

ISSN 1672-3538
CN 22-1352/S

Journal of Fungal Research

菌物研究

菌物研究

第二十三卷

第三期

二〇二五年六月

主办 吉林农业大学

2025年6月
第23卷 第3期

3

2003 年创刊

(双月刊)

第 23 卷 第 3 期 2025 年 6 月

主 编 李 玉

主管单位 吉林省教育厅

主办单位 吉林农业大学

出版单位 《菌物研究》编辑部

地 址 长春市新城大街 2888 号

电 话 0431-84533357

邮 箱 jwyjiu@126.com

网 址 <http://jwyj.jlau.edu.cn>

邮 编 130118

印刷单位 哈尔滨博奇印刷有限公司

发行单位 《菌物研究》编辑部

发行范围 国内外公开发行

每册定价 25.00 元

中国标准连续出版物号 ISSN 1672-3538
CN 22-1352/S



三地羊肚菌

Morchella eschschera Beug,
Voitk & O'Donnell 隶属于子囊
菌 门 Ascomycota, 盘 菌 纲
Discomycetes, 盘菌目 Pezizales,
羊肚菌科 Morohellaceae, 羊肚菌
属 *Morchella*。四川省食用菌研
究所何晓兰研究员于 2024 年 5 月
8 日拍摄于四川省理县。

目 次

学人论坛

175 外生菌根食用菌驯化栽培技术研究进展

彭卫红, 王迪, 周洁, 崔玉琴, 余洋, 何晓兰, 王勇

190 黑革菌属——采自中国云南的木耳目新属

董军红, 张剑玲, 何思源, 陈明兰, 赵长林

研究论文

202 深圳市大型真菌资源多样性

李挺, 张明, 黄浩, 李泰辉, 蒋露, 邓旺秋

211 高效腐解玉米秸秆耐低温真菌菌株的筛选及评价

杨会敏, 李伟, 汪世华, 尹文兵

223 常压低温等离子体对羊肚菌栽培基质细菌群落的影响

贺雪峰, 樊灏, 周桂灵, 杨柳, 王秀茹, 王涛, 沈振兴

231 基于代谢组和蛋白组联合分析栽培基质对银耳氨基酸合成的影响

许瀛引, 张仕林, 罗定平, 张谦, 舒雪琴, 彭卫红, 王勇

240 褐环乳牛肝菌多糖提取工艺优化及结构表征和抗氧化活性

彭世超, 杨淑蕊, 张昱, 赵峻嫡, 戴映笛,

邹怀豪, 赵新玉, 刘洋

综述

247 MNP 分子标记在食用菌品种精准鉴定中的应用与前景分析

刘飞, 张明哲, 曹槟, 凌云燕, 赵瑞琳

254 海绵胶煤炱菌研究进展及展望

柒世龙, 杨熙雯, 徐刚

封二 菌苑学人撷英: 彭卫红研究员

封三 菌苑学人撷英: 赵长林教授

责任编辑: 王丽兰

[期刊基本参数]CN22-1352/S*2003*q*A4*88*zh+cn*P*¥25.00*300*9*2025-06



黑革菌属——采自中国云南的木耳目新属*

董军红, 张剑玲, 何思源, 陈明兰, 赵长林**

西南林业大学林学院, 昆明 650224

摘 要: 基于云南省大型木生真菌资源调查过程中采集的大量木腐菌标本, 经形态学特征鉴定和分子系统学研究, 描述了木腐菌新属黑革菌属 *Nigrochaete*, 以及新种竹生黑革菌 *Nigrochaete bambusicola*。该新属形态特征为担子果一年生, 平伏, 贴生, 干燥后呈烟灰色至灰色; 子实层体表面具小短齿; 菌丝系统单系, 生殖菌丝具锁状联合; 担子近椭圆形至卵球形, 纵裂; 担孢子腊肠形。运用最大似然法和贝叶斯推理法, 基于 ITS+ nrLSU 基因构建的系统发育树显示黑革菌属在木耳目内形成 1 个单谱系, 且与古革菌属 *Proterochaete* 形成姊妹群。本研究丰富了中国木耳目真菌物种多样性, 为开展真菌资源保护与可持续利用提供了科学依据。

关键词: 分子系统学; 新分类单元; 分类学; 木腐菌

中图分类号: Q949.32 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-3538(2025)03-0190-12

DOI: 10.13341/j.jfr.2024.1826

引文格式: 董军红, 张剑玲, 何思源, 等. 黑革菌属——采自中国云南的木耳目新属[J]. 菌物研究, 2025, 23(3): 190-201.

A New Corticioid Genus of Auriculariales—*Nigrochaete*, Collected from Yunnan China

DONG Junhong, ZHANG Jianling, HE Siyuan, CHEN Minglan, ZHAO Changlin**

College of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China

Abstract: Wood-inhabiting fungi play a fundamental role in ecosystem processes, particularly in the wood degradation and recycling of organic matter. Recognized as pivotal contributors to the intricate balance of forest ecosystems, these fungi are renowned as “key players” due to their enzymatic prowess, abling to effectively break down woody components like lignin, cellulose, and hemicellulose. In this study, a newly proposed wood-inhabiting genus, *Nigrochaete* gen. nov. and one species, *Nigrochaete bambusicola* sp. nov. discovered from Southwest China are described on the basis of their morphological and molecular characteristics. The new genus *Nigrochaete* is an annual basidiocarp fungus: adnate, resupinate, smoke grey to grey color after drying, small and short grandinoid hymenial surface, a monomitric hyphal system, clamped generative hyphae, longitudinally septate basidia with a subellipsoid to ovoid shape, and allantoid basidiospores. Nucleotide sequences of the internal transcribed spacers (ITS) and the large subunit (nrLSU) of nuclear ribosomal DNA (rDNA) gene were obtained from the fungal samples for phylogenetic analyses performed with the maximum likelihood and Bayesian inference methods, which indicated that the *Nigrochaete* genus formed a monophyletic lineage within the order Auriculariales, mostly close to the genus of

* 基金项目: 国家自然科学基金项目(32170004), 云南省高校森林灾害预警与控制重点实验室研究项目(ZKJS-S-202208)

作者简介: 董军红, 男, 硕士研究生, 研究方向: 大型木生真菌分类与分子系统学研究。

收稿日期: 2024-11-13

** 通信作者: 赵长林, E-mail: fungi@swfu.edu.cn

Proterochaete. The present study enriches the species diversity of Auriculariales in China that should benefit to protect and sustainably use the natural resources of fungi.

Key words: molecular systematics; new taxa; taxonomy; wood-inhabiting fungi

在森林生态系统中,真菌在推动森林碳循环、调节植物矿质营养、缓解碳排放等方面发挥着重要的生态作用^[1]。木腐菌主要以担子菌为主,具有重要的工业、食用、药用经济价值,部分含有毒代谢产物^[2-3],能够产生分解木质素、纤维素和半纤维素的分解酶系,在有机物循环和养分循环中起到关键作用。木腐菌降解木质素留下疏松的纤维素和半纤维素的现象被称为白色腐朽,降解纤维素和半纤维素留下木质素的现象被称为褐色腐朽^[4-5]。

木耳目 Auriculariales Bromhead 为木腐菌中一类重要的大型真菌^[6],模式科为木耳科 Auriculariaceae Fr.,模式属为木耳属 *Auricularia* Bull.,该模式属具有重要的食药两用价值^[7-10]。木耳目除了木耳属外还包括其他胶质类食药真菌,如黑耳属 *Exidia* Fr.,桂花耳属 *Guepinia* Fr. 和刺银耳属 *Pseudohydnum* P. Karst 等^[11-12]。近年来,真菌学家对木耳目胶质类物种多样性开展了深入系统的研究^[13-21]。同时,木耳目也包含革质类物种,该类物种具有倒置、平伏-反卷、长齿状、脑状、珊瑚状或具菌盖的担子果^[12,18-31]。

随着 DNA 序列数据被广泛应用于真菌分子系统发育研究中,真菌界的物种分类方法不断更新^[32-33]。同时,基于分子生物学技术的快速发展,真菌分子系统学研究方法为木腐菌系统学研究提供了新的依据。近年来,已报道了多个新目、科分类单元^[34]。目前,多数真菌学家进行了以系统发育为基础的自然分类系统研究,并将真菌系统发育树应用于证实新物种发现、物种类群功能和预测、揭示物种进化路径及过程等方面^[35]。

依据真菌形态学特征及分子系统发育研究结果,木耳目中革质类物种被置于盘革耳属 *Eichleriella* Bres.,拟黑耳属 *Exidiopsis* (Bref.) Möller 和刺皮耳属 *Heterochaete* Pat. 中^[36-39],盘革耳属和胶刺耳属 *Tremellochaete* Raitv. 分类单元已进行了修订^[23]。异齿菌属 *Heteroradulum* Lloyd ex Spirin and Malysheva 被证实是有效分类单元^[23]。盘革耳属为单系属,拟黑耳属和刺皮耳属为该属同物异名^[23-24,40]。然而,拟黑耳属部分物种的属级水

平分类地位仍存在争议^[3,12,23]。随着对木耳目系统深入的研究,多个革质属被建立和描述,如烟色革菌属 *Adustochaete* Alvarenga & K.H. Larss.,新拟黑耳菌属 *Alloexidiopsis* L.W. Zhou & S.L. Liu、多型韧革菌属 *Amphistereum* Spirin & Malysheva、晶齿菌属 *Crystallodon* Alvarenga、异齿菌属、梗晶齿菌属 *Metulochaete* Alvarenga、结节革菌属 *Nodulochaete* J.H. Dong & C.L. Zhao、古革菌属 *Proterochaete* Spirin & Malysheva、斑点革菌属 *Punctochaete* J.H. Dong & C.L. Zhao 和硬髓革菌属 *Sclerotrema* Spirin & Malysheva 等^[12,20-21,23-24,40]。

本研究基于云南省大型木生真菌资源调查过程中采集的大量木腐菌标本,为明确采集标本的分类地位和系统发育关系,结合形态学和 ITS+nrLSU 序列数据对标本进行解析。根据形态学特征和分子数据结果新增木耳目 1 个新属——黑革菌属 *Nigrochaete* 和 1 个新种——竹生黑革菌 *Nigrochaete bambusicola*。

1 材料与方法

1.1 研究材料

新鲜子实体标本采自云南省文山市西畴县小桥沟国家自然保护区的枯死竹子上。使用相机(尼康 D7100)于原始生境中拍摄新鲜子实体照片,并记录标本宏观特征、采集地海拔及经纬度等信息。所有照片均采用 Helicon Focus 软件对焦堆叠处理。使用真菌烘干机于 45 °C 下对标本进行烘干处理,干燥后密封于信封和塑料袋中^[5,41]。干燥标本保存于中国云南省西南林业大学真菌标本馆(SWFC)。

1.2 形态学研究

基于标本记录和照片对宏观形态进行描述,通过 Petersen 比对颜色^[42]。显微镜(10 × 100 倍, Nikon Eclipse E 100)和生物正置荧光显微镜[Leica DM2500(375582)]下进行显微结构观察^[5,43]。标本切片参考 Wu 等^[44]的方法,利用 Melzer's 试剂(IKI)、棉蓝试剂(CB)、体积分数 5% 的氢氧化钾试剂(KOH)和体积分数 2% 的荧光桃红

($C_{20}H_2Br_4Cl_4Na_2O_5$) 作为浮载剂。每号标本测量 30 个担孢子及 5 个担子(担子测量数据中不包括担子小梗长度,担孢子测量中不包括内部附属物)。显微结构菌丝、囊状体、担孢子等微观结构在 Melzer's 试剂中变成黑色为淀粉质反应,变成黄褐色为拟糊精反应(IKI+),不变色为负反应(IKI-)。在棉蓝试剂中菌丝壁或担孢子壁变成蓝色为嗜蓝反应(CB+),在发育初期时部分变蓝为弱嗜蓝反应,不变色称为负反应(CB-)。在 5% 氢氧化钾试剂中菌丝壁时担孢子壁变色、膨胀或消融,定义为有反应,反之无反应。 L 为担孢子平均长度, W 为担孢子平均宽度, Q 为研究标本长宽比, Q_m 为所测担孢子平均 Q 值 $\pm$ 标准差, $n=a/b$ (给定数量 b 号标本中测量担孢子数 a)。新分类单元的真菌库登录号在 MycoBank 数据库中注册和完成。

1.3 系统发育分析

按照真菌基因组 DNA 提取试剂盒(OMEGA HP Fungal DNA Kit)说明书方法提取基因组 DNA。核糖体内部转录间隔区(ITS)基因片段利用 ITS5 和 ITS4 引物扩增^[45]。核糖体大亚基(nrLSU)基因片段利用 LR0R 和 LR7 引物对其进行扩增^[46-47]。ITS 片段 PCR 反应条件:94 °C 预变性 1.5 min,94 °C 变性 30 s,56 °C 复性 45 s,72 °C 延伸 1 min,30 个循环后 72 °C 延伸 10 min,4 °C 保存备用。nrLSU 片段 PCR 反应条件:94 °C 预变性 1.5 min,94 °C 变性 20 s,48 °C 复性 1.5 min,72 °C 延伸 1.5 min,35 个循环后 72 °C 延伸 5 min,4 °C 保存备用。PCR 产物由昆明擎科生物科技有限公司(中国北京)纯化和测序,所有新提取的序列均提交至 NCBI 基因库(GeneBank),系统发育分析序列信息见表 1。

表 1 用于系统发育分析的标本信息

Table 1 Sequences used in the phylogenetic analysis

种名 Species name	标本号 Sample No.	登录号 GeneBank		国家 Country	参考文献 Reference
		ITS	nrLSU		
<i>Adustochaete rava</i>	RC 841	MK391516	—	Brazil	[24]
<i>Adustochaete rava</i>	KHL 15526	MK391517	MK391526	Brazil	[24]
<i>Adustochaete nivea</i>	RLMA 531	MN165954	MN165989	Brazil	[24]
<i>Alloexidiopsis australiensis</i>	LWZ 20180513-22	OM801933	OM801918	China	[12]
<i>Alloexidiopsis australiensis</i>	LWZ 20180514-18	OM801934	OM801919	China	[12]
<i>Alloexidiopsis yunnanensis</i>	CLZhao 4023	MT215568	MT215564	China	[27]
<i>Alloexidiopsis yunnanensis</i>	CLZhao 8106	MT215569	MT215565	China	[27]
<i>Amphistereum leveilleanus</i>	FP-106715	KX262119	KX262168	USA	[23]
<i>Amphistereum schrenkii</i>	HHB 8476	KX262130	KX262178	USA	[23]
<i>Aporpium caryae</i>	Miettinen 14774	JX044145	—	Finland	[22]
<i>Aporpium caryae</i>	WD 2207	AB871751	AB871730	Japan	[48]
<i>Auricularia auricula-judae</i>	JT 04	KT152099	KT152115	UK	[18]
<i>Auricularia cornea</i>	Dai 13621	MZ618936	MZ669905	China	[49]
<i>Auricularia polytricha</i>	TUFC 12920	AB871752	AB871733	Japan	[18]
<i>Auricularia tibetica</i>	Dai 13336	MZ618943	MZ669915	China	[22]
<i>Bourdotia galzinii</i>	Otto Miettinen X3067	MG757511	MG757511	Spain	[40]
<i>Crystallodon subgelatinosum</i>	RC 1609-URM93444	MN475884	MN475888	Brazil	[40]
<i>Crystallodon subgelatinosum</i>	TBG BF-18001-URM93445	MN475885	MN475889	Brazil	[40]
<i>Ductifera sucina</i>	KW3886	AY509551	AY509551	Canada	[25]
<i>Eichleriella bactriana</i>	TAAM 55071	KX262121	KX262170	Russia	[23]

续表 1
Table 1 continued

种名 Species name	标本号 Sample No.	登录号 GeneBank		国家 Country	参考文献 Reference
		ITS	nrLSU		
<i>Eichleriella crocata</i>	TAAM 101077	KX262100	KX262147	Russia	[23]
<i>Eichleriella leucophaea</i>	Barsukova LE 303261	KX262111	KX262161	Russia	[24]
<i>Elmerina cladophora</i>	Miettinen 14314	MG757509	MG757509	Indonesia	[50]
<i>Elmerina sclerodontia</i>	Miettinen 16431	MG757512	MG757512	Malaysia	[51]
<i>Exidia glandulosa</i>	YC Dai 21232	MT663362	MT664781	China	[51]
<i>Exidia glandulosa</i>	YC Dai 21233	MT663363	MT664782	China	[51]
<i>Exidia pithya</i>	MW 313	AF291275	AF291321	Germany	[52]
<i>Grammatus labyrinthinus</i>	Yuan 1600	KM379139	KM379140	China	[24]
<i>Grammatus semis</i>	OM10618	KX262146	KX262194	China	[23]
<i>Heterochaete hirneoloides</i>	USJ 55480	AF291283	AF291334	Germany	[49]
<i>Heteroradulum adnatum</i>	LR 23453	KX262116	KX262165	Mexico	[18]
<i>Heteroradulum kmetii</i>	VS 6466	KX262104	KX262152	Russia	[23]
<i>Hyalodon piceicola</i>	Spirin 2689	MG735414	MG735422	Russia	[26]
<i>Hyalodon piceicola</i>	Spirin 11063	MG735415	MG735423	Russia	[26]
<i>Metulochaete sanctae-catharinae</i>	AM 0678	MK484065	MK480575	Russia	[26]
<i>Mycostilla vermiformis</i>	Spirin 11330	MG735417	MG735425	Russia	[26]
<i>Mycostilla vermiformis</i>	OF 188059	MG735418	—	Russia	[26]
<i>Myxarium hyalinum</i>	TL2012 443455	KY801880	KY801907	Russia	[52]
<i>Myxarium legonii</i>	VS 8986	MK098899	MK098947	Russia	[25]
<i>Nigrochaete bambusicola</i>	CLZhao 11260	PQ571171	—	China	Present study
<i>Nigrochaete bambusicola</i>	CLZhao 11307	PQ571172	PQ571167	China	Present study
<i>Nigrochaete bambusicola</i>	CLZhao 11314*	PQ571173	PQ571168	China	Present study
<i>Nigrochaete bambusicola</i>	CLZhao 11428	PQ571174	PQ571169	China	Present study
<i>Nigrochaete bambusicola</i>	CLZhao 11451	PQ571175	PQ571170	China	Present study
<i>Proterochaete adusta</i>	CNOM 10519	MK391519	—	Brazil	[24]
<i>Proterochaete adusta</i>	VS 9021	MK391520	MK391528	Canada	[24]
<i>Protodaedalea foliacea</i>	Miettinen 13 054	MG757507	MG757507	Finland	[50]
<i>Protodaedalea hispida</i>	Spirin 5139	MG757510	MG757510	Finland	[25]
<i>Protodontia africana</i>	AS 171126 1104	MK098978	MK098973	Russia	[25]
<i>Protohydnum cartilagineum</i>	SP 467240	MG735419	MG735426	Russia	[50]
<i>Protomerulius dubius</i>	VS 3019	MK484041	MK480553	Russia	[26]
<i>Protomerulius minor</i>	KHL 15937	MK484060	MK480569	Russia	[26]
<i>Protomerulius substuppeus</i>	O 19171	JX134482	JQ764649	China	[26]
<i>Pseudohydnum gelatinosum</i>	F14063	AF384861	AF384861	Canada	[49]
<i>Pseudohydnum gelatinosum</i>	AFTOL ID1875	DQ520094	DQ520094	Germany	[53]

续表 1
Table 1 continued

种名 Species name	标本号 Sample No.	登录号 GeneBank		国家 Country	参考文献 Reference
		ITS	nrLSU		
<i>Sistotrema brinkmannii</i>	isolate 236	JX535169	JX535170	Netherlands	[40]
<i>Stypellopsis farlowii</i>	Larsson 12337	MG857095	MG857099	Russia	[52]
<i>Stypellopsis hyperborea</i>	J Norden 9751	MG857097	MG857101	Russia	[52]
<i>Tremellochaete atlantica</i>	URM90199	MG594381	MG594383	Brazil	[24]
<i>Tremellochaete japonica</i>	TAA 42689	AF291274	AF291320	Russia	[49]
<i>Tremiscus helvelloides</i>	AFTOL ID1680	DQ520100	DQ520100	Germany	[40]

注:新种以粗体显示,“*”为模式标本

Note: New species is shown in bold. “*” indicating the type of materials

在 MAFFT v. 7 软件中选取 G-INS-i 模型进行序列比对分析^[54],并通过 AliView v. 1.27 完成手动调整对齐^[55]。首先开展数据集比对,运用 Mesquite v. 3.51 软件将 ITS+nrLSU 序列进行组合^[5,56]。以序列 *Sistotrema brinkmannii* (Bres.) J. Erikss. 作为 ITS+nrLSU 序列系统发育分析数据集的外群^[18]。

最大似然法(Maximum likelihood, ML)分析采用 CIPRES Science Gateway (<https://www.phylo.org/portal2/login!input.action>)构建数据集,选择 RAxML-HPG BlackBox 为参考模型^[57]。贝叶斯分析(Bayesian inference, BI)利用 jModelTest v. 2 软件^[58]筛选出最佳模型,使用 MrBayes 3.2.7a^[59]构建贝叶斯系统发育树。生成的所有系统发育树利用 FigTree v. 1.4.0 (<http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>)软件加以调节和科学归类,运用 Adobe illustrator CS6 软件进行编辑。如分支的最大似然引导值(BS)≥70%,贝叶斯后验概率(BPP)≥0.95,则认为该分支获得显著支持。

2 结果与分析

2.1 系统发育分析

本研究选用了 61 个真菌标本序列,代表 48 个真菌物种。在贝叶斯推理法分析中,ITS+nrLSU 基因的最佳模型为 SYM+I+G。最大似然法和贝叶斯推理法分析生成的拓扑结构一致,分裂频率的平均标准偏差为 0.025 264;2 次运行贝叶斯分析的有效样本量 ESS 的平均值为 241.5。

基于 ITS+nrLSU 组合序列构建的系统发育树(图 1)表明,新属黑革菌属与木耳目相关属聚类

在一起,且黑革菌属形成 1 个高支持率的单系谱系(100% BS, 1.00 BPP),并与古革菌属形成姊妹群。

2.2 分类学

2.2.1 黑革菌属(新属)*Nigrochaete* J.H. Dong & C.L. Zhao, gen. nov.

MycoBank No.: MB 856561.

Type species. *Nigrochaete bambusicola* J. H. Dong & C.L. Zhao.

Etymology. *Nigrochaete* (Lat.): referring to the black basidiomata of the type specimen.

Description. Basidiomata annual, resupinate, adnate, membranaceous, without odor or taste when fresh, becoming coriaceous upon drying. Hymenial surface grandinoid, smoke grey to slight grey when fresh, turning to greyish-black to black upon drying. Hyphal system monomitic, generative hyphae with clamp connections, colorless, thin-walled. Cystidia subclavate to subcylindrical, thin-walled. Hyphidia arising from generative hyphae, abundant, occasionally nodulose. Basidia subellipsoid to ovoid, longitudinally septate, two to four-celled. Basidiospores allantoid, slightly curved, colorless, thin-walled, smooth, IKI-, CB-.

Type of rot. White rot.

模式种:竹生黑革菌。

词源学:“*Nigrochaete*”源于该新属担子果表面呈黑色。

描述:担子果一年生,倒置,贴生,膜质,新鲜时无特殊气味,干燥后为革质;子实层体表面具小

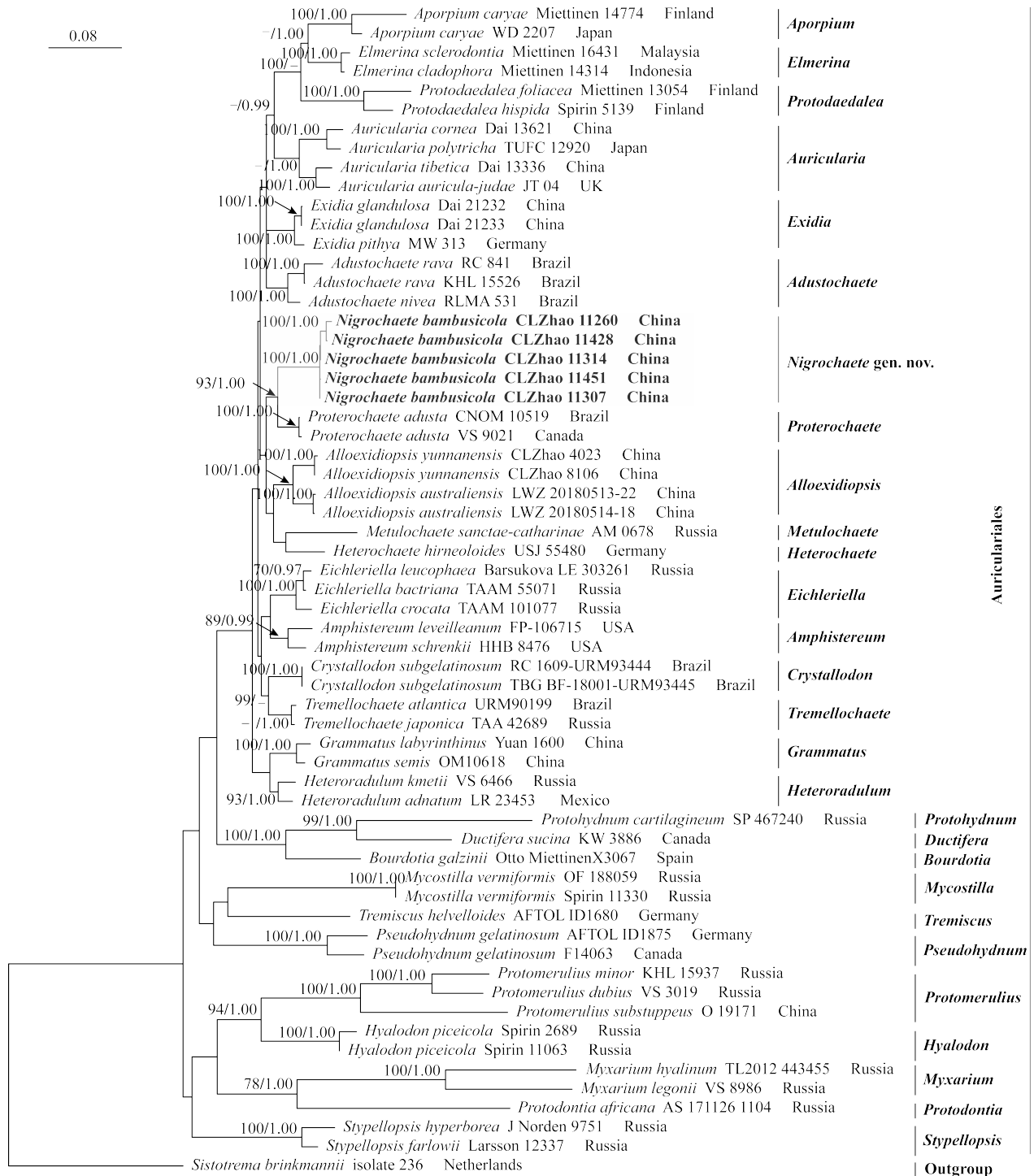


图1 基于ITS+nrLSU序列的木耳目黑革菌属及其相关属最大似然系统发育树

Fig. 1 Phylogenetic tree of *Nigrochaete* and related genera in the order Auriculariales constructed with the maximum likelihood method based on ITS+nrLSU sequences

短齿,新鲜时呈烟灰色至灰色,干燥后变为灰黑色至黑色;菌丝系统一体系,生殖菌丝具锁状联合,无色,薄壁;囊状体近棍棒状到近圆柱形,薄壁;侧丝由生殖菌丝产生,数量丰富,偶有结节状;担子近椭圆体到卵球形,纵裂,2或4胞;担孢子腊肠

形,稍弯曲,无色,薄壁,光滑,在 Melzer's 试剂和棉蓝试剂中无反应。

腐朽类型:引起白色腐朽。

2.2.2 竹生黑革菌(新种)*Nigrochaete bambusicola* J.H. Dong & C.L. Zhao, sp. nov. (Fig 2-4).



A-D. CLZhao 11314(模式标本 Holotype); E-F. CLZhao 11307; G-H. CLZhao 11260

图2 竹生黑革菌担子果

Fig. 2 Basidiomata of *Nigrochaete bambusicola*

Mycobank No.: MB 856562.

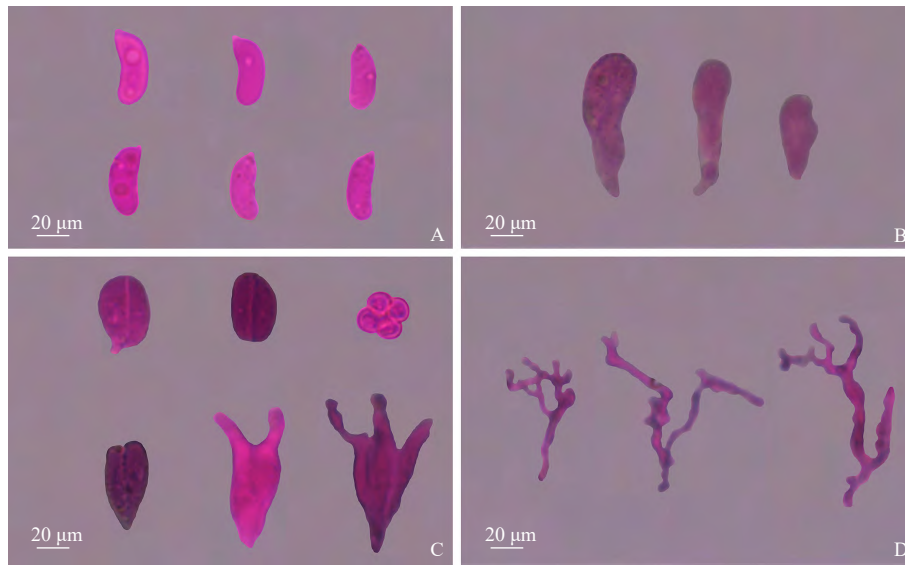
Etymology. *bambusicola* (Lat.): referring to the bamboo substrate of the type specimen.

Basidiomata. Annual, resupinate, adnate, membranaceous, very hard to separate from substrate, without odor or taste when fresh, becoming coriaceous upon drying, up to 10 cm long, 4 cm wide, 50–100 μm thick. Hymenial surface grandinoid, occasionally cracked, smoke grey to slightly grey when fresh, turning to greyish-black to black

upon drying. Sterile margin slightly grey, thinning out, up to 1 mm wide.

Hyphal system. Monomitic, generative hyphae with clamp connections, colorless, thin-walled, branched, interwoven, 1.5–3.0 μm in diameter; IKI–, CB–, tissues unchanged in KOH.

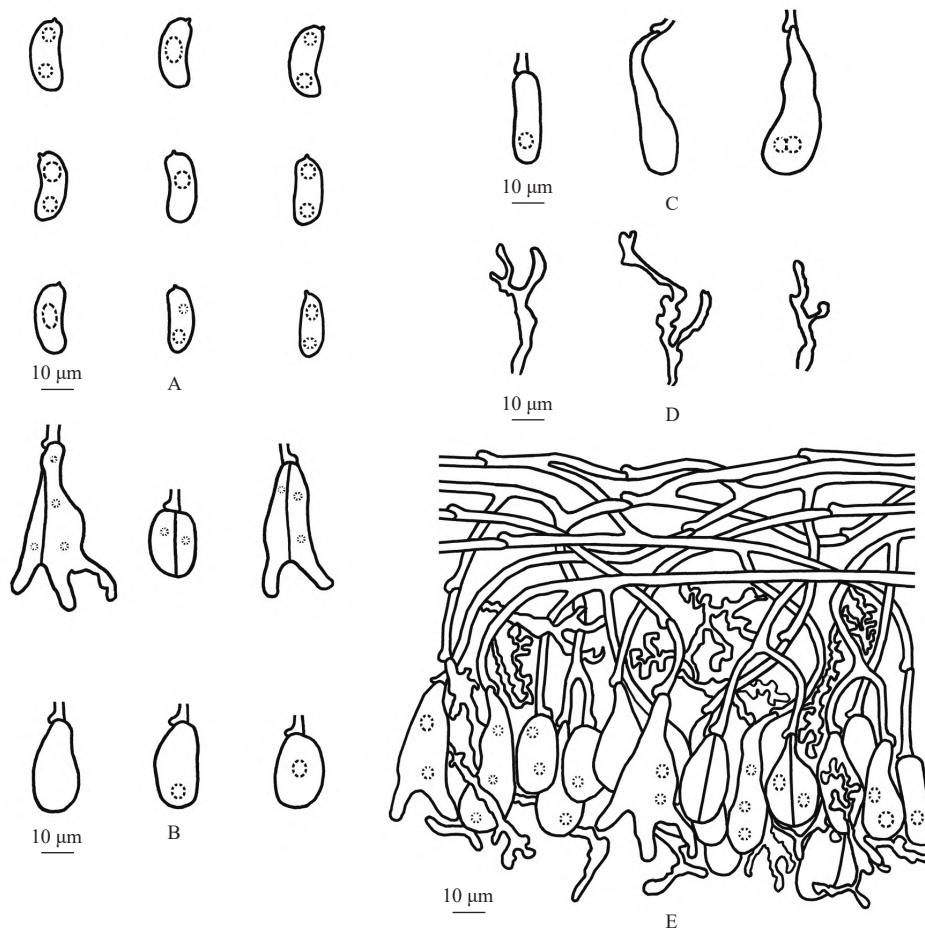
Hymenium. Cystidia numerous, thin-walled, subclavate to subcylindrical, occasionally sinuous in the basal, 6–10 $\times$ 17–25 μm , with a clamp connection at base; cystidioles absent. Hyphidia arising



A. 担孢子 Basidiospores; B. 囊状体 Cystidia; C. 担子 Basidia; D. 侧丝 Hyphidia

图3 竹生黑革菌模式标本(CLZhao 11314)的子实层切片

Fig. 3 Microscopic sections of hymenium of *Nigrochaete bambusicola* Holotype (CLZhao 11314)



A. 担孢子 Basidiospores; B. 担子和拟担子 Basidia and basidioles; C. 囊状体 Cystidia; D. 侧丝 Hyphidia; E. 子实层剖面的一部分
Part of the vertical section of hymenium

图4 竹生黑革菌模式标本(CLZhao 11314)显微特征

Fig. 4 Micro characteristics of *Nigrochaete bambusicola* Holotype (CLZhao 11314)

from generative hyphae, occasionally nodulose, branched, colorless, thin-walled, 2–4 μm in diameter. Basidia subellipsoid to ovoid, longitudinally septate, two to four-celled, $7.5\text{--}9.5 \times 16.0\text{--}18.5 \mu\text{m}$; basidioles dominant, similar to basidia in shape, but slightly smaller.

Basidiospores. Allantoid, slightly curved, colorless, smooth, thin-walled, with 1–2 oil drops, IKI–, CB–, $4.5\text{--}5.0 (-5.3) \times (11.0\text{--}) 11.3\text{--}13.2 (-13.5) \mu\text{m}$, $L = 12.09 \mu\text{m}$, $W = 4.86 \mu\text{m}$, $Q = 2.32\text{--}2.60$, $Q_m = 2.49 \pm 0.14 (n = 90/3)$.

Type of rot. White rot.

Type. China, Yunnan Province, Wenshan, Xichou County, Xiaoqiaogou National Nature Reserve, GPS coordinates $23^\circ 20' \text{N}$, $103^\circ 55' \text{E}$, altitude 1 600 m asl., on the dead bamboo, leg. C. L. Zhao, 16 January 2019, CLZhao 11260, CLZhao 11307; 18 January 2019, CLZhao 11428, CLZhao 11451; holotype: 16 January 2019, CLZhao 11314 (SWFC).

词源学:种加词“*bambusicola*”源于该新种以枯死竹子为生长基质。

担子果:一年生,倒置,贴生,膜质,不易与基物分离,新鲜时无特殊气味,干燥后为革质,长 10 cm,宽 4 cm,厚 50~100 μm ;子实层体表面具小短齿,偶尔开裂,新鲜时烟灰色至灰色,干燥时变为灰黑色到黑色;不育边缘稍灰色,逐渐变薄,宽 1 mm。

菌丝系统:一体系,生殖菌丝具锁状联合,无色,薄壁,有分支,相互交织,直径 1.5~3.0 μm ;在 Melzer's 试剂和棉蓝试剂中无反应,组织在 KOH 试剂中无变化。

子实层:囊状体多薄壁,近棒状到近圆柱形,偶尔在基部弯曲, $6\text{--}10 \times 17\text{--}25 \mu\text{m}$,基部具锁状联合,无拟囊状体;侧丝由生殖菌丝产生,偶有结节状,有分支,无色,薄壁,直径 2~4 μm ;担子近椭圆形至卵球形,纵裂,2 或 4 胞, $7.5\text{--}9.5 \times 16.0\text{--}18.5 \mu\text{m}$;拟担子在数量上较担子多,与担子形状相似,但比担子稍小。

担孢子:腊肠形,略微弯曲,无色,光滑,薄壁,有 1~2 个油滴,在 Melzer's 试剂中无反应,在棉蓝试剂中无反应, $4.5\text{--}5.0 (-5.3) \times (11.0\text{--}) 11.3\text{--}13.2$

(~13.5) μm ,平均长 $L = 12.09 \mu\text{m}$,宽 = 4.86 μm ,长宽比 $Q = 2.32\text{--}2.60$, $Q_m = 2.49 \pm 0.14 (n = 90/3)$ 。

腐朽类型:引起白色腐朽。

标本信息:云南省文山市西畴县小桥沟国家级自然保护区($23^\circ 20' \text{N}$, $103^\circ 55' \text{E}$);海拔:1 600 m;寄主:生长在枯死柱子上;采集人:赵长林;采集日期:2019 年 1 月 16 日,CLZhao 11260, CLZhao 11307, 2019 年 1 月 18 日, CLZhao 11428, CLZhao 11451;模式标本:2019 年 1 月 16 日, CLZhao 11314 (SWFC)。

3 讨论

随着木耳目多基因系统发育研究的不断深入开展,该目内物种分子系统学关系及分类地位逐渐明确^[60]。本研究中基于 ITS+nrLSU 基因片段的系统发育分析结果显示,黑革菌属在木耳目中形成了 1 个独立的单系群,且具有高支持率。因此,结合形态学特征和分子系统发育分析结果,新增 1 个木腐菌新属。

分子系统发育拓扑结构表明黑革菌属与古革菌属为姊妹类群,二者在形态学上的差异为前者具乳白色至灰色或苍白的担子果,子实层体表面光滑并具不规则小刺^[24]。同时,黑革菌属与烟色革菌属、新拟黑耳菌属、多型韧革菌属、晶齿菌属、结节革菌属、异齿菌属、梗晶齿菌属、古革菌属、斑点革菌属和硬髓革菌属均在形态学上相似^[12,20–21],具体形态学特征比较结果见表 2。

真菌是地球上生物多样性最丰富的群体之一,在森林生态系统物质循环和能量流动中起着至关重要的作用^[61]。DNA 测序技术的发展丰富了对真菌多样性的系统认知,目前,约有 155 万种真菌被描述及确认^[5]。近年来,木腐菌分类和系统发育研究取得了显著进展,该类群主要包括具有孔状、光滑、小短齿状、齿状、长齿状的担子果的种类^[5,30–31,42,56,62–77]。尽管木耳目中已报道和描述了多个革质属^[12,23–24,40],但仍有许多新分类单元尚未被发现,特别是在亚热带和热带地区,木耳目内的革质真菌物种多样性研究较少。通过广泛且多区域地收集真菌标本,结合形态学和分子系统发育学手段,未来有望发现更多未知的革质真菌物种,进一步充实对该类群的认知。

表2 黑革菌属与木耳目相似属的形态学特征比较

Table 2 Morphological comparison between *Nigrochaete* and related genera within the order Auriculariales

属名 Genus name	担子果 Basidiomata	子实层体表面 Hymenial surface	菌丝系统 Hyphal system	担孢子 Basidiospore	囊状体 Cystidia	侧丝 Hyphidia	参考文献 Reference
烟色革菌属 <i>Adustochaete</i>	一年生,蜡质	刺状或瘤突状; 浅灰色至浅褐色	一体系	圆柱形至宽圆柱 形,直或弯曲	棍棒状至梭形, 薄壁	有分支	[24]
新拟黑耳菌属 <i>Alloexidiopsis</i>	一年生,革质	光滑或刺状; 浅灰色	一体系	圆柱形至宽圆柱 形,稍稍弯曲	圆柱形至棒状, 薄壁	结节状或有 丰富分支	[12]
多型韧革菌属 <i>Amphistereum</i>	一年生或多年 生,硬革质	光滑;浅白色	二体系	圆柱形至宽圆柱形	狭棍棒状,薄壁	有分支	[23]
晶齿菌属 <i>Crystallodon</i>	一年生,胶状到 壳状	刺状;浅褐色	一体系	圆柱形至宽圆柱形	梭形至圆柱形, 薄壁	有分支	[40]
结节革菌属 <i>Nodulochaete</i>	一年生,革质	光滑至瘤突状; 奶油色至浅粉色	一体系	圆柱形至腊肠形	近棍棒状至近圆 柱形,薄壁	少分支	[21]
黑革菌属 <i>Nigrochaete</i>	一年生,膜质到 革质	光滑;奶油色至 烟灰色	一体系	腊肠形	近棍棒状至近圆 柱形,薄壁	有分支	Present study
异齿菌属 <i>Heteroradulum</i>	一年生或多年 生,革质	光滑至有刺;粉 红色至淡红色	一体系或二体系	圆柱形至宽圆柱形	棍棒状至梭形, 薄壁至厚壁	有分支	[23]
梗晶齿菌属 <i>Metulochaete</i>	一年生,胶状到 蜡质	光滑至有刺; 浅白色	一体系	腊肠形	舌状,厚壁	有分支	[24]
古革菌属 <i>Proterochaete</i>	一年生,干皮质	光滑或有刺;奶 油色至浅灰色	一体系	圆柱形至宽圆柱形	薄壁	少分支	[24]
斑点革菌属 <i>Punctochaete</i>	一年生,膜质	光滑,斑点状; 浅灰色的	一体系	圆柱形	近圆柱形至近棍 棒状,薄壁	有分支	[20]
硬髓革菌属 <i>Sclerotrema</i>	多年生,皮革质	光滑;灰褐色	一体系	腊肠形	梭形,厚壁	有分支	[23]

参考文献:

[1] Tedersoo L, Bahram M, Pölme S, et al. Fungal biogeography. Global diversity and geography of soil fungi [J]. Science, 2014, 346(6213): 1256688.

[2] Cheng Y, Zhou L J, Jiang J H, et al. *Phylloporia* (Hymenochaetales, Basidiomycota), a medicinal wood-inhabiting fungal genus with much potential for commercial development [J]. Food Rev Int, 2023, 39(5): 2776–2789.

[3] Niego A G T, Lambert C, Mortimer P, et al. The contribution of fungi to the global economy [J]. Fungal Divers, 2023, 121(1): 95–137.

[4] Liu S, Chen Y Y, Sun Y F, et al. Systematic classification and phylogenetic relationships of the brown-rot fungi within the Polyporales [J]. Fungal Divers, 2023, 118(1): 1–94.

[5] Dong J H, Li Q, Yuan Q, et al. Species diversity, taxonomy, molecular systematics and divergence time of wood-inhabiting fungi in Yunnan-Guizhou Plateau, Asia [J]. Mycosphere, 2024, 15(1): 1110–1293.

[6] Hibbett D S, Binder M, Bischoff J F, et al. A higher-level phylogenetic classification of the fungi [J]. Mycol Res, 2007, 111(5): 509–547.

[7] Wu F, Yuan Y, Malysheva V F, et al. Species clarification of the most important and cultivated *Auricularia* mushroom “Heimuer”: evidence from morphological and molecular data [J]. Phytotaxa, 2014, 186(5): 241–253.

[8] Wu F, Yuan Y, He S H, et al. Global diversity and taxonomy of the *Auricularia auricula-judae* complex (Auriculariales, Ba-

sidiomycota) [J]. Mycol Prog, 2015, 14(10): 95.

[9] Xu J, Zou Q, Xu Y J, et al. Biological characteristics and nutritional quality of *Auricularia sinodelicata* “Qian No. 1” [J]. Mycosystema, 2023, 42(7): 1517–1529.

[10] Yang Y, Hu S, Fu Y P, et al. Biological characteristics and domestication cultivation of four wild *Auricularia cornea* strains [J]. Mycosystema, 2023, 42(1): 383–394.

[11] Wu F, Zhou L W, Yang Z L, et al. Resource diversity of Chinese macrofungi: edible, medicinal and poisonous species [J]. Fungal Divers, 2019, 98(1): 1–76.

[12] Liu S L, Shen Z Q, Li Q Z, et al. *Alloexidiopsis* gen. nov., A revision of generic delimitation in Auriculariales (Basidiomycota) [J]. Front Microbiol, 2022, 13: 894641.

[13] Chen Y L, Su M S, Zhang L P, et al. *Pseudohydnum brunneiceps* (Auriculariales, Basidiomycota), a new species from Central China [J]. Phytotaxa, 2020, 441: 87–94.

[14] Shen Y, Fan L. Morphological and molecular analyses reveal two new species of *Guepinia* from China [J]. Phytotaxa, 2020, 475: 91–101.

[15] Ye S Y, Zhang Y B, Wu F, et al. Multi-locus phylogeny reveals two new species of *Exidia* (Auriculariales, Basidiomycota) from China [J]. Mycol Prog, 2020, 19(9): 859–868.

[16] Wang S, Thorn R G. *Exidia qinghaiensis*, a new species from China [J]. Mycoscience, 2021, 62(3): 212–216.

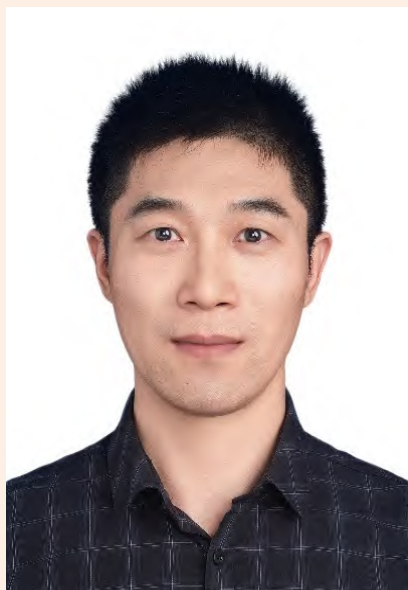
[17] Wu F, Tohtiraj A, Fan L F, et al. Global diversity and updated phylogeny of *Auricularia* (Auriculariales, Basidiomycota) [J]. J Fungi (Basel), 2021, 7(11): 933.

[18] Tohtiraj A, Hou S X, Rivoire B, et al. Two new species of

- Exidia sensu lato* (Auriculariales, Basidiomycota) based on morphology and DNA sequences [J]. *Front Microbiol*, 2022, 13: 1080290.
- [19] Wang X, Bau T. Four new species of jelly fungi from north-eastern China [J]. *J Fungi (Basel)*, 2024, 10(7): 480.
- [20] Dong J H, Li Q, Su J Q, et al. *Punctochaete murina* gen. et sp. nov. (Agaricomycetes, Basidiomycota) from southwestern China [J]. *Eur J Taxon*, 2025, 981: 96–113.
- [21] Dong J H, Xu Y, Jiang Q Q, et al. A new genus and two new species of Auriculariales (Basidiomycota) from southwest China, evidenced by morphological characteristics and phylogenetic analyses [J]. *Mycol Prog*, 2025, 24(1): 4.
- [22] Miettinen O, Spirin V, Niemelä T. Notes on the genus *Aporpium* (Auriculariales, Basidiomycota), with a new species from temperate Europe [J]. *Ann Bot Fenn*, 2012, 49: 359–368.
- [23] Malysheva V, Spirin V. Taxonomy and phylogeny of the Auriculariales (Agaricomycetes, Basidiomycota) with stereoid basidiocarps [J]. *Fungal Biol*, 2017, 121(8): 689–715.
- [24] Alvarenga R L M, Spirin V, Malysheva V, et al. Two new genera and six other novelties in *Heterochaete sensu lato* (Auriculariales, Basidiomycota) [J]. *Botany*, 2019, 97: 439–451.
- [25] Spirin V, Malysheva V, Miettinen O, et al. On *Protomerulius* and *Heterochaetella* (Auriculariales, Basidiomycota) [J]. *Mycol Prog*, 2019, 18(9): 1079–1099.
- [26] Spirin V, Malysheva V, Roberts P, et al. A convolute diversity of the Auriculariales (Agaricomycetes, Basidiomycota) with sphaeropedunculate basidia [J]. *Nord J Bot*, 2019, 37(7): e02394.
- [27] Guan Q X, Liu C M, Zhao T J, et al. *Heteroradulum yunnanensis* sp. nov. (Auriculariales, Basidiomycota) evidenced by morphological characters and phylogenetic analyses in China [J]. *Phytotaxa*, 2020, 437: 51–59.
- [28] Li J J, Zhao C L, Liu C M. The morphological characteristics and phylogenetic analyses revealed an additional taxon in *Heteroradulum* (Auriculariales) [J]. *Diversity*, 2022, 14(1): 40.
- [29] Li Y F, Zhao C L. *Adustochaete yunnanensis* sp. nov. from China [J]. *Mycotaxon*, 2022, 137(2): 261–270.
- [30] Dong J H, Gu Z R, Wang Y Y, et al. A new corticioid fungus, *Alloexidiopsis sinensis* (Auriculariales, Basidiomycota), in China, evidenced by morphological characteristics and phylogenetic analyses [J]. *Phytotaxa*, 2024, 658(3): 227–239.
- [31] Dong J, Zhu Y, Qian C, et al. Taxonomy and phylogeny of Auriculariales (Agaricomycetes, Basidiomycota) with descriptions of four new species from southwestern China [J]. *MycKeys*, 2024, 108: 115–146.
- [32] Wijayawardene N N, Hyde K D, Al-Ani L K T, et al. Outline of Fungi and fungus-like taxa [J]. *Mycosphere*, 2020, 11(1): 1060–1456.
- [33] Wijayawardene N N, Hyde K D, Dai D Q, et al. Outline of fungi and fungus-like taxa - 2021 [J]. *Mycosphere*, 2022, 13(1): 53–453.
- [34] 崔宝凯, 戴玉成. 中国真菌志·第五十八卷, 多孔菌科(续 1) [M]. 北京: 科学出版社, 2021.
- [35] James T Y, Stajich J E, Hittinger C T, et al. Toward a fully resolved fungal tree of life [J]. *Annu Rev Microbiol*, 2020, 74: 291–313.
- [36] Burt E A. The Thelephoraceae of North America. V. *Tremello-dendron*, *Eichleriella*, and *Sebacina* [J]. *Ann Mo Bot Gard*, 1915, 2(4): 731–770.
- [37] Wells K. Studies of some Tremellaceae. IV. *Exidiopsis* [J]. *Mycologia*, 1961, 53: 317–370.
- [38] Raitviir A, Wells K. Two new species of *Exidiopsis* [J]. *Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised*, 1966, 15: 206–209.
- [39] Wells K, Raitviir A. The species of *Eichleriella* (Tremellaceae) of the USSR [J]. *Mycologia*, 1980, 72: 564–577.
- [40] Alvarenga R L M, Gibertoni T B. *Crystallodon* Alvarenga gen. nov., a new genus of the Auriculariales from the Neotropics [J]. *Cryptogamie Mycol*, 2021, 42: 17–24.
- [41] Hu Y, Karunarathna S C, Li H, et al. The impact of drying temperature on basidiospore size [J]. *Diversity*, 2022, 14(4): 239.
- [42] Petersen J H. Farvekort. In: The Danish Mycological Society's Colour-Chart [M]. Germany: Foreningen til Svampekundskabens Fremme, 1996.
- [43] Zhao C, Qu M, Huang R, et al. Multi-gene phylogeny and taxonomy of the wood-rotting fungal genus *Phlebia sensu lato* (Polyporales, Basidiomycota) [J]. *J Fungi (Basel)*, 2023, 9(3): 320.
- [44] Wu F, Zhou L W, Vlasák J, et al. Global diversity and systematics of Hymenochaetaeaceae with poroid hymenophore [J]. *Fungal Divers*, 2022, 113(1): 1–192.
- [45] White T J, Bruns T, Lee S, et al. Amplification and Direct Sequencing of Fungal Ribosomal RNA Genes for Phylogenetics. [M]// Innis M A, Gelfand D H, Sninsky J J, et al. PCR protocols: A Guide to Methods and Applications. San Diego: Academic Press, 1990.
- [46] Vilgalys R, Hester M. Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species [J]. *J Bacteriol*, 1990, 172(8): 4238–4246.
- [47] Rehner S A, Samuels G J. Taxonomy and phylogeny of *Gliocladium* analysed from nuclear large subunit ribosomal DNA sequences [J]. *Mycol Res*, 1994, 98(6): 625–634.
- [48] Sotome K, Maekawa N, Nakagiri A, et al. Taxonomic study of Asian species of poroid Auriculariales [J]. *Mycol Prog*, 2014, 13(4): 984.
- [49] Weiß M, Oberwinkler F. Phylogenetic relationships in Auriculariales and related groups-hypotheses derived from nuclear ribosomal DNA sequences [J]. *Mycol Res*, 2001, 105: 403–415.
- [50] Malysheva V, Spirin V, Miettinen O, et al. Revision of *Pro-*

- tohydnium* (auriculariales, basidiomycota) [J]. Mycol Prog, 2018, 17(7): 805–814.
- [51] Wu F, Zhao Q, Yang Z L, et al. *Exidia yadongensis*, a new edible species from East Asia [J]. Mycosystema, 2020, 39: 1203–1214.
- [52] Spirin V, Malysheva V, Larsson K H. On some forgotten species of *Exidia* and *Myxarium* (Auriculariales, Basidiomycota) [J]. Nord J Bot, 2018, 36(3): e01601.
- [53] Lutzoni F, Kauff F, Cox C J, et al. Assembling the fungal tree of life: progress, classification, and evolution of subcellular traits [J]. Am J Bot, 2004, 91(10): 1446–1480.
- [54] Katoh K, Rozewicki J, Yamada K D. MAFFT online service: multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization [J]. Brief Bioinform, 2019, 20(4): 1160–1166.
- [55] Larsson A. AliView: a fast and lightweight alignment viewer and editor for large datasets [J]. Bioinformatics, 2014, 30(22): 3276–3278.
- [56] Zhou H M, Zhang X C, Li J T, et al. Morphological characteristics and phylogenetic analyses revealed four new wood inhabiting fungi (Agaricomycetes, Basidiomycota) in Xizang Autonomous Region, China [J]. MycoKeys, 2024, 106: 201–224.
- [57] Miller M A, Pfeiffer W, Schwartz T. The CIPRES Science Gateway [C]// Proceedings of the 1st Conference of the Extreme Science and Engineering Discovery Environment. Bridging from the Extreme to the Campus and Beyond Chicago: Association for Computing Machinery, 2012.
- [58] Darriba D, Taboada G L, Doallo R, et al. jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing [J]. Nat Methods, 2012, 9(8): 772.
- [59] Ronquist F, Teslenko M, van der Mark P, et al. MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space [J]. Syst Biol, 2012, 61(3): 539–542.
- [60] Wang X W, May T W, Liu S L, et al. Towards a natural classification of *Hypodontia* sensu lato and the trait evolution of basidiocarps within Hymenochaetales (Basidiomycota) [J]. J Fungi (Basel), 2021, 7(6): 478.
- [61] Hyde Kevin D. The numbers of fungi [J]. Fungal Divers, 2022, 114(1): 1.
- [62] 戴玉成, 杨祝良. 中国药用真菌名录及部分名称的修订 [J]. 菌物学报, 2008, 27: 801–824.
- [63] 戴玉成. 中国多孔菌名录 [J]. 菌物学报, 2009, 28: 315–327.
- [64] 戴玉成. 中国木本植物病原木材腐朽菌研究 [J]. 菌物学报, 2012, 31: 493–509.
- [65] 戴玉成, 杨祝良, 崔宝凯, 等. 中国森林大型真菌重要类群多样性和系统学研究 [J]. 菌物学报, 2021, 40(4): 770–805.
- [66] Ji X, Zhou J L, Song C G, et al. Taxonomy, phylogeny and divergence times of *Polyporus* (Basidiomycota) and related genera [J]. Mycosphere, 2022, 13: 1–52.
- [67] 李雪瑶, 图力古尔. 采自东北地区的红菇属 3 个中国新记录种 [J]. 菌物研究, 2022, 20(2): 1–5.
- [68] Dong J H, Gu J Y, Zhao C L. Diversity of wood-decaying fungi in Wenshan Area, Yunnan Province, China [J]. Mycosystema, 2023, 42: 638–662.
- [69] Liu S, Shen L L, Xu T M, et al. Global diversity, molecular phylogeny and divergence times of the brown-rot fungi within the Polyporales [J]. Mycosphere, 2023, 14: 1564–1664.
- [70] Mao W L, Wu Y D, Liu H G, et al. A contribution to *Porogramme* (Polyporaceae, Agaricomycetes) and related Genera [J]. IMA Fungus, 2023, 14(1): 5.
- [71] Wang C Q, Zhang M, He X L, et al. Species diversity of *Hygrophorus* in China and a phylogenetic study of the genus [J]. Mycosphere, 2023, 14(1): 1742–1834.
- [72] Zhang Q Y, Liu H G, Papp V, et al. New insights into the classification and evolution of *Favolaschia* (Agaricales, Basidiomycota) and its potential distribution, with descriptions of eight new species [J]. Mycosphere, 2023 14(1): 777–814.
- [73] Zhou M, Dai Y C, Vlasák J, et al. Updated systematics of *Trichaptum* s.l. (Hymenochaetales, Basidiomycota) [J]. Mycosphere, 2023, 14(1): 815–917.
- [74] 贺雪莲, 霍文严, 张黎光, 等. 采自中国秦岭的拟蜡伞属 1 新种 [J]. 菌物研究, 2024, 22(2): 135–141.
- [75] 贺雪莲, 霍文严, 张黎光, 等. 采自中国秦岭的马鞍菌属 2 个新种 [J]. 菌物研究, 2024, 22(3): 226–235.
- [76] Wang C G, Dai Y C, Kout J, et al. Multi-gene phylogeny and taxonomy of *Physisporinus* (Polyporales, Basidiomycota) [J]. Mycosphere, 2024, 15(1): 1455–1521.
- [77] Zhao H, Wu Y D, Yang Z R, et al. Polypore funga and species diversity in tropical forest ecosystems of Africa, America and Asia, and a comparison with temperate and boreal regions of the Northern Hemisphere [J]. For Ecosyst, 2024, 11: 100200.

赵长林 教授



赵长林 教授

赵长林，1985 年 10 月生，博士，教授，博士生导师，云南省青年千人入选者。现担任中国林学会青年委员会常务委员、中国森林病理学分会常务理事、中国菌物学会菌物多样性及系统学专业委员会委员、云南省科协青年委员会常务委员，期刊 *New Zealand Journal of Botany* 和 *Mycology* 副主编，《菌物研究》《菌物学报》编委，*Journal of Systematics and Evolution* 青年编委。

赵长林教授于 2014 年 9 月至 2015 年 10 月在美国哈佛大学大学生物进化学专业完成博士联合培养，2016 年 6 月毕业于北京林业大学森林保护学专业，2016 年 8 月以“高层次引进人才计划”引进西南林业大学工作，2021 至 2022 年于清华大学生命科学学院开展为期一年的高级访问学者学习。赵长林教授从事大型真菌资源、分子系统学及进化、食药真菌驯化栽培、天麻连作障碍机制研究。系统解析了大型药用真菌类群 *Nidulariaceae* 的分子系统学拓扑聚类框架及分类单元系统发育关系；基于全球多片段分子数据明确了木腐菌重要类群 *Phlebia* 的多源谱系，构建了该类群较全面的形态分子拟合度高的拓扑分支；深入挖掘药用真菌樟耳 *Vanderbylia cinnamomea* C.L. Zhao 新种质资源，揭示了其与近缘物种系统发育关系，解析了该物种生物学培养特性，构建了野外人工驯化栽培技术体系，实现了该物种林下高效栽培和示范推广；揭示了高原山地重要药食同源植物天麻连作障碍机制，研发了天麻连作障碍复合微生物菌剂。

赵长林教授主持国家自然科学基金项目（青年、面上）2 项、云南省科技厅基础研究重点项目 1 项、云南省高层次人才专项 1 项、西南林业大学高层次引进人才专项 1 项，以第一作者或通讯作者在本领域国际期刊上发表 SCI 期刊收录论文 177 篇，包括中国科学院二区及以上论文 57 篇，以第一完成人授权专利 23 项，主编出版大型真菌学术专著 5 部。