitive to anthropogenic disturbance.

The authors are grateful to Dr. A.B. Ismailov (Mountain Botanical Garden of DFRC RAS, Makhachkala) for organisation of field studies. The work of S.V. Volobuev was carried out within the framework of the institutional research project of the Komarov Botanical Institute (project 122011900032-7) using the equipment of the Core Facility Centre “Cell and Molecular Technologies in Plant Science” at the Komarov Botanical Institute, RAS (St. Petersburg, Russia).

REFERENCES

- Abdurakhmanova Z.I., Sadykova G.A.* The coenofloristical analysis of the communities with dominance of *Pinus kochiana* Klotsch ex G. Koch. of the Gunib plateau (Inland Mountain Daghestan). *Fitoraznoobraziye Vostochnoy Yevropy*. 2015. V. 9 (2). P. 112–122 (in Russ.).
- Aksenova O.V., Amosov P.N., Amosova I.B. et al.* Red data book of Arkhangelsk Oblast. Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, 2020 (in Russ.).
- Asadulaev Z.M., Sadykova G.A.* Structural and resource assessment of native populations of *Juniperus oblonga* Bieb. in Dagestan. *Nauka DNTs, Makhachkala*, 2011 (in Russ.).
- Bernicchia A., Gorjón S.P.* *Corticaceae* s.l. *Fungi Europaei*. V. 12. Edizioni Candusso, Alassio, 2010.
- Bernicchia A., Gorjón S.P.* Polypores of the Mediterranean Region. *Romar, Segrate*, 2020.
- Bolshakov S.Yu., Potapov K.O., Ezhov O.N. et al.* New species for regional mycobiota of Russia. 1. Report 2016. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2016. V. 50 (5). P. 275–286.
- Bolshakov S.Yu., Volobuev S.V., Ezhov O.N. et al.* Checklist of aphylloroid fungi of the European part of Russia: the first results. In: *Yu.T. Dyakov, Yu.V. Sergeev* (eds). *Current mycology in Russia*. V. 6. National Academy of mycology, Moscow, 2017. P. 120–122 (in Russ.).
- Bolshakov S.Yu., Volobuev S.V., Voronina E.Yu. et al.* Biodiversity of *Agaricomycetes* of European Russia: results and prospects of a data compilation project. In: *Innovations and traditions in modern botany: Proc. of All-Russian Scientific Conference with an international participation, dedicated to the 150th anniversary of V.L. Komarov* (St. Petersburg, 21–25 October 2019). *Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg*, 2019. P. 13 (in Russ.).
- De-Esteban-Resino J., Gorjón S.P.* *Phanerochaete tamariciphila*, *Phlebia caspica* y *Sistotremella hauerlevii*, tres raros corticioides homobasidiomicetos en la Península Ibérica. *Boletín Micológico de FAMCAL*. 2016. V. 11. P. 13–19.
- Dibirov M.D., Mamedova A.O., Gadzhiyeva R.G.* Intrapopulation variability of morphological characters in the generative shoot of *Medicago glutinosa* M. Bieb. along the altitudinal gradient on the Gunib plateau. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Estestvennye i tochnye nauki*. 2012. V. 4. P. 28–32 (in Russ.).
- Eyssartier G.* La flore mycologique des bois de Vincennes et de Boulogne, première contribution. *Bul. Soc. Mycol. Fr.* 2006. V. 121 (2). P. 127–138.
- Gabibova A.R., Ismailov A.B., Urbanavichus G.P.* The species of genus *Toninia* of Gunib plateau (Daghestan). *South of Russia: ecology, development*. 2009. V. 4 (4). P. 50–55 (in Russ.) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2009-4-50-55>
- Hallenberg N.* New taxa of *Corticaceae* from N. Iran (*Basidiomycetes*). *Mycotaxon*. 1980. V. 11 (2). P. 447–475.
- Index Fungorum.* CABI Bioscience, 2022. <http://www.indexfungorum.org>. Accessed 30.06.2022.
- Ignatov M.S., Fedosov V.E., Ignatova E.A. et al.* Moss flora of Gunib area in Dagestan, the Eastern Caucasus. *Arctoa*. 2010. V. 19. P. 87–96.
- Ismailov A.B., Urbanavichus G.P.* The lichen flora of the Gunib plateau. IP “Bisultanova P.Sh.”, Makhachkala, 2014 (in Russ.).
- Ivanushenko Yu.Yu., Volobuev S.V.* Species of *Odontia* and *Tomentella* (*Thelephorales*, *Basidiomycota*) new to Dagestan, Russia. *South of Russia: ecology, development*. 2020. V. 15 (3). P. 165–173. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2020-3-165-173>
- Omarova S.O.* Flora of the local plateau-like uplands of Inner-mountainous Dagestan. *Izdatelstvo DagGU, Makhachkala*, 2013 (in Russ.).
- Red data book of the Republic of Dagestan.* *Tipografiya IP Dzhamaaludinov M.A., Makhachkala*, 2020 (in Russ.).
- Ryvarden L., Melo I.* Poroid fungi of Europe. Second revised edition. *Synopsis Fungorum*. V. 37. *Fungiflora, Oslo*, 2017.
- Spirin V.A.* Aphylloroid fungi of Nizhny Novgorod Oblast: species composition and ecological features. *Cand. Sci. Thesis. St. Petersburg*, 2003 (in Russ.).
- Spirin V., Ryvarden L.* Studies in *Aphylloroidales* of Africa 21. Some corticoid species from Ethiopia. *Synopsis Fungorum*. 2018. V. 38. P. 5–8.

- Svetasheva T.Yu., Arslanov S.N., Bolshakov S.Yu. et al. New species for regional mycobiota of Russia. 2. Report 2017. Mikologiya i fitopatologiya. 2017. V. 51 (6). P. 375–389.
- Urbanavichus G., Ismailov A. The lichen flora of Gunib plateau in the Inner-mountain Dagestan (NE Caucasus, Russia). Turkish Journal of Botany. 2013. V. 37 (4). P. 753–768.
https://doi.org/10.3906/bot-1205-4
- Volobuev S.V., Ivanushenko Yu.Yu. Aphylophoroid fungi (*Basidiomycota*) on juniper on the Gunib Plateau, inner-mountain Dagestan. Czech Mycology. 2020. V. 72 (1). P. 83–93.
https://doi.org/10.33585/cmy.72106
- Volobuev S.V., Ivanushenko Yu.Yu., Ismailov A.B. New for Dagestan species of *Tomentella* (*Thelephorales*, *Basidiomycota*). South of Russia: ecology, development. 2019. V. 14 (2). P. 172–179 (in Russ.).
https://doi.org/10.18470/1992-1098-2019-2-172-179
- Volobuev S.V., Ivanushenko Yu.Yu., Ismailov A.B. Diversity and ecology of poroid fungi (*Agaricomycetes*, *Basidiomycota*) of the Gunib Plateau, Dagestan. South of Russia: ecology, development. 2021. V. 16 (3). P. 68–80.
https://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-3-68-80
- Абдурахманова З.И., Садыкова Г.А. (Abdurakhmanova, Sadykova) Ценофлористический анализ сообществ с доминированием *Pinus kochiana* Гунибского плато (Внутригорный Дагестан) // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2015. Т. 9. № 2. С. 112–122.
- Аксенова О.В., Амосов П.Н., Амосова И.Б. и др. (Aksenova et al.) Красная книга Архангельской области. Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет, 2020. 490 с.
- Асадулаев З.М., Садыкова Г.А. (Asadulaev, Sadykova) Структурная и ресурсная оценка природных популяций можжевельника продолговатого (*Juniperus oblonga* Bieb.) в Дагестане. Махачкала: Наука ДНЦ, 2011. 216 с.
- Большаков С.Ю., Волобуев С.В., Ежов О.Н. и др. (Bolshakov et al.) Чек-лист афиллофороидных грибов Европейской части России: первые результаты // Современная микология в России. Том 6 / Ред. Ю.Т. Дьяков, Ю.В. Сергеев. М.: Нац. акад. микол., 2017. С. 120–122.
- Большаков С.Ю., Волобуев С.В., Воронина Е.Ю. и др. (Bolshakov et al.) Биоразнообразие агарикомицетов Европейской России: результаты проекта по обобщению данных // Инновации и традиции в современной ботанике: Тез. докл. Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвященной 150-летию со дня рождения В.Л. Комарова (Санкт-Петербург, 21–25 октября 2019 г.). СПб.: Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, 2019. С. 13.
- Волобуев С.В., Иванушенко Ю.Ю., Исмаилов А.Б. (Volobuev et al.) Новые для Дагестана виды рода *Tomentella* (*Thelephorales*, *Basidiomycota*) // Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14. № 2. С. 172–179.
https://doi.org/10.18470/1992-1098-2019-2-172-179
- Габиева А.Р., Исмаилов А.Б., Урбанавичюс Г.П. (Gabiyo et al.) Виды рода *Toninia* A. Massal. на Гунибском плато (Дагестан) // Юг России: экология, развитие. 2009. Т. 4. № 4. С. 50–55.
https://doi.org/10.18470/1992-1098-2009-4-50-55
- Дибиров М.Д., Мамедова А.О., Гаджиева Р.Г. (Dibirov et al.) Внутриволюционная изменчивость морфологических признаков генеративного побега люцерны клеюхой (*Medicago glutinosa* M. Bieb.) вдоль высотного градиента Гунибского плато // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2012. № 4. С. 28–32.
- Исмаилов А.Б., Урбанавичюс Г.П. (Ismailov, Urbanavichus) Лихенофлора Гунибского плато. Махачкала: ИП “Бисултанова П.Ш.”, 2014. 270 с.
- Красная книга Республики Дагестан (Red data book). Махачкала: Типография ИП Джамалудинов М.А., 2020. 800 с.
- Омарова С.О. (Omarova) Флора локальных платообразных поднятий Внутригорного Дагестана. Махачкала: Издательство ДагГУ, 2013, 130 с.
- Спирин В.А. (Spirin) Афиллофоровые грибы Нижегородской области: видовой состав и особенности экологии. СПб.: Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, 2003. 274 с.

Новые и интересные находки афиллофороидных грибов на территории плато Гуниб (Дагестан, Россия)

Ю. Ю. Иванушенко^{a, #}, С. В. Волобуев^{b, ##}

^a Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

^b Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

[#]e-mail: yuliya.ivanushenko@mail.ru

^{##}e-mail: sergvolobuev@binran.ru

Представлен аннотированный список из 80 видов афиллофороидных грибов, зарегистрированных на территории плато Гуниб (Внутригорный Дагестан, Северо-Восточный Кавказ), с подробной информацией о субстратах, местообитаниях, локалитетах и коллекционных номерах образцов, депонированных в Микологическом гербарии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (LE). 39 видов указываются впервые для Республики Дагестан, в том числе новый для России вид – *Phlebia caspica*. Вид *Lindtneria chordulata* отмечен для России второй находкой. Новыми для Кавказа являются семь видов (*Amylocorticium cebennense*, *A. subsulphureum*, *Henningsomyces candidus*, *Kneiffiella microspora*, *Leucogyrophana sororia*, *Mucronella flava*, *Vararia ochroleuca*). Приводятся сведения о находке на плато Гуниб вида *Thelephora caryophyllea*, включенного в Красную книгу Республики Дагестан (2020).

Ключевые слова: видовое разнообразие, Восточный Кавказ, горные леса, кортициоидные грибы, распространение грибов, *Agaricomycetes*, *Basidiomycota*

FUNGAL HERBARIUM OF THE KOMAROV BOTANICAL INSTITUTE RAS. X. TYPES OF *BOLETALES* TAXA

© 2022 L. B. Kalinina^{1,*}, E. A. Palomozhnykh^{1,**}, and E. S. Popov^{1,***}

¹Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, 197376 St. Petersburg, Russia

*e-mail: lkalinina@binran.ru

**e-mail: epalomozhnykh@binran.ru

***e-mail: epopov@binran.ru

Received June 15, 2022; revised August 10, 2022; accepted August 31, 2022

Information on type specimens of taxa belonging to the order *Boletales* loaned in the Mycological Herbarium of the Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences is presented. A total of 97 specimens belonging to 35 species and 19 intraspecific taxa have been revealed in course of the inventarisation of collections. The history of replenishment of the collection can be divided into three periods. The first period (1930–1940) is related to stay and work of R. Singer in Russia (collections from Altay). The second one (1950–1970) is associated with activities of B.P. Vasilkov (mainly collections of intraspecific taxa of *Boletus edulis* from different regions of the former USSR) and L.N. Vasilyeva (collections from the Far East). The third period (from 2010 to the present time) is associated with contemporary researches of the mycobiota of the Far East of Russia, and Vietnam. An annotated list of type specimens includes the following information: name, authors, nomenclatural citation, type status, and original label citation. For specimens with handwritten labels, citations of authentic material locality or type locality from the protologue are also given. GenBank numbers are indicated for the holotypes if they are listed on the labels.

Keywords: *Agaricomycetes*, *Basidiomycota*, *Boletaceae*, boletoid fungi, protologues, Singer, Vassiljeva, Vassilkov

DOI: 10.31857/S002636482206006X

INTRODUCTION

The Mycological herbarium of the Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences (BIN RAS) is the largest collection of fungal specimens in Russia (Herbarium Code LE; since 2020, the additional designation F (Fungi) has been introduced for the mycological division of the collection fund). A significant number of papers are dealing with its' collections (Melnik, Svishch, 1976a, 1976b, 1979; Kovalenko, 2000; Morozova, Popov, 2005), including those devoted to the inventory of type specimens stored in the herbarium (Bondartseva, Svishch, 1982; Popov, 2014), and the series “Fungal Herbarium of Komarov Botanical Institute RAS” (Fungal herbarium of Komarov Botanical Institute of the Academy of Sciences USSR) (Melnik, Svishch, 1974; Svishch, 1975a, 1975b; Kanevskaya, Orlova, 1975; Bondartseva et al., 1975; Nezdoymnogo, Svishch, 1975; Pystina, Svishch, 1977; Malysheva, Svishch, 2008; Rebriev et al., 2010), which is continued by the present work. Near 350000 fungal specimens, including more than 5000 type specimens, are now deposited in the herbarium. Type specimens are forever and inextricably linked to scientific names (Turland et al., 2018) and are therefore necessary and irreplaceable in taxonomic treatments and revisions of various taxa. Due to the development of molecular ge-

netic technologies, type collections are of particular importance. Confusing taxonomic problems, especially for taxa with overlapping morphological and/or ecological traits, can be solved with successful isolation and sequencing of some genetic marker and further phylogenetic analysis (Volobuev et al., 2022).

Digitizing of the Mycological herbarium began with specimens belonging to the order *Boletales*. Due to importance of type and authentic materials, an inventory of it was made. Information on the type specimens (actual and presumable) as well as on authentic material stored in LE and citations from the sometimes hardly available protologues will be useful to all researchers involved in the study of *Boletales*.

MATERIALS AND METHODS

The specimen labels were scanned by Epson Perfection 2400 Photo. Necessary information was recorded into Google Sheets. It should be noted that specimens were not studied. Photos of labels and database are available upon request.

The names of the taxa are arranged alphabetically, each accompanied with the following information: a) name of the taxon; b) author(s). According to the Recommendation 46C.2, for names with more than

two authors, the citation restricted to the first author followed by “et al.” (Turland et al., 2018); c) nomenclatural citation; d) herbarium number; e) the full text of the label, provided in original language, including GenBank accession numbers if they are listed on the labels. Information about the collector(s) is given only if the specimen was collected not by the author of the name or if the name was described by several authors. Original labels of exsiccata are given as is; f) status of the type collection given in bold in brackets: I – isotype, IP – isoparatype, IS – isosyntype, H – holotype, P – paratype, S – syntype. Original material is also indicated. Definitions of terms are given in the International code of nomenclature for algae, fungi, and plants (Turland et al., 2018); g) notes including information related to the specimen [inscriptions on label and/or envelope by author or other researchers, notae criticae (abbreviated as NC), etc.]. Additionally, for the specimens with handwritten labels citations of original material or type locality from protologue are provided in original language.

If the original language of nomenclature citation, label or protologue was Russian, an English translation of the text has been enclosed in brackets. Country of origin is given in translation if it was omitted on the original label. For clarity, the geography of records is presented as Krai instead of Territory and Oblast instead of Region. Dates data are written in day/month/year order (e.g. 04.06.1900, 09.1897). The spelling of taxa names are given in accordance with Index Fungorum (2022). Names of authors given in Russian were transliterated by the standard of the US State Department (<http://transliteration.ru/gosdep/>).

RESULTS

Afroboletus vietnamensis T.H.G. Pham et al., *Persoonia* 40: 255, 2018. – LE 311973, “Vietnam, Dak Lak Province, Yok Don National Park, 40 km to the northwest of Buon Ma Thuot city, 12.941306°N, 107.788167°E, evergreen tropical forest on the top of the hill dominated by *Fagaceae*, *Euphorbiaceae*, *Sapindaceae*, *Ebenaceae* and *Meliaceae*, 13.05.2014, A.V. Alexandrova, GenBank: ITS – MH087059, LSU – MH087058” (H). – LE 311972, “Vietnam, Binh Phuoc Province, Bu Gia Map District, Bu Gia Map National Park, 12.204509°N, 107.204415°E, foothill polydominant tropical forest dominated by *Dipterocarpaceae*, *Lythraceae*, *Rubiaceae*, *Theaceae*, *Lauraceae* and *Arecaceae*, 03.05.2013, A.V. Alexandrova” (P).

Baorangia alexandri Svetash. et al., *Persoonia* 40: 265, 2018. – LE 254266, “Россия, Приморский край, Сихотэ-Алинский заповедник, окр. кордона Благодатное (Russia, Primorsky Krai, Sikhote-Alinsky Reserve, vicinities of Blagodatnoye), 44°57'24.0"N, 136°33'35.0"E, лиственный лес с *Quercus mongolica*, на почве (deciduous forest with *Quercus mongolica*, on soil), 19.08.2013, A.E. Kovalenko 13-08-48” (H). – LE 254265, “Россия, Приморский край, Сихотэ-Алинский заповедник, окр. кордона Благодатное (Russia, Primorsky Krai, Sikhote-Alinsky Reserve, vicinities of Blagodatnoye), 44°57'24.0"N, 136°33'35.0"E, лиственный лес с *Quercus mongolica*, на почве (deciduous

forest with *Quercus mongolica*, on soil), 19.08.2013, A.E. Kovalenko 13-08-48” (P).

Boletinus asiaticus Singer, *Revue Mycol.* 3 (4–5): 164, 1938. – LE 17597, “Ad terram. Амурс. обл., Николаевск на Амуре (Russia, Amur Oblast, Nikolayevsk-na-Amure), 09.09.1906, Шестунов (Shestunov), det. 1937” (S). – LE 4455, “№ 362. In Lariceto sibiricae ad terram et ad truncos putridos. Севернее с. Курая, Ойротс. А.О. Алтайского края (Russia, North of Kuray, Oyrotskaya A.O. Altai Krai), 08.1937, Singer et Vasilyeva, det. 09.1937” (S). – LE 4458, “№ 20. ?*Boletus flavidus* Fries. Забайкалье, Нерчинско-Заводского уезда, селение Калчинское, в лесу (Russia, Transbaikalia, Nerchinsko-Zavodskoy Uezd, Kalchinskoye, in forest), 07.1902, Стуков (Stukov), Det. Jacz(evski). – *Boletinus asiaticus* Singer. 1937. Det. Singer” (S).

Note. In the protologue loci classici are listed as follows: “In silvis laricinis (*Larix sibirica*, *L. dahurica*) ad terram nudam, inter herbas et ad truncos. Aestate. In montibus usque ad 2200 m. ascendens. Distrib.: Asia septentrionalis: Regio Tomskiensis (Kravzev); Montes Altaici (Singer et Vasilyeva); Transbaikalia (Stucov); regio Amurensis (Szestunov)”.

B. griseopallidus Vassilkov, Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института АН СССР (Botanicheskie materialy Otdela sporovykh rasteniy Botanicheskogo instituta AN SSSR) 10: 209, 1955. – LE 4582, “Турус. Прибайкалье, у с. Лиственничного, в смешанном лесу с лиственницей, сосной и др. (Russia, Priбайkalye, vicinities of Listvennichnoye village, in mixed forest with larch, pine, etc.), 20.08.1947, det. 10.02.1953” (H).

Note. On the top of the label inscription in pencil: “*Boletus aeruginascens*”, most probably by B.P. Vasilkov. According to the protologue, locus classicus is given as follows: “Турус. URSS. Sibiria, Cisbaicalia, 20.08.1947, leg. Vasilkov; in Herb. Inst. bot. nom. V.L. Komarovi Ac. Sc. URSS, in Leningrad, conservatur”.

B. oxydabilis Singer, *Revue Mycol.* 3 (4–5): 160, 1938. – LE 17599 (Fig. 1c), “№ 1029. In silva sparsa ad ripam lacus inter gramineas prope *Laricem sibiricam*, *Pinum sibiricum* et *silvestrem*, *Betulam verrucosam*, Телецкое озеро: Яйля (центр Алтайского гос. заповедника) [Russia, Teletskoye Lake: Yailya (the center of Altai State Reserve)], 09.09.1937, det. 10.1937” (S).

Note. Protologue: “In silvis sparsis litoralibus partis mediae lacus Telezkensis Montium Altaicorum, pr. Jaila, ad terram declivem, soli meridionali expositam, in graminosis sub *Laricibus sibiricis*, *Pinisque sibiricis* solitario vel gregatim. Sept. 1937 leg. ipse”.

B. oxydabilis f. *aberrans* Singer, *Revue Mycol.* 3 (4–5): 161, 1938. – LE 17598, “№ 1142. In Abiegno-Pineto mixto inter Gramineas iuxta ripam lacus, Артубаш, Турочакск. айла, Ойротская обл., Алтайск. край (Russia, Artubash, Turochakskaya aila, Oirotskaya obl., Altay Krai), 09.1937, Singer et Vasilyeva” (S).

Note. Protologue: “In silva litoralі partis inferioris lacus Telezkensis Montium Altaicorum, pr. vicum Artubasz, ad terram graminosam, soli meridionali expositam, sub *Pinis sibiricis*, *silvestribus* et *Abietibus sibiricis* solitario, post frigores nocturnos sept. 1937”.



Fig. 1. Noteworthy type specimens of *Boletales*: a – original label of LE 17695 by L.N. Vasilieva with note by Carl B. Wolfe; b – original label of LE 200164 written by E.L. Nezdoyminogo with signature and notes by V.P. Vassilkov; c – original label of LE 17599 by Rolf Singer; d – original label of LE 17650 from *Plantae Australiuralenses* by E.A. Selivanova-Gorodkova with signature of V.P. Vassilkov.

B. suspectabilis Vassilkov, Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института АН СССР (Botanicheskie materialy Otdela sporovykh rasteniy Botanicheskogo instituta AN SSSR) 8: 114, 1952. – LE 4585, “Тип. Прибайкалье, окр. с. Лиственичного, смешанный лес, под елью (Туре. Russia, Priбайkalye, vicinities of Listvennichnoye village, mixed forest, under the spruce), 31.08.1947, det. 1950” (H).

Note. On the top of the label, note “*Boletus aeruginascens*” in pencil, most probably by V.P. Vassilkov. Protologue: “Typus. URSS, sibiria orientalis, Praebaicalia, 31.08.1947, leg. V.P. Vassilkov; in Herb. Inst. Bot. nom. V.L. Komarovi Ac. Sc. URSS, in Leningrad, conservatur”.

Boletus aurantiacus f. *lebedevae* Vassilkov, Экология и биология растений восточноевропейской лесотундры (Ecology and biology of plants of the East European forest tundra): 57, 1970. – LE 200171, “Коми АССР, окр. ст. Сивая Маска (Russia, Komi Republic, vicinities of Sivaya Maska station), 18.08.1961” (H).

Note. Label is written by E.L. Nezdoyminogo with numerous further corrections by V.P. Vassilkov. In the upper left top of the label inscription “Typus!” by V.P. Vassilkov. Protologue: “Typus. URSS, Cisuralia, 120 km ad meridiem ab opp. Vorkuta, prope stationem “Sivaya Maska” dictam, in

piceeto-betuleto collucato, 18.08.1961, V.P. Vassilkov legit (LE)”.

B. candidissimus T.H.G. Pham et al., Persoonia 43: 343, 2019. – LE 315542, “Vietnam, Dak Lak Province, Krong Bong District, Chu Yang Sin National Park, Krong Kmar, 8 km west of Chu Yang Sin, 12.37958°N, 108.3523°E, on soil in mountain polydominant rainforest with the participation of *Fagaceae*, *Magnoliaceae*, *Theaceae*, *Podocarpaceae*, 01.04.2013, T.H.G. Pham, A.V. Alexandrova Vn13-93, GenBank: ITS – MN511175, *tef1* – MN597967, LSU – MN392934” (H). – LE 315543, “Vietnam, Dak Lak Province, Krong Bong District, Chu Yang Sin National Park, Krong Kmar, 7 km northwest of Chu Yang Sin Mt, 12.414833°N, 108.378222°E, on soil in mountain polydominant rainforest with *Fagaceae*, *Magnoliaceae*, *Theaceae*, *Podocarpaceae*, 27.05.2014, T.H.G. Pham, A.V. Alexandrova Vn14-238” (P).

B. edulis f. *arcticus* Vassilkov, Белый гриб (Porcini mushroom): 16, 1966. – LE 200148, “Турус. Хибины, вершина горы близ Бот. Сада, лишайниковая тундра (Russia, Chibiny Mts., top of the mountain near Botanical Garden, lichen tundra), 20.08.1946” (H).

Note. Label is written by E.L. Nezdoyminogo. Collection date on the label don’t match with date indicated in the protologue: “URSS, pars europaea, montes Chibinenses,

prope Hortum botanicum Arcto-alpinum, tundra, 700 m s. m., in associatione *Betula nana* + *Vaccinium uliginosum* + *Arctous alpine* + *Cetraria nivalis*, 20.08.1947, В.П. Васильков; in Inst. bot. Sc. URSS (Leningrad) conservatur”.

B. edulis f. *betulicola* Vassilkov, Белый гриб (Porcini mushroom): 13, 1966. — LE 5129, “Турус. Владимирская область, Вязниковский р-н, у д. Бородино, березовый лес (Russia, Vladimir Oblast, Vyaznikovsky distr., near the Borodino village, birch forest), 22.07.1949” (H).

Note. Label is written by E.L. Nezdoyminogo. Protologue: “URSS, reg. Vladimirskaja, distr. Vjaznikovsky, in viciniis pag. Borodino, in betuleto, 22.07.1949, В.П. Васильков; in Inst. bot. Sc. URSS (Leningrad) conservatur”.

B. edulis f. *praecox* Vassilkov, Белый гриб (Porcini mushroom): 14, 1966. — LE 5186, “*Boletus edulis* f. *albus* (Pers.) Vassilkov. Турус. Марийская АССР, Йошкар-Олинский район, близ Кундыша. В Pinetum call.-festucosum. (Russia, Mary El Republic, Yoshkar-Ola district, near Kundysh. In Pinetum call. — festucosum.), 16.06.1939” (presumable type?).

Note. Locus classicus in the protologue is given as follows: “URSS, Marijskaja RSSA (Volga media) ripa fl. Kundysh, in Pineto callunoso-festucoso, 16.06.1939, В.П. Васильков; in Inst. bot. Sc. URSS (Leningrad) conservatur”. We could not find the specimen with the name *B. edulis* f. *praecox* Vassilkov in herbarium LE. However, there is a specimen named *B. edulis* f. *albus* (Pers.) Vassilkov with original label written by В.П. Васильков. Locality, habitat and date on the label match those in the protologue of *B. edulis* f. *praecox*. We suppose that LE 5186 could be a presumable type of *B. edulis* f. *praecox*.

B. edulis f. *quercicola* Vassilkov, Белый гриб (Porcini mushroom): 12, 1966. — LE 5177, “Турус. Винницкая обл., около с. Селище, в дубняке (Ukraine, Vinnitsa Oblast, vicinities of Selišche village, in oak forest), 30.08.1954” (H).

Note. Label is written by E.L. Nezdoymonogo. Protologue: “URSS, Ucraina, reg. Vinnitzkaja, in viciniis pag. Selitsche, quercetum, 30.08.1954, В.П. Васильков; in Inst. bot. Sc. URSS (Leningrad) conservatur”.

B. edulis f. *roseipes* Vassilkov et A.P. Vaskovsky, Белый гриб (Porcini mushroom): 16, 1966. — LE 5198, “Турус! Побережье Охотского моря (Russia, coast of the Sea of Okhotsk), 1956, А.П. Васьковский (А.П. Vaskovsky)” (H).

Note. Label is written by E.L. Nezdoyminogo. Collection date on the label don't match with date indicated in the protologue: “Турус. URSS, Oriens Extremus, prov. Ochotensis, Lariceto-betuletum (*Betula ermanii*), 08.1961, А.П. Vaskovsky; in Inst. bot. Sc. URSS (Leningrad) conservatur”.

B. edulis f. *subaereus* Vassilkov, Белый гриб (Porcini mushroom): 19, 1966. — LE 5197, “Турус! Грузинская ССР, Лагодехский заповедник, буково-грабовый лес (Georgia, Lagodekhi Reserve, beech and hornbeam forest), 06.10.1951” (S). — LE 5194, LE 5195, LE 5196, “Isotypus. Грузинская ССР, Лагодехский заповедник, буково-грабовый лес (Georgia, Lagodekhi Reserve, beech and hornbeam forest), 06.10.1951” (S).

Note. Labels are written by E.L. Nezdoyminogo. Red stickers “Holotypus” (LE 5194) and “Isotypus” (LE 5195; LE 5196) were attached later. Protologue: “Турус. URSS, Transcaucasia, Georgia, Reservatum Lagodehsky, fauces Shromskoje, in fageto-carpineto vetusto, in terra alluviali,

humosa, humida, 6.10.1951, В.П. Васильков; in Inst. bot. Sc. URSS (Leningrad) conservatur”.

B. edulis f. *tardus* Vassilkov, Белый гриб (Porcini mushroom): 17, 1966. — LE 177067, “Турус! Хибины, у Бот. сада, тундрово-альпийская зона (Russia, Khibiny, near the Botanical garden, tundra-alpine zone), 25.08.1946” (H).

Note. Label is written by E.L. Nezdoyminogo. Protologue: “Турус. URSS, pars europaea, montes Chibinenses, prope Hortum botanicum Arcto-alpinum, tundra, 700 m., in associatione *Betula nana* + *Vaccinium uliginosum* + *Arctous alpine* + *Cetraria nivalis*, 25.08.1946, В.П. Васильков; in Inst. bot. Sc. URSS (Leningrad) conservatur”.

B. fusipes Fr., Hymenomyc. Eur.: 500, 1874. — “Rabenh. exs. n. 712. In Europa australi”. ≡ *Boletus fusipes* Heufl. in Rabenhorst's Fungi europ. exsicc.: no. 712, 1865 nom. inval., Art. 38.1a (Shenzhen). — LE 4795, LE 4796, “In sylvis alpinis e Pino Cembra et Abiete excelsa mixtis e profundis *Hylocomium splendens* et *Schreberi* caespitibus inter *Vaccinium Myrtillum*. 12.08.1864 in Tulfeser Bery Vallis Oeni prope Oenipontum, alt. circa 4500 m” (I).

B. percandidus Vassilkov, Советская ботаника (Sovetskaya botanika) 2: 27, 1944. — LE 3113, “Марийская АССР, у Сурка, в Bet.-Pin. molinios. (с подлеском из *Tremula*) [Russia, Mary El, near Surok, in Bet.-Pin. molinios. (with *Tremula* in undergrowth)], 08.09.1939” (S). — LE 3112, “Марийская АССР, у Сурка, в Bet. — Pin. molinios (с осиновым подлеском) [Russia, Mary El, near Surok, in Bet.-Pin. molinios. (with aspen undergrowth)], 26.08.1939, det. 14.02.1954” (S).

Note. Name on label of LE 3112 is “*Krombolzia versipellis* (Fr.) Karst. f. *percandida* (Vassilk.) Vassilk.” written by unknown person. In the upper right top of the label inscription “Турус!” by В.П. Васильков, also his signature in “Leg./Det.” field. Protologue: “Hab. In Betuleto-Pineto moliniosa (cum *Populo tremula*), in Republica Mari, ad Wolgam mediam, 08—09, 1939”.

B. tomentososquamulosus Lj.N. Vassiljeva, Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института АН СССР (Botanicheskie materialy Otdela spirovykh rasteniy Botanicheskogo instituta AN SSSR) 12: 264, 1959. — LE 17600, “Окрестности Владивостока, Ботанический сад, хвойно-широколиственный лес, под *Abies holophylla* (Russia, vicinities of Vladivostok, Botanical garden, coniferous-broadleaved forest, under *Abies holophylla*), 07.09.1954, det. 20.09.1956” (S or IS). — LE 2968, “Окрестности Владивостока, Ботанический сад, хвойно-широколиственный лес, под *Abies holophylla* (Russia, vicinities of Vladivostok, Botanical garden, coniferous-broadleaved forest, under *Abies holophylla*), 16.08.1955, det. 22.09.1956” (S or IS).

Note. Collection date on the label of LE 17600 don't match with date indicated in the protologue: “USSR, Oriens Extremus, prope Vladivostok in silvis mixtis sub *Abiete holophylla*, 16.08 et 7.09.1955, leg. auctor”.

B. vassilkovii М.М. Nazarova, Микология и фитопатология (Mikologiya i fitopatologiya) 1: 186, 1967. — LE 17601, “Турус. СССР, Дальний Восток, Приморский край, Шкотовский р-н, г. Хулаза, на почве в ельнике папоротниковом (Russia, Far East, Primorskiy Krai, Shkotovo District, Hualaza mountain, on the soil in a fern-fir forest), 19.08.1964, det. 1966” (H).

Note. Protologue: “Typus. URSS, Oriens Extremus, regio Primorskensis, distr. Schkotovo, in declivi boreali montis Chualaza (brachia australis montium Sichote-Aliny) 650 m s.m., in silva e *Picea jezoensis*, *Abiete nephrolepide*, *Pino koraiensi*, *Betula ermanii*, 19.08.1964, M.M. Nazarova; in Herb. Inst. Bot. nom. V.L. Komarovii Acad. Sci. URSS (LE) conservatur; isotypus in Herb. Biolog.-Terr. Inst. Orientis Extremi Sect. Sibiricae Acad. Sci. URSS (VLA) conservatur”.

Coniophora atrocinerea P. Karst. in Thümen, Mycoth. univers.: no. 1806, 1881. — LE 22390, “de Thümen, Mycotheca universalis. 1806. Fennia: Mustiala, ad ligna pinea. Oct. 1880. leg. Prof. P.A. Karsten” (S).

Erythrophylloporus flammans O.V. Morozova et al., Sydowia 72: 281, 2020. — LE 312491, “Vietnam, Binh Phuoc Province, Bu Gia Map District, Bu Gia Map National Park, environs of ranger station 2, along road to Bu Gia Map, 12.192028°N, 107.2045°E, in semievergreen tropical forests with *Fagaceae* (*Lithocarpus* spp.) and *Dipterocarpaceae*, on soil, 30.11.2018, O.V. Morozova 56VN18, GenBank: ITS — MT298114, *tef1* — MT293596” (H). — LE 312492, “Vietnam, Binh Phuoc Province, Bu Gia Map District, Bu Gia Map National Park, environs of ranger station 2, along road to Bu Gia Map, 12.192028°N, 107.2045°E, in semievergreen tropical forests with *Fagaceae* (*Lithocarpus* spp.) and *Dipterocarpaceae*, on soil, 25.11.2017, E.S. Popov” (P). — LE 312521, “Vietnam, Binh Phuoc Province, Bu Gia Map District, Bu Gia Map National Park, environs of ranger station 2, path to Dak Ca River, 12.201083°N, 107.204333°E, in semievergreen tropical forests with *Fagaceae* (*Lithocarpus* spp.) and *Dipterocarpaceae*, on soil, 22.05.2011, O.V. Morozova 63VN11” (P).

Fistulinella aurantioflava T.H.G. Pham et al., Persoonia 46: 465, 2021. — LE 315616, “Vietnam, Dak Lak Province, Kon Ka Kinh National Park, 14.217129°N, 108.310132°E, 1220 m, on soil in a tropical mountain polydominant soil forest with the participation of representatives of the families *Myrtaceae*, *Meliaceae*, *Anacardiaceae*, *Fagaceae* and *Theaceae*, 16.05.2016, A.V. Alexandrova Vn16-32, GenBank: ITS — MW784159, *LSU* — MW760388, *mtSSU* — MW776411” (H). — LE 315617, “Vietnam, Dak Lak Province, Krong Bong District, Chu Yang Sin National Park, 12.421139°N, 108.373722°E, 1196 m, on the trail in the mountain primary evergreen polydominant tropical forest, on soil, 28.05.2014, A.V. Alexandrova, T.H.G. Pham Vn14-276” (P).

F. olivaceoalba T.H.G. Pham et al., Persoonia 41: 361, 2018. — LE 312004, “Vietnam, Lam Dong Prov., Lac Duong Dist., Bidoup-Nui Ba National Park, Hon Giao Ranger St., path to Hon Giao Mt, 12.192222°N, 108.711111°E, upper montane mossy evergreen broad leaf forest, on soil and on the base of tree, 26.05.2014, O.V. Morozova, GenBank: ITS — MH733592, *tef1α* — MH718344, *LSU* — MH718396” (H).

Gomphidius sibiricus Singer, Revue Mycol. 3 (4–5): 174, 1938. — LE 17632, “In *Pinetis sibiricae* mixtis, 400 m alt, Телецкое озеро, Алтайский край (Russia, Teletskoye Lake, Altay Krai), 02.09.1937, Singer et Vasilyeva” (S).

Note: annotation label by O.K. Miller with dimensions of spores and trama hyphae is attached with name *Chroogomphus sibiricus* (Singer) O.K. Miller, date 12.05.1970. Protologue: “In *Abieteti-Pinetis* sub *Pino sibirica*, raro, solitario, ad terram nudam cum *Ixoc. sibirico*. Sept. Ad ripam lacus Telezkensis (Altai). Leg. Singer et Vasilyeva”.

Gyroporus punctatus Lj.N. Vassiljeva, Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института АН СССР (Botanicheskie materialy Otdela sporovykh rasteniy Botanicheskogo instituta AN SSSR) 6: 193, 1950. — LE 17636, “Приморский край, заповедник “Кедровая падь” (Russia, Primorsky Krai, “Kedrovaya Pad” Reserve), Quercetum, 14.08.1946, det. 12.1947” (presumable original material).

Note. Collection date on the label don't match with date indicated in the protologue: “Statio. USSR: Extremus Oriens, prope Primorskaja, in querceto. 15.08.1946. Leg. auctor”.

Hortiboletus rupicapreus Svetash. et al., Sydowia 74: 228, 2021. — LE 312677, “Vietnam, Gia Lai Province, Mang Yang District, Kon Ka Kinh National Park, A Yun, 14.219917°N, 108.325667°E, 1200 m, in tropical mountain forest dominated by trees of *Anacardiaceae*, *Fagaceae*, *Meliaceae*, *Myrtaceae*, *Theaceae*, ridges on slopes, on soil, 18.05.2016, A.V. Alexandrova Vn16-64, GenBank: ITS — MW784161, *LSU* — MW760391, *tef1* — MZ424894” (H). — LE 312678, “Vietnam Gia Lai Province, Mang Yang District, Kon Ka Kinh National Park, A Yun, 14.205189°N, 108.316311°E, 1000 m, in pine plantations of *Pinus kesiya* with some *Fagaceae*, on soil, 15.03.2016, A.V. Alexandrova Vn16-28” (P).

Ixocomus abietinus Lj.N. Vassiljeva, Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института АН СССР (Botanicheskie materialy Otdela sporovykh rasteniy Botanicheskogo instituta AN SSSR) 12: 263, 1959. — LE 17649, “Окрестности Владивостока, Седанка, дубняк, под *Fraxinus* и *Maackia* (Russia, vicinities of Vladivostok, Sedanka, oak forest, under *Fraxinus* and *Maackia*), 03.08.1954, det. 25.09.1956” (S or IS). — LE 4550, “Окрестности Владивостока, Ботанический сад, хвойно-широколиственный лес, под *Abies holophylla* (Russia, vicinities of Vladivostok, Botanical garden, coniferous-broadleaved forest, under *Abies holophylla*), 16.08.1955, det. 25.09.1956” (may constitute a part of the original material not cited in the protologue).

Note. Protologue: “URSS, Oriens Extremus, australis prope Vladivostok in quercetis et silvis mixtis sub *Abiete holophylla*, 07–09 1948–1955, leg. auctor”; “Собран автором в окрестностях Владивостока близ Седанки 19.07.1948, 03 и 28.08, 07.09.1954, близ Океанской 02.09.1954 и на склоне к р. Лянчихэ 17.08.1955 (Collected by the author in the environs of Vladivostok near Sedanka 19.07.1948, 03 and 28.08, 07.09.1954, near Okeanskaya 02.09.1954 and on the slope toward the river Lyanchikhe 17.09.1955)”.

I. australiuralensis Vassilkov, Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института АН СССР (Botanicheskie materialy Otdela sporovykh rasteniy Botanicheskogo instituta AN SSSR) 10: 210, 1955. — LE 17650 (Fig. 1d), “Тип! № 490. Южный Урал, Башкирский Гос. Заповедник (57°43'–58°12' в.д. от Гр., 53°15'–53°30' с.ш.), бассейн верхнего течения р. Белой, Южный Крака. Меридионально вытянутый гребень г. Алакбар (Type! Russia, Southern Urals, Bashkir State Reserve, 57°43'–58°12'E, 53°15'–53°30'N, the upper Belaya River basin, Southern Kraka Ridge, the meridionally elongated ridge of the Alakbar mountain), h. 780 m, сосновое редколесье (pine sparse forest), бл. оп. 221, 18.08.1946, Е. Селиванова-Городкова (E. Selivanova-Gorodkova)” (H).

Note. Collection date on the label don't match with date indicated in the protologue: "Typus. URSS, Ural australis, reservatum in Bashkiriya, systema cursus superioris fluminis Belaja, mons Alacbar, 780 m altus supra maris fastigium, 18.07.1946, E.A. Selivanova-Gorodkova legit; in Herb. Inst. botan. nom. V.L. Komarovii Ac. Sc. URSS, Leningrad, conservatur".

I. elegans f. *badius* Singer, Revue Mycol. 3 (2): 40, 1938 nom. inval., Art. 39.1 (Shenzhen). — LE 4698, "№ 511. In Lariceto Чуйские Альпы, Алтай (Russia, Chuyskie Alpy, Altai Krai), 08.1937, Singer et Vasilyeva" (original material). — LE 17804, "№ 593. In Lariceto, Чуйские Альпы, Алтай (Russia, Chuyskie Alpy, Altai Krai), 08.1937, Singer et Vasilyeva" (original material). — LE 4700. "№ 511a In Laricetiis sib., 1800–2000 m, Октуру = Akturu, Чуйские Альпы, Алтайский край (Russia, Akturu, Chuyskie Alpy, Altai Krai), 02–03.08.1937, Singer et Vasilyeva" (original material).

Note. Name on labels of LE 4698 and LE 17804 is indicated as "*Ixocomus elegans* (Schum.) Quél." written by R. Singer. On LE 4698 NC by T. Ahti: "Syntype of *Ixocomus grevillei* f. *badius* Singer Rev. Mycol. 3: 40. 1938 = *Suillus clintonius* (Peck) Kuntze, sel. and det. by Teuvo Ahti 1993 in Korhonen et al., *Karstenia* 33: 3. 1993". There are NC on every specimen: "*Suillus clinotinius* (Peck) Kuntze", see *Karstenia* 33: 1–9. 1993. Det. Mauri Korhonen et Teuvo Ahti 1993, Botanical Museum, Helsinki (H)". Protologue: "Cette forme est plus abondante dans l'Altaï".

I. sibiricus Singer, Revue Mycol. 3: 46, 1938. — LE 17803, "Sub *Pinibus sibirici*, Чуйские Альпы. Алтай (Russia, Chuyskie Alpy, Altai Krai), 08.1937, Singer et Vasilyeva" (S). — LE 4611, "№ 551. Sub *Pinis sibiricus* 2100 alt. Чуйские Альпы, Алтай (Russia, Chuyskie Alpy, Altai), 08.1937, Singer et Vasilyeva" (S). — LE 4612, "№ 1125. In silva acerosa, Арту-баш, Телецкое озеро, Ойротия (Russia, Artubash, Teletskoe Lake, Oirotiya — modern Altai Krai), 09.1937, Singer et Vasilyeva" (S).

Note: On the LE 17803 NC: "A.E. Kovalenko Lectotypus 27.01.1999". On the top of the label of all specimens inscription by V.P. Vasilkov "*Ixocomus americanus* (Peck) Vassilkov var. *sibiricus* (Sing.) Vass. 20.09.1952, опр. Васильков (Det. Vasilkov)". Protologue: "In *Pineis (cembrae)* regionis montanea montium altaicarum, interdum in planitiem descendens, plerumque inter Bryophyla et gregatim crescens, rarius solitario. Julio-septembri. Telezkoje Oz., Czuiskie Alpy (400–2200 m s.m.)".

Krombholzia aurantiaca f. *intermedia* Vassilkov, Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института АН СССР (Botanicheskie materialy Otdela sporovykh rasteniy Botanicheskogo instituta AN SSSR) 11: 138, 1956. — LE 3093, "Марийская АССР, у Шелангера (Russia, Mari El Republic, vicinities of Shelanger), в Pic.-Til.-Tremul., по краю посеки (at the edge of the cut), 22.08.1939" (original material).

Note. Name on label is "*Boletus versipellis* Fr." is written by unknown person. In the upper part of the label inscription "*Krombholzia aurantiaca* f. *intermedia* Vass. f. nova, typus! 14.02.1954, det. В.П. Васильков (signature)". Protologue: "В еловых и смешанных с елью лесах Марийской АССР (In spruce and mixed with spruce forests of the Mari El Republic)".

K. extremorientalis Lj.N. Vassiljeva, Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического ин-

ститута АН СССР (Botanicheskie materialy Otdela sporovykh rasteniy Botanicheskogo instituta AN SSSR) 6: 191, 1950. — LE 17652, "Прим. край, заповедник "Кедровая падь" (Russia, Primorsky Krai, "Kedrovaya Pad'" Reserve), Quercetum, 07.09.1945, det. 12.1947" (S).

Note. Protologue: "Statio. USSR: Extremus Oriens australis, prope Vladivostok et prope Primorskaja, in quercetis. 08–09 1945–1946. Leg. auctor".

K. oxydabilis Singer, Revue Mycol. 3: 189, 1938. — LE 17656, "№ 979. In prato sub *Betula* Яйля, Алтайский запов. (Russia, Yaylya, Altaisky Reserve), 09.1937, Зингер и Васильева (Singer et Vasilyeva), det. 06.1938" (original material).

Note. Standard red sticker "Holotypus!" was glued much later. Comment by Gilber Lannoy, December 1996 with microstructures dimensions inserted. Protologue: "Nous trouvons cette espece dans le pres au voisinage de bouleaux".

K. rotundifoliae Singer, Revue Mycol. Paris 3: 190, 1938. — LE 3146, "№ 534. *Betuletum rotundifoliae*, альпийская зона западнее Актуры в Чуйских Альпах, Алтайский кр. (Russia, alpine zone to the west of Aktura in the Chuisky Alps, Altai Krai), 23.08.1937, det. 11.04.1938" (original material).

Note. Inscription "Typus" belongs to V.P. Vassilkov. Protologue: "Zone subalpine et alpine de l'Altaï, exclusivement avec *Betula rotundifolia*". Neotype: PC 2615 designated by Lannoy, Estadès (1995).

K. scabra f. *albida* Vassilkov, Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова (Trudy Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova) 10: 371, 1956. — LE 3196, on the original envelope only "*Bol. scaber* f. *albida*, Кивач, Васильков (Kivach, signature of V.P. Vasilkov)". Note by V.P. Vasilkov enclosed: "*Boletus scaber* var. *белый*, слегка гряз.-желт., не v. *cand.* (white, slightly dirt-yellow, not var. *candida*), Карело-Финск. ССР, окр. Кивач, березово-елов. лес (Russia, Karelia, vicinities of Kivach, birch-spruce forest), 29.07.1951" (S).

Note. Protologue: "Встречен в Карельской АССР, в окр. Кивача в березово-еловом лесу (не сыром), 29.07.1951, известен и из средней полосы Европейской части СССР [Found in Karelian ASSR, around Kivach, in a birch-spruce forest (not damp), 29.07.1951, also known from the middle part of the European part of the USSR]".

K. scabra f. *cinnamomea* Vassilkov, Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова (Trudy Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova) 10: 370, 1956. — LE 3135, on the original envelope only "*Kr. scabra* f. *cinnamomea*, *Boletus scabra*, Кивач, Васильков (Kivach; signature of V.P. Vasilkov)". Note by V.P. Vasilkov enclosed: "*Boletus scaber* var. *scaber*, Карело-Финск. ССР, окр. Кивач, сосново-березов. лес (Russia, Karelia, vicinities of Kivach, pine-birch forest), 28.07.1951" (S). — LE 3144, the specimen is kept in later standard non-original envelope with label "*Krombholzia scabra* f. *cinnamomea* Vassilk." written by unknown person. Note by V.P. Vasilkov enclosed: "*Bol. scaber*, Хибины, Бот. сад, березовый лес с елью, черникой, *Solidago* (Russia, Murmansk Oblast, Khibiny, Botanical garden, birch forest with spruce, blueberry, *Solidago*), 27.08.1946" (S). — LE 3149, "Марийская АССР, у Сурка (Russia, Mari El Republic, vicinities of Shelanger), в Bet.-Pinet-callunos, 26.08.1939" (S).

Note. Name on label of LE 3149 is "*Boletus scaber*", written by unknown person. In the upper part of the label in-

scription by V.P. Vasilkov “f. *subrufescens*, f. *cinnamomea*”. Protologue: “Встречен в Хибинах, Карельской АССР и Марийской АССР, в июле – августе (Found in the Khibiny, Karelian ASSR, and Mari ASSR, in July–August)”.

K. scabra f. *lignicola* Vassilkov, Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова (Trudy Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova) 10: 371, 1956. – LE 3138, on the original envelope only inscription by V.P. Vasilkov “*Krombh. scabra* f. *lignicola*, Ленингр. обл., Николаева (Russia, Leningrad Oblast, Nikolayeva)”. Note by T.N. Nikolayeva enclosed: “Ленобласть, Павловский р-н, ст. “Поселок”, лес по р. Оредеж, на пне осины (Russia, Leningrad Oblast, Pavlovsky District, Poselok station, forest along the Oredezh River, on an aspen stump), 03.09.1949” (H).

Note. Protologue: “Встречен однажды Т.Л. Николаевой в Ленинградской области близ ст. Поселок, в лесу по р. Оредеж, на пне осины (It was once met by T.L. Nikolayeva in the Leningrad Oblast, near Poselok station, in the forest along the Oredezh River, on an aspen stump), 03.09.1949”.

K. scabra f. *media* Vassilkov, Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова (Trudy Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova) 10: 371, 1956. – LE 3143, “Марийская АССР, у Сурка, смешанный лес в припойменном лесу по Кундышу (Russia, Mari El Republic, near Surok, mixed forest in the floodplain forest along the Kundysh), 19.08.1939” (H).

Note. Name on label is “*Boletus scaber*”, label is written by unknown person, and further “f. *media*” by V.P. Vasilkov was added. Protologue: “Встречен однажды на пересохших болотцах с березой и вейником – *Calamagrostis lanceolata* – в покрове, в Марийской АССР (Среднее Поволжье), в августе (Found once on dried bogs with birch and reedgrass (*Calamagrostis lanceolata*) in the cover, in the Mari Autonomous Soviet Socialist Republic (Central Volga Region), in August)”.

K. scabra f. *squamulosa* Vassilkov, Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова (Trudy Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova) 10: 372, 1956. – LE 3165, “Марийская АССР, долина Кундыша, в ольшанике на перегнойной почве (Russia, Mari El Republic, Kundysh valley, in alder forest on humus soil), 27.09.1938” (H).

Note. Name on label is “*Boletus scaber* v. *candida*”, label is written by unknown person, further “v. *candida*” was strikethrough and “f. *squamulosa*” by V.P. Vasilkov was added. Protologue: “Встречен однажды в Марийской АССР, в долине р. М. Кундыша, в ольшанике (имелась ли береза?), на перегнойной почве (собранные грибы были уже несколько переросшими и отчасти подсохшими) [Found once in the Mari Autonomous Soviet Socialist Republic, in the valley of the M. Kundysh River, in an alder forest (was there a birch?), on the humus soil (the mushrooms collected were already somewhat overgrown and partly dried out)], 27.09.1938”.

K. scabra f. *versicolor* Vassilkov, Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова (Trudy Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova) 10: 373, 1956. – LE 211462, on the original envelope only inscription by V.P. Vasilkov “*Boletus* (Krombh.) f. *versicolor*, Хибины, Васильков (Russia, Khibiny, signature of V.P. Vasilkov)” (H).

Note. Protologue: “Встречен однажды в березовом (*Betula tortuosa*) лесу со сфагном, близ Ботанического сада в Хибинах (Found once in the birch (*Betula tortuosa*)

forest with sphagnum, near the Botanical Garden in Khibiny)”.

K. scabra var. *roseo fracta* Singer, Ann. Mycol. 40 (1/2): 36, 1942. – LE 3105, “In Pineto sphagnoso sub *Betula*, Колчаново (Russia, Leningrad Oblast, Kolchanovo), 14.07.1938, Freindling et Singer” (presumably original material). – LE 3190, “Татария (Russia, Republic of Tatarstan), 1938, Васильева (Vasilyeva)” (presumably original material).

Name on the envelope of LE 3105 is “*Krombholzia suboxydabilis* Sing. ad int.”, in the bottom part of the envelope inscription “*Boletus oxydabilis* f. *roseo fracta*” by V.P. Vasilkov and his signature. Name on label of LE 3190 is “*Krombholzia scabra* (Bull.) Fr. var. *subnivea* Sing.”, label is written by R. Singer. In the upper part of the label pencil inscription “f. *rotundifolia*” by V.P. Vasilkov. Note written by Vasilyeva enclosed “676. *Krombholzia scabra* var. *subnivea*. ТР (Татарская Республика) (Republic of Tatarstan), Betuleto-Pinetum sphagnorum, Васильева (signature of Vasilyeva), det. Singer”. Protologue: “Die von mir untersuchten Exemplare, von var. *roseo fracta* waren bei Leningrad ziemlich klein, dunkel, nicht weich und hatten eine Huthaut vom Typ der *K. oxydabilis*: die Exemplare aus Tatarien waren gross wie *K. oxydabilis*”.

Leccinum arctoi Vassilkov, Новости систематики низших растений (Novosti sistematiki nizshikh rasteniy) 15: 84, 1978. – LE 200164 (Fig. 1b), “Тырус. Чукотский полуостров, Ларино, склон сопки, почти лишенной растительности (Russia, Chukchi Peninsula, Larino, a hillside almost without vegetation), 14.08.1962, В.А. Гаврилюк (V.A. Gavriilyuk)” (H). – LE 200165, “Камчатка, бер. зал. Корфа бл. пос. Култушное, г. Пипи-ви-Хаи (Russia, Kamchatka, coast of Korf Bay, near the Kultushnoe settlement, Pipi-vi-Hai mountain), 07.08.1960, Гаврилюк (Gavriilyuk)” (P). – LE 200169, “Камчатка, бер. зал. Корфа бл. пос. Култушное (Russia, Kamchatka, coast of Korf Bay, near the Kultushnoe settlement), 12.08.1960, Гаврилюк (Gavriilyuk)” (P). – LE 200168, “Камчатка, бер. зал. Корфа бл. пос. Култушное (Russia, Kamchatka, coast of Korf Bay, near the Kultushnoe settlement), 01.09.1960, Катенин (Katenin)” (P). – LE 200167, “Камчатка, побер. залива Корфа, окр. с. Култушного, на гари среди *Arctous alpina* (Russia, Kamchatka, coast of Korf Bay, vicinities the Kultushnoe settlement, on burned ground among *Arctous alpina*), 09.1960, В.В. Василькова (V.V. Vasilikova)” (P).

Note. Protologue: “Тырус. URSS, Czukotka, ad litora Oceani Pacifici, prope pagum Larino, ad declive lapidosum monticuli inter fruticulos sparsos *Arctoi alpinae* (L.) Niedertz, 14.08.1962, V.A. Gavriilyuk (LE)”.

Merulius pseudomolluscus Parmasto, Scripta Mycol. (Tartu) 2: 212, 1962. – LE 22489, “Corticiaceae URSS II. 141. *Leucogyrophana pseudomollusca* (Parm.) Parm. Ad caudicem *Piceae abietis* prolapsum in alneto humido. RPSS Estonia, distr. Jogeva, Puurmannii. 01.10.1957. Leg et det. E. Parmasto. TAA 7 561” (IP). – LE 22488, “Corticiaceae URSS II. 142. *Leucogyrophana pseudomollusca* (Parm.) Parm. Ad caudicem *Laricis sibiricae* prolapsum putridum in solve mixta. Regio Krasnoarsk, Badzhei. 06.09.1958. Leg et det. E. Parmasto. TAA 9 743” (IP).

Paxillus atraetopus Kalchbr. in Thümen, Flora, Regensburg 61: 87, 1878. – LE 4336, “Promont. bonae spei: in stipitibus truncorum arborum caesiorum, in dumetis montis

“Boschberg” pr. Somerset-East. Febr. 1876. (no. 1216.). Leg. P. Mac Owan et Tuck” (I).

P. polychrous Singer, Revue Mycol. 2 (4): 226, 1937. — LE 17686, “In silva acerosa (*Piceetum*), долина р. Лабы (Russia, Caucasus, valley of the Laba River), h. 1200 m, 14.08.1936, Л.Н. Васильева (L.N. Vasilyeva), det. 02.1937” (S).

Note. Protologue: “Ad terram in silvis acerosis (*Pinus, Picea*) et ad truncos putridos *Pinis silvestris*. Saepe 2 vel 3 exemplaria connata sunt. Ad stationem Grafskaja in ditionen Voronegescia, pars meridionalis europaea URSS et in Casca occidentali, in valli Laba flum. Alt. 1200 m. supr. mar. — Aestate”.

Phylloporus lariceti Singer, Revue Mycol. 3 (3): 170, 1938. — LE 4885, “№ 985. Яйля, Алтайский Гос. Заповедник (Russia, Yailya, Altaisky State Reserve), in *Laricis sibiricae* inter herbas, 09.09.1937, Singer et Vasilyeva, det. 10.1937” (S). — “№985а. Яйля, Алтайский Гос. Заповедник (Russia, Yailya, Altaisky State Reserve), sub *Larix sibirica*, 09.09.1937, Singer” (S).

Note. In the LE 4885 note enclosed: “Studied in Wu et al. (2020)”. In the bottom part of labels inscription by V.P. Vasilkov “*Boletinus lariceti* (Sing.) Vassilk.”. Protologue: “In Laricetis sibiricae puris vel mixtis, graminosis, Septembr, Jaila, ad lacum Telezkensem in Montibus Altaicia Sibiriae, U.R.S.S. Leg. Vasilyeva et Singer”.

Porphyrellus atrobrunneus Lj.N. Vassiljeva, Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института АН СССР (Botanicheskie materialy Otdela sporovykh rasteniy Botanicheskogo instituta AN SSSR) 6: 192, 1950. — LE 17695 (Fig. 1a), “Приморский край, запов. Кедровая Падь (Russia, Primorsky Krai, “Kedrovaya Pad” Reserve), Quercetum, 06.09.1945, det. 12.1947” (S).

Note by Carl B. Wolfe (The University of Tennessee): “*Porphyrellus atrobrunneus* Vassiljeva, 24.04.1978”. Protologue: “Statio. USSR: Extremus Oriens australis, prope Vladivostok et prope Primorskaja, in quercetis. 08–09 1945–1947. Leg. auctor”; “Собран автором в окрестностях Владивостока и в заповеднике Кедровая Падь (collected by the author in vicinity of Vladivostok and in “Kedrovaya Pad” Reserve), 09.1945 и 08.1946”.

Suillus gastroflavus Zvyagina et al., Persoonia 42: 465, 2019. — LE F-335193, “Россия, Магаданская область, Тенькинский р-н, база Оротук (Мекс), 62.030888°N, 148.650594°E, редколесье лиственничное кустарничково-зеленомошное, рядом *Betula middendorffii*, почва (Russia, Magadan Oblast, Ten'insky district, Orotuk station, 62.03089° N, 148.65059°E, on soil in mixed forests with *Larix cajanderi* and *Betula middendorffii*), 25.08.1995, N.V. Sinelnikova MAG 1339” (P). — LE F-335194, “Россия, Магаданская область, Среднеканский р-н, пос. Сеймчан, 62.833886°N, 152.431259°E, ивовая низина в разреженном березово-лиственничном лесу, почва (Magadan Oblast, Srednekansky district, vicinity of Seimchan village, meadow of Kolyma river, 62.83388°N, 152.43129°E, on soil in wet mixed forests with *Larix cajanderi*, *Betula platyphylla*, *Salix* spp.), 28.08.2018, N.A. Sazanova MAG 5122” (P).

S. praetermissus Zvyagina et Svetash., Persoonia 46: 509, 2021. — LE 312659, “Russian Federation, Respublika Altay, Turochakskiy Rayon, vicinities of Yaylyu, cordon Chelyush, mixed delta forest with *Alnus viridis* subsp. *fruticosa*, *Betula*

sp., *Larix sibirica*, *Pinus sibirica*, *P. sylvestris*, *Salix* sp., 28.08.2018, T. Svetasheva, GenBank: ITS — MW432521” (H). — LE 312652, “Russian Federation, Tomskaya Oblast, Orlovka edge of the transit bog, under *Pinus sibirica*, 22.08.2018, T. Svetasheva et A. Dahlberg” (P). — LE 312660, “Russian Federation, Khanty-Mansiyskiy Avtonomnyy Okrug, Surgutskiy Rayon, Surgutskoe polesye, mesotrophic swamp, 20.07.2010, E. Zvyagina” (P). — LE 312653, “Russian Federation, Khanty-Mansiyskiy Avtonomnyy Okrug, Nefteyuganskiy Rayon, Efremovskoe mestorozhdenie, mixed forest with *Betula pendula* and *Pinus sibirica*, 19.08.2019, E. Zvyagina” (P). — LE 312654, “Russian Federation, Khanty-Mansiyskiy Avtonomnyy Okrug, Khanty-Mansiyskiy Rayon, Gornopravdinsk village vicinities, mixed forest with *Abies sibirica*, *Picea abies* and *Pinus sibirica*, 21.08.2009, A. Baykalova” (P). — LE 312655, “Russian Federation, Respublika Altay, Turochakskiy Rayon, Yaylu village, Ydyp river, mixed forests with *Betula* sp., *Abies sibirica* and *Pinus sibirica*, 15.08.2008, A.E. Kovalenko” (P). — LE 235742, “Монголия, Селенгинский аймаг, Мандал сум, биостанция Монгольского Государственного Университета “Конин Нуга”, урочище Сансте (Mongolia, Selenga aimag, Mandal sum, “Konin Nuga” biostation of the Mongolian State University, Sanste tract), 49°09'00"N, 107°18'00"E, темнохвойный лес на вершине сопки на почве (dark coniferous forest on top of the hill on the ground), 29.07.2008, A.V. Alexandrova” (P).

Tylophilus subotsuensis T.H.G. Pham et al., Persoonia 45: 397, 2020. — LE 312534, “Vietnam, Dak Lak Province, Krong Bong District, Chu Yang Sin National Park, Krong Kmar, 7 km northwest of Chu Yang Sin Mt, 12.42656°N, 108.36633°E, 985 m, in middle montane evergreen broad leaf forest, on soil, 18.05.2014, A.V. Alexandrova, T.H.G. Pham Vn14-96, GenBank: ITS — MW009074, *tef1* — MW014268, LSU — MB837493” (H). — LE 312525, “Vietnam, Dak Lak Province, Krong Bong District, Chu Yang Sin National Park, Krong Kmar, 7 km northwest of Chu Yang Sin Mt, 12.39497°N, 108.34823°E, 1000 m in middle montane evergreen mixed riparian forest on soil, 22.03.2013, A.V. Alexandrova, T.H.G. Pham Vn13-24” (P). — LE 312526, “Vietnam, Dak Lak Province, Krong Bong District, Chu Yang Sin National Park, Krong Kmar, 7 km northwest of Chu Yang Sin Mt, 12.39497°N, 108.34823°E, 1000 m, in middle montane evergreen mixed riparian forest, on soil, 21.03.2013, A.V. Alexandrova, T.H.G. Pham Vn13-11” (P). — LE 312527, “Vietnam, Gia Lai Province, K' Bang District, Son Lang Commune, Kon Chu Rang Nature Reserve, 14.50042°N, 108.56338°E, 1000 m in middle montane evergreen mixed forest on soil, 06.04.2013, A.V. Alexandrova Vn16-140” (P). — LE 312528, “Vietnam, Lam Dong Province, Bao Lam District, Loe Bae Forestry, 11.74449°N, 107.70647°E, 1006 m, on soil in lower montane evergreen broadleaf forest (*Magnoliaceae*, *Myrtaceae*, *Theaceae*, *Lauraceae*, *Fagaceae*, *Annonaceae*), 06.04.2013, A.V. Alexandrova, T.H.G. Pham Vn13-109” (P).

Veloporphyrellus vulpinus T.H.G. Pham et al., Persoonia 43: 417, 2019. — LE 315544, “Vietnam, Lam Dong Province, Lac Duong District, Bidoup-Nui Ba National Park, vicinities of Giang Ly, 12.18061°N, 108.68442°E, in middle montane mixed forest with the participation of *Pinus kempffii* and *P. dalatensis*, on soil and dead wood, 25.05.2014, O.V. Morozova, GenBank: ITS — MN511177, *tef1* — MN597966, LSU — MN511170” (H). — LE 315545, “Vietnam, Lam Dong Province, Lac Duong District, Bidoup-Nui Ba National Park, vicinities of Giang Ly, 12.18440°N,

108.68988°E, in middle montane mixed forest with the participation of *Pinus kempfii* and *P. dalatensis*, on soil, 23.05.2014, O.V. Morozova 209VN14” (P). — LE 315546, “Vietnam, Dak Lak Province, Krong Bong District, Chu Yang Sin National Park, Krong Kmar, 7 km northwest of Chu Yang Sin Mt, 12.40856°N, 108.38856°E, in mountain polydominant rainforest with the participation of *Pinus kempfii*, on soil, 21.05.2014, A.V. Alexandrova Vn14-177” (P). — LE 315547, “Vietnam, Dak Lak Province, Krong Bong District, Chu Yang Sin National Park, Krong Kmar, 7 km northwest of Chu Yang Sin Mt, 12.40856°N, 108.38856°E, in mountain polydominant rainforest with the participation of *Pinus kempfii*, on soil, 21.05.2014, A.V. Alexandrova Vn14132” (P). — LE 315549, “Vietnam, Lam Dong Province, Lac Duong District, Bidoup-Nui Ba National Park, vicinities of Giang Ly, 12.18042°N, 108.68610°E, in middle montane mixed forest with the participation of *Pinus kempfii* and *P. dalatensis*, on soil, 02.06.2010, E.S. Popov” (P).

Xerocomus chostensis Vassilkov, Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института АН СССР (Botanicheskie materialy Otdela sporovykh rasteniy Botanicheskogo instituta AN SSSR) 10: 211, 1955. — LE 17723, “Турус! Краснодарский кр., Хостинский зап-к, широколиственный лес с самшитом (Russia, Krasnodar Krai, Khostinsky Reserve, broad-leaved forest with boxwood), 16.09.1948” (S).

Note. Label is written by E.L. Nezdoyminogo. NC by B.P. Vasilkov “*Xerocomus chostensis* Vassilkov = *Phylloporus rhodoxanthus* subsp. *europaeus* Singer”. Protologue: “Турус. URSS, Caucasus, litus maris Nigri (Ponti Euxini), prope Chosta (inde nomen), in nemore reservati Caucasi, 14–16.09.1948 ipse legi; in Herb. Inst. botan. nom. V.L. Komarovii Ac. Sc. URSS, Leningrad, conservatur”.

X. subtomentosus f. *squarrosus* A.N. Petrov, Микология и фитопатология (Mikologiya i fitopatologiya) 17 (1): 44, 1983. — LE 4991, “Турус! Иркутская обл., Слюдянский р-н, окр. ст. Маритуй, сопка Китай-Гора, (ю.-з. берег оз. Байкал), горелый лес (осина + береза + лиственница + ольха), на подстилке (Russia, Irkutsk Oblast, Slyudyanka district, vicinity of Maritui station, Kitay-Gora hillock [south-west shore of Lake Baikal], burnt forest (aspen + birch + larch + alder), on litter], 19.07.1981, det. 05.1982” (H).

Note. Protologue: “URSS, regio Irkutensis, distr. Sljudjanensis, in vicinities stationis Marituj, monticulus Kitaj-Gora dictus, in populeto usto, in stramento, 19.07.1981, A.N. Petrov; in herbario Instituti Botanici Acad. Sci. URSS (LE) conservatur”.

DISCUSSION

The mycological herbarium of the Komarov Botanical Institute (LE) contains 97 type specimens of 35 species and 19 intraspecific taxa of the order *Boletales*.

The history of type herbarium replenishment can be tentatively divided into three main periods. The first (1930–1940) is related to the work of the outstanding mycologist Rolf Singer at the Komarov Botanical Institute in 1934–1941 (Mueller, 1995). During an expedition to Altai in the 1930s, Rolf Singer (together with L.N. Vasilyeva) collected a number of specimens, several of which turn out to be new to science (Singer,

1937, 1938a, 1938b, 1938c, 1942). During the second period (1950–1970) Boris Pavlovich Vasilkov intensely worked on *Boletaceae* (Vasilkov, 1944, 1952, 1955, 1956, 1970, 1978). One of his most important scientific interests was a comprehensive study of edible mushrooms, including the most economically valuable porcini mushrooms. The monograph “Porcini mushroom” (Vasilkov, 1966) became the result of his labour, in which he listed 18 intraspecific taxa (forms), seven of which were new to science (*Boletus edulis* f. *arcticus*, *B. edulis* f. *betulicola*, etc.). During the same period, Lyubov Nikolayevna Vasilyeva, who moved to the Far East in 1943 and founded one of the largest mycological schools there, was also active. Mycological herbarium LE contains authentic material for five names by her authorship (Vasilyeva 1950, 1959). The third period (from 2010 to the present) is associated mostly with active mycological researches carried out in Vietnam and Russian Far East. A joint team of mycologists from Komarov Botanical Institute, Moscow State University and Vietnam – Russia Tropical science and technology research Center described 8 species new to science (Crous et al., 2018a, 2018b, 2019a, 2019b, 2020, 2021; Haelewaters et al., 2020; Lebeuf et al., 2021).

We suppose that not all type material of *Boletales* was revealed. According to the literature, type specimens of several taxa described by R. Singer on material from Altai can be kept in LE (*Ixocomus elegans* f. *griseoloporus*, *I. flavus* f. *caerulescens*). The same refers to collection gathered by K.A. Benua (Benois) during the Yakutsk Complex Expedition of Academy of Sciences in 1925–1930. L.A. Lebedeva described several new taxa on this material (Lebedeva, 1928), but their validity and concordance of the Benua’s specimens kept in LE to protologues require a separate special study.

The authors are very grateful to S.Yu. Bolshakov (BIN RAS, St. Petersburg) for the selecting and adjusting the label scanning software and to reviewers for many valuable remarks that significantly improved the manuscript. The work was supported by the institutional research project of the Komarov Botanical Institute [“Herbarium collections of the BIN RAS (history, conservation, research and replenishment)”, № 122011900032-7)] and by the Russian Foundation for Basic Research, project № 20-04-00349 a.

REFERENCES

- Bondartseva M.A., Davydkina T.A., Lebedeva E.V. Herbarium of fungi of the Botanical Institute of the Academy of Sciences of the U.S.S.R. V. Orders *Exobasidiales*, *Aphyllophorales*, *Tulasnellales*, *Dacrymycetales*, *Auriculariales*, *Tremellales*. Mikologiya i fitopatologiya. 1975. V. 9 (4). P. 363–366 (in Russ.).
- Bondartseva M.A., Svishch L.G. Type specimens of aphyllophoraceous and heterobasidial macromycetes in the Botanical institute of the Academy of Sciences Herbarium. Mikologiya i fitopatologiya. 1982. V. 16 (1). P. 79–85 (in Russ.).

- Crous P.W., Carnegie A.J., Wingfield M.J. et al.* Fungal Planet description sheets: 868–950. *Persoonia*. 2019a. V. 42. P. 291–473.
<https://doi.org/10.3767/persoonia.2019.42.11>
- Crous P.W., Cowan D.A., Maggs-Kölling G. et al.* Fungal Planet description sheets: 1112–1181. *Persoonia*. 2020. V. 45. P. 251–409.
<https://doi.org/10.3767/persoonia.2020.45.10>
- Crous P.W., Cowan D.A., Maggs-Kölling G. et al.* Fungal Planet description sheets: 1182–1283. *Persoonia*. 2021. V. 46. P. 313–528.
<https://doi.org/10.3767/persoonia.2021.46.11>
- Crous P.W., Luangsa-ard J.J., Wingfield M.J. et al.* Fungal Planet description sheets: 785–867. *Persoonia*. 2018b. V. 41. P. 238–417.
<https://doi.org/10.3767/persoonia.2018.41.12>
- Crous P.W., Wingfield M.J., Burgess T.I. et al.* Fungal Planet description sheets: 716–784. *Persoonia*. 2018a. V. 40. P. 239–392.
<https://doi.org/10.3767/persoonia.2018.40.10>
- Crous P.W., Wingfield M.J., Lombard L. et al.* Fungal Planet description sheets: 951–1041. *Persoonia*. 2019b. V. 43. P. 223–425.
<https://doi.org/10.3767/persoonia.2019.43.06>
- Haelewaters D., Dima B., Abdel-Hafiz A.I.I. et al.* Fungal Systematics and Evolution: FUSE 6. *Sydowia*. 2020. V. 72. P. 231–356.
<https://doi.org/10.12905/0380.sydowia72-2020-0231>
- Index Fungorum. CABI Bioscience, 2022. <http://www.indexfungorum.org>. Accessed 17.08.2022.
- Kanevskaya I.G., Orlova E.I.* Fungal herbarium of Komarov Botanical Institute of the Academy of Sciences of the USSR. IV. Smut fungi (*Ustilaginales*). *Mikologiya i fitopatologiya*. 1975. V. 9 (3). P. 267 (in Russ.).
- Korhonen M., Hyvönen J., Ahti T.* *Suillus grevillei* and *S. clintonianus* (*Gomphidiaceae*), two boletoid fungi associated with *Larix*. *Karstenia*. 1993. V. 33 (1). P. 1–9.
- Kovalenko A.E.* Mycological Herbarium of the V.L. Komarov Botanical Institute, RAS (LE). In: *Mikologiya i kriptogamnaya botanika v Rossii: traditsii i sovremenost. Trudy mezhdunarodnoy konferentsii, posviashchennoi 100-letiyu organizatsii issledovaniy po mikologii i kriptogamnoy botanike v Botanicheskom institute im. V.L. Komarova RAN. SPb., 2000.* P. 152–157.
- Lannoy G., Estadès A.* Monographie des *Leccinum* d'Europe. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Haute-Savoie, 1995.
- Lebedeva L.A.* Yakutian cap mushroom of the genus *Boletus*. In: *Dnevnik Vsesoyuznogo syezda botanikov v Leningrade v yanvare 1928 goda. Gosudarstvennoe Russkoe Botanicheskoe Obshchestvo / ed. I.P. Borodin, N.A. Bush.* Leningrad, 1928. P. 175–177 (in Russ.).
- Lebeuf R., Alexandrova A.V., Cerna-Mendoza A. et al.* Fungal Systematics and Evolution: FUSE 8. *Sydowia*. 2021. V. 74. P. 193–249.
<https://doi.org/10.12905/0380.sydowia74-2021-0193>
- Malysheva V.F., Svishch L.G.* Mycological herbarium of Komarov Botanical Institute RAS. VIII. Heterobasidiomycetes. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2008. V. 42 (6). P. 596–600 (in Russ.).
- Melnik V.A., Svishch L.G.* Stocks of the mycological herbarium of the department of lower plants Komarov Botanical Institute of the Academy of Sciences the USSR. I. Collections of Dr. M. Raciborski from Java. *Mikologiya i fitopatologiya*. 1976a. V. 10 (3). P. 246 (in Russ.).
- Melnik V.A., Svishch L.G.* Materials of the mycological herbarium at the department of lower plants, Komarov Botanical Institute of the Soviet Academy of Sciences. II. Fungal species described by F. Tiumen following N.M. Martyanov's collections from Siberia. *Mikologiya i fitopatologiya*. 1976b. V. 10 (6). P. 531–533 (in Russ.).
- Melnik V.A., Svishch L.G.* Materials of the mycological herbarium at the department of lower plants, Komarov Botanical Institute, Academy of Sciences of the USSR. III. Fries's Exsiccata "Scleromyceti Suecici". *Mikologiya i fitopatologiya*. 1979. V. 13 (2). P. 169–171 (in Russ.).
- Melnik V.A., Svishch L.G.* Herbarium of fungi of the Botanical Institute of the Academy of Sciences of the USSR. I. Fungi imperfecti. *Mikologiya i fitopatologiya*. 1974. V. 8 (3). P. 266–269 (in Russ.).
- Morozova O.V., Popov E.S.* Mushroom Exsiccata in the history of Russian and Soviet Mycology. In: *Griby v prirodnykh i antropogennykh ekosistemakh. Trudy mezhdunar. konferentsii, posviashch. 100-letiyu nachala raboty professora A.S. Bondartseva v Botanicheskom institute im V.L. Komarova RAN.* V. 2. SPb., 2005. P. 177–182 (in Russ.).
- Mueller G.M.* Rolf Singer, 1906–1994. *Mycologia*. 1995. V. 87 (1). P. 144–147.
<https://doi.org/10.1080/00275514.1995.120>
- Nazarova M.M.* New species from the genus *Boletus* from the South of Far East. *Mikologiya i fitopatologiya*. 1967. V. 1 (2). P. 186–187 (in Russ.).
- Nezdoyminogo E.L., Svishch L.G.* Fungal herbarium of Komarov Botanical Institute of the U.S.S.R. Academy of Sciences. VI. *Agaricales, Gasteromycetales*. *Mikologiya i fitopatologiya*. 1975. V. 9 (5). P. 453–454 (in Russ.).
- Petrov A.N.* New taxa of agarics from Southern Pribaykalie. *Mikologiya i fitopatologiya*. 1983. V. 17 (1). P. 42–45 (in Russ.).
- Popov E.S.* The types of fungal names published by Ch.G. Ehrenberg from A. von Chamisso's collection, and kept in the Mycological and Lichenological herbaria of the Komarov Botanical Institute (St. Petersburg, LE). *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy*. 2014. V. 48. P. 196–203.
<https://doi.org/10.31111/nsnr/2014.48.196>
- Pystina K.A., Svishch L.G.* Herbarium of Fungi at Komarov Botanical Institute of the Soviet Academy of Sciences. VII. *Phycomycetes*. *Mikologiya i fitopatologiya*. 1977. V. 11 (1). P. 94–95 (in Russ.).
- Rabenhorst G.L.* Fungi europaei exsiccati, Klotzschii herbarium vivum mycologicum continuato, editio nova, series secunda, Cent. 8, 1865.
- Rebriev Yu.A., Morozova O.V., Svishch L.G.* Fungal herbarium of Komarov Botanical Institute RAS. IX. Gasteroid basidiomycetes. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2010. V. 44 (5). P. 479–482 (in Russ.).
- Singer R.* Das System der *Agaricales*. II. *Ann. Mycol.* 1942. V. 40 (1–2). P. 1–132.
- Singer R.* Notes sur quelques Basidiomycètes. IIIe Série. *Revue de Mycologie*. 1937. V. 2 (6). P. 226–242.
- Singer R.* Notes sur quelques Basidiomycètes. IVe Série. *Revue de Mycologie*. 1938a. V. 3 (6). P. 187–199.
- Singer R.* Sur les genres *Ixocomus, Boletinus, Phylloporus, Gyrodon* et *Gomphidius*. *Revue de Mycologie*. 1938b. V. 3 (2). P. 35–53.
- Singer R.* Sur les genres *Ixocomus, Boletinus, Phylloporus, Gyrodon* et *Gomphidius*. *Revue de Mycologie*. 1938c. V. 3 (4–5). P. 157–177.

- Svishch L.G.* Herbarium of Fungi at Komarov Botanical Institute of the Academy of Sciences of the U.S.S.R. II. Rust fungi (*Uredinales*). Mikologiya i fitopatologiya. 1975a. V. 9 (2). P. 177–178 (in Russ.).
- Svishch L.G.* Fungal herbarium of Komarov Botanical Institute of the Academy of Sciences of the USSR. III. Ascomycetous fungi (*Ascomycetes*). Mikologiya i fitopatologiya. 1975b. V. 9 (3). P. 263–267 (in Russ.).
- Thümen-Gräfen-dorf F.K.A.E.J.* Diagnosen zu Thümen's "Mycotheca universalis". Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung. 1878. V. 61. P. 87–94.
- Turland N.J., Wiersema J.H., Barrie et al.* (eds). International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. Regnum Vegetabile 159. Koeltz Botanical Books, Glashütten, 2018. <https://doi.org/10.12705/Code.2018>
- Vasilkov B.P.* A new species of fungus of the genus *Leccinum* S.F. Gray from the Far East Arctic. Novosti sistematiki nizshikh rasteniy. 1978. V. 15. P. 84–85 (in Russ.).
- Vasilkov B.P.* Birch bolete – *Krombholzia scabra* (Fr.) Karst. in USSR. In: *Savich V.P.* (ed.). Trudy Botanicheskogo Instituta im. V.L. Komarova. Series II. Sporovye rasteniya. Fasc. 10. Izdatelstvo AN SSSR, Moscow, Leningrad, 1956. P. 367–384 (in Russ.).
- Vasilkov B.P.* Mushrooms (macromycetes). In: *Ekologiya i biologiya rasteniy Vostochnoevropeyskoy lesotundry*. Nauka, Leningrad, 1970. P. 55–60 (in Russ.).
- Vasilkov B.P.* New species of the family *Boletaceae* found in USSR. Botanicheskie materialy Otdela sporovykh rasteniy Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova AN SSSR. 1955. V. 10. P. 209–213 (in Russ.).
- Vasilkov B.P.* On some species of the genus *Boletinus*. Botanicheskie materialy Otdela sporovykh rasteniy Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova AN SSSR. 1952. V. 8. P. 113–117 (in Russ.).
- Vasilkov B.P.* Porcini mushroom. The experience of a monograph of one species. Nauka, Moscow, Leningrad, 1966 (in Russ.).
- Vasilkov B.P.* To the systematics of the osinovik *Boletus versipellis* Fr. Sovetskaya botanica. 1944. V. 2. P. 21–27 (in Russ.).
- Vasilyeva L.N.* New species of fungi. Botanicheskie materialy Otdela sporovykh rasteniy Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova AN SSSR. 1950. V. 6 (7–12). P. 188–200 (in Russ.).
- Vasilyeva L.N.* To the flora of *Boletaceae* of the Far East south. Botanicheskie materialy Otdela sporovykh rasteniy Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova AN SSSR. 1959. V. 12. P. 263–266 (in Russ.).
- Volobuev S.V., Novozhilov Yu.K., Morozova O.V.* Mycological herbaria as a resource for phylogenetic, phylogeographic, and taxonomic studies of fungi and fungi-like protists. In: *Geneticheskiye resursy Rossii: sbornik tezisov plenarnykh dokladov I nauchnogo foruma. Izdatelstvo "Pero"*, Moscow, 2022. P. 31 (in Russ.).
- Wu G., Wu K., Qi L.-L. et al.* *Psiloboletinus* is an independent genus sister to *Suillus*. Mycologia. 2020. V. 112 (1). P. 185–196.
- Бондарцева М.А., Свищ Л.Г.* (Bondartseva, Svishch) Типовые образцы афиллофоровых и гетеробазидиальных макромицетов, хранящихся в гербарии ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР // Микология и фитопатология. 1982. Т. 16. № 1. С. 79–85.
- Бондарцева М.А., Давыдкина Т.А., Лебедева Е.В.* (Bondartseva et al.). Гербарий грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. V. Экзобазидиальные, афиллофоровые грибы и гетеробазидиальные макромицеты (Exobasidiales, Aphyllophorales, Tulasnellales, Dacrymycetales, Auriculariales, Tremelales) // Микология и фитопатология. 1975. Т. 9. № 4. С. 363–366.
- Васильева Л.Н.* (Vasilyeva) К флоре Boletaceae юга Дальнего Востока // Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. 1959. Т. 12. С. 263–266.
- Васильева Л.Н.* (Vasilyeva) Новые виды грибов // Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. 1950. Т. 6. № 7–12. С. 188–200.
- Васильков Б.П.* (Vasilkov) Белый гриб. Опыт монографии одного вида М.; Л.: Наука, 1966. 132 с.
- Васильков Б.П.* (Vasilkov) Грибы (макромицеты) // Экология и биология растений Восточноевропейской лесотундры. Л.: Наука, 1970. С. 55–60.
- Васильков Б.П.* (Vasilkov) К систематике осиновика *Boletus versipellis* Fr. // Советская ботаника. 1944. Т. 2. С. 21–27.
- Васильков Б.П.* (Vasilkov) Новые виды семейства Boletaceae, найденные в СССР // Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. 1955. Т. 10. С. 209–213.
- Васильков Б.П.* (Vasilkov) Новый вид гриба рода *Leccinum* S.F. Gray из Дальневосточной Арктики // Новости систематики низших растений. 1978. Т. 15. С. 84–85.
- Васильков Б.П.* (Vasilkov) О некоторых видах рода *Boletinus* // Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. 1952. Т. 8. С. 113–117.
- Васильков Б.П.* (Vasilkov) Систематический обзор осиновика *Krombholzia aurantiaca* (Roques) Glib. и его форм, встречающихся в СССР // Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. 1956. Т. 11. С. 131–140.
- Васильков Б.П.* (Vasilkov) Березовик – *Krombholzia scabra* (Fr.) Karst. – в СССР // Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. Серия II. Споровые растения. Выпуск 10 / отв. ред. В.П. Савич. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 367–384.
- Васильков Б.П.* (Vasilkov) О некоторых видах рода *Boletinus* // Ботанические материалы Отдела споровых растений Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. 1952. Т. 8. С. 113–117.
- Волобуев С.В., Новожиллов Ю.К., Морозова О.В.* (Volobuev et al.) Микологические гербарии как ресурс для филогенетических, филогеографических и таксономических исследований грибов и грибообразных протистов // Генетические ресурсы России: сборник тезисов пленарных докладов I научного форума, Санкт-Петербург, 21–24 июня 2022 года. Москва: издательство "Перо", 2022. С. 31.
- Каневская И.Г., Орлова Е.И.* (Kanevskaya, Orlova) Гербарий грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. IV. Головневые грибы (*Ustilagi-*

- nales) // Микология и фитопатология. 1975. Т. 9. № 3. С. 267.
- Коваленко А.Е. (Kovalenko) Микологический гербарий ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (LE) // Микология и криптогамная ботаника в России: традиции и современность. Труды международной конференции, посвященной 100-летию организации исследований по микологии и криптогамной ботанике в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова РАН. СПб.: Издательство Санкт-Петербургской химико-фармацевтической Академии, 2000. С. 152–157.
- Лебедева Л.А. (Lebedeva) Якутские шляпные грибы из рода *Boletus* // Дневник Всесоюзного съезда ботаников в Ленинграде в январе 1928 года. Государственное Русское Ботаническое Общество / ред. И.П. Бородин, Н.А. Буш. Л., 1928. С. 175–177.
- Мальшева В.Ф., Свищ Л.Г. (Malysheva, Svishch) Гербарий грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН. VIII. Гетеробазидиальные грибы // Микология и фитопатология. 2008. Т. 42. № 6. С. 596–600.
- Мельник В.А., Свищ Л.Г. (Melnik, Svishch) Гербарий грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. I. Несовременные грибы (*Fungi imperfecti*) // Микология и фитопатология. 1974. Т. 8. № 3. С. 266–269.
- Мельник В.А., Свищ Л.Г. (Melnik, Svishch) Фонды микологического гербария Отдела низших растений. Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. I. Сборы М. Рациборского с о-ва Ява // Микология и фитопатология. 1976а. Т. 10. № 3. С. 246.
- Мельник В.А., Свищ Л.Г. (Melnik, Svishch) Фонды микологического гербария Отдела низших растений. Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. II. Виды грибов, описанные Ф. Тюменом по сборам Н.М. Мартыанова из Сибири // Микология и фитопатология. 1976б. Т. 10. № 6. С. 531–533.
- Мельник В.А., Свищ Л.Г. (Melnik, Svishch) Фонды микологического гербария Отдела низших растений Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. III. Эксикаты Фриза “*Scleromyceti Sueciae*” // Микология и фитопатология. 1979. Т. 13. № 2. С. 169–171.
- Морозова О.В., Попов Е.С. (Morozova, Popov) Эксикаты грибов в истории российской и советской микологии // Грибы в природных и антропогенных экосистемах. Труды междунар. Конференции, посвящ. 100-летию начала работы профессора А.С. Бондарцева в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург, 24–28 апреля 2005 г.) Т. 2. СПб., 2005. С. 177–182.
- Назарова М.М. (Nazarova) Новый вид из рода *Boletus* с юга Дальнего Востока // Микология и фитопатология. 1967. Т. 1. № 2. С. 186–187.
- Нездоймино Э.Л., Свищ Л.Г. (Nezdoyminogo, Svishch) Гербарий грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. VI. Агариковые грибы и гастеромицеты (*Agaricales, Gasteromycetales*) // Микология и фитопатология. 1975. Т. 9. № 5. С. 453–454.
- Петров А.Н. (Petrov) Новые таксоны агариковых грибов из Южного Прибайкалья // Микология и фитопатология. 1983. Т. 17. № 1. С. 42–45.
- Пыстина К.А., Свищ Л.Г. (Pustina, Svishch) Гербарий грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. VII. Фикомицеты (*Phycomycetes*) // Микология и фитопатология. 1977. Т. 11. № 1. С. 94–95.
- Ребриев Ю.А., Морозова О.В., Свищ Л.Г. (Rebriev et al.) Гербарий грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН. IX. Гастероидные базидиомицеты // Микология и фитопатология. 2010. Т. 44. № 5. С. 479–482.
- Свищ Л.Г. (Svishch) Гербарий грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. II. Ржавчинные грибы (*Uredinales*) // Микология и фитопатология. 1975а. Т. 9. № 2. С. 177–178.
- Свищ Л.Г. (Svishch) Гербарий грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. III. Сумчатые грибы (*Ascomycetes*) // Микология и фитопатология. 1975б. Т. 9. № 3. С. 263–267.

Гербарий грибов Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН.

Х. Типовые образцы таксонов порядка *Boletales*

Л. Б. Калинина^{a,*}, Е. А. Паломоных^{a,##}, Е. С. Попов^{a,###}

^a Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

*e-mail: lkalinina@binran.ru

##e-mail: epalomozhnykh@binran.ru

###e-mail: epopov@binran.ru

Представлена информация о типовых образцах таксонов порядка *Boletales*, хранящихся в Микологическом гербарии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН. В ходе инвентаризации коллекций выявлено 97 образцов для 35 видов и 19 внутривидовых таксонов. Историю пополнения коллекции можно разделить на три периода. Первый период (1930–1940 гг.) относится к пребыванию и работе Р. Зингера в России (сборы с Алтая). Второй (1950–1970 гг.) связан с деятельностью Б.П. Василькова (в основном сборы внутривидовых таксонов *Boletus edulis* из разных регионов бывшего СССР) и Л.Н. Васильевой (сборы с Дальнего Востока). Третий период (с 2010 г. по настоящее время) связан с современными исследованиями микобиоты Дальнего Востока России и Вьетнама. Составлен аннотированный список типовых образцов, который включает следующую информацию: название, авторов, номенклатурную цитату, статус типа и цитату оригинальной этикетки. Для образцов с рукописными этикетками также приведены ссылки на местонахождение подлинного материала или местонахождение типа из протолога. Для голотипов указывается номер GenBank, если они указаны на этикетках.

Ключевые слова: болетовые грибы, Васильева, Васильков, Зингер, протологи, *Agaricomycetes*, *Basidiomycota*, *Boletaceae*

ГРИБЫ – ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ

УДК 582.282:32.4.01/.08

ЭЛЕКТРОННЫЙ КЛЮЧ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ГРИБОВ РОДА *ALTERNARIA*, РАСПРОСТРАНЕННЫХ В РОССИИ© 2022 г. Ф. Б. Ганнибал^{1,*}, А. С. Орина^{1,**}¹ Всероссийский НИИ защиты растений, 196608 Санкт-Петербург, Россия

*e-mail: fgannibal@vizr.spb.ru

**e-mail: orina-alex@yandex.ru

Поступила в редакцию 15.04.2022 г.

После доработки 05.06.2022 г.

Принята к публикации 07.06.2022 г.

Грибы рода *Alternaria* встречаются почти повсеместно на различных субстратах, в т.ч. являются возбудителями экономически значимых болезней культурных растений. В России на культурных и дикорастущих растениях обнаружено более 30 видов рода *Alternaria*. В настоящей статье описан составленный нами электронный многоходовый политомический интерактивный ключ для идентификации наиболее распространенных в России секций и видов грибов рода *Alternaria*. Было отобрано 32 морфологических и культуральных признака, используемых в систематике рода, которые удобно использовать при идентификации. Для каждого признака был составлен список возможных состояний (от 2 до 29). В результате разработан ключ для 32 видов и 10 секций рода *Alternaria*, который доступен по адресу <http://alternaria.ru> в версиях на русском и английском языках. Для функционирования определителя используется Java-апплет NaviKey v. 5.01.

Ключевые слова: микромицеты, морфология, электронный определитель, *Alternaria alternata*, *Alternaria brassicae*, *Alternaria brassicicola*, *Alternaria dauci*, *Alternaria linariae*, *Alternaria porri*, *Alternaria radicina*, *Alternaria solani*

DOI: 10.31857/S0026364822060034

ВВЕДЕНИЕ

Alternaria Nees (*Dothideomycetes*, *Pleosporales*, *Pleosporaceae*) – большой род грибов, который, благодаря полиморфизму и нестабильности признаков, в течение многих десятилетий привлекает внимание систематиков и вызывает дискуссии вокруг таксономии и номенклатуры этих грибов. В последнее время серия работ привела к реконструкции молекулярной филогении *Alternaria* с удовлетворительным уровнем подробности и четкости (Lawrence et al., 2012, 2013, 2014; Woudenberg et al., 2013, 2014; Al Ghafri et al., 2019). В настоящий момент морфологический и филогенетический анализ позволяют говорить о примерно 360 видах рода (Wijayawardene et al., 2020), объединенных в 29 секций, а также несколько монотипических линий, которым статус секций пока не присвоен (Lawrence et al., 2016; Al Ghafri et al., 2019; Gannibal et al., 2022a).

Представители рода *Alternaria* встречаются почти повсеместно на большом спектре субстратов: чаще на растениях и растительных остатках, реже в почве, находящихся в сырости строительных материалах, а также в воздухе и пыли (Rotem, 1994; Woudenberg et al., 2013). Значительное количество видов *Alternaria* являются патогенами культурных

растений и приводят к существенным экономическим потерям в сельском хозяйстве (Rotem, 1994; Loggiero et al., 2009). Иногда грибы этого рода вызывают болезни человека и животных (Pastor, Guarro, 2008). В результате ревизии было достаточно убедительно задокументировано присутствие в России 31 вида *Alternaria* с четким таксономическим статусом (Gannibal, 2015). За последние годы было сделано еще несколько находок новых для России видов *Alternaria* (Gannibal, 2019; Gannibal, Gasich, 2019; Gannibal et al., 2022b), тогда как некоторые видовые эпитеты были переведены в синонимы (Gannibal et al., 2022a).

Идентификация видов *Alternaria* представляет собой непростую задачу, поскольку многие из них имеют близкие, почти идентичные, морфологические параметры. Кроме того, особенностью видов *Alternaria* является высокая вариабельность морфологии конидий и конидиеносцев в пределах одной колонии. Определить вид по морфологическим признакам даже специалисту не всегда представляется возможным. Филогенетический анализ ДНК и другие молекулярные методы являются более надежным и информативным инструментом, тем не менее, идентификация по морфологическим

признакам остается в большинстве случаев более доступной.

Определительные ключи для микромицетов в последнее время составляют относительно редко. Для *Alternaria* последнее масштабное руководство по идентификации было издано E.G. Simons (2007). Для видов *Alternaria*, встречающихся в России, был опубликован небольшой определитель на русском языке (Gannibal, 2011). За последнее десятилетие систематика рода значительно преобразовалась, поэтому оба определителя существенно устарели. Кроме того, традиционный формат определения не является самым эффективным. Альтернативный электронный интерактивный формат составления ключей по сравнению с традиционным “бумажным” дихотомическим ключом обладает несколькими существенными преимуществами, перечисленными ниже.

1. Многоходовость – определение может начинаться с оценки любого признака и продолжаться любым путем, удобным для пользователя. Алгоритм определения заранее не задан и может быть выбран пользователем в зависимости от набора признаков объекта, которые доступны для наблюдения в конкретном случае. Эта особенность ключа повышает надежность (используются наиболее четкие признаки) и увеличивает скорость за счет использования наиболее характерных признаков, которые могут привести к результату всего за несколько шагов.

2. Политомичность – пользователь после выбора признака видит сразу все возможные его состояния, что повышает удобство и в некоторых случаях определяет правильность выбора. Традиционные дихотомические ключи часто демонстрируют пользователю только один вариант фенотипа (например, вариант “споры овальные” при антитезе “споры иной формы”). Выбор тезы или антитезы при этом может быть неочевиден в случае, если состояние признака близко, но не совпадает с указанным. Перечисление сразу всех состояний признака может уменьшить количество таких приводящих к сомнениям и ошибкам шагов. В случае сомнений пользователь может выбрать сразу несколько состояний. При составлении определителя для видов с широким диапазоном изменчивости также есть возможность прописать сразу несколько возможных состояний признака.

3. Для удобства пользователя после каждого шага (выбора состояния признака) отображается список видов, обладающих выбранными признаками и свойствами, и ведется своего рода обратный отсчет. Это позволяет в нужный момент остановить определение, доведя его до той точности, которая необходима (род, секция, вид).

4. Электронный формат – отсутствие бумажного носителя дает возможность снабжать определитель любым необходимым количеством каче-

ственных цветных иллюстраций. Ключ может быть опубликован в сети Интернет и/или может храниться и распространяться при помощи различных электронных или оптических носителей.

5. Редактируемость – электронный ключ может быть оперативно изменен и дополнен без значительных организационных и финансовых затрат, что обеспечивает актуальность и соответствие современной систематике грибов.

Целью настоящей работы являлось составление электронного многоходового политомического ключа для идентификации наиболее распространенных в России секций и видов грибов рода *Alternaria*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для включения в определитель были отобраны таксоны, встречающиеся на территории России и представленные более чем одной находкой. Также было включено несколько не обнаруженных в стране, но широко распространенных в мире таксонов – патогенов культурных растений (например, *A. bataticola*, *A. grandis*, *A. simsimi*).

В зависимости от специфичности морфологии максимально низкими таксономическими уровнями, до которых возможно определение, сочли секции (10 секций) и виды (32 вида, включая одну группу из двух видов). Таксоны, определяемые до уровня секции: *Infectoriae*, *Ulocladioides*, *Pseudoulocladium*, *Ulocladium*, *Gypsophilae*, *Nimbya*, *Phragmosporeae*, *Pseudoalternaria*, *Teretispora*, *Undifilum*. Таксоны, определяемые до уровня вида: *A. acalyphae*, *A. calendulae*, *A. cucumerina*, *A. dauci*, *A. porri*, *A. silybi*, *A. solani*, *A. linariae*, *A. zinniae*, *A. bataticola*, *A. grandis*, *A. simsimi* (sect. *Porri*); *A. alternata*, *A. arborescens*, *A. gaisen*, *A. burnsii*, *A. gossypina* + *A. longipes* (sect. *Alternaria*, виды даны в соответствии с Woudenberg et al., 2015); *A. avenicola*, *A. eryngii*, *A. photistica*, *A. panax* (sect. *Panax*); *A. papavericola*, *A. penicillata* (sect. *Crivellia*); *A. chlamydosporigena*, *A. embellisia* (sect. *Embellisia*); *A. brassicae* (monotypic lineage); *A. brassicicola* (sect. *Brassicicola*); *A. japonica* (sect. *Japonica*); *A. helianthiinficiens* (sect. *Helianthiinficiens*); *A. radicina* (sect. *Radicina*); *A. sonchi* (sect. *Sonchi*).

Сначала было выбрано 32 диагностических признака, которые используются в систематике рода и не являются комплексными. Для каждого признака был составлен список возможных состояний (от 2 до 29). Названия признаков и их состояний были переформулированы из традиционной описательной формы в предельно лаконичную и конкретную. Все признаки были составлены как качественные (non numerical), несколько признаков частично дублируют друг друга (например, внешний вид спороношения и длина цепочек спор) (табл. 1). Признаки и их состояния были выбраны таким образом, чтобы позволить опреде-

лять как грибы непосредственно на естественном субстрате, так и культуры на искусственных питательных средах. В тех случаях, когда состояние признака зависит от субстрата, он был включен в название признака. Так, некоторые микроморфологические признаки можно наблюдать только при культивировании на бедной среде — картофельно-морковном агаре (Simmons, 2007). Некоторые культуральные особенности необходимо фиксировать исключительно на богатой среде — картофельно-сахарозном или картофельно-декстрозном агаре.

Информация о признаках и их состояниях была внесена в специализированную базу данных с помощью программы DELTA Editor (Dallwitz et al., 1999) и сохранена в виде редактируемого файла в формате DELTA — Description Language for Taxonomy. Затем в базу данных электронного определителя были внесены названия таксонов и отмечены возможные состояния каждого признака для каждого таксона. Для работы с электронными ключами база данных была транслирована в текстовые файлы specs, items и chars. Созданный таким образом электронный ключ был протестирован — с его использованием осуществлены попытки идентифицировать разными способами каждый из введенных в базу видов *Alternaria*. Завершением этапа работы стало создание html-страницы для загрузки Java-апплета NaviKey v. 5.01 (Neubacher, Rambold, 2005) и базы данных, обеспечивающих функционирование определителя.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Согласно описанному алгоритму был создан электронный определительный ключ для 32 видов и 10 секций рода *Alternaria* и размещен в сети Интернет (<http://alternaria.ru>). Ключ имеет две версии — русскоязычную и англоязычную.

Порядок использования ключа:

1. В левой верхней панели “Доступные признаки” необходимо выбрать признак, который кажется пользователю наиболее легко наблюдаемым и характерным. Выбор признака приведет к появлению в правой верхней панели “Доступные состояния признака” вариантов его состояний.

2. В панели “Доступные состояния признака” выбрать подходящее состояние. При необходимости можно отметить несколько состояний, используя клавишу “Ctrl”. Для подтверждения выбора необходимо кликнуть на кнопку “Выбрать”. Выбор отобразится в левой нижней панели “Выбранные признаки”. При этом в правой нижней панели “Результат идентификации” отобразится список таксонов, обладающих признаком с данным состоянием.

3. Повторять шаги 1 и 2. При возникновении сомнений в правильности выбора признака или его состояния можно отметить признак в левой

нижней панели “Выбранные признаки” и удалить его.

4. После того, как в панели “Результат идентификации” останется один таксон либо при исчерпании признаков, которые доступны для наблюдения, работа с ключом прекращается. При уменьшении таксонов-кандидатов до одного рекомендуется выбрать состояния еще одного или нескольких признаков, чтобы убедиться, что они также соответствуют оставшемуся таксону. При наведении курсора на объект с помощью левой кнопки мыши можно просмотреть в отдельном окне все состояния всех признаков, характерных для данного таксона.

В ходе работы с определителем использование опции “показывать признаки только оставшихся объектов” дает возможность отображать в верхних окнах только те признаки и состояния, которые имеют отношение к оставшимся в правом нижнем окне таксонам. Признаки, по которым нельзя дифференцировать оставшиеся таксоны, оказываются скрыты.

В ситуациях, когда для одного признака было выбрано несколько состояний, опция “показывать объекты, подходящие хотя бы по одному признаку” позволяет отображать в правой нижней панели только те объекты, которые соответствуют выбору хотя бы по одному состоянию признака, а не по выбранной комбинации.

Программа NaviKey потенциально позволяет использовать и ряд других опций и функций. В настоящей версии определителя грибов рода *Alternaria* зависимые признаки и числовые запросы не были использованы, и для всех таксонов все признаки в базе данных имеют привязку к одному или нескольким состояниям, поэтому выбор соответствующих опций (использовать зависимость признаков, принимать более широкие интервалы, принимать перекрывающиеся интервалы) не влияет на ход идентификации. Опция “показывать объекты, не имеющие выбранных признаков” в данном определителе также не функциональна, поскольку для всех таксонов указано хотя бы одно состояние каждого признака.

ОБСУЖДЕНИЕ

Современная систематика сумчатых грибов довольно динамична и в большинстве случаев опирается на комплексный (полифазный) подход, включающий наблюдение морфологических признаков, изучение физиологических свойств и филогенетический анализ. Молекулярно-генетические методы универсальны и позволяют проводить точную и надежную идентификацию таксонов, тогда как наблюдение морфологических признаков трудоемко, требует специальных навыков и не всегда дает однозначное представление о таксономическом статусе исследуемого гриба. По этой причине практика составления и ис-

Таблица 1. Таксономические признаки и их состояния, использованные при создании электронного ключа для идентификации видов *Alternaria*

Признак	Состояние
Споры – базовая форма	булава (эллипс с вытянутым выростом или вторичным конидиеносцем) груша, булава, вытянутый овал груша, овал, эллипс, цилиндр, иногда с конидиеносцем овал, эллипс узкая булава (цилиндр с длинным выростом) узкая булава, вытянутый овал, длинный цилиндр цилиндр, узкий эллипс шар, короткий овал широкая булава (широкий овал с выростом или вторичным конидиеносцем) широкий цилиндр, эллипс, овал, иногда асимметричный эллипс, широкая булава, иногда асимметричная
Споры – базальная клетка	округлая, но иногда слегка заостренная (суженная) округлая, широкая или узкая
Споры – апикальная клетка незрелой споры	вытянутая коническая или цилиндрическая широкая закругленная или коническая
Споры – апикальная клетка зрелой споры	апикальный вырост апикальный вырост или вторичный конидиеносец вытянутая коническая или цилиндрическая неявный вторичный конидиеносец 1–5 мкм длиной хорошо выраженный вторичный конидиеносец широкая закругленная или вторичный конидиеносец широкая закругленная или коническая
Споры – длина корпуса (КМА* или V8**)	15–30 (35) мкм 20–45 мкм 30–60 мкм 40–80 мкм 60–100 мкм 80–130 мкм более 130 мкм
Споры – длина корпуса (естественный субстрат)	15–30 (35) мкм 20–45 мкм 30–60 мкм 40–80 мкм 60–100 мкм 80–130 мкм более 130 мкм
Споры – толщина	10–15 мкм 12–18 мкм 15–20 мкм 18–25 мкм 20–35(40) мкм 4–10 мкм 8–12 мкм

Таблица 1. Продолжение

Признак	Состояние
Споры – септы поперечные – количество	(1)2–7 (6)8–12 (15+) 1–5 3–8(12)
Споры – септы продольные и косые – количество	0 0–3 0–6 1–9 2–11 5–15
Споры – септы поперечные – толщина	заметно толще и темнее стенки (дисто- и эусепты) толстые и темные как стенка (дисто- и эусепты) тонкие и относительно светлые (только дистосепты) тонкие со светлым угловатым утолщением по периметру клетки
Споры – перетяжки возле септ	небольшие, у большинства перегородок небольшие, у некоторых более толстых перегородок отсутствуют или едва заметны очень выражены
Споры – вырост апикальный – длина (КМА)	отсутствует отсутствует или короткий (до 50 мкм) чаще длинный (более 100 мкм) чаще длинный (более 200 мкм) чаще недлинный (50–100 мкм)
Споры – вырост апикальный – ветвление	нередко ветвящийся (1–3–5 ветвей) отсутствует простой простой, иногда ветвящийся (1–3 ветвей) простой, иногда на вершине прорастает коротким вторичным конидиеносцем простой, редко ветвящийся (1–2 ветвей)
Споры – вторичные конидиеносцы апикальные	короткие и длинные (более 20 мкм) короткие на вершине тонких апикальных выростов отсутствуют отсутствуют или короткие (10–20 мкм) отсутствуют, короткие или длинные (более 20 мкм) почти всегда короткие (не более 10–20 мкм)
Споры – вторичные конидиеносцы апикальные – локусы конидиогенные	вторичные конидиеносцы отсутствуют по (1) 2–3 и более на (каждой) вершине по 1 на вершине коротких конидиеносцев и 1–3 – на длинных по 1–2(3) на (каждой) вершине чаще по 1 на (каждой) вершине
Споры – вторичные конидиеносцы латеральные	нередко, по 1–2 нередко, по 1–3 и более отсутствуют редко, одиночные

Таблица 1. Продолжение

Признак	Состояние
Споры – цвет	коричневый, оливковый, желто-коричневый светло-желтый темно-коричневый
Споры – клеточная стенка	гладкая гладкая или мелкоточечная гладкая, мелкоточечная или мелкозернистая чаще всего от мелкоточечной до крупнобородавчатой
Культуры – колонии на КСА	бархатистые темные (зеленые, оливковые, рыжеватые) пушистые светлые (бесцветные, сероватые, желтоватые, розоватые) пушистые серые или зеленые
Культуры – диаметр колоний на КСА*** (7 сут)	более 2 см не более 2 см
Культуры – спороношение на КСА (7 сут)	отсутствует или очень скудное умеренное или обильное
Культуры – наличие хламидоспор (крупных, темных)	есть нет
Культуры – наличие микросклероциев	есть нет
Культуры – наличие плодовых тел или их зачатков	есть нет
Спороношение – внешний вид	грозди спор кустики из спор (интенсивное ветвление) преимущественно одиночные споры простые цепочки спор слегка ветвистые цепочки спор (1–5 ветвей)
Спороношение – цепочки спор – длина	1–2 споры в ряд 1–3 споры в ряд 2–5 спор в ряд 4–8 спор в ряд 5–10 и более спор в ряд цепочек нет
Конидиеносцы – число конидиогенных локусов	по 1–2 на (каждой) вершине по 1–5 на (каждой) вершине по 3–10 на (каждой) вершине
Конидиеносцы – форма	извилистые (короткие) прямые или коленчатые (простые или ветвистые, любой длины)
Конидиеносцы – ветвление	нередко ветвистые преимущественно неветвистые
Конидиеносцы – длина	50–100 мкм 50–250 мкм и более обычно до 50 мкм
Конидиеносцы – толщина	5–8 мкм более 8 мкм менее 5 мкм менее 8 мкм с расширением > 10 мкм у основания

Таблица 1. Окончание

Признак	Состояние
Субстрат	<i>Acalyphae</i> – акалифа <i>Allium</i> – лук, чеснок <i>Apiaceae</i> – зонтичные <i>Araliaceae</i> – аралиевые <i>Asteraceae</i> – сложноцветные <i>Brassicaceae</i> – крестоцветные <i>Calendula</i> – календула <i>Caryophyllaceae</i> – гвоздичные <i>Cucurbitaceae</i> – тыквенные <i>Cyperaceae, Juncaceae</i> – осоковые, ситниковые <i>Daucus</i> – морковь (надземные органы) “ ” (корнеплоды) <i>Eryngium</i> – синеголовник <i>Fabaceae</i> – бобовые <i>Helianthus</i> – подсолнечник <i>Ipomoea</i> – батат <i>Papaver</i> – мак <i>Poaceae</i> – злаки <i>Pyrus</i> – груша <i>Sesamum</i> – кунжут <i>Silybum</i> – расторопша <i>Solanum (Lycopersicon)</i> – томат <i>Solanum</i> – картофель, паслен (не томат) <i>Sonchus</i> – осот <i>Zinnia</i> – цинния животные почва, морская вода, морские растения, помет прочие растения растительные остатки, материалы растительного происхождения

Примечание. *КМА – картофельно-морковная агаризованная среда (Simmons, 2007); **V8 – агаризованная питательная среда на основе смеси овощных соков (Simmons, 2007); ***КСА – картофельно-сахарозная агаризованная среда.

пользования определителей утрачивает свою популярность. Однако во многих случаях лаборатории, проводящие рутинные анализы в целях фитосанитарного мониторинга, не располагают техническими и временными возможностями для применения молекулярных методов и нуждаются в доступных руководствах для идентификации организмов по морфологическим признакам. В то же время, даже при проведении молекулярно-генетического анализа, необходима предварительная идентификация гриба для формирования рабочей гипотезы и обоснованного выбора локуса для секвенирования или специфичных праймеров для ПЦР. По-

этому можно предположить, что определительные ключи, заняв свою определенную нишу, не исчезнут полностью.

Идентификация по ключу, если за ней не следует молекулярный или иной анализ, должна завершаться тщательным сравнением образца с имеющимися в литературе описаниями и изображениями вида, который был выбран в ходе определения. Это особенно актуально для грибов рода *Alternaria*, поскольку многие виды одновременно формируют конидии, сильно отличающиеся по форме и размерам. При идентификации трудно понять, какие конидии стоит считать молодыми, а

какие зрелыми, и даже зрелые конидии могут иметь параметры, варьирующие в широком диапазоне значений. По этой причине разные исследователи могут субъективно воспринимать наблюдаемые под микроскопом структуры и их размеры, оценивая все конидии сразу или только наиболее крупные. В разработанном определителе на нужный таксон можно в ряде случаев выйти, выбрав не только наиболее характерные морфологические параметры, но также и близкие к ним значения. Это уменьшает вероятность исключения нужного вида из результатов идентификации, но добавляет в них сходные по морфологии виды.

Для идентификации различных организмов, в первую очередь насекомых и растений (Kuoh, Song, 2005; Brach, Song, 2006; Schneider et al., 2019), но также и отдельных групп грибов и грибоподобных организмов (Chenari Bouket et al., 2015; McTaggart et al., 2017; Petersen et al., 2022), разработано немало электронных ключей с различными вариантами интерфейса, среди которых, по нашему мнению, формат интерактивного определителя с четырьмя окнами наиболее удобен. Некоторые подобные онлайн определители перестали быть доступными из-за отказа большинства разработчиков интернет-браузеров поддерживать Java-апплеты из соображений безопасности. По этой причине представленный в данной статье определитель также может быть использован только оффлайн. Программное обеспечение для создания и использования ключа бесплатное. Также помимо базового англоязычного интерфейса нами было обеспечено создание русскоязычной версии NaviKey v. 5.01. Существуют другие платформы для создания определительных ключей, в том числе коммерческие (Lucid, <https://www.lucidcentral.org>).

В качестве примера определителя, наиболее сходного с нашим по структуре, можно указать на ключ для идентификации грибоподобных организмов рода *Phytophthora* de Vary (Ristaino, 2012). База определителя основана на 20 морфологических и культуральных признаках и позволяет идентифицировать 55 видов *Phytophthora*. Описание каждого вида дополнено фотографиями и рисунками, информацией о географическом распространении и круге хозяев, а также ссылками на депонированные в базе NCBI GenBank нуклеотидные последовательности нескольких генов типовых штаммов. Сходным образом организован ключ для идентификации 78 представителей рода *Pythium* Pringsh. (Moogman et al., 2014), основанный на 32 морфологических и культуральных признаках, возможные состояния которых дополнены наглядными микрофотографиями и рисунками наблюдаемых структур. Позднее на основе новых знаний о систематике этой группы организмов был разработан более полный ключ, содержащий описание

88 видов *Pythium* (Chenari Bouket et al., 2015). Приведенные ключи были разработаны для специалистов в области биологии и экологии, не занимающихся таксономией.

Для обучения студентов и аспирантов, а также технического персонала, осуществляющего рутинный фитопатологический анализ, был разработан ключ для идентификации грибов, встречающихся на семенах овощных культур (Pierozzi et al., 2020). В базе определителя всего лишь 11 видов, среди которых три вида *Alternaria*. Достоинствами ключа являются его простота и наличие иллюстраций. Но в то же время нельзя не отметить малое количество признаков (шесть), по которым ведется определение.

Очевидно, потребность в определительных ключах для идентификации организмов в ближайшее десятилетие сохранится. Интерактивные политомические ключи для решения этой задачи удобнее и эффективнее классических дихотомических предшественников. Поскольку наблюдение морфологии микромицетов обычно подразумевает использование лабораторного оборудования (микроскопы, оборудование для работы с чистыми культурами), то в создании электронных ключей для смартфонов нет большой необходимости. По нашему мнению, более востребованными будут версии ключей для стационарных компьютеров, которые позволят проводить идентификацию микромицетов до уровня родов и секций. Надежная идентификация до уровня вида с помощью такого ключа возможна только для видов с хорошо отличимой морфологией или при условии подкрепления видовой принадлежности молекулярными методами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Al Ghafri A.A., Maharachchikumbura S.S., Hyde K.D. et al. A new section and a new species of *Alternaria* from Oman. *Phytotaxa*. 2019. V. 405. P. 279–289. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.405.6.1>
- Brach A.R., Song H. eFlorae: New directions for online floras exemplified by the Flora of China Project. *Taxon*. 2006. V. 55. P. 188–192. <https://doi.org/10.2307/25065540>
- Chenari Bouket A., Arzanlou M., Tojo M. et al. A web-based identification programme for *Pythium* species. *Arch. Phytopathol. Pflanzenschutz*. 2015. V. 48 (6). P. 475–484. <https://doi.org/10.1080/03235408.2015.1024043>
- Dallwitz M.J., Paine T.A., Zurcher E.J. User's guide to the DELTA Editor. 1999. <https://delta-intkey.com>
- Gannibal Ph.B. Monitoring of alternarioses of crops and identification of fungi of the genus *Alternaria*. A manual. VIZR, St. Petersburg, 2011 (in Russ.).

- Gannibal Ph.B.* Species of the genus *Alternaria* revealed in Russia and some neighboring territories. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2015. V. 49 (6). P. 374–385 (in Russ.).
- Gannibal Ph.B.* New species and new findings in Russia of *Alternaria* sect. *Gypsophila*. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2019. V. 53 (1). P. 10–16.
<https://doi.org/10.1134/S0026364819010069>
- Gannibal Ph.B., Gasich E.L.* *Embellisia*-like hyphomycetes from Russia and Kazakhstan in culture collection of VIZR. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2019. V. 53 (2). P. 101–107 (in Russ.).
<https://doi.org/10.1134/S0026364819020041>
- Gannibal Ph.B., Orina A.S., Gasich E.L.* A new section for *Alternaria helianthiinficiens* found on sunflower and new asteraceous hosts in Russia. *Mycol. Progress*. 2022a. V. 21. P. 34.
<https://doi.org/10.1007/s11557-022-01780-6>
- Gannibal P.B., Orina A.S., Kononenko G.P. et al.* Distinction of *Alternaria* sect. *Pseudoalternaria* strains among other *Alternaria* fungi from cereals. *J. Fungi*. 2022b. V. 8, art. 423 (15 pp.).
<https://doi.org/10.3390/jof8050423>
- Kuoh C.-S., Song H.* Interactive key to Taiwan grasses using characters of leaf anatomy – the ActKey approach. *Taiwania*. 2005. V. 50. P. 261–271.
[https://doi.org/10.6165/tai.2005.50\(4\).261](https://doi.org/10.6165/tai.2005.50(4).261)
- Lawrence D.P., Gannibal P.B., Dugan F.M. et al.* Characterization of *Alternaria* isolates from the infectoria species-group and a new taxon from *Arrhenatherum*, *Pseudoalternaria arrhenatheria* sp. nov. *Mycol. Progress*. 2014. V. 13. P. 257–276.
<https://doi.org/10.1007/s11557-013-0910-x>
- Lawrence D.P., Gannibal P.B., Peever T.L. et al.* The sections of *Alternaria*: formalizing species-group concepts. *Mycologia*. 2013. V. 105 (3). P. 530–546.
<https://doi.org/10.3852/12-249>
- Lawrence D.P., Park M.S., Pryor B.M.* *Nimbya* and *Embellisia* revisited, with nov. comb. for *Alternaria celosiae* and *A. perpunctulata*. *Mycol. Progress*. 2012. V. 11. P. 799–815.
<https://doi.org/10.1007/s11557-011-0793-7>
- Lawrence D.P., Rotondo F., Gannibal P.B.* Biodiversity and taxonomy of the pleomorphic genus *Alternaria*. *Mycol. Progress*. 2016. V. 15. 3.
<https://doi.org/10.1007/s11557-015-1144-x>
- Logrieco A., Moretti A., Solfrizzo M.* *Alternaria* toxins and plant diseases: an overview of origin, occurrence and risks. *World Mycotoxin J.* 2009. V. 2. P. 129–140.
<https://doi.org/10.3920/WMJ2009.1145>
- McTaggart A., Beasley D., Wingfield M. et al.* A dynamic, web-based resource to identify rust fungi (*Pucciniales*) in southern Africa. *MycoKeys*. 2017. V. 26. P. 77–83.
<https://doi.org/10.3897/mycokeys.26.14602>
- Moorman G.W., May S. Ayers K.M.* The key to *Pythium* species. 2014. Online: <https://keys.lucidcentral.org/search/the-key-to-pythium-species/>
- Neubacher D., Rambold G.* NaviKey – a Java applet and application for accessing descriptive data coded in DELTA format. 2005. Online: <http://www.navikey.net>
- Pastor F.J., Guarro J.* *Alternaria* infections: laboratory diagnosis and relevant clinical features. *Clin. Microbiol. Infect.* 2008. V. 14 (8). P. 734–746.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2008.02024.x>
- Petersen J.H., Gaba A., Læssøe T.* MycoKey 4.0. The Mycological identification site. MycoKeys online morphing mushroom identifier (MMI®). 2022. Online: <http://www.mycokey.com/newMycoKeySite/MycoKeyIdentQuick.html>
- Pierozzi C.G., Fujihara R.T., de Santana Souza E. et al.* Interactive key (Lucid) for identification of fungi in vegetable seeds. *Summa Phytopathol.* 2020. V. 46 (1).
<https://doi.org/10.1590/0100-5405/204669>
- Ristaino J.B.* A Lucid key to the common species of *Phytophthora*. *Plant Dis.* 2012. V. 96 (6). P. 897–903.
<https://doi.org/10.1094/PDIS-08-11-0636>
- Rotem J.* The genus *Alternaria*. St. Paul, American Phytopathological Society Press, Minnesota, 1994.
- Schneider S.A., Fizdale M.A., Normark B.B.* An online interactive identification key to common pest species of *Aspidiotini* (Hemiptera, *Coccomorpha*, *Diaspididae*), version 1.0. *Zookeys*. 2019. V. 867. P. 87–96.
<https://doi.org/10.3897/zookeys.867.34937>
- Simmons E.G.* *Alternaria*. An identification manual. CBS, Utrecht, 2007.
- Wijayawardene N.N., Hyde K.D., Al-Ani L.K.T. et al.* Outline of fungi and fungi-like taxa. *Mycosphere*. 2020. V. 11 (1). P. 1060–1456.
<https://doi.org/10.5943/mycosphere/11/1/8>
- Woudenberg J.H.C., Groenewald J.Z., Binder M. et al.* *Alternaria* redefined. *Stud. Mycol.* 2013. V. 75. P. 171–212.
<https://doi.org/10.3114/sim0015>
- Woudenberg J.H.C., Seidl M.F., Groenewald J.Z. et al.* *Alternaria* section *Alternaria*: species, formae speciales or pathotypes? *Stud. Mycol.* 2015. V. 82. P. 1–21.
<https://doi.org/10.1016/j.simyco.2015.07.001>
- Woudenberg J.H.C., Truter M., Groenewald J.Z. et al.* Large-spored *Alternaria* pathogens in section *Porri* disentangled. *Stud. Mycol.* 2014. V. 79. P. 1–47.
<https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.07.003>
- Ганнибал Ф.Б.* (Gannibal) Виды рода *Alternaria*, обнаруженные в России и на некоторых соседних территориях // Микология и фитопатология. 2015. Т. 49. № 6. С. 374–385.
- Ганнибал Ф.Б.* (Gannibal) Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*. Методическое пособие. СПб.: ВИЗР, 2011. 71 с.
- Ганнибал Ф.Б., Гасич Е.Л.* (Gannibal, Gasich) *Embellisia*-подобные гифомицеты из России и Казахстана в коллекции чистых культур ВИЗР // Микология и фитопатология. 2019. Т. 53. № 2. С. 101–107.

An Electronic Key for Identification of *Alternaria* Fungi Common in Russia

Ph. B. Gannibal^{a,#} and A. S. Orina^{a,##}

^aAll-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

[#]e-mail: fgannibal@vizr.spb.ru

^{##}e-mail: orina-alex@yandex.ru

Alternaria fungi are ubiquitous and can be found on various substrates. Among them many species are the causative agents of economically significant diseases of crops. In Russia, more than 30 *Alternaria* species have been revealed on crop and wild plants. This article describes the electronic multi-entry polytomic interactive key for identification of the most common *Alternaria* sections and species occurred in Russia. Thirty two morphological and cultural features were selected among those that are used in the systematics of the *Alternaria* genus and are convenient for the identification purposes. For each feature a list of possible states was compiled (from 2 to 29). As a result, a key was developed for 32 species and 10 sections of *Alternaria* fungi. It is available at <http://alternaria.ru> as Russian and English versions. The NaviKey v. 5.01 Java applet was used to operate the key.

Keywords: *Alternaria alternata*, *Alternaria brassicae*, *Alternaria brassicicola*, *Alternaria dauci*, *Alternaria linariae*, *Alternaria porri*, *Alternaria radicina*, *Alternaria solani*, microfungi, morphology, electronic identification manual

ГРИБЫ – ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ

УДК 632.4.01/08

ВИДОВОЙ СОСТАВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ СЕПТОРИОЗОВ ПШЕНИЦЫ
В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ
ГЕНОВ-ЭФФЕКТОРОВ *SnToxA*, *SnTox1* И *SnTox3*© 2022 г. Ю. В. Зеленева^{1,*}, И. Б. Аблова^{2,**}, В. П. Судникова^{3,***},
Л. М. Мохова^{2,****}, Э. А. Конькова^{4,*****}¹Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, 196608 Санкт-Петербург, Россия²Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко, 350012 Краснодар, Россия³Среднерусский филиал Федерального научного центра им. И.В. Мичурина, 392553 Тамбов, Россия⁴ФАНЦ Юго-Востока, 410010 Саратов, Россия

*e-mail: zelenewa@mail.ru

**e-mail: ablova@mail.ru

***e-mail: sudnikowa@mail.ru

****e-mail: mohovalubov@mail.ru

*****e-mail: baukenowaea@mail.ru

Поступила в редакцию 15.03.2022 г.

После доработки 05.06.2022 г.

Принята к публикации 07.06.2022 г.

Проводимый ежегодный мониторинг показывает, что в последние годы во многих регионах России в патогенном комплексе септориозных пятнистостей пшеницы доминирует вид *Zymoseptoria tritici*. В статье представлены результаты изучения видового состава возбудителей септориоза зерновых культур в 2021 г. Инфекционный материал был собран на озимой и яровой пшенице из Тамбовской (два района), Ленинградской (три района), Саратовской (один район), Липецкой (один район), Воронежской (один район) областей, Республик Дагестана и Калмыкии, а также Краснодарского края (четыре района). Всего изучено 120 сортообразцов пшеницы. По нашим наблюдениям, *Z. tritici* образует некротические пятна с пикнидами на озимой пшенице, начиная с фазы всходов (26–29 по шкале Цадокс). Встречаемость вида *Z. tritici* на сортах озимой пшеницы из изученных регионов и областей изменялась от 100 до 64%, на сортах яровой пшеницы – от 100 до 57.9%. Виды *Parastagonospora nodorum* и *P. avenae* f.sp. *triticea* образуют некротические пятна с пикнидами на листьях, побегах, колосе, как правило, начиная с фазы колошения (51 по шкале Цадокс). Среди изученных сортообразцов вид *P. nodorum* занимал второе место в патогенном комплексе, уступая виду *Zymoseptoria tritici*. С использованием молекулярных маркеров проведена идентификация генов, кодирующих NEs у 145 моноконидиальных изолятов *Parastagonospora nodorum* и 122 *P. avenae* f.sp. *triticea*, полученных из образцов 2021 г. У моноконидиальных изолятов отмечались как единичные гены *SnTox1*, *SnTox3* и *SnToxA*, так и сочетания по два гена в одном генотипе. По наличию характерного продукта амплификации можно предположить наличие трех NEs генов у моноконидиальных изолятов *P. nodorum* Ленинградской и Тамбовской обл. Присутствие генов *SnTox1*, *SnTox3* можно предположить в генотипе изолятов *P. nodorum* из Саратовской обл. и изолятов *P. avenae* f.sp. *triticea* из Тамбовской и Воронежской областей. Кроме того, отмечено наличие продукта амплификации характерного для гена *SnTox3* среди образцов *P. avenae* f.sp. *triticea* из Краснодарского края.

Ключевые слова: гены-эффекторы, ПЦР-диагностика, пшеница, пятнистости, распространение, септориоз, фитопатогенные грибы

DOI: 10.31857/S0026364822060113

ВВЕДЕНИЕ

Септориозы – опасные заболевания зерновых культур. Они характеризуются образованием некротических пятен на листьях, поражением колоса и самой зерновки. В годы эпифитотий, вызванных септориозами в разных регионах России, по-

тери урожая могут превышать 40% (Sanin et al., 2012, 2015).

В качестве возбудителей выступают несколько видов грибов, относящихся к разным родам и семействам. Самый распространенный вид – *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvl. et Crous (*Myc-*

sphaerellaceae), возбудитель септориоза листьев пшеницы, тритикале, ячменя, ржи.

Вид *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvl., Verkley et Crous паразитирует на листьях, стеблях, колосовых чешуях и осях пшеницы (Shah et al., 1995; Pakholkova, 2003; Bennett et al., 2007; Sanin et al., 2018; Zeleneva et al., 2021). Также он нередко поражает семена. Зерновка становится щуплой, неполноценной, снижается ее скорость прорастания. При сильном заражении происходит поражение и отмирание колеоптилей.

Еще один вид рода *Parastagonospora* представлен двумя формами в зависимости от специализации к хозяину: *P. avenae* (A.B. Frank) Quaedvl., Verkley et Crous f.sp. *triticea* (пшеничная форма) и *P. avenae* (A.B. Frank) Quaedvl., Verkley et Crous f. sp. *avenaria* (овсяная форма).

P. avenae f.sp. *triticea*, наряду с *P. nodorum*, является одним из наиболее вредоносных патогенов пшеницы во всем мире (McDonald et al., 2012).

На территории Краснодарского края пшеницу также поражает вид *Septoria trititicola* Lobik (Mokhova, 2008). Данный патоген встречается реже и его распространение, экологические особенности и вредоносность почти не изучены.

Грибы рода *Parastagonospora* известны своей способностью синтезировать некротрофные эффекторы (necrotrophic effectors – NEs), в том числе специфичные к хозяину токсины (host selective toxins – HSTs) преимущественно белковой природы. Эти эффекторы действуют как факторы вирулентности и вызывают некроз на листьях сортообразцов пшеницы, имеющих в своем геноме комплементарные гены восприимчивости (= чувствительности) (Friesen et al., 2007).

У вида *P. nodorum* идентифицировано восемь генов, кодирующих NEs, комплементарных девяти генам чувствительности пшеницы (*Snn*): *SnToxA/Tsn1*, *SnTox1/Snn1*, *SnTox2/Snn2*, *SnTox3/Snn3-B1/Snn3-D1*, *SnTox4/Snn4*, *SnTox5/Snn5*, *SnTox6/Snn6* и *SnTox7/Snn7* (Duba et al., 2018). В настоящий момент клонированы только три эффекторных гена *P. nodorum*: *SnToxA*, *SnTox1* и *SnTox3* (Hafez et al., 2020).

Ген *SnToxA* кодирует белок, идентичный белку, кодируемому геном *PtrToxA*, который первоначально был клонирован у *Pyrenophora tritici-repentis* (Ballance et al., 1996). Этот белковый токсин вызывает обширный некроз ассимиляционной ткани образцов пшениц, несущих ген восприимчивости *Tsn1* (Faris et al., 2013). *ToxA*-гомологи были обнаружены и у других патогенных грибов растений, включая вид *P. avenae* (Lu et al., 2015; McDonald et al., 2018; Navathe et al., 2020).

SnTox1 был первым идентифицированным геном, кодирующим селективный токсин у *Parastagonospora nodorum*. Этот токсин вызывает некроз тканей у восприимчивых сортов пшеницы, несущих ген чувствительности *Snn1* (Liu et al., 2004).

Данный ген также характерен и для вида *P. avenae* (McDonald et al., 2013).

Токсин, кодируемый геном *SnTox3* может взаимодействовать с продуктами двух гомологичных генов (*Snn3-B1* и *Snn3-D1*) пшеницы, расположенными на хромосомах 5B и 5D соответственно (Zhang et al., 2011). В литературе отмечается, что взаимодействие продуктов генов *SnTox3/Snn3-D1* может вызывать более тяжелый некроз растительной ткани (Zhang et al., 2011). Показано, что ген *Snn3-D1* так же присутствует в геноме *P. avenae* (Hafez et al., 2020).

Представляло интерес изучить видовой состав возбудителей септориоза пшеницы в различных регионах России. А также оценить изоляты рода *Parastagonospora* из российских популяций на наличие/отсутствие у них генов *SnTox1*, *SnTox3* и *SnToxA* с помощью связанных с ними молекулярных маркеров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Всего в 2021 г. было собрано и проанализировано 120 инфекционных образцов озимой и яровой пшеницы с симптомами септориозов из 5 областей Европейской части России, из Краснодарского края и из Республик Дагестан и Калмыкии (табл. 1). Под инфекционным образцом понимали листья, стебли, колосья или перезимовавшие части растений с хорошо выраженными симптомами септориоза, собранные на обследуемом поле по его диагонали через равные расстояния в определенное время (например, во время учета). Растения очищали от почвы, просматривали под бинокулярной лупой, отбирали участки с обильным спороношением (пикнидами) и регистрировали в журнале. Собранный материал гербаризовали, складывали в пакеты, снабжали этикеткой с указанием места, даты сбора, фазы развития, сорта и сохраняли в холодильнике для последующего анализа в лабораторных условиях (Zeleneva et al., 2021). Количество инфицированных листьев и колосьев, собранных с поля, было не менее 30 при хорошо выраженных признаках болезни и не менее 50 при затрудненной идентификации.

Для определения видов грибов использовали микроскопический анализ фрагментов пораженной ткани. Видовую принадлежность определяли по форме и размеру спор, вышедших из пикнид в капле воды (Pyzhikova et al., 1989). Микроскопическая идентификация видов септориоза была подтверждена методом секвенирования с использованием оборудования ЦКП “Геномные технологии, протеомика и клеточная биология” ФГБНУ ВНИИСХМ.

После идентификации видов септориоза проводили выделение моноконидиальных изолятов в чистую культуру на агаризованную среду карто-

Таблица 1. Происхождение использованных в работе образцов зерновых культур

Происхождение		Всего образцов	Озимая пшеница	Яровая пшеница
Тамбовская обл.	Тамбовский р-н	55	29	26
	Чакинский р-н	9	4	5
Ленинградская обл.	Гатчинский р-н	11	11	0
	Ломоносовский р-н	4	4	0
	Волосовский р-н	2	2	0
Краснодарский край	Тихорецкий р-н	5	1	4
	Северский р-н	4	2	2
	Новопокровский р-н	3	1	2
	Выселковский р-н	2	2	0
Республика Дагестан	Дербентский р-н	6	4	2
Саратовская обл.	г. Саратов	4	3	1
Липецкая обл.	Липецкий р-н	6	5	1
Республика Калмыкия		5	5	0
Воронежская обл.	Каменский р-н	4	4	0
Итого		120	77	43

Таблица 2. Список праймеров, использованных для выявления маркеров генов *SnTox1*, *SnTox3* и *SnToxA*

Название праймера	Последовательность 5'–3'	Ссылка на литературный источник	Размер диагностического фрагмента, п.н.
<i>SnTox1-c</i>	F: ATGAAGCTTACTATGGTCTTGT R: TGTGGCAGCTAACTAGCACA	Gao et al. (2015)	500
<i>SnTox3-c</i>	F: CTCGAACCACGTGGACCCGGA R: CTCCTCGTGGGATTGCCCATATG	“ ”	600
<i>TA51/52</i>	F: GCGTTCTATCCTCGTACTTC R: GCATTCTCCAATTTTCACG	Andrie et al. (2007)	591

фельно-глюкозного состава (КГА) (Pyzhikova et al., 1989).

Моноспоровые изоляты гриба выделяли методом “штрихов”. Осматривая гербарный материал, вырезали кусочки ткани с типичными поражениями. Отобранные кусочки промывали водопроводной водой, затем многократно в стерильной воде и подсушивали фильтровальной бумагой. Поверхностно стерилизовали путем погружения в 50%-й этанол на 20 с, после чего промывали в стерильной воде. С помощью микроскопа или лупы на пораженной ткани находили участок с пикнидами, препаровальной иглой извлекали одну пикниду, помещали на предметное стекло в каплю стерильной воды и через некоторое время, после того как из нее выделялись споры, полученную спорную суспензию с помощью бактериологической петли высевали штрихом на питательную среду. Через 7–8 сут единичные колонии, произошедшие из одной конидии, пересеивали в отдельные чашки Петри и помещали в термостат при 20–24°C (Pyzhikova et al., 1989).

Геномная ДНК грибов *Parastagonospora* spp. была выделена из чистой культуры моноконидиальных изолятов стандартным методом СТАВ/хлороформ (Doyle, Doyle, 1990). Изоляты выращивали в чашках Петри на КГА в течение 7–10 сут в термостате при 21–22°C.

Аmplификацию геномной ДНК проводили в 25 мкл реакционной смеси (67 мМ Трис-НСI pH 8.8; 3 мМ MgCl₂; по 200 мкМ каждого dNTP; 10 рМ/мл праймера; 25 (от 2 до 50) нг геномной ДНК и 0.5 ед. Taq-полимеразы). ПЦР проводили с использованием праймеров, представленных в табл. 2.

Аmplифицированные фрагменты разделяли методом электрофореза в 2%-м агарозном геле, в 1× ТВЕ буфере (pH 8.2), гель окрашивали бромистым этидием. Для оценки размера фрагментов использовали ДНК маркер Step50 plus (Биолаб-микс).

Скрининг изолятов на присутствие генов *SnTox1* и *SnTox3* проводили по методике Gao et al. (2015) с использованием ПЦР с парами праймеров *SnTox1-*

Таблица 3. Распространенность видов грибов – возбудителей септориоза озимой пшеницы, %

Происхождение	<i>Zymoseptoria tritici</i>	<i>Parastagonospora nodorum</i>	<i>Parastagonospora avenae</i> f.sp. <i>triticea</i>
Озимая пшеница			
Воронежская обл.	60	20	20
Краснодарский край	66.7	33.3	0
Ленинградская обл.	64	24	12
Липецкая обл.	83.3	16.7	0
Республика Дагестан	100	0	0
Республика Калмыкия	100	0	0
Саратовская обл.	75	25	0
Тамбовская обл.	84.6	2.6	12.8
Среднее значение	79.2 ± 5.49	15.2 ± 4.53	5.6 ± 2.86
Яровая пшеница			
Краснодарский край	70	20	10
Липецкая обл.	100	0	0
Республика Дагестан	100	0	0
Саратовская обл.	70	30	0
Тамбовская обл.	57.9	0	42.1
Среднее значение	79.58 ± 8.62	10 ± 6.32	10.42 ± 8.15

cF/SnTox1-cR и *SnTox3-cF/SnTox3-cR* соответственно. Условия ПЦР: 94°C в течение 4 мин, затем 30 циклов: 94°C в течение 30 с, 60°C – 30 с, 72°C – 3 мин, последний этап элонгации – 10 мин при 72°C.

Ген *SnToxA* детектировали с помощью ПЦР с использованием праймеров *TA51Fu TA52R* (Andrie et al., 2007). Условия ПЦР: 94°C в течение 3 мин,

затем 30 циклов: 94°C в течение 30 с, 58°C – 30 с, 72°C – 30 с; последний этап элонгации – 7 мин при 72°C.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На изученных сортообразцах пшеницы доминировал вид *Zymoseptoria tritici*. Данный вид образует некротические пятна с пикнидами на озимой пшенице с фазы всходов (26–29 по шкале Цадокс). В дальнейшем идет распространение гриба на верхние листья озимых сортов пшеницы и на всходы яровых. Встречаемость вида *Z. tritici* на озимой пшенице достигала 100% в Республиках Дагестан, Калмыкия; на сортах яровой пшеницы – из Республики Дагестан и Липецкой обл. (табл. 3).

По нашим наблюдениям, виды *Parastagonospora nodorum* и *P. avenae* f.sp. *triticea* образуют некротические пятна с пикнидами на листьях, побегах, колосе, как правило, начиная с фазы колошения (51 по шкале Цадокс). На изученных образцах данные виды встречались значительно реже, чем вид *Zymoseptoria tritici*. Так, вид *Parastagonospora nodorum* не был отмечен на озимых сортообразцах из Республик Дагестан и Калмыкия; на яровых – из Республики Дагестан, Липецкой и Тамбовской областей. Вид *P. avenae* f.sp. *triticea* не зарегистрирован на инфекционном материале озимых сортов из Краснодарского края, Республик Дагестан и Калмыкия, Липецкой и Саратовской областей. Среди яровых он не отмечен среди образцов из Республики Дагестан, Липецкой и Саратовской областей.

В среднем, вид *P. nodorum* имел второе место в патогенном комплексе септориозных пятнистостей пшеницы, уступая виду *Zymoseptoria tritici* (табл. 3).

Проведено выделение возбудителей септориоза в чистую культуру на КГА. В результате с 67 зарегистрированных сортообразцов пшеницы с признаками септориозной инфекции выделены моноконидиальные изоляты видов грибов (табл. 4).

Таблица 4. Происхождение и количество проанализированных моноконидиальных изолятов септориозов пшеницы

Место сбора инфекционного образца	Количество сортообразцов пшеницы с идентифицированным видом септориоза	Количество моноконидиальных изолятов		
		<i>Zymoseptoria tritici</i>	<i>Parastagonospora nodorum</i>	<i>Parastagonospora avenae</i> f.sp. <i>triticea</i>
Тамбовская обл.	36	600	90	390
Ленинградская обл.	17	480	51	30
Краснодарский край	14	360	30	60
Липецкая обл.	6	180	0	0
Саратовская обл.	4	90	30	60
Республика Калмыкия	5	150	0	0
Воронежская обл.	4	90	0	30
Республика Дагестан	3	90	0	0
Итого	89	2040	201	570

Таблица 5. Происхождение моноконидиальных изолятов *Parastagonospora* spp. из коллекции лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР с идентифицированными генами *SnToxA*, *SnTox1* и *SnTox3*

Вид гриба	Происхождение	Общее число протестированных методом ПЦР изолятов гриба	Встречаемость генов, %		
			<i>SnToxA</i>	<i>SnTox1</i>	<i>SnTox3</i>
<i>Parastagonospora nodorum</i>	Ленинградская обл.	85	23.5	17.6	11.8
	Саратовская обл.	30	0	100	100
	Тамбовская обл.	30	33.3	33.3	33.3
<i>P. avenae</i> f.sp. <i>triticea</i>	Тамбовская обл.	52	0	38.5	7.7
	Воронежская обл.	30	0	100	0
	Краснодарский край	40	0	0	50

Изучение морфолого-культуральных свойств подтвердило видовую идентификацию фитопатогенов. С каждого пораженного сортообразца было получено не менее 30 моноконидиальных изолятов гриба. Изоляты видов *Parastagonospora nodorum* и *P. avenae* f.sp. *triticea* изучены на присутствие генов *SnToxA*, *SnTox1* и *SnTox3*.

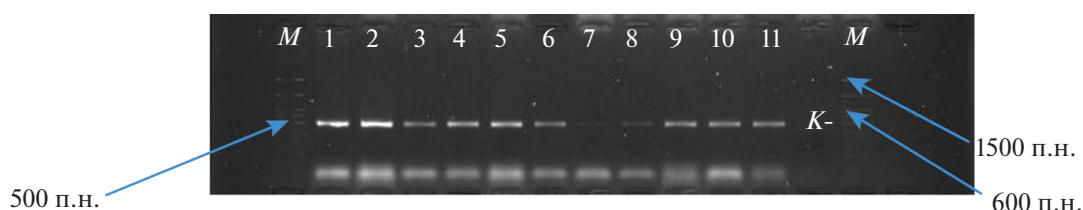
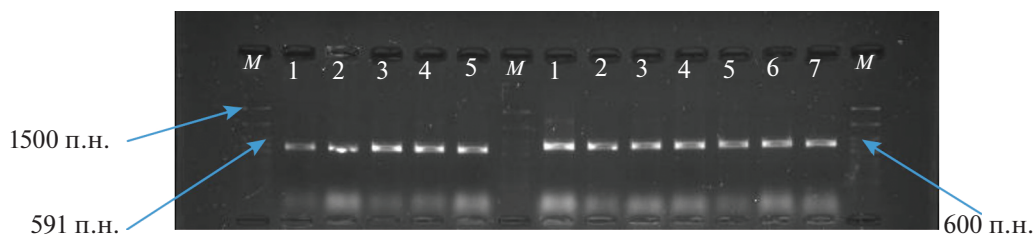
В результате молекулярного скрининга у изучаемого материала (267 ДНК-проб, полученных от 145 моноконидиальных изолятов вида *P. nodorum* и 122 – *P. avenae*) выявлены как единичные гены, кодирующие NEs, так и их сочетания в одном генотипе (рис. 1, 2, табл. 5).

Ген *SnTox1* был выявлен среди изолятов, полученных с 11 сортов пшеницы. Наличие гена отмечено у изолятов *P. nodorum* с сортообразцов озимой пшеницы (трех – из Ленинградской обл., од-

ного – из Саратовской обл., одного – из Тамбовской обл.). Наличие гена *SnTox1* отмечено у моноконидиальных изолятов *P. avenae* f.sp. *triticea*, выделенных с инфекционного материала озимой мягкой, яровой мягкой и твердой пшеницы (пяти сортообразцов из Тамбовской, одного – из Воронежской областей) (рис. 1, табл. 5).

В результате молекулярного скрининга ген *SnToxA* выявлен среди моноконидиальных изолятов вида *P. nodorum*, полученных из листьев сорта озимой мягкой пшеницы Скипетр из Ленинградской области и изолятов вида *P. avenae* f.sp. *triticea* из листьев сорта яровой мягкой пшеницы Воронежская 20 из Тамбовской обл. (рис. 2, табл. 5).

Наличие гена *SnTox3* выявлено среди изолятов вида *P. nodorum*, полученных из растительных образцов озимой мягкой пшеницы: двух – из Ленин-

**Рис. 1.** Продукты амплификации с праймерами *SnTox1-cF/SnTox1-cR*, специфичными для гена *SnTox1* (номера изолятов слева: 2–21–P.n.–1; 2–21–P.n.–2; 2–21–P.n.–3; 32–21–P.n.; 108–21–P.n.; 67–21–P.av.t.; 74–21–P.av.t.; 77–21–P.av.t.; 78–21–P.av.t.; 84–21–P.av.t.; 101–21–P.av.t.). Последняя дорожка – негативный контроль без ДНК.**Рис. 2.** Продукты амплификации с праймерами *TA51 F/TA52 R*, специфичными для гена *SnToxA* (номера изолятов слева: 2–21–P.n.–1; 2–21–P.n.–2; 2–21–P.n.–3; 29–21–P.n.; 82–21–P.av.t.). Продукты амплификации ПЦР с праймерами *SnTox3-cF/SnTox3-cR*, специфичными для гена *SnTox3* (номера изолятов: 26–21–P.n.; 29–21–P.n.; 32–21–P.n.; 108–21–P.n.; 126–21–P.n.; 155–21–P.n. 82–21–P.av.t.).

градской и Тамбовской областей, одного – из Саратовской обл. и одного – из образцов яровой пшеницы, собранной в Краснодарском крае. Присутствие гена *SnTox3* отмечено у изолятов, полученных с озимой мягкой пшеницы сорта Проза из Тамбовской обл. (рис. 2, табл. 5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, с использованием молекулярных маркеров проведена идентификация генов, кодирующих NEs у двух видов *Parastagonospora* spp. различного географического происхождения. На основании изучения видового состава септориозного комплекса в 2021 г. показано, что в условиях года вид *Zymoseptoria tritici* имел наибольшую встречаемость в Тамбовской, Ленинградской, Саратовской, Липецкой, Воронежской областях, в Республиках Дагестан и Калмыкия, а также в Краснодарском крае. Виды *Parastagonospora nodorum* и *P. avenae* f.sp. *triticea* фиксировались, но имели меньшую частоту. Эту информацию необходимо учитывать при составлении селекционных программ и защитных мероприятий сельскохозяйственных растений.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 19-76-30005.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Andrie R.M., Pandelova I., Ciuffetti L.M.* A combination of phenotypic and genotypic characterization strengthens *Pyrenophora tritici-repentis* race identification. *Phytopathology*. 2007. V. 97. P. 694–701. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-97-6-0694>
- Ballance G., Lamari L., Kowatsch R. et al.* Cloning, expression and occurrence of the gene encoding the Ptr necrosis toxin from *Pyrenophora tritici-repentis*. *Mol. Plant Pathol.* 1996. P. 1209. <http://www.bspp.org.uk/mp-pol/1996/1209ballance>
- Bennett R.S., Milgroom M.G., Sainudiin R. et al.* Relative contribution of seed-transmitted inoculum to foliar populations of *Phaeosphaeria nodorum*. *Phytopathology*. 2007. V. 97. P. 584–591. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-97-5-0584>
- Doyle J.J., Doyle J.L.* Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*. 1990. V. 12. P. 13–15.
- Duba A., Goriewa-Duba K., Wachowska U.* A review of the interactions between wheat and wheat pathogens: *Zymoseptoria tritici*, *Fusarium* spp. and *Parastagonospora nodorum*. *Int. J. Mol. Sci.* 2018. V. 19. P. 1138. <https://doi.org/10.3390/ijms19041138>
- Faris J.D., Zhang Z., Lu H. et al.* A unique wheat disease resistance-like gene governs effector-triggered susceptibility to necrotrophic pathogens. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2010. V. 107. P. 13544–13549. <https://doi.org/10.1073/pnas.1004090107>
- Friesen T.L., Meinhardt S.W., Faris J.D.* The *Stagonospora nodorum* – wheat pathosystem involves multiple proteinaceous host-selective toxins and corresponding host sensitivity genes that interact in an inverse gene-for-gene manner. *Plant J.* 2007. V. 51. P. 681–692. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2007.03166.x>
- Gao Y., Faris J.D., Liu Z. et al.* Identification and characterization of the *SnTox6-Snn6* interaction in the *Parastagonospora nodorum*–wheat pathosystem. *Mol. Plant Microbe Interact.* 2015. V. 28. P. 615–625. <https://doi.org/10.1094/MPMI-12-14-0396-R>
- Hafez M., Gourlie R., Despins T. et al.* *Parastagonospora nodorum* and Related Species in Western Canada: Genetic Variability and Effector Genes. *Phytopathology*. 2020. V. 110. P. 1946–1958. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-20-0207-R>
- Liu Z., Faris J., Meinhardt S. et al.* Genetic and physical mapping of a gene conditioning sensitivity in wheat to a partially purified host-selective toxin produced by *Stagonospora nodorum*. *Phytopathology*. 2004. V. 94. P. 1056–1060. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.10.1056>
- Lu S., Turgeon B.G., Edwards M.C.* A *ToxA*-like protein from *Cochliobolus heterostrophus* induces light-dependent necrosis and acts as a virulence factor with host selectivity on maize. *Fungal Genet. Biol.* 2015. V. 81. P. 12–24. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2015.05.013>
- McDonald M.C., Razavi M., Friesen T.L. et al.* Phylogenetic and population genetic analyses of *Phaeosphaeria nodorum* and its close relatives indicate cryptic species and an origin in the Fertile Crescent. *Fungal Genet. Biol.* 2012. V. 49. P. 882–895. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2012.08.001>
- McDonald M.C., Oliver R.P., Friesen T.L. et al.* Global diversity and distribution of three necrotrophic effectors in *Phaeosphaeria nodorum* and related species. *New Phytol.* 2013. V. 199. P. 241–251. <https://doi.org/10.1111/nph.12257>
- McDonald M.C., Ahren D., Simpfendorfer S. et al.* The discovery of the virulence gene *ToxA* in the wheat and barley pathogen *Bipolaris sorokiniana*. *Mol. Plant Pathol.* 2018. V. 19. P. 432–439. <https://doi.org/10.1111/mpp.12535>
- Mokhova L.M.* Selection-immunological aspects of wheat and triticale resistance to *Septoria tritici* Rob. et Desm. Cand. Agric. Thesis. Krasnodar, 2008 (in Russ.).
- Navathe S., Yadav P.S., Chand R. et al.* *ToxA* – *Tsn1* interaction for spot blotch susceptibility in Indian wheat: an example of inverse gene-for-gene relationship. *Plant Dis.* 2020. V. 104. P. 71–81. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-19-1066-RE>
- Pakholkova E.V.* Septorioses of grain cultures in various regions of Russian Federation. Cand. Biol. Thesis. Bolshie Vyazemy, 2003 (in Russ.).
- Pyzhikova G.V., Sanina A.A., Suprun L.M. et al.* Methods of estimation of selection material and wheat varieties to the septorioses. Moscow, 1989 (in Russ.).
- Sanin S.S., Korneva L.G., Zhokhova T.P. et al.* Determination of yield losses of wheat grain from leaves and ears septorioses. *Zashchita i karantin rasteniy.* 2012. № 8. P. 47–49 (in Russ.).
- Sanin S.S., Korneva L.G., Polyakova T.M.* Forecast of the risk of development of epiphytoties of wheat leaf and ear septorioses. *Zashchita i karantin rasteniy.* 2015. № 3. P. 33–36 (in Russ.).
- Sanin S.S., Ibragimov T.Z., Strizhekozin Yu.A.* Method for calculating wheat yield losses due to diseases. *Zashchita i karantin rasteniy.* 2018. № 1. P. 11–15 (in Russ.).
- Shah D., Bergstrom G., Ueng P.* Initiation of *Septoria nodorum* blotch epidemics in winter wheat by seedborne

- Stagonospora nodorum*. Phytopathology. 1995. V. 85. P. 452–457.
- Zeleneva Yu.V., Sudnikova V.P., Plahotnik V.V. Methodology for the use of morphological, physiological and genetic properties of the population of pathogens of epiphytotic and especially harmful diseases of wheat and barley in breeding for resistance (A methodological guide). Derzhavinsky Publishing House, Tambov, 2021 (in Russ.).
- Zhang Z., Friesen T.L., Xu S.S. et al. Two putatively homoeologous wheat genes mediate recognition of *SnTox3* to confer effector-triggered susceptibility to *Stagonospora nodorum*. Plant J. 2011. V. 65. P. 27–38. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113X.2010.04407.x>
- Zeleneva Ю.В., Судникова В.П., Плахотник В.В. (Zeleneva et al.) Методология использования морфолого-физиологических и генетических свойств популяций возбудителей эпифитотийно и особо вредоносных болезней пшеницы и ячменя в селекции на устойчивость (Методическое пособие). Тамбов: Издательский дом “Державинский”, 2021. 44 с.
- Мохова Л.М. (Mokhova) Селекционно-иммунологические аспекты устойчивости пшеницы и тритикале к возбудителю *Septoria tritici* Rob. et Desm. Дисс. ... канд. сельскохоз. наук. Краснодар, 2008. 185 с.
- Пахолкова Е.В. (Pakholkova) Септориоз зерновых культур в различных регионах Российской Федерации. Дисс. ... канд. биол. наук. Большие Вяземы, 2003. 171 с.
- Пыжикова Г.В., Санина А.А., Супрун Л.М. и др. (Pyzhikova et al.) Методы оценки селекционного материала и сортов пшеницы к септориозу. Москва, 1989. 43 с.
- Санин С.С., Корнева Л.Г., Жохова Т.П. и др. (Sanin et al.) Определение потерь урожая зерна пшеницы от септориоза листьев и колоса // Защита и карантин растений. 2012. № 8. С. 47–49.
- Санин С.С., Корнева Л.Г., Полякова Т.М. (Sanin et al.) Прогноз риска развития эпифитотий септориоза листьев и колоса пшеницы // Защита и карантин растений. 2015. № 3. С. 33–36.
- Санин С.С., Ибрагимов Т.З., Стрижекозин Ю.А. (Sanin et al.) Метод расчета потерь урожая пшеницы от болезней // Защита и карантин растений. 2018. № 1. С. 11–15.

Species Composition of Wheat *Septoria* Pathogens in the European Part of Russia and Identifying *SnToxA*, *SnTox1*, and *SnTox3* Effector Genes

Yu. V. Zeleneva^{a,#}, I. B. Ablova^{b,##}, V. P. Sudnikova^{c,###}, L. M. Mokhova^{b,####}, and E. A. Konkova^{d,#####}

^aAll-Russian Institute of Plant Protection, Saint Petersburg, Russia

^bP.P. Lukyanenko National Grain Center, Krasnodar, Russia

^cI.V. Michurin Middle-Russian Affiliate of the Federal Research Center, Tambov, Russia

^dFederal Agrarian Scientific Center of the South-East, Saratov, Russia

[#]e-mail: zeleneva@mail.ru

^{##}e-mail: ablova@mail.ru

^{###}e-mail: sudnikowa@mail.ru

^{####}e-mail: mohoalubov@mail.ru

^{#####}e-mail: baukenowaea@mail.ru

The annual monitoring shows that in recent years the pathogenic complex of wheat *Septoria* spots has been dominated by the *Zymoseptoria tritici* species in many regions of Russia. The article presents the results of the study of the species composition of *Septoria* pathogens in grain crops in 2021. Infectious material was collected from winter and spring wheat from Tambov (2 districts), Leningrad (3 districts), Saratov (1 district), Lipetsk (1 district), Voronezh (1 district) regions; Republics of Dagestan and Kalmykia as well as the Krasnodar Region (4 districts). A total amount of 120 wheat varieties has been studied. According to our observations, the *Z. tritici* species forms necrotic spots accompanied by pycnidia on winter wheat starting from the emergence stage (26–29 according to the Zadok's scale). The occurrence of the species *Z. tritici* on winter wheat varieties from the studied regions and areas varied from 100 to 64%, on spring wheat varieties – from 100 to 57.9%. Species *Parastagonospora nodorum* and *P. avenae* f.sp. *triticea* form necrotic spots with pycnidia on leaves, shoots, spike, as a rule, starting from the heading phase (51 on the Zadok's scale). The occurrence of the *Zymoseptoria tritici* species in winter wheat varieties, taken from the studied regions and areas varied from 100% to 64%, while in spring wheat varieties it was from 100 to 57.9%. The species of *Parastagonospora nodorum* and *P. avenae* f.sp. *triticea* form necrotic spots with pycnidia on leaves, sprouts, spikes, starting, as a rule, from the heading stage (51 according to the Zadok's scale). Among the studied varieties, the *P. nodorum* species has occupied the second place within the pathogenic complex, falling behind *Zymoseptoria tritici*. For the first time in Russia, using molecular markers, identifying genes that encode NEs in 145 monoconidial isolates of *Parastagonospora nodorum* and 122 of *P. avenae* f.sp. *triticea*, obtained from the samples of 2021, has been carried out. In monogenic isolates single *SnTox1*, *SnTox3*, and *SnToxA* genes have been noted same as combinations of two genes in one genotype. The display of a characteristic amplification product suggests the presence of three NEs genes in monoconidial isolates of *P. nodorum* from the Leningrad and Tambov regions. The presence of the *SnTox1* and *SnTox3* genes can be assumed in the genotype of *P. nodorum* isolates from the Saratov region together with *P. avenae* f.sp. *triticea* from Tambov and Voronezh regions. In addition, the presence of an amplification product characteristic of the *SnTox3* gene has been noted in *P. avenae* f.sp. *triticea* from the Krasnodar region.

Keywords: blotches, distribution, effector genes, PCR-diagnosing, phytopathogenic fungi, *Septoria* blight, wheat

УДК 581.52 : 582.284

MYCOLOGICAL HERITAGE OF JOHANN BUXBAUM.
5. FUNGI DESCRIBED IN THE FOURTH “CENTURIA” ISSUE (1733).
3. RUSSULOID SPECIES, THREE ARE TRUE ONES, ONE IN LINNAEAN
MISINTERPRETATION

© 2022 I. V. Zmitrovich^{1,*} and A. K. Sytin^{1,**}¹Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, 197376 St. Petersburg, Russia

*e-mail: iv_zmitrovich@mail.ru

**e-mail: astragalus@mail.ru

Received July 10, 2022; revised August 8, 2022; accepted September 1, 2022

The present notice continues our acquaintance with the mycological heritage of Johann Christian Buxbaum (1693–1730). A total of five “Centuria” (sets of 100 species) under the title “Plantarum minus cognitarum centuria circa Byzantium et in Oriente observatas” were published by the St. Petersburg Academy of Sciences. In the fourth “Centuria” issue we can find descriptions and illustrations of 56 species of fungi, among these three species belonging to the modern genus *Lactarius*, and one species mistakenly associated with *Agaricus* (*Russula*) *integer* by Linnaeus, but actually belonging to *Amanita* cf. *fulva*. The nomenclature of these taxa is presented and their homogeneity and variability in light of the modern data is estimated.

Keywords: *Agaricomycetes*, botanists of the 18th century, drawings of fungi, *Lactarius*, morphology, nomenclature, *Russulaceae*

DOI: 10.31857/S0026364822060125

The present notice continues our acquaintance with the mycological heritage of Johann Christian Buxbaum (1693–1730), a naturalist who was appreciated by Peter the Great, the first botanist-academician of the Saint Petersburg Academy of Sciences (Zmitrovich, Sytin, 2021a, 2021b, 2021c, 2022).

A total of five of Buxbaum’s “Centuria” (sets of 100 species) were published by the St. Petersburg Academy of Sciences under the title “Plantarum minus cognitarum centuria circa Byzantium et in Oriente observatas” (vols IV and V were compiled post mortem) (Buxbaum, 1728a, 1728b, 1729, 1733, 1740) which well describing and illustrating vascular and cryptogamic plants and fungi associated with various habitats in North Africa, the Eastern Mediterranean, and the South of Russia.

The issue composition is rather stereotypical for the entire series and is quite simple. Species descriptions are given on 40–50 pages (the units, corresponding to modern genera, were arranged more or less alphabetically within the issue, and according to this feature Buxbaum was assigned to a cohort of “alphabetaries” – Sytin et al., 2021), then followed by “Index” and 64–74 tables containing the drawings of plants and fungi. The first volume slightly deviates from such a stereotype, because the main content is prefaced by the author’s foreword, whereas the last volume deviates in

having the “Appendix” with 44 species not included in the basic content.

The fungal descriptions are intermixed with diagnoses of species belonging to other groups of plant organisms. Within the first and second volumes the alphabetical principle is maintained, but already in the fourth volume, compiled after the death of the author, it becomes eroded and, e.g., *Coralloides* we can find at the volume end, after *Agaricus*, *Lycoperdon* and species of vascular plants and mosses placed between them. In the fifth issue, the alphabetic principle is maintained only partially, since some *Fungus* species are interrupted by several taxa of vascular plants and the *Lycoperdon* representatives as well.

The fourth issue contains the largest number of fungal taxa (56 species), and some of them, namely clavarioid (Zmitrovich, Sytin, 2021c) and lentinoid (Zmitrovich, Sytin, 2022), have already been analyzed in our notices.

The fungi having latex-bearing basidiomata (*Lactarius* in modern taxonomy) were well presented in contemporary to Buxbaum herbalists, since they had long attracted the attention of physicians. In particular, they were listed in Löselius (1654, 1703) treatises among his *Fungus vesvus* (species numbers I–XVIII, especially V–XI). In the fourth “Centuria” issue, we can find three such species. Besides, one of Buxbaum’s descriptions was erroneously recognized as a russuloid

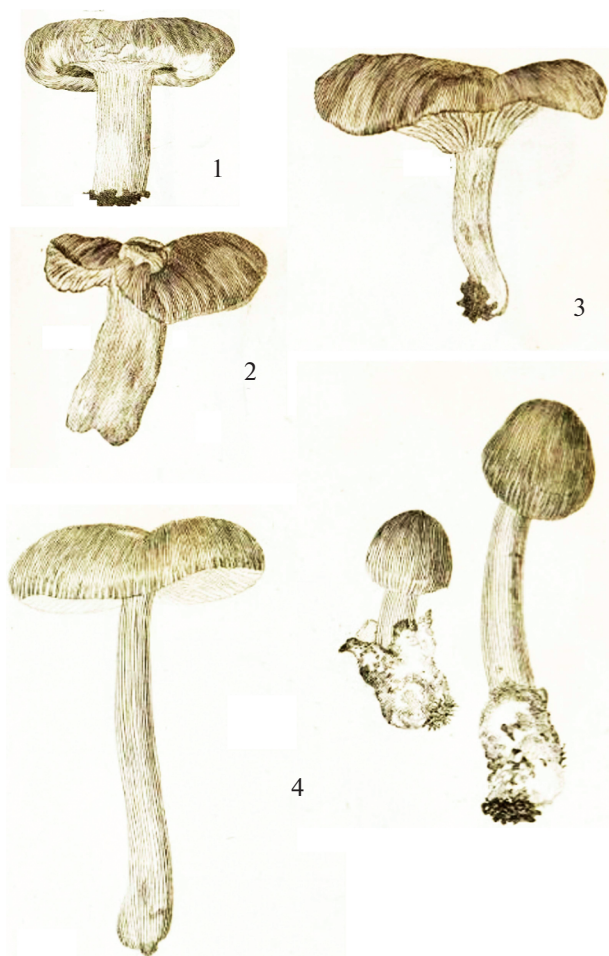


Fig. 1. Engravings from drawings to Buxbaum's "Centuria" IV (Buxbaum, 1733) published within a book tables: 1 – *Fungus umbilicatus, lacte acri turgens, oris villosis* (*Lactarius torminosus* in modern taxonomy); 2 – *Fungus lividus, lacte acre turgens* (*Lactarius trivialis* in modern taxonomy); 3 – *Fungus fuscus, lacte acri turgens* (*Lactarius* cf. *fuliginosus* in modern taxonomy); 4 – *Fungus major, pediculo longo, modice crasso, lamellis albis creberrimis, superne ad margines apparentibus* (*Amanita* cf. *fulva* in modern taxonomy).

agaric by Linnaeus (1753), while an authentic description unequivocally refers to *Amanita* (= *Amanitopsis*) species. This case also will be considered in the present note (the species is marked with asterisk).

1. *Fungus umbilicatus, lacte acri turgens, oris villosis* – p. 10–11, tab. XVI (Fig. 1, 1)¹.

"Totus eleganter rubet, et colorem florum Persicorum fere refert; interdum quoque albicat, succo lacteo acerrimo turget. Orae intro flexae eleganter villosae sunt. Colligitur a Ruthenis et sale conditur, qui tempore jejunii, acteo et oleo adjectis, crudus comeditur. Est Fungus vescu XI Lös. Fl. Pr. Putavi olem esse Fungum piperatum album lacteo succo tur-

¹ The references to the figures into the present paper are given in brackets.

gentum C.B. adhuc juneorem, quia vero Löselius diversum fecit, et diverso nomine patrio recensuit, illi affensum praebere cogore. Plures recenset modo laudatus Löselius Fungorum lacte acri praedictorum species, et nos etiam aliquot observavimus, quorum figurae frequenter. V na est hastenus species recensia apud Botanicos, quos propter succumb acrem lacteum consudisse vero simile est".

Current status. An elegant morphotype with a rather long stem, fluffy cap and peach-pink tones of the upper side, coupled with a reference to the interpretation of Löselius (1703), without equivocal, indicates belonging to *Lactarius torminosus* (Schaeff.) Pers. (*Basidiomycota, Agaricomycetes, Russulales, Russulaceae*).

Post-Linnean synonymy: *L. torminosus* (Schaeff.) Pers., Tent. Disp. Meth. Fung.: 64, 1797. = *Agaricus torminosus* Schaeff., Fung. Bavar. Palat. Nasc. 4: 7, 1774. = *A. cilicioides* Fr., Syst. Mycol. 1: 63, 1821. = *Lactarius intermedium* Krombh. ex Berk. et Broome, Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 5 (7): 128, 1881. = *L. nordmanensis* A.H. Sm., Brittonia 12: 308, 1960.

Modern elaborations: Hesler, Smith (1979); Kalamees (2011).

Note. It is possible that *L. torminosus* is not a species complex, but rather polymorphic and common in Europe species, but also occurs in North America. Hesler and Smith (1979) made a distinction between *L. torminosus* var. *torminosus* with unchanging, white latex and var. *nordmanensis* (A.H. Sm.) Hesler et A.H. Sm., with white latex changing to yellow shades.

2. *Fungus lividus, lacte acre turgens* – p. 11, tab. XVII, f. 1 (Fig. 1, 2).

"Ex Fungis mediae magnitudinis est; capitulum nunc ex livido purpurascit aut albescit. Lamellae albae, densissimae, angustae; orae parum introflexae. Pediculus pro modulo capituli longior. In silvis nostris frequens Augusto. Videtur esse Fungi vesci V species secunda Lösel. in Fl. Pr. "

Current status. The upper side features and proportions of basidiomata indicate that the Buxbaum's *Fungus lividus*... is corresponded to *Lactarius trivialis* (Fr.) Fr. (*Basidiomycota, Agaricomycetes, Russulales, Russulaceae*).

Post-Linnean synonymy: *L. trivialis* (Fr.) Fr., Epicr. Syst. Mycol.: 337, 1838. = *Agaricus trivialis* Fr., Observ. Mycol. 1: 61, 1815. = *Lactarius trivialis* var. *gracilis* Peck, Ann. Rep. N.Y. St. Mus. Tat. Hist. 38: 120, 1885. = *L. trivialis* var. *maculatus* Peck, Ann. Rep. N.Y. St. Mus. Nat. Hist. 38: 121, 1885. = *L. trivialis* var. *viridilactis* Kauffman, Publ. Mich. Geol. Biol. Surv., Biol. Ser. 5, 26: 101, 1918. = *L. trivialis* var. *minor* J. Blum, Revue Mycol. 31 (1): 106, 1966.

Modern elaborations: Hesler, Smith (1979); Kalamees (2011).

Note. *Lactarius trivialis* in Friesian (1815, 1838) sense is rather a linnean which corresponds to the *Lactarius* subgen. *Piperites* subsect. *Trivialini* of modern authors (Heilmann-Clausen et al., 1998). The colour of the pileus of Buxbaum's taxon (livid-gray with purplish tint) refers rather to the classical European *L. trivialis* s.s.

3. *Fungus fuscus, lacte acri turgens* – p. 11, tab. XVII, f. 2 (Fig. 1, 3).

"Pediculo breviori, et capitulo majore minus circinato praecedente, cum quo lamellis et lacte acri convenit, differt. Fungus piperatus albus, lacteo succo turgens. C.B. saepius etiam occurrit capitulo fusco, sed nostro omnibus partibus major. In silvis Septembri gregatim internum nascitur. Observavi et aliam Fungi piperati speciem in silva Duderoviana lamellis multo latioribus et laxus positis, quam, quia pictor non ad manus erat, negligere coactus sum".

Current status. A less robust stipe in comparison with the previous species, a brown-coloured pileus bearing a white hymenophore, and a gregarious fructification indicate that Buxbaum may have dealt with a representative of *Lactarius* subg. *Plinthogalus*, highly likely, with *Lactarius fuliginosus* (Fr.) Fr. (*Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Russulales*, *Russulaceae*).

Post-Linnaean synonymy: *L. fuliginosus* (Fr.) Fr., *Epicr. Syst. Mycol.*: 348, 1838. ≡ *Agaricus fuliginosus* Fr., *Syst. Mycol.* 1: 73, 1821. = *Lactarius fuliginosus* var. *major* Fr., *Epicr. Syst. Mycol.*: 348, 1838. = *L. fuliginosus* var. *elongatus* Neuhoff, *Pilze Mitteleuropas* 2b: 35, 1937. = *L. fuliginosus* var. *montanus* Neuhoff, *Pilze Mitteleuropas* 2b: 35, 1937. = *L. fuliginosus* var. *subplumbeus* Neuhoff, *Pilze Mitteleuropas* 2b: 35, 1937. = *L. fuliginosus* var. *clitocyboides* A.H. Sm. et Hesler, *Brittonia* 14: 420, 1962. = *L. fumosoides* A.H. Sm. et Hesler, *Brittonia* 14: 431, 1962. = *L. fumosus* var. *occidentalis* A.H. Sm. et Hesler, *Brittonia* 14: 436, 1962. = *L. fumosus* var. *subalutaceus* A.H. Sm. et Hesler, *Brittonia* 14: 437, 1962.

Modern elaborations: Kalamees (2011); Stubbe, Verbeke (2012).

Note. *L. fuliginosus* s.l. represents two sibling species complex, where *L. fuliginosus* s.s. is associated exclusively with broadleaf trees, whereas *L. picinus* Fr. with conifers, but this putative difference in host specificity needs to be investigated further (Stubbe, Verbeke, 2012).

*4. *Fungus major, pediculo longo, modice crasso, lamellis albis creberrimis, superne ad margines apparentibus* Raj. *Suppl.* — p. 12, tab. XIX (Fig. 1, 4).

“Notas hujus certas tradit Rajus, nempe quod lamellae a margine ad pediculum usque omnes indivisae extendantur, ut non plures fint ad marginem, quam ad pediculum, et quod lamellae etiam ad margines superne adpareant; ita, ut margo striata, seu pectinata videatur. Color pilei est ex rufo fuscus, interdum albicans. E volva erumpit; hinc saepius particulae membranae disruptae in capitulo relinquuntur. Damus hic figuram adulti, et junioris, quando e volva exit. Frequens est in silvis nostris Septembris”.

Current status. The correspondence of this description with *Agaricus integer* L. [≡ *Russula integra* (L.) Fr., *Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Russulales*, *Russulaceae*] was established by Linnaeus (1753, p. 1171). However, our analysis of Buxbaum's drawing and description shows that in this case we are dealing with a Linnaean misinterpretation of this taxon. Both in the drawing and in the text we can observe a nodulocarpous volva-bearing species. Both the elongated stipe and cap ontogeny also indicate non-russuloid affinity of this taxon. As a matter of fact, Buxbaum's fungus has similarities with *Russula* only in the detached cuticle coupled with the ribbed edge. The affiliation of questioned species to the *Amanita* sect. *Vaginatae* is beyond doubt, and the indication of rufous-brownish cap coloration suggests that Buxbaum may have dealt with the widespread *Amanita fulva* Fr. (*Basidiomycota*, *Agaricomycetes*, *Agaricales*, *Amanitaceae*).

Post-Linnaean synonymy: *A. fulva* Fr., *Observ. Mycol.* 1: 2, 1815. ≡ *Agaricus fulvus* Schaeff., *Fung. Bavar. Palat. Nasc.* 4: 41, 1774. = *Amanitopsis fulva* f. *alba* Courtec., *Miscell. Mycologica*, *Cercle de Mycologie de Mons* 14: 8, 1986.

Modern elaborations: Bas (1969); Malysheva, Kovalenko (2015).

In conclusion, it should be noted that Linnaean misinterpretation has not any nomenclatural consequences, since his basic interpretation of this taxon was different and refers to his own “*Agaricus caulescens, pileo plano-concavo purpureo, lamellis stipiteque albis*” (Linnaeus, 1737) which is better

correlated with *Russula integra*; the holotype is missing (The Linnean Collections, 2022), but sanctioning the name *Agaricus integer* by Fries (1821), definitely, closes further nomenclatural discussions.

The work was supported by the RFBR grant (N 20-011-42010) and the State Research Task N AAAA-A19-119020890079-6.

REFERENCES

- Bas C.* Morphology and subdivision of *Amanita* and a monograph on its section *Lepidella*. *Persoonia*. 1969. V. 5 (4). P. 285–579.
- Buxbaum J.C.* Plantarum minus cognitarum. Centuria I. Plantas circa Byzantium et in Oriente observatas. *Typographia Academiae, Petropolis*, 1728a.
- Buxbaum J.C.* Plantarum minus cognitarum. Centuria II. Plantas circa Byzantium et in Oriente observatas. *Typographia Academiae, Petropolis*, 1728b.
- Buxbaum J.C.* Plantarum minus cognitarum. Centuria III. Plantas circa Byzantium et in Oriente observatas. *Typographia Academiae, Petropolis*, 1729.
- Buxbaum J.C.* Plantarum minus cognitarum. Centuria IV. Plantas circa Byzantium et in Oriente observatas. *Typographia Academiae, Petropolis*, 1733.
- Buxbaum J.C.* Plantarum minus cognitarum. Centuria V. Plantas circa Byzantium et in Oriente observatas. (Cum Appendix 44 nos). *Typographia Academiae, Petropolis*, 1740.
- Fries E.M.* *Observationes mycologicae*. V. 1. Havniae, 1815.
- Fries E.M.* *Systema mycologicum, sistens fungorum ordines, genera et species, huc usque cognitatas, quas ad normam methodi naturalis determinavit, disposuisti atque descripsit*. V. 1. Gryphiswald, 1821.
- Fries E.M.* *Epicrisis systematis mycologici*. Upsaliae, 1836–1838.
- Heilmann-Clausen J., Verbeke A., Vesterholt J.* *Fungi of Northern Europe*. V. 2. The genus *Lactarius*. *Svampetryk*, 1998.
- Hesler L.R., Smith A.H.* *North American species of Lactarius*. University of Michigan Press, Ann Arbor, 1979.
- Kalamees K.* Riiskad: the genus ‘*Lactarius*’ in Estonia, Ülikooli Loodusmuuseum, Tartu, 2011.
- Linnaeus C.* *Flora lapponica exhibens plantas per Lapponiam crescentes, secundum systema sexuale collectas in itinere 1732 institutio. Additis synonymis, et Locis natalibus omnium, descriptionibus et figuris rariorum, viribus medicatis et oeconomicis plurimarum*. S. Schouten, Amstelaedam, 1737.
- Linnaeus C.* *Species Plantarum*. V. 1–2. Stockholm, 1753.
- Löselius J.* *Plantas in Borussia sponte nascentes e manuscriptis Parentis mei divulgavit Johannes Loeselius, Johannes filius. Regiomonti Borussorum*. Mensenius, 1654.
- Löselius J.* *Flora Prussica, sive plantae in regno Prussiae sponte nascentes: quarum catalogum et nomina Johannes Loeselius olim dissevit, nunc additis nitidissimis iconibus rariorum*. Georgi, Regiomonti, 1703.
- Malysheva E.F., Kovalenko A.E.* *Fungi of the Russian Far East*. IV. *Amanita* sect. *Vaginatae* in the central Sikhote-

- Alin. Mikologiya i fitopatologiya. 2015. V. 49 (3). P. 151–163.
- Stubbe D., Verbeken A. *Lactarius* subg. *Plinthogalus*: the European taxa and American varieties of *L. lignyotus* re-evaluated. Mycologia. 2012. V. 104 (6). P. 1490–1501. <https://doi.org/10.3852/12-039>
- Sytin A.K., Andreev M.P., Bondar L.D. et al. The first monograph of the first academician of botany of the St. Petersburg Academy of Sciences, Johann Christian Buxbaum (on the occasion of the 300th anniversary of the publication of “Enumeratio plantarum accuratior in agro Hallensi crescentium” and the arrival of its author in St. Petersburg (1721)). Botanicheskiy zhurnal. 2021. V. 106 (12). P. 1230–1240 (in Russ.). <https://doi.org/10.31857/S0006813621120097>
- The Linnean Collections. Linnean Society. 2022. <http://linnean-online.org>. Accessed 25.05.2022.
- Zmitrovich I.V., Sytin A.K. Mycological heritage of Johann Buxbaum. 1. Fungi described in the first “Centuria” issue (1728). Mikologiya i fitopatologiya. 2021a. V. 55 (1). P. 67–70. <https://doi.org/10.31857/S0026364821010128>
- Zmitrovich I.V., Sytin A.K. Mycological heritage of Johann Buxbaum. 2. Fungi described in the second “Centuria” issue (1728). Mikologiya i fitopatologiya. 2021b. V. 55 (3). P. 219–224. <https://doi.org/10.31857/S0026364821030119>
- Zmitrovich I.V., Sytin A.K. Mycological heritage of Johann Buxbaum. 3. Fungi described in the fourth “Centuria” issue (1733). 1. Clavarioid species. Mikologiya i fitopatologiya. 2021c. V. 55 (5). P. 377–379. <https://doi.org/10.31857/S0026364821050123>
- Zmitrovich I.V., Sytin A.K. Mycological heritage of Johann Buxbaum. 4. Fungi described in the fourth “Centuria” issue (1733). 2. Lentinoid species. Mikologiya i fitopatologiya. 2022. V. 56 (4). P. 298–301. <https://doi.org/10.31857/S0026364822040122>
- Сытин А.К., Андреев М.П., Бондарь Л.Д. и др. (Sytin et al.) Первая монография первого академика ботаники Петербургской академии наук Иоганна Христиана Буксбаума (к 300-летию со времени выхода в свет “Enumeratio plantarum accuratior in agro Hallensi crescentium” и прибытия ее автора в Петербург (1721)) // Ботанический журнал. 2021. Т. 106. № 12. С. 1230–1240.

Микологическое наследие Иоганна Буксбаума. 5. Грибы, описанные в четвертой “Центурии” (1733). 3. Руссулоидные виды, три истинных и четвертый, неверно интерпретированный Линнеем

И. В. Змитрович^{а, #}, А. К. Сытин^{а, ##}

^а Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

[#] e-mail: iv_zmitrovich@mail.ru

^{##} e-mail: astragalus@mail.ru

Статья продолжает знакомство с микологическим наследием Иоганна Христиана Буксбаума (1693–1730), связанным в основном с изданием этим автором “сотниц” видов – “Центурий”. Всего Санкт-Петербургской академией наук было издано 5 центурий (наборов из 100 видов) под названием “Plantarum minus cognitarum centuria circa Byzantium et in Oriente observatas”. В четвертом выпуске “Центурии” можно найти описания и иллюстрации 56 видов грибов, среди которых три вида принадлежат к современному роду *Lactarius*, а один вид был ошибочно ассоциирован Линнеем с *Agaricus (Russula) integer*, но все данные указывают на его принадлежность к *Amanita cf. fulva*. Представлена номенклатура этих таксонов и оценены их гомогенность и вариабельность в свете современных данных.

Ключевые слова: ботаники XVIII в., морфология, номенклатура, рисунки грибов, *Agaricomycetes*, *Lactarius*, *Russulaceae*

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 502.2 : 582.284.5 (470.75)

НОВЫЕ ДЛЯ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА ВИДЫ
АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБОВ© 2022 г. И. В. Ставишенко^{1,*}, И. С. Саркина^{2,**}¹Институт экологии растений и животных УрО РАН, 620144 Екатеринбург, Россия²Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, 298648 Ялта, Россия

*e-mail: stavishenko@bk.ru

**e-mail: maslov_ivan@mail.ru

Поступила в редакцию 07.07.2022 г.

После доработки 09.08.2022 г.

Принята к публикации 01.09.2022 г.

В статье представлены сведения о шести видах афиллофоровых грибов, новых для Крыма (*Dendrothele acerina*, *Lawrynomycetes etruviae*, *Lindtneria leucobryophila*, *Phanerochaete cumulodentata*, *Sistotrema autumnale*, *Tubulicrinis sororius*), из которых *Lawrynomycetes etruviae* приводится впервые для России. В аннотациях к каждому виду даны описания макро- и микроскопического строения базидиом, приведены сведения о распространении, местонахождениях, трофической специализации и субстратной приуроченности.

Ключевые слова: афиллофоровые грибы, заповедник “Мыс Мартьян”, Крым, новые находки

DOI: 10.31857/S0026364822060083

К началу XXI в. были накоплены обширные сведения об афиллофороидных грибах Крымского п-ова (Akulov et al., 2003; Dudka et al., 2004; Isikov, 2009), дополненные в последние десятилетия новыми находками (Kotkova, 2016; Kotkova et al., 2018; Kotkova, Kolganikhina, 2019; Czernyadyeva et al., 2020). Однако публикаций о видовых спектрах афиллофороидных грибов особо охраняемых природных территорий Крыма немного. Достаточно подробно изучена биота афиллофороидных грибов небольшого заповедника “Мыс Мартьян”, где по литературным и собственным данным выявлен 81 вид (Stavishenko, Sarkina, 2017; Sarkina, Stavishenko, 2019). Однако ко времени публикации этих сведений некоторая часть коллекции оставалась неопределенной.

Природный заповедник “Мыс Мартьян” (площадь – 240 га, 100 га покрыто лесом) расположен на землях Никитского ботанического сада, на северной границе Средиземноморской флористической области. Здесь почти в полной неприкосновенности сохранились типичные природные комплексы Южного берега Крыма. Реликтовые леса из можжевельника высокого (*Juniperus excelsa* Vieb.) находятся на мысе Мартьян на северной границе их средиземноморского ареала. Лесообразующими древесными растениями заповедника являются также дуб пушистый (*Quercus pubescens* Willd.), сосна крымская, или Палласа [*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] и земляничник мелкоплодный (*Arbutus andrachne* L.),

в подлеске преобладают грабинник (*Carpinus orientalis* Mill.), можжевельник колючий (*Juniperus oxycedrus* L.) и кизил обыкновенный, или мужской (*Cornus mas* L.).

Определение образцов макромицетов осуществляли в лабораторных условиях с использованием светового микроскопа ЛОМО Микмед-2, набора стандартных реактивов и современных определителей. Микрофотографии получены с помощью цифрового микроскопа Leica DM 1000 Led с камерой Leica DFC 295. Для ряда видов определено отношение средней длины спор к средней их ширине (Q_{cp}), рассчитанное на основании измерения 15–20 базидиоспор.

Коллекция макромицетов хранится в музее Института экологии растений и животных УрО РАН (SVER) (г. Екатеринбург), дубликаты образцов переданы в гербарий Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (LE) (г. Санкт-Петербург). Гербарные номера образцов составлены из англоязычного названия Крымского п-ова (Crimea) и первых согласных букв названия ООПТ “Мыс Мартьян” (Mrt).

В результате идентификации образцов афиллофороидных грибов, собранных в заповеднике “Мыс Мартьян”, было выявлено шесть видов новых не только для заповедника, но и для Крыма (нет сведений о местонахождениях в Крыму с 1954 г. по 2014 г., а также и после – до настоящего времени). Один из этих видов (в аннотированном списке отмечен звездочкой) впервые приводится для

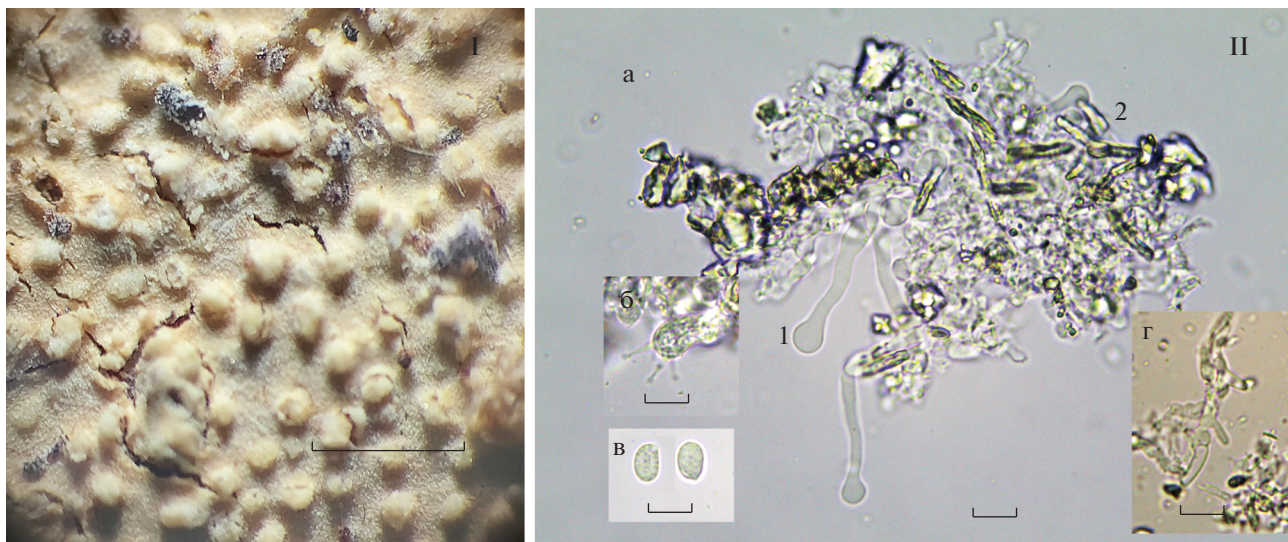


Рис. 1. Базидиома и микроструктура *Lawrynomycetes etruriae*: I – базидиома (масштаб 1 мм); II – микроструктура: а – трубчатые лептоцистиды с шаровидной головкой (1), выступающие инкрустированные гифальные концы (2); б – базидия; в – базидиоспоры; г – гифы (масштаб 10 мкм).

России. Названия видов приведены в алфавитном порядке по номенклатурной базе данных Index Fungorum (2022). В аннотациях к видам использованы следующие сокращения: II–IV – стадии разложения древесины (Вигова, 1986).

Dendrothele acerina (Pers.) P.A. Lemke – найден на валежных стволах *Caprinus orientalis* (II), *Quercus pubescens* (IV) в дубовом лесу с примесью можжевельника высокого и сосны Палласа, с грабником и можжевельником колючим в подлеске; 05.09.2014 [SV ER 691001, SV ER (F) Crimea-Mrt-154], 06.09.2014 [SV ER (F) Crimea-Mrt-155].

Плодовое тело кортициоидное. Гименофор гладкий, в виде тонкого (0.5–0.8 мм толщ.) налета меловидной консистенции, повторяющий неровности субстрата, белый или беловато-серый, край приросший, резко очерченный. Гифальная система мономитическая, гифы с пражками, 1.5–2 мкм диам., в микропрепарате трудноразличимы из-за присутствия большого количества кристаллов в контексте. Дендрогифиды 1–1.5 мкм диам., густо покрыты кристаллами. Цистиды от веретеновидных до булавовидных, 40–50 × 8–10 мкм, с апикальным пальцевидным или монилиеформным сосочком. Базидии от узкобулавовидных до узкоурновидных, 40–50 × 8–9 мкм, с четырьмя стеригмами, с базальными пражками. Базидиоспоры эллипсоидные до овальных, с заметным апикулюсом, 10–11 × 7–8 мкм, гладкие, с толстой оболочкой.

В России широко распространен, но встречается нечасто, преимущественно в южных районах: обнаружен в европейской части, на Кавказе, на Урале (Shiryayev et al., 2010; Czernyadjeva et al., 2020; Volobuev, 2020). Сапротроф, проявляет слабую патогенную активность.

**Lawrynomycetes etruriae* (Bernicchia) Salcedo, Melo et Olariaga (= *Hyphoderma etruriae* Bernicchia) – найден на валежном стволе *Juniperus excelsa* (IV) в можжевельниковом лесу с участием дуба пушистого и сосны Палласа, с

можжевельником колючим и грабником в подлеске; 05.09.2014 [SV ER 691002, SV ER (F) Crimea-Mrt-158].

Плодовое тело размером 7 × 2 см, резупинатное, приросшее к субстрату, тонкое, пленчато-паутинистой консистенции. Гименофор кремовый, грандиозидный (мелкозернистый), с редкими гранулами, край паутинистый, беловатый. Гифальная система мономитическая. Гифы гиалиновые, узкие, 1.5–2.5 мкм диам., тонкостенные, с перегородками, без пражек, сильно ветвящиеся и неравномерно переплетенные, трудно различимые из-за обильной инкрустации. Лептоцистиды редкие, собраны в группы, тонкостенные, значительно выступают из гименофора, трубчатые (гифоподобные) с шаровидной головкой диаметром 6.5–7.8 мкм, высотой 40–50 мкм и шириной узкой нижней части (“ножки”) 2.5–3.5 мкм. В гимении и субгимении выступают многочисленные короткие и тонкие гифальные концы высотой около 15–20 мкм, сильно инкрустированные в апикальной части. Базидии субцилиндрические, шириной 7.8–8 мкм, высотой 18.2–30 мкм, с четырьмя стеригмами, с базальной перегородкой. Базидиоспоры эллипсоидные, 8–11 × 5.2–6 мкм ($Q_{cp} = 1.8$), гладкие, тонкостенные, не изменяющие окраску в реактиве Мельцера (рис. 1).

Вид *Lawrynomycetes etruriae* описан А. Bernicchia (1993) на основании образца, собранного с отмершей части ствола живого дерева *Juniperus phoenicea* в заповеднике Бурано в Южной Тоскане. В Италии редок, известен по нескольким образцам с *J. macrocarpa* или *J. phoenicea* из Тосканы, Апулии, Сицилии и Сардинии (Bernicchia, Gorjón, 2010). В 2003 г. образец *Lawrynomycetes etruriae* был найден на гнилой древесине *Juniperus excelsa* в юго-восточной части Северной Македонии (Karadelev, Koteska, 2013). Известны находки из Португалии, где *Lawrynomycetes etruriae* был собран на гниющих пнях *Cupressus lusitanica* в Тропическом ботаническом саду г. Лиссабона (Salcedo et al., 2020). В России отмечен впервые. Может быть обнаружен на Кавказе. Сапротроф, проявляет слабую патогенную активность. Включен в Красный список Международного союза

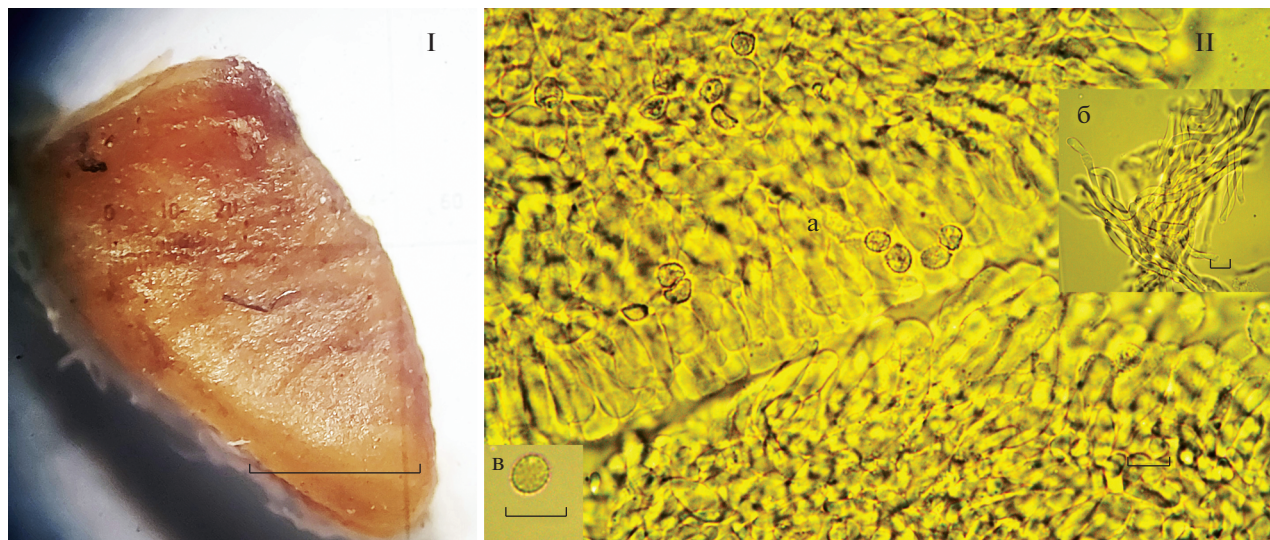


Рис. 2. Базидиома и микроструктура *Lindtneria leucobryophila*: I – базидиома (масштаб 1 мм); II – микроструктура: а – гимений с базидиоспорами; б – гифы; в – базидиоспора (масштаб 10 мкм).

охраны природы как находящийся под угрозой исчезновения эндемичный южноевропейский вид, развивающийся исключительно на старых деревьях вышеуказанных видов можжевельников, численность которых повсеместно неуклонно сокращается (Bernicchia et al., 2019). Рекомендуются для включения в новое издание Красной книги Российской Федерации.

Lindtneria leucobryophila (Henn.) Jülich – найден на валежном стволе *Carpinus orientalis* (III) в дубовом лесу с примесью сосны Палласа, с грабинником и можжевельником колючим в подлеске; 13.10.2015 [SVER (F) Crimea-Mrt-159].

Размеры базидиомы нашего образца *L. leucobryophila* составляли около 2×4 мм, а после высушивания – 1.5×3 мм. Плодовое тело резупинатное, тонкое, в свежем состоянии мембрановидной консистенции¹, хорошо отделяющееся от субстрата. Гименофор гладкий, в свежем состоянии светло-желтый, после высушивания – светло-охристый. Гифальная система мономитическая. Гифы тонкостенные, $3\text{--}4$ мкм диам., с пряжками. Цистид нет. Базидии булабовидные, $30(35) \times 7(8)$ мкм, с четырьмя стеригмами, с базальными пряжками и цианофильными глобулами. Базидиоспоры широкоэллипсоидные, шиповатые, $7\text{--}8 \times 5.2\text{--}6$ мкм ($Q_{\text{ср.}} = 1.38$), в реактиве Мельцера контрастные, не изменяющие окраску (рис. 2).

Широко распространен в Западной Европе: известен из Великобритании, Дании, Испании, Италии, Финляндии, Хорватии, Чехии, Швейцарии, Швеции, Эстонии; найден на Кавказе (Ghobad-Nejhad et al., 2009; Bernicchia, Gorjón, 2010). В России редок: ранее приводился для Челябинской области (Stepanova, 1977). Сапротроф.

Phanerochaete cumulodentata (Nikol.) Parmasto [= *Ph. raduloides* J. Erikss. et Ryvardeen] – найден на валежном

¹ В ряде работ указывается на паутинистую структуру молодых плодовых тел (*ред.*).

стволе *Carpinus orientalis* (III) в дубовом лесу с грабинником, можжевельником колючим и кизилом обыкновенным в подлеске; 05.09.2014 (SVER 691003, SVER (F) Crimea-Mrt-160).

Плодовое тело резупинатное, плотно приросшее к субстрату, толщиной около 0.5 мм, гимений мембрановидно-восковидный, радулоидный, светло-желтый, край белый, волокнисто-бахромчатый. Гифальная система мономитическая. Гифы просто септированные. Субгимениальные гифы тонкостенные, $2.5\text{--}4$ мкм диам., ветвящиеся, субкулярные – с более толстыми стенками, до 9 мкм в диаметре, прямые, ветвящиеся, с многочисленными короткими отростками. Лептоцистиды цилиндрические, с закругленной вершиной, тонкостенные, неинкрустированные, $28\text{--}60 \times 4.5\text{--}7.8$ мкм, в гимении присутствуют в небольшом количестве. Базидии узкие, булабовидные, четырехспоровые, $18.5\text{--}26 \times 4\text{--}5.2$ мкм, просто септированные у основания. Базидиоспоры субцилиндрические, в адаксиальной части слегка выпуклые, прямые или немного вогнутые, гладкие, $4\text{--}4.5 \times 2\text{--}2.5$ мкм ($Q_{\text{ср.}} = 1.8$), несколько мельче указанных в описании вида (Volobuev et al., 2015).

В России широко распространен, но встречается нечасто: найден во многих регионах европейской части, обнаружен на Урале, в Западной Сибири, на юге Дальнего Востока (Bolshakov et al., 2020). Сапротроф.

Sistotrema autumnale Ryvardeen et H. Solheim – найден на коре ствола живого дерева *Quercus pubescens* в дубовом лесу с примесью сосны Палласа, с грабинником и можжевельником колючим в подлеске; 05.09.2014 [SVER 691004, SVER (F) Crimea-Mrt-156]; 06.09.2014 [SVER (F) Crimea-Mrt-168].

Плодовое тело резупинатное, гипохноидное. Гименофор гладкий, рыхлый, белый или с сероватым оттенком. Гифальная система мономитическая. Гифы гиалиновые, тонкостенные, $3\text{--}5$ мкм диам., с пряжками, с большим содержанием масляных конгломератов неправильной формы. Базидии узкоурновидные до субцилиндрических, $26\text{--}35 \times 6\text{--}7$ мкм, с двумя стеригмами (очень редко – с четырьмя), с базальными пряжками.

Базидиоспоры крупные, эллипсоидные, с выраженным апикулюсом, тонкостенные, с масляными каплями в цитоплазме, $10\text{--}13 \times 5.5\text{--}8$ мкм ($Q_{cp} = 1.84$).

В Западной Европе обнаружен во Франции, Германии, Швеции, Норвегии, Финляндии и Чехии (Bernicchia, Gorjón, 2010). В России редок: известен только из Нижегородской обл. (Spirin, 2002). Сапротроф, проявляет слабую патогенную активность.

Tubulicrinis sororius (Bourdot et Galzin) Oberw. — найден на сухостойном стволике *Juniperus oxycedrus* (III) в дубовом лесу с грабинником, можжевельником колючим и кизилом обыкновенным в подлеске; 05.09.2014 [SVER 691005, SVER (F) Crimea-Mrt-161].

Плодовое тело резупинатное, арахноидное, беловато-серое. Гименофор гладкий, повторяющий неровности субстрата. Гифальная система мономитическая. Гифы гиалиновые, тонкостенные или со слегка утолщенными стенками, $2\text{--}2.5$ мкм диам., с пружками. Лиоцистиды многочисленные, амилоидные, головчатые, от 70 до 90 мкм длиной и $5\text{--}6.5$ мкм шириной в трубчатой части, сужающиеся к вершине, несущей шаровидную головку диаметром $7\text{--}10$ мкм; просвет капилляра резко и почти симметрично расширяется в круглой тонкостенной вершине. Базидии узкобулавовидные, тонкостенные, неамилоидные, с четырьмя стеригмами и базальными пружками, $10\text{--}12 \times 4$ мкм. Базидиоспоры аллантаидные, гладкие, тонкостенные, $5.5\text{--}6 \times 1.5\text{--}1.8$ мкм, неамилоидные.

В России широко распространен, но встречается редко: обнаружен на юге европейской части, на Урале, на севере Западной Сибири, в Центральной и Восточной Сибири, на северо-западе Дальнего Востока (Vologubov et al., 2021). Сапротроф.

Исследования выполнены в рамках государственного задания ИЭРиЖ УрО РАН “Биоразнообразие растительного мира и микобиоты и его динамика под влиянием глобальных, региональных и локальных факторов” № 122021000092-9 и государственного задания НБС — ННЦ РАН (№ АААА-А19-119091190049-6) по теме “Изучение современного состояния разнообразия, экологии, динамики и ресурсной значимости природных и трансформированных экосистем южных регионов европейской части России на видовом, популяционном, ценотическом и инфраценотическом уровнях” № FNNS-2022-0004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Akulov O. Yu., Usichenko A.S., Leontyev D.V. et al. Annotated checklist of aphylloroid fungi of Ukraine. *Mycena*. 2003. V. 2 (2). P. 1–73.
- Bernicchia A. *Hyphoderma etruriae* sp. nov. (*Corticaceae*, *Basidiomycetes*) from the natural reserve of Burano, Italy. *Mycotaxon*. 1993. V. 46. P. 37–40.
- Bernicchia A., Gorjón S.P. *Corticaceae* s.l. *Fungi Europaei*. V. 12. Edizioni Candusso, Alassio, 2010.
- Bernicchia A., Karadelev M., Perini C. *Hyphoderma etruriae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T147430392A148009897. 2019. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T147430392A148009897.en>
- Bolshakov S. Yu., Kalinina L.B., Vologubov S.V. et al. New species for regional mycobiotas of Russia. 5. Report 2020. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2020. V. 54 (6). P. 404–413. <https://doi.org/10.31857/S0026364820060033>
- Burova L.G. Ecology of macromycetes. Nauka, Moscow, 1986 (in Russ.).
- Dudka I.O., Heluta V.P., Tikhonenko Yu.Ya. et al. Fungi of natural areas of Crimea. Kiev, 2004 (in Ukr.).
- Czernyadjeva I.V., Ahti T., Boldina O.N. et al. New cryptogamic records. 6. *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy*. 2020. V. 54(2). P. 537–557. <https://doi.org/10.31111/nsnr/2020.54.2.537>
- Ghobad-Nejhad M., Hallenberg N., Parmasto E. et al. A first annotated checklist of corticioid and polypore basidiomycetes of the Caucasus region. *Mycologia Balcanica*. 2009. V. 6. P. 123–168.
- Index Fungorum. CABI Bioscience, 2022. <http://www.indexfungorum.org>. Accessed 20.07.2022.
- Isikov V.P. Fungi on trees and shrubs in the Crimea. Systematic catalogue. Simferopol, 2009 (in Russ.).
- Karadelev M., Koteska L. *Hyphoderma etruriae* (*Meruliaceae*, *Basidiomycota*): a rare corticioid fungus collected in Macedonia. *Phytol. Balcan.* 2013. V. 19 (1). P. 3–5.
- Kotkova V.M. New mycological records for regions of Russia. 1. *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy*. 2016. V. 50. P. 170–173 (in Russ.). <https://doi.org/10.31111/nsnr/2016.50.170>
- Kotkova V.M., Kolganikhina G.B., Detinova N.N. New mycological records for regions of Russia. 2. *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy*. 2018. V. 52 (2). P. 373–378 (in Russ.). <https://doi.org/10.31111/nsnr/2018.52.2.373>
- Kotkova V.M., Kolganikhina G.B. New mycological records for regions of Russia. 3. *Novosti sistematiki nizshikh rasteniy*. 2019. V. 53 (1). P. 79–88. (in Russ.). <https://doi.org/10.31111/nsnr/2019.53.1.79>
- Salcedo I., Melo I., Olariaga I. New record of *Hyphoderma etruriae* (*Basidiomycota*) in Portugal and its combination in *Lawrynomycetes*. *Phytotaxa*. 2020. V. 472 (2). P. 193–200. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.472.2.9>
- Sarkina I.S., Stavishenko I.V. Life forms of macromycetes in the state nature reserve “Cape Martyan” (Crimean sub-Mediterranean). *Ekosistemy*. 2019. V. 19. P. 38–53 (in Russ.).
- Shiryayev A.G., Kotiranta H., Mukhin V.A. et al. Aphylloroid fungi of Sverdlovsk Region, Russia: biodiversity, distribution, ecology and the IUCN threat categories. Goshchitskiy Publisher, Ekaterinburg, 2010.
- Spirin V.A. Aphylloroid fungi in oak forests of the Nizhny Novgorod Region. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2002. V. 16 (2). P. 43–52 (in Russ.).
- Stavishenko I.V., Sarkina I.S. The results of aphylloroid and heterobasidial macromycetes inventory in the “Cape Martyan” nature reserve. *Nauchnyye zapiski prirodnogo zapovednika “Mys Martian”*. 2017. V. 8. P. 20–25 (in Russ.).
- Stepanova N.T. Fungi of the order Aphyllorales in the forests of the Ilmsky State Reserve. In: *Mikologicheskkiye issledovaniya na Urale: Trudy Instituta ekologii rasteniy i zhivotnykh*. Vyp. 107. Sverdlovsk, 1977. P. 3–22 (in Russ.).

- Volobuev S.V.* Aphylophoroid fungi of the “Samurskiy” national park (Dagestan). *Mikologiya i fitopatologiya*. 2020. V. 54 (4). P. 235–243.
<https://doi.org/10.31857/S002636482004011X>
- Volobuev S., Okun V., Ordynets A. et al.* The *Phanerochaete sordida* group (*Polyporales, Basidiomycota*) in temperate Eurasia, with a note on *Phanerochaete pallida*. *Mycol. Progress*. 2015. V. 14 (10). P. 1–13.
<https://doi.org/10.1007/s11557-015-1097-0>
- Volobuev S.V., Bolshakov S.Yu., Khimich Yu.R. et al.* New species for regional mycobiotas of Russia. 6. Report 2021. *Mikologiya i fitopatologiya*. 2021. V. 55 (6). P. 411–422.
<https://doi.org/10.31857/S0026364821060131>
- Бурова Л.Г.* (Burova) Экология грибов макромицетов. М.: Наука, 1986. 222 с.
- Дудка І.О., Гелюта В.П., Тихоненко Ю.Я. и др.* (Dudka et al.) Грибы природных зон Крыма. Київ: Фітосоціоцентр, 2004. 452 с.
- Исиков В.П.* (Isikov) Грибы на деревьях и кустарниках Крыма. Систематический каталог. Симферополь: ИТ “Ариал”, 2009. 300 с.
- Коткова В.М.* (Kotkova) Новые микологические находки для регионов России. 1 // Новости систематики низших растений. 2016. Т. 50. С. 170–173.
- Коткова В.М., Колганихина Г.Б.* (Kotkova, Kolganikhina) Новые микологические находки для регионов России. 3 // Новости систематики низших растений. 2019. Т. 53. Вып. 1. С. 79–88.
- Коткова В.М., Колганихина Г.Б., Денисова Н.Н.* (Kotkova et al.) Новые микологические находки для регионов России. 2 // Новости систематики низших растений. 2018. Т. 52. Вып. 2. С. 373–378.
- Саркина И.С., Ставищенко И.В.* (Sarkina, Stavishenko) Жизненные формы макромицетов заповедника “Мыс Мартыан” (Крымское субсредиземноморье) // Экосистемы. 2019. Вып. 19. С. 38–53.
- Спирин В.А.* (Spirin) Афиллофороидные макромицеты дубрав Нижегородской области // Микология и фитопатология. 2002. Т. 36. № 2. С. 43–52.
- Ставищенко И.В., Саркина И.С.* (Stavishenko, Sarkina) Результаты инвентаризации афиллофороидных и гетеробазидиальных макромицетов заповедника “Мыс Мартыан” // Научные записки природного заповедника “Мыс Мартыан”. 2017. Вып. 8. С. 20–25.
- Степанова Н.Т.* (Stepanova) Грибы порядка Aphylophorales в лесах Ильменского государственного заповедника // Микологические исследования на Урале: Труды Ин-та экологии растений и животных. Вып. 107. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1977. С. 3–22.

New to the Crimea Peninsula Species of Aphylophoroid Fungi

I. V. Stavishenko^{a,#} and I. S. Sarkina^{b,##}

^a Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russia

^b The Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center of the RAS, Yalta, Russia

[#]e-mail: stavishenko@bk.ru

^{##}e-mail: maslov_ivan@mail.ru

The paper provides the data on records of six species of aphylophoroid fungi new to the Crimea (*Dendrothele acerina*, *Lawrynomycetes etrusiae*, *Lindtneria leucobryophila*, *Phanerochaete cumulodentata*, *Sistotrema autumnale*, *Tubulicrinis sororius*). *Lawrynomycetes etrusiae* is recorded for Russia for the first time. Data on basidiomata macro- and microstructures, distribution, localities, habitats and substrates for all these species are presented in annotations.

Keywords: aphylophoroid fungi, Crimea, “Mys Martyan” nature reserve, new records