

中国海南热带雨林国家公园食药菌多样性

朱安红^{1,2}, 马海霞^{1,3*}

- 1 中国热带农业科学院热带生物技术研究所 海南省热带微生物资源重点实验室 海口市食药菌种质资源保护与利用重点实验室, 海南 海口 571101
- 2 中国热带农业科学院椰子研究所, 海南 文昌 571339
- 3 中国热带农业科学院广西研究院 崇左市食药菌种质资源保护与利用重点实验室, 广西 崇左 532100

摘要: 本研究在系统开展海南热带雨林国家公园食用菌和药用菌资源调查和物种鉴定的基础上, 结合历年文献整理, 列出了食用、药用真菌名录, 提供了每个物种的中文名称和学名。截至2024年, 海南热带雨林国家公园共发现食药菌529种, 其中包括食用菌366种、药用菌316种。发现的366种食用菌隶属于6纲15目53科122属, 包括子囊菌门2纲2目4科4属7种和担子菌门的4纲13目49科118属359种。其中, 红菇科(62种)和牛肝菌科(55种)种类最丰富, 分别占16.94%和15.03%; 红菇属、蘑菇属、乳菇属、褶孔牛肝菌属、鹅膏菌属、侧耳属、乳牛肝菌属、木耳属、牛肝菌属和鸡油菌属为海南热带雨林国家公园食用菌的代表属。316种药用菌隶属于8纲20目69科146属, 其中包括子囊菌门4纲5目11科13属20种和担子菌门4纲15目58科133属296种。其中, 红菇科(33种)和多孔菌科(26种)种类最丰富, 分别占10.44%和8.23%; 红菇属、灵芝属、蘑菇属、侧耳属、乳菇属、硬皮马勃属、嗜蓝孢孔菌属、鹅膏菌属和栓菌属是海南热带雨林国家公园药用菌代表属。本研究揭示了海南热带雨林国家公园食用、药用真菌的多样性, 为食药菌资源的有效保护和持续利用奠定了良好的基础。

关键词: 食用菌; 药用菌; 生物多样性; 菌根; 国家公园

[引用本文]

朱安红, 马海霞, 2025. 中国海南热带雨林国家公园食药菌多样性. 菌物学报, 44(7): 250091

Zhu AH, Ma HX, 2025. Diversity of edible and medicinal fungi from National Park of Hainan Tropical Rainforest, China. Mycosystema, 44(7): 250091

资助项目: 海南省重点研发计划项目(ZDYF2023RDYL01); 海南国家公园研究院资助项目(KY-24ZK02); 国家自然科学基金(32470016)

This work was supported by the Key Research and Development Program of Hainan Province, China (ZDYF2023RDYL01), the Project of Hainan Institute of National Park (KY-24ZK02), and the National Natural Science Foundation of China (32470016).

*Corresponding author. E-mail: mahaixia@itbb.org.cn

Received: 2025-03-31; Accepted: 2025-05-20

Diversity of edible and medicinal fungi from National Park of Hainan Tropical Rainforest, China

ZHU Anhong^{1,2}, MA Haixia^{1,3*}

1 Haikou Key Laboratory for Conservation and Utilization of Edible and Medicinal Fungal Germplasm Resources, Hainan Key Laboratory of Tropical Microbe Resources, Institute of Tropical Bioscience and Biotechnology, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou 571101, Hainan, China

2 Coconut Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Wenchang 571339, Hainan, China

3 Chongzuo Key Laboratory for Conservation and Utilization of Edible and Medicinal Fungal Germplasm Resources, Guangxi Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Chongzuo 532100, Guangxi, China

Abstract: The checklist of edible and medicinal fungi from National Park of Hainan Tropical Rainforest was compiled based on systematic investigation, species identification, and review of literature and databases. The scientific name and Chinese name of all hitherto known species were provided. A total of 529 species has been found in National Park of Hainan Tropical Rainforest, of which 366 species are edible, and 316 medicinal. The 366 edible species refer to 122 genera and 53 families, of which 7 species belong to ascomycetes and 359 basidiomycetes. The highest species richness was found in Russulaceae (62 species) and Boletaceae (55 species), accounting for about 16.94% and 15.03% of the total species, respectively. The genera with more than 10 species include *Russula*, *Agaricus*, *Lactarius*, *Phylloporus*, *Amanita*, *Pleurotus*, *Suillus*, and *Auricularia*. The 316 medicinal species refer to 146 genera and 69 families, of which 20 species belong to ascomycetes and 296 basidiomycetes. The highest species richness was found in Russulaceae (33 species) and Polyporaceae (26 species), accounting for about 10.44% and 8.23% of the total species, respectively. The genera with more than 8 species include *Russula*, *Ganoderma*, *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lactarius*, and *Scleroderma*. The present study provides scientific basis for the protection, development and utilization of edible and medicinal macrofungal resources in this tropical area.

Keywords: edible fungi; medicinal fungi; biodiversity; mycorrhizae; National Park

大型真菌是一类肉眼可见、随手可摘的大型蘑菇类真菌(李玉等 2015), 其分布广泛, 除了具有不可替代的生态价值外(严东辉和姚一建 2003; Genre *et al.* 2020; 魏玉莲 2021), 还具有重要的经济价值(李玉等 2015; Wu *et al.* 2019; Yuan *et al.* 2023)。很多种类可食用, 或可药用, 或可食药兼用, 另外还有一些对人体产生毒害作用(戴玉成和杨祝良 2008; 图力古尔等 2025)。

中国是认识和利用食用菌最早的国家, 也是世界上最大的食用菌生产国和消费国(张金霞等 2015; 鲍大鹏 2020), 产量占世界总产量的 90%

以上(<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>)。食用菌以其味道鲜美、营养丰富以及对人类健康的促进作用而备受消费者关注(李玉 2021; 徐敏等 2025)。20 世纪 80 年代以来, 中国食用菌产量成倍增长, 种类更加丰富。据中国食用菌协会统计结果, 2023 年全国食用菌总产量达 4 334.17 万 t (中国食用菌协会 2025), 实现商业化栽培的种类有 60 余种, 不仅满足了国人对食用菌及相关产品的需求, 也为世界食用菌产业发展作出巨大贡献(戴玉成 2022a; 谭琦 2024)。而灵芝、冬虫夏草等大多数药用菌富含多种生物活性物质

(Bishop *et al.* 2015; 袁甜等 2020), 具有抗氧化(陈佳等 2020)、抗肿瘤(Kao *et al.* 2013; Cai *et al.* 2018)、降血糖(Balon *et al.* 2002; Guo *et al.* 2018)、降血脂(dos Santos *et al.* 2012; Lv *et al.* 2019)、抗衰老(Cuong *et al.* 2019)、抗炎(Li LF *et al.* 2021)、增强免疫力(Liu *et al.* 2020)等功效, 已成为现代医药、保健、食品等产业重要的功能性物质来源。近年来, 药用菌的开发受到前所未有的重视。以灵芝为例, 国家药品监督管理局网站 (<https://www.nmpa.gov.cn/datasearch/home-index.html>)可查询到国产灵芝药品 172 种、含灵芝成分的化妆品 111 种(国产 33 种、进口 78 种), 特殊食品安全监督管理局网站 (<http://www.samr.gov.cn/tssps>)可查询到灵芝保健品 1 224 种(国产 1 212 种、进口 12 种), 开发潜力巨大。还有一些大型真菌, 如致命鹅膏、肉褐鳞环柄菇、大青褶伞等具有不同毒性(图力古尔等 2014a, 2024; 陈作红等 2016), 会造成不同的中毒症状(陈作红等 2016)。

海南省地处中国南部, 属热带季风海洋性气候, 具山地、丘陵、台地、平原等地形地貌(海南省志网 <https://www.hnszw.org.cn/>), 有热带雨林、季雨林、高山云雾林、热带针叶林、红树林、竹林等自然植被类型(杨小波等 2021)。海南热带雨林是我国分布最集中、类型最多样、保存最完好、连片面积最大的大陆性岛屿型热带雨林(海南热带雨林国家公园网 <https://www.hntrnp.com/news/list-276.html>), 复杂的地貌及繁多的植被孕育了极其丰富的食药菌资源(Ma *et al.* 2022; 王科和蔡磊 2023; 赵恒等 2025)。邓叔群(1963)在《中国的真菌》中记录了发现自海南的菌物有 600 余种。赵继鼎等(1979)发现并报道了海南热带雨林国家公园各片区 6 个灵芝新种, 即大圆灵芝 *Ganoderma rotundatum* J.D. Zhao, L.W. Hsu & X.Q. Zhang、黑灵芝 *G. atrum* J.D. Zhao, L.W. Hsu & X.Q. Zhang、海南灵芝 *G. hainanense* J.D. Zhao, L.W. Hsu & X.Q. Zhang、喜热灵芝 *G. calidophilum* J.D. Zhao, L.W. Hsu & X.Q. Zhang、紫芝 *G. sinense* J.D. Zhao, L.W. Hsu & X.Q. Zhang 和黄边灵芝 *G. luteomarginatum* J.D. Zhao,

L.W. Hsu & X.Q. Zhang。此后, 赵继鼎、张小青、吴兴亮、戴玉成等学者相继对海南热带雨林灵芝进行调查研究, 发现海南灵芝科真菌有 78 种, 占全国(103 种)总数的 3/4 以上(赵继鼎和张小青 1992; 吴兴亮 1996, 1997; 吴兴亮等 1998, 1999, 2004a, 2004b, 2004c, 2005; 钟金霞等 1998; 张小青 1998; 吴兴亮和戴玉成 2005)。1987–2002 年, 毕志树、章卫民、李泰辉、宋斌等调查发现海南热带雨林国家公园大型真菌 6 目 19 科 60 属 305 种, 其中包括食用菌 115 种、药用菌 39 种(李泰辉等 1994a, 1994b, 1998; 章卫民等 1994a, 1994b; 宋斌等 2002), 出版了海南首部关于大型真菌的专著——《海南伞菌初志》(毕志树等 1997)。戴玉成和崔宝凯(2010)描述海南木生担子菌 240 种, 其中包括 52 种药用真菌。邓春英等(2013, 2014, 2015)报道海南省药用菌共计 209 种。海南热带雨林国家公园过去报道的大型木材腐朽菌 730 余种(Wu *et al.* 2020, 2022a, 2022b; 戴玉成等 2021; Ma *et al.* 2022; Mao *et al.* 2023; Wang *et al.* 2023, 2024; Zhang QY *et al.* 2023; Zhou *et al.* 2023; Liu *et al.* 2025), 其中包括食用菌 22 种、药用菌 71 种。除此之外, 很多学者针对个别片区进行调查。在尖峰岭片区, 弓明钦(1988)于 1981–1983 年调查发现食用菌 13 科 32 属 55 种, 药用菌 15 科 23 属 32 种, 后继又发现食用牛肝菌 15 种、药用牛肝菌 7 种(弓明钦 1996); 孙英华等(1991)于 1987–1990 年调查发现食、药、毒菌 21 科 64 属 170 种; 马海霞团队于 2019–2021 年调查发现大型真菌 291 种, 其中包括食用菌 46 种、药用菌 74 种(潘小艳 2022)。此外, 李泰辉等(2002, 2003a, 2003b)在海南吊罗山发现报道食用菌 59 种、药用菌 59 种。宋斌等(2003)在黎母山报道食用菌 14 种、药用菌 11 种。曾念开和蒋帅(2020)、蒋帅等(2024)报道鹦哥岭大型真菌 232 种, 其中包括食用菌 62 种, 药用菌 52 种。此外, 还有一些针对个别类群的报道, 如木耳类群(李丽嘉 1987; 韩向红 1999)、牛肝菌(苟志辉等 2014; Xue *et al.* 2019; Xu *et al.* 2021; Deng *et al.* 2023)、粉褶菌(章卫民等 1994a, 1994b; Deng *et al.* 2015)、鸡油菌(An

et al. 2017)、鹅膏(*Huang et al.* 2023)等。总体而言,海南热带雨林国家公园的大型真菌多样性十分丰富,但针对系统的食用菌、药用菌的研究相对匮乏,亟需全面开展。

本研究针对海南热带雨林国家公园的地理环境,通过系统开展野外大型真菌调查和采集,结合形态学和分子生物学方法对标本进行鉴定,并查阅整理历年已发表的大型真菌、食用菌、药用菌的文献,汇总了海南热带雨林国家公园食、药用菌名录,提供每个物种的学名、中文名称,旨在为海南食用、药用真菌多样性的有效保护与合理利用提供科学依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 调查和标本采集

2012–2024 年,采用踏查法对海南尖峰岭、吊罗山、霸王岭、五指山、鹦哥岭、黎母山、毛瑞等各自然保护区及周边各县市林场进行大型真菌资源调查,共采集到标本 4 651 份。标本保存于中国热带农业科学院热带生物技术研究所菌物标本馆。

1.2 标本鉴定

1.2.1 形态学鉴定

结合子实体宏观形态特征和生态习性,大致确定其所属类群,借助显微镜观察其显微特征,参考相关分类学文献进行形态学鉴定(庄文颖等 2004, 2018; 刘波等 2005; 杨祝良 2005, 2019; 戴玉成和崔宝凯 2010; 李玉等 2014, 2015; 图力古尔等 2014b, 2021; 范黎 2019; 杨祝良等 2019, 2022; 邓旺秋等 2020; 曾念开和蒋帅 2020; 戴玉成 2022b; 张明等 2023), 确定初步结果。

1.2.2 分子生物学鉴定

使用 CTAB 基因组提取试剂盒(艾德莱)提取标本 DNA, PCR 扩增 ITS、LSU 和 RPB2 片段,扩增产物送生工生物工程(上海)股份有限公司测序。获得的序列在 GenBank 数据库进行比对。结合形态特征和分子序列进行物种鉴定。

1.3 海南食药菌名录编写

根据海南省大型真菌相关记录文献,结合团

队馆藏标本鉴定结果,食用、药用评价结果依据戴玉成等(2010)、Hall *et al.* (2016)、Wu *et al.* (2019)、Li HL *et al.* (2021)、魏杰等(2021)的报道以及海南省新发现的食药菌新物种和新分布种类(An *et al.* 2017; Zhang *et al.* 2022; Qin *et al.* 2024), 最终确定海南省食药菌名录, 列出拉丁学名和中文名称。拉丁学名参考 Index Fungum (<http://www.indexfungorum.org/>)。中文名称主要参考《真菌名词及名称》(中国科学院微生物研究所 1976)和各相关类群的《中国真菌志》中的命名,对以前无中文名称的种类根据其词源新拟了名称。

2 结果与分析

2.1 海南热带雨林国家公园食药菌名录

本名录共收录海南热带雨林国家公园食用、药用真菌 529 种, 其中, 食用菌 366 种(标注 E), 隶属于 6 纲 15 目 53 科 122 属, 有特定食用条件或需一定制备工艺的种类 6 种(标注 E2); 药用菌 316 种(标注 M), 隶属于 8 纲 20 目 69 科 146 属。

1. *Abortiporus biennis* (Bull.) Singer 二年残孔菌; M
2. *Agaricus arvensis* Schaeff. 野蘑菇; E/M
3. *Agaricus augustus* Fr. 大紫蘑菇; E
4. *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach 双孢蘑菇; E/M
5. *Agaricus bitorquis* (Quél.) Sacc. 大肥蘑菇; E/M
6. *Agaricus bresadolanus* Bohus 假根蘑菇; E/M
7. *Agaricus campestris* L. 蘑菇; E/M
8. *Agaricus comtulus* Fr. 小白蘑菇; E
9. *Agaricus crocopeplus* Berk. & Broome 褐鳞蘑菇; E/M
10. *Agaricus dulcidulus* Schulzer 甜蘑菇; E/M
11. *Agaricus micromegethus* Peck 小蘑菇; E/M
12. *Agaricus placomyces* Peck 双环林地蘑菇; E/M
13. *Agaricus pratensis* Scop. 草地蘑菇; E
14. *Agaricus semotus* Fr. 小红褐蘑菇; E

15. *Agaricus subrutilescens* (Kauffman) Hotson & D.E. Stuntz 紫红蘑菇; E/M
16. *Agaricus sylvaticus* Schaeff. 林地蘑菇; E/M
17. *Agaricus sylvicola* (Vittad.) Peck 白林地菇; E
18. *Agrocybe farinacea* Hongo 无环田头菇; E
19. *Agrocybe pediades* (Fr.) Fayod 平田头菇; E/M
20. *Aleuria aurantia* (Pers.) Fuckel 橙黄网孢盘菌; E/M
21. *Amanita caojizong* Zhu L. Yang, Y.Y. Cui & Q. Cai 草鸡枞鹅膏; E
22. *Amanita chepangiana* Tulloss & Bhandary 白条盖鹅膏; E
23. *Amanita excelsa* (Fr.) Bertill. 块鳞青鹅膏; E2
24. *Amanita farinosa* Schwein. 小托柄鹅膏; M
25. *Amanita fritillaria* (Sacc.) Sacc. 格纹鹅膏; E
26. *Amanita fuscoflava* Zhu L. Yang, Y.Y. Cui & Q. Cai 褐顶黄缘鹅膏; E
27. *Amanita griseofolia* Zhu L. Yang 灰褶鹅膏; M
28. *Amanita hemibapha* (Berk. & Broome) Sacc. 浅橙黄鹅膏; E/M
29. *Amanita imazekii* T. Oda, C. Tanaka & Tsuda 短棱鹅膏; E
30. *Amanita muscaria* (L.) Lam. 毒蝇鹅膏; M
31. *Amanita pallidorosea* P. Zhang & Zhu L. Yang 淡红鹅膏; M
32. *Amanita princeps* Corner & Bas 高大鹅膏; E
33. *Amanita pseudoporphyrina* Hongo 假褐云斑鹅膏; E
34. *Amanita rubromarginata* Har. Takah 赤褐鹅膏; E
35. *Amanita sinensis* Zhu L. Yang 中华鹅膏; E
36. *Amanita vaginata* (Bull.) Lam. 灰鹅膏; E/M
37. *Amanita virosa* Secr. 鳞柄白鹅膏; M
38. *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. 蜜环菌; E/M
39. *Artomyces pyxidatus* (Pers.) Jülich 囊盖密瑚菌; E
40. *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan 硬皮地星; M
41. *Auricularia asiatica* Bandara & K.D. Hyde 南亚毡木耳; E
42. *Auricularia cornea* Ehrenb. 毛木耳; E/M
43. *Auricularia eburnea* L.J. Li & B. Liu 象牙白木耳; E
44. *Auricularia fibrillifera* Kobayasi 脆木耳; E
45. *Auricularia hainanensis* L.J. Li 海南木耳; E
46. *Auricularia heimuer* F. Wu, B.K. Cui & Y.C. Dai 黑木耳; E/M
47. *Auricularia sinodelicata* Y.C. Dai & F. Wu 中华皱木耳; E/M
48. *Auricularia villosula* Malysheva 短毛木耳; E
49. *Auricularia xishaensis* L.J. Li 西沙木耳; E
50. *Austroboletus gracilis* (Peck) Wolfe 细南牛肝菌; E
51. *Baorangia pseudocalopus* (Hongo) G. Wu & Zhu L. Yang 薄瓢牛肝菌; E
52. *Bjerkandera adusta* (Willd.) P. Karst. 黑管菌; M
53. *Bjerkandera fumosa* (Pers.) P. Karst. 亚黑管孔菌; M
54. *Boletellus emodensis* (Berk.) Singer 木生条孢牛肝菌; E
55. *Boletus auripes* Peck 黄肉牛肝菌; E/M
56. *Boletus edulis* Bull. 美味牛肝菌; E
57. *Boletus fagacicola* B. Feng 壳斗牛肝菌; E
58. *Boletus griseiceps* B. Feng 灰盖牛肝菌; E
59. *Boletus orientalis* N.K. Zeng & Zhu L. Yang 东方白牛肝菌; E
60. *Boletus reticulocephus* (M. Zang, M.S. Yuan & M.Q. Gong) Q.B. Wang & Y.J. Yao 网盖牛肝菌; E
61. *Boletus sensibilis* Peck 敏感牛肝菌; E
62. *Boletus subvelutipes* Peck 褐绒柄牛肝菌; E
63. *Boletus violaceofuscus* W.F. Chiu 紫褐牛肝菌; E/M
64. *Bovista pusilla* (Batsch) Pers. 小灰球菌; E/M
65. *Bovistella sinensis* Lloyd 中华静灰球菌; M
66. *Buchwaldoboletus xylophilus* (Petch) Both & B. Ortiz 中华腐生牛肝菌; E
67. *Caloboletus calopus* (Pers.) Vizzini 丽柄牛肝菌; E2

68. *Caloboletus guanyui* N.K. Zeng, H. Chai & S. Jiang 关羽美柄牛肝菌; E
69. *Caloboletus taienus* (W.F. Chiu) Ming Zhang & T.H. Li 灰柄美牛肝菌; E
70. *Calocera viscosa* (Pers.) Bory 鹿胶角菌; M
71. *Calocybe ionides* (Bull.) Kühner 紫皮丽蘑; E
72. *Calvatia boninensis* S. Ito & S. Imai 栗粒皮秃马勃; E
73. *Calvatia candida* (Rostk.) Hollós 白秃马勃; E/M
74. *Calvatia craniiformis* (Schwein.) Fr. 头状秃马勃; E/M
75. *Calvatia lilacina* (Mont. & Berk.) Henn. 紫色秃马勃; E/M
76. *Cantharellus albopileatus* N.K. Zeng, Y.Z. Zhang & W.F. Lin 白盖鸡油菌; E
77. *Cantharellus bellus* N.K. Zeng, Y.Z. Zhang & Zhi Q. Liang 美丽鸡油菌; E
78. *Cantharellus chuiweifanii* N.K. Zeng, Y.Z. Zhang, & Zhi Q. Liang 裘维蕃鸡油菌; E
79. *Cantharellus cibarius* Fr. 鸡油菌; E/M
80. *Cantharellus hainanensis* N.K. Zeng, Zhi Q. Liang & S. Jiang 海南鸡油菌; E
81. *Cantharellus hygrophoroides* S.C. Shao, Buyck & F.Q. Yu 类蜡伞鸡油菌; E
82. *Cantharellus macrocarpus* N.K. Zeng, Y.Z. Zhang & Zhi Q. Liang 大果鸡油菌; E
83. *Cantharellus minor* Peck 小鸡油菌; E/M
84. *Cantharellus vaginatus* S.C. Shao, X.F. Tian & P.G. Liu 鞘状鸡油菌; E
85. *Cerrena unicolor* (Bull.) Murrill 单色下皮黑孔菌; M
86. *Cerrena zonata* (Berk.) H.S. Yuan 环带下皮黑孔菌; M
87. *Chlorophyllum rhacodes* (Vittad.) Vellinga 粗鳞青褶伞; E2
88. *Clavaria fragilis* Holmsk. 脆珊瑚菌; E
89. *Clavaria zollingeri* Lév 堇紫珊瑚菌; E/M
90. *Clavariadelphus sachalinensis* (S. Imai) Corner 长棒瑚菌; E
91. *Clavulina cinerea* (Bull.) J. Schröt. 灰锁瑚菌; E
92. *Clavulina coralloides* (L.) J. Schröt. 珊瑚状锁瑚菌; E
93. *Clavulinopsis amoena* (Zoll. & Moritzi) Corner 怡人拟锁瑚菌; E
94. *Clavulinopsis aurantiocinnabarina* (Schwein.) Corner 金赤拟锁瑚菌; E
95. *Clavulinopsis sulcata* Overeem 环沟拟锁瑚菌; E
96. *Coprinellus disseminatus* (Pers.) J.E. Lange 白小鬼伞; M
97. *Coprinellus micaceus* (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson 晶粒小鬼伞; M
98. *Coprinellus radians* (Desm.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson 辅毛小鬼伞; M
99. *Coprinopsis atramentaria* (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo 墨汁拟鬼伞; E
100. *Coprinopsis cinerea* (Schaeff.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo 灰盖拟鬼伞; M
101. *Coprinopsis lagopus* (Fr.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo 白绒拟鬼伞; M
102. *Coprinus comatus* (O.F. Müll.) Pers. 毛头鬼伞; E/M
103. *Coprinus sterquilinus* (Fr.) Fr. 粪鬼伞; M
104. *Cordyceps bassiana* Z.Z. Li, C.R. Li, B. Huang & M.Z. Fan 球孢虫草; M
105. *Cordyceps hawkesii* G.R. Gray 霍克斯虫草; E/M
106. *Cordyceps militaris* (L.) Fr. 蛹虫草; E/M
107. *Cortinarius callochrous* (Pers.) Gray 托柄丝膜菌; E
108. *Cortinarius caperatus* (Pers.) Fr. 皱皮丝膜菌; E/M
109. *Cortinarius pholideus* (Lilj.) Fr. 鳞丝膜菌; E/M
110. *Craterellus aureus* Berk. & M.A. Curtis 金黄喇叭菌; E/M
111. *Craterellus cornucopioides* (L.) Pers. 喇叭菌; E/M
112. *Craterellus lutescens* (Fr.) Fr. 变黄喇叭菌; E
113. *Craterellus odoratus* (Schwein.) Fr. 芳香喇叭菌; E
114. *Craterellus tubaeformis* (Fr.) Quél. 管形喇叭菌; E

- 叭菌; E
115. *Crocinoboletus rufoaureus* (Masse) N.K. Zeng, Zhu L. Yang & G. Wu 金红橙牛肝菌; E
116. *Cyanoboletus pulverulentus* (Opat.) Gelardi, Vizzini & Simonini 细粉牛肝菌; E
117. *Cyathus striatus* Willd. 隆纹黑蛋巢菌; M
118. *Dacrymyces palmatus* Bres. 掌状花耳; M
119. *Dacryopinax spathularia* (Schwein.) G.W. Martin 匙盖假花耳; E/M
120. *Daedalea dickinsii* Yasuda 白肉迷孔菌; M
121. *Daedaleopsis tricolor* (Bull.) Bondartsev & Singer 白肉迷孔菌; M
122. *Daldinia concentrica* (Bolton) Ces. & de Not. 黑轮层炭壳; M
123. *Desarmillaria tabescens* (Scop.) R.A. Koch & Aime 假蜜环菌; E/M
124. *Earliella scabrosa* (Pers.) Gilb. & Ryvarden 红贝菌; M
125. *Entoloma abortivum* (Berk. & M.A. Curtis) Donk 斜盖粉褶菌; E/M
126. *Entoloma murrayi* (Berk. & M.A. Curtis) Sacc. & P. Syd. 穆雷粉褶菌; M
127. *Entoloma salmoneum* (Peck) Sacc. 赭红粉褶菌; M
128. *Entoloma sarcopum* Nagas. & Hongo 粗柄粉褶菌; E
129. *Exidia glandulosa* (Bull.) Fr. 黑耳; E
130. *Favolaschia tonkinensis* (Pat.) Kuntze 东京胶孔菌; M
131. *Fistulina subhepatica* B.K. Cui & J. Song 亚牛排菌; E/M
132. *Flammulina filiformis* (Z.W. Ge, X.B. Liu & Zhu L. Yang) P.M. Wang, Y.C. Dai, E. Horak & Zhu L. Yang 金针菇; M
133. *Flavodon flavus* (Klotzsch) Ryvarden 浅黄囊孔菌; M
134. *Floccularia luteovirens* (Alb. & Schwein.) Pouzar 黄绿卷毛菇; E
135. *Fomes fomentarius* (L.) Fr. 木蹄层孔菌; M
136. *Fomitiporia bannaensis* Y.C. Dai 西双版纳嗜蓝孢孔菌; M
137. *Fomitiporia hainaniana* B.K. Cui & Hong Chen 海南嗜蓝孢孔菌; M
138. *Fomitiporia pseudopunctata* (A. David, Dequatre & Fiasson) Fiasson 假斑嗜蓝孢孔菌; M
139. *Fomitiporia punctata* (P. Karst.) Murrill 斑点嗜蓝孢孔菌; M
140. *Fomitiporia robusta* (P. Karst.) Fiasson & Niemelä 稀针嗜蓝孢孔菌; M
141. *Fomitiporia tenuitubus* L.W. Zhou 薄管嗜蓝孢孔菌; M
142. *Fomitiporia texana* (Murrill) Nuss 德州嗜蓝孢孔菌; M
143. *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. 红缘拟层孔菌; M
144. *Fulvifomes fastuosus* (Lév.) Bondartseva & S. Herrera 高贵黄层孔菌; M
145. *Fulvifomes mcgregorii* (Bres.) Y.C. Dai 麦氏黄层孔菌; M
146. *Fuscoporia gilva* (Schwein.) T. Wagner & M. Fisch. 淡黄褐卧孔菌; M
147. *Fuscoporia rhabarbarina* (Berk.) Groposo, Log.-Leite & Góes-Neto 黑壳褐卧孔菌; M
148. *Fuscoporia torulosa* (Pers.) T. Wagner & M. Fisch. 宽棱褐卧孔菌; M
149. *Ganoderma australe* (Fr.) Pat. 南方灵芝; M
150. *Ganoderma boninense* Pat. 狭长孢灵芝; M
151. *Ganoderma calidophilum* J.D. Zhao, L.W. Hsu & X.Q. Zhang 喜热灵芝; M
152. *Ganoderma castaneum* B.K. Cui, J.H. Xing & Y.F. Sun 栗色灵芝; M
153. *Ganoderma casuarinicola* J.H. Xing, B.K. Cui & Y.C. Dai 木麻黄灵芝; M
154. *Ganoderma ellipsoideum* Hapuar., T.C. Wen & K.D. Hyde 椭圆孢灵芝; M
155. *Ganoderma flexipes* Pat. 弯柄灵芝; M
156. *Ganoderma hoehnelianum* Bres. 球孢灵芝; M
157. *Ganoderma lingzhi* Sheng H. Wu, Y. Cao & Y.C. Dai 灵芝; M
158. *Ganoderma multipileum* Ding Hou 重盖灵芝; M
159. *Ganoderma orbiforme* (Fr.) Ryvarden 无柄紫灵芝; M

160. *Ganoderma philippii* (Bres. & Henn. ex Sacc.) Bres. 橡胶灵芝; M
161. *Ganoderma sinense* J.D. Zhao, L.W. Hsu & X.Q. Zhang 紫芝; M
162. *Ganoderma subflexipes* B.K. Cui, J.H. Xing & Y.F. Su 拟弯柄灵芝; M
163. *Ganoderma tropicum* (Jungh.) Bres. 热带灵芝; M
164. *Ganoderma weberianum* (Bres. & Henn. ex Sacc.) Steyaert 韦伯灵芝; M
165. *Ganoderma williamsianum* Murrill 威廉灵芝; M
166. *Geastrum fimbriatum* Fr. 毛嘴地星; M
167. *Geastrum saccatum* Fr. 袋形地星; M
168. *Geastrum triplex* Jungh. 尖顶地星; M
169. *Geastrum velutinum* Morgan 绒皮地星; M
170. *Gerronema albidum* (Fr.) Singer 白老伞; E
171. *Gibberella fujikuroi* (Sawada) S. Ito 藤仓赤霉; M
172. *Gliophorus psittacinus* (Schaeff.) Herink 青绿湿伞; E
173. *Gloeophyllum sepiarium* (Wulfen) P. Karst. 褐褶菌; M
174. *Gloeophyllum trabeum* (Pers.) Murrill 密褐褶菌; M
175. *Gomphidius maculatus* (Scop.) Fr. 斑点铆钉菇; E
176. *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray 灰树花; E/M
177. *Guepinia helvelloides* (DC.) Fr. 焰耳; E
178. *Gymnopilus aeruginosus* (Peck) Singer 绿褐裸伞; M
179. *Gymnopilus liquiritiae* (Pers.) P. Karst. 条缘裸伞; M
180. *Gymnopilus spectabilis* (Weinm.) A.H. Sm. 橘黄裸伞; M
181. *Gymnopus confluens* (Pers.) Antonín, Halling & Noordel. 绒柄裸伞; E/M
182. *Gymnopus dryophilus* (Bull.) Murrill 栎裸脚伞; E
183. *Gymnopus peronatus* (Bolton) Gray 盾状裸脚伞; E
184. *Gyroporus castaneus* (Bull.) Quél. 褐圆孢牛肝菌; E/M
185. *Gyroporus cyanescens* (Bull.) Quél. 蓝圆孢牛肝菌; E
186. *Gyroporus longicystidiatus* Nagas. & Hongo 长囊体圆孢牛肝菌; E
187. *Gyroporus purpurinus* Snell ex Singer 紫红圆孢牛肝菌; E
188. *Hebeloma parvisporum* O.S. Pedersen, Læssøe, Beker & U. Eberh. 小孢黏滑菇; E
189. *Helvella crispa* Bull. 皱马鞍菌; E
190. *Helvella elastica* Bull. 弹性马鞍菌; E
191. *Helvella lacunosa* Afzel. 多洼马鞍菌; E/M
192. *Hexagonia apiaria* (Pers.) Fr. 毛蜂窝孔菌; M
193. *Hexagonia tenuis* (Hook) Fr. 薄边蜂窝菌; M
194. *Hohenbuehelia grisea* (Peck) Singer 灰色亚侧耳; M
195. *Hohenbuehelia petaloides* (Bull.) Schulzer 花瓣状亚侧耳; E/M
196. *Hortiboletus rubellus* (Krombh.) Simonini, Vizzini & Gelardi 血红牛肝菌; E/M
197. *Hourangia cheoi* (W.F. Chiu) Xue T. Zhu & Zhu L. Yang 厚瓢牛肝菌; E
198. *Hourangia nigropunctata* (W.F. Chiu) Xue T. Zhu & Zhu L. Yang 芝麻厚瓢牛肝菌; E
199. *Hydnum cremeoalbum* Liimat. & Niskanen 乳白齿菌; E
200. *Hydnum minus* Yanaga & N. Maek. 小果齿菌; E
201. *Hydnum orientalbidum* R. Sugaw. & N. Endo 东方白齿菌; E
202. *Hydnum repandum* L. 卷缘齿菌; E/M
203. *Hydnum treui* Tedersoo, Liimat. & Niskanen 特鲁齿菌; E
204. *Hygrocybe cantharellus* (Schwein.) Murrill 鸡油湿伞; E/M
205. *Hygrocybe conica* (Schaeff.) P. Kumm. 变黑湿伞; M
206. *Hygrocybe miniata* (Fr.) P. Kumm. 小红湿伞; E
207. *Hygrocybe punicea* (Fr.) P. Kumm. 红湿伞; E
208. *Hygrophorus agathosmus* (Fr.) Fr. 美味蜡

- 伞; E
209. *Hygrophorus eburneus* (Bull.) Fr. 象牙白蜡伞; E
210. *Hygrophorus fagi* G. Becker 粉肉色蜡伞; E
211. *Hygrophorus russula* (Schaeff. ex Fr.) Bataille 淡红蜡伞; E
212. *Hymenochaete porioides* T. Wagner & M. Fisch. 丝光薄锈革菌; M
213. *Hypholoma fasciculare* (Huds.) P. Kumm. 丛生垂暮菇; M
214. *Hypomyces chlorinigenus* Rogerson & Samuels 绿黄菌寄生; M
215. *Hypoxylon fragiforme* (Pers.) J. Kickx f. 红垫炭团菌; M
216. *Infundibulicybe gibba* (Pers.) Harmaja 深凹漏斗伞; E2
217. *Inocybe rimosa* (Bull.) Kalchbr. 裂丝盖伞; M
218. *Inonotus cuticularis* (Bull.) P. Karst. 薄皮纤孔菌; M
219. *Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst. 粗硬毛纤孔菌; M
220. *Inonotus obliquus* (Fr.) Pilát 桦褐孔菌; M
221. *Irpex hydnoides* Y.W. Lim & H.S. Jung 齿状囊耙齿菌; M
222. *Irpex lacteus* (Fr.) Fr. 白囊耙齿菌; M
223. *Laccaria alba* Zhu L. Yang & Lan Wang 白蜡蘑; E
224. *Laccaria fulvogrisea* Popa, Rexer & G. Kost 黄灰蜡蘑; E
225. *Laccaria laccata* (Scop.) Cooke 漆亮蜡蘑; E/M
226. *Laccaria moshuijun* Popa & Zhu L. Yang 墨水蜡蘑; E
227. *Laccaria vinaceoavellanea* Hongo 灰酒红蜡蘑; E
228. *Laccaria yunnanensis* Popa, Rexer, Donges 云南蜡蘑; E
229. *Lactarius aurantiacus* (Pers.) Gray 桔色乳菇; E
230. *Lactarius blennius* (Fr.) Fr. 粘乳菇; E
231. *Lactarius camphoratus* (Bull.) Fr. 浓香乳菇; E
232. *Lactarius circellatus* Fr. 环纹乳菇; E
233. *Lactarius corrugis* Peck 皱皮乳菇; E
234. *Lactarius deliciosus* (L.) Gray 松乳菇; E/M
235. *Lactarius friabilis* H.T. Le & D. Stubbe 脆香乳菇; E
236. *Lactarius fuliginosus* (Fr.) Fr. 暗褐乳菇; E
237. *Lactarius hatsudake* Nobuj. Tanaka 红汁乳菇; E/M
238. *Lactarius hygrophoroides* Berk. & M.A. Curtis 湿乳菇; E/M
239. *Lactarius indigo* (Schwein.) Fr. 靛蓝乳菇; E/M
240. *Lactarius lignyotus* Fr. 黑褐乳菇; M
241. *Lactarius pallido-ochraceus* X.H. Wang 苍白赭乳菇; E/M
242. *Lactarius pubescens* Fr. 绒边乳菇; E/M
243. *Lactarius uvidus* (Fr.) Fr. 变紫乳菇; E
244. *Lactarius vividus* X.H. Wang, Nuytinck & Verbeken 鲜艳乳菇; E
245. *Lactarius zonarius* (Bull.) Fr. 轮纹乳菇; M
246. *Lactifluus luteolus* (Peck) Verbeken 黄多汁乳菇; E
247. *Lactifluus piperatus* (L.) Roussel 辣味多汁乳菇; E/M
248. *Lactifluus subvellereus* (Peck) Nuytinck 亚绒盖多汁乳菇; M
249. *Laetiporus ailaoshanensis* B.K. Cui & J. Song 哀牢山硫磺菌; E
250. *Laetiporus cremeiporus* Y. Ota & T. Hatt. 奶油硫磺菌; E/M
251. *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill 硫磺菌; E/M
252. *Laetiporus versisporus* (Lloyd) Imazeki 杂色硫磺菌; E/M
253. *Leccinellum griseum* (Quél.) Bresinsky & Manfr. Binder 灰小疣柄牛肝菌; E
254. *Leccinum aurantiacum* (Bull.) Gray 橙黄疣柄牛肝菌; E/M
255. *Leccinum scabrum* (Bull.) Gray 褐疣柄牛肝菌; E

256. *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler 香菇; E/M
257. *Lentinus connatus* Berk. 合生韧伞; E/M
258. *Lentinus sajor-caju* (Fr.) Fr. 环柄韧伞; E/M
259. *Lentinus squarrosulus* Mont. 翘鳞韧伞; E/M
260. *Lentinus tigrinus* (Bull.) Fr. 虎皮韧伞; E/M
261. *Lenzites betulinus* (L.) Fr. 桦褶孔菌; M
262. *Leotia aurantipes* (S.Imai) F.L. Tai 金柄锤舌菌; M
263. *Lepiota erminea* (Fr.) P. Kumm. 貂皮环柄菇; E
264. *Lepista nuda* (Bull.) Cooke 紫丁香蘑; E/M
265. *Lepista sordida* (Schumach.) Singer 花脸香蘑; E/M
266. *Leucoagaricus americanus* (Peck) Vellinga 美洲白环蘑; E
267. *Lignosus hainanensis* B.K. Cui 海南核生柄孔菌; M
268. *Lignosus rhinocerus* (Cooke) Ryvarden 孤苓核生柄孔菌; M
269. *Lycoperdon asperum* (Lév.) Speg. 粒皮马勃; E/M
270. *Lycoperdon excipuliforme* (Scop.) Pers. 长柄马勃; E/M
271. *Lycoperdon perlatum* Pers. 网纹马勃; E/M
272. *Lycoperdon pratense* Pers. 草地马勃; E
273. *Lycoperdon umbrinum* Pers. 赭褐马勃; E/M
274. *Lyophyllum decastes* (Fr.) Singer 荷叶离褶伞; E
275. *Lysurus mokusin* (L. f.) Fr. 五棱散尾鬼笔; M
276. *Macrocybe gigantea* (Massee) Pegler & Lodge 巨大口蘑; E/M
277. *Macrolepiota detersa* Z.W. Ge, Zhu L. Yang & Vellinga 脱皮大环柄菇; E
278. *Macrolepiota dolichaula* (Berk. & Broome) Pegler & R.W. Rayner 长柄大环柄菇; E/M
279. *Macrolepiota mastoidea* (Fr.) Singer 乳头大环柄菇; E
280. *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer 高大环柄菇; E/M
281. *Macrolepiota subcitrophylla* Z.W. Ge 黄褶大环柄菇; E
282. *Macrolepiota velosa* Vellinga & Zhu L. Yang 具托大环柄菇; E
283. *Magoderna subresinosum* (Murrill) Steyaert 树脂大孢芝; M
284. *Marasmius maximus* Hongo 大盖小皮伞; E
285. *Marasmius oreades* (Bolton) Fr. 硬柄小皮伞; E/M
286. *Megacollybia clitocyboidea* R.H. Petersen, Takehashi & Nagas. 宽褶大金钱菌; E/M
287. *Melanoleuca arcuata* (Bull.) Singer 黑柄铈囊蘑; E
288. *Melanoleuca cognata* (Fr.) Konrad & Maubl. 铈囊蘑; E
289. *Melanoleuca leucopoda* X.D. Yu 白柄铈囊蘑; E
290. *Meripilus giganteus* (Pers.) P. Karst. 巨盖孔菌; M
291. *Mycena galericulata* (Scop.) Gray 盔盖小菇; E/M
292. *Mycena haematopus* (Pers.) P. Kumm. 红紫柄小菇; M
293. *Mycena pura* (Pers.) P. Kumm. 洁小菇; M
294. *Mycetinis scorodonius* (Fr.) A.W. Wilson & Desjardin 蒜头状微菇; E/M
295. *Naematelia aurantialba* (Bandoni & M. Zang) Millanes & Wedin 金耳; E/M
296. *Neoboletus luridiformis* (Rostk.) Gelardi, Simonini & Vizzini 红柄新牛肝菌; E
297. *Neoboletus magnificus* (W.F. Chiu) Gelardi, Simonini & Vizzini 华丽新牛肝菌; E
298. *Neoboletus obscureumbrinus* (Hongo) N.K. Zeng, H. Chai & Zhi Q. Liang 暗褐新牛肝菌; E
299. *Neolentinus adhaerens* (Alb. & Schwein.) Redhead & Ginns 粘新香菇; E/M
300. *Neolentinus lepideus* (Fr.) Redhead & Ginns 洁丽新香菇; E/M
301. *Nidula niveotomentosa* (Henn.) Lloyd 白绒红蛋巢; M
302. *Nothopanus eugrammus* (Mont.) Singer 真线假革耳; E

303. *Omphalia lapidescens* (Horan.) E. Cohn & J. Schröt. 雷丸; M
304. *Ophiocordyceps jiangxiensis* (Z.Q. Liang, A.Y. Liu & Yong C. Jiang) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora 江西线虫草; M
305. *Ophiocordyceps nutans* (Pat.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora 下垂线虫草; M
306. *Ophiocordyceps oxycephala* (Penz. & Sacc.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora 尖头线虫草; M
307. *Ophiocordyceps sphecocephala* (Klotzsch ex Berk.) G.H. Sung, J.M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora 蜂头线虫草; M
308. *Ossicaulis lignatilis* (Pers.) Redhead & Ginns 腐木生硬柄菇; E
309. *Osteina obducta* (Berk.) Donk 骨干酪孔菌; E/M
310. *Oudemansiella canarii* (Jungh.) Höhn. 热带小奥德蘑; E
311. *Oudemansiella raphanipes* (Berk.) Pegler & T.W.K. Yong 卵孢长根菇; E
312. *Oudemansiella submucida* Corner 亚白环粘小奥德蘑; E/M
313. *Panaeolus papilionaceus* (Bull.) Quél. 钟形斑褶菇; M
314. *Panellus stipticus* (Bull.) P. Karst. 鳞皮扇菇; M
315. *Panus conchatus* (Bull.) Fr. 贝壳革耳; E/M
316. *Panus neostrigosus* Drechsler-Santos & Wartchow 新粗毛革菌; M
317. *Parasola plicatilis* (Curtis) Redhead, Vilgalys & Hopple 褶纹近地伞; M
318. *Paraxerula ellipsospora* Zhu L. Yang & J. Qin 椭孢拟干蘑; E
319. *Paxillus involutus* (Batsch) Fr. 卷边桩菇; M
320. *Peziza arvernensis* Roze & Boud. 林地盘菌; E
321. *Phaeolepiota aurea* (Bull.) R. Maire ex Konrad & Maubl. 金盖褐环柄菇; E/M
322. *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat. 栗褐暗孔菌; M
323. *Phaeotremella foliacea* (Pers.) Wedin, J.C. Zamora & Millanes 茶色银耳; E/M
324. *Phaeotremella frondosa* (Fr.) Spirin & Malysheva 叶状银耳; E
325. *Phallus dongsun* T.H. Li, T. Li, Chun Y. Deng, W.Q. Deng & Zhu L. Yang 冬荪; E/M
326. *Phallus echinovolvatus* (M. Zang, D.R. Zheng & Z.X. Hu) Kreisel 刺托竹荪; E/M
327. *Phallus fragrans* M. Zang 香鬼笔; E
328. *Phallus luteus* (Liou & L. Hwang) T. Kasuya 纯黄竹荪; E
329. *Phallus tenuis* (E. Fisch.) Kuntze 细黄鬼笔; M
330. *Phellinopsis conchata* (Pers.) Y.C. Dai 贝木层孔菌; M
331. *Phellinus ellipsoideus* (B.K. Cui & Y.C. Dai) B.K. Cui, Y.C. Dai & Decock 椭圆孢木层孔菌; M
332. *Phlebia tremellosa* (Schrad.) Nakasone & Burds. 胶质射脉革菌; M
333. *Phlebopus portentosus* (Berk. & Broome) Boedijn 暗褐脉柄牛肝菌; E/M
334. *Pholiota adiposa* (Batsch) P. Kumm. 多脂鳞伞; E/M
335. *Pholiota flammans* (Batsch) P. Kumm. 黄鳞伞; E/M
336. *Pholiota spumosa* (Fr.) Singer 黄褐鳞伞; E/M
337. *Pholiota squarrosoides* (Peck) Sacc. 尖鳞伞; E
338. *Phylloporus bellus* (Masse) Corner 美丽褶孔牛肝菌; E
339. *Phylloporus brunneiceps* N.K. Zeng, Zhu L. Yang & L.P. Tang 褐盖褶孔菌; E
340. *Phylloporus castanopsidis* M.A. Neves & Halling 栲林褶孔牛肝菌; E
341. *Phylloporus grossus* N.K. Zeng, L.L. Wu & P. Zhang 厚壁褶孔牛肝菌; E
342. *Phylloporus castanopsidis* M.A. Neves & Halling 栲林褶孔牛肝菌; E
343. *Phylloporus luxiensis* M. Zang 潞西褶孔牛肝菌; E
344. *Phylloporus microsquamus* N.K. Zeng, L.L. Wu, S. Jiang & Z.Q. Liang 密鳞褶孔牛肝菌; E

345. *Phylloporus orientalis* Corner 东方褶孔牛肝菌; E
346. *Phylloporus pachycystidiatus* N.K. Zeng, Zhu L. Yang & L.P. Tang 厚囊褶孔牛肝菌; E
347. *Phylloporus parvisporus* Corner 小孢褶孔牛肝菌; E
348. *Phylloporus pusillus* Raspé, K.D. Hyde & Chuankid 小果褶孔牛肝菌; E
349. *Phylloporus rubeolus* N.K. Zeng, Zhu L. Yang & L.P. Tang 淡红褶孔牛肝菌; E
350. *Phylloporus rubiginosus* M.A. Neves & Halling 红果褶孔牛肝菌; E
351. *Phylloporus rufescens* Corner 变红褶孔牛肝菌; E
352. *Phylloporus subrubeolus* Chuankid, K.D. Hyde & Raspé 拟淡红褶孔牛肝菌; E
353. *Phyllotopsis rhodophylla* (Bres.) Singer 粉红褶拟侧耳; E
354. *Picipes submelanopus* (H.J. Xue & L.W. Zhou) J.L. Zhou & B.K. Cui 拟黑斑黑柄多孔菌; M
355. *Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert 豆马勃; M
356. *Pleurocybella porrigens* (Pers.) Singer 贝形圆孢侧耳; E
357. *Pleurotellus albellus* (Pat.) Pegler 白小侧耳; E
358. *Pleurotus citrinopileatus* Singer 金顶侧耳; E/M
359. *Pleurotus cornucopiae* (Paulet) Quél. 白黄侧耳; E/M
360. *Pleurotus cystidiosus* O.K. Mill. 泡囊侧耳; E/M
361. *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn 淡红侧耳; E/M
362. *Pleurotus flabellatus* Sacc. 扇形侧耳; E/M
363. *Pleurotus giganteus* (Berk.) Karun. & K.D. Hyde 大侧耳; E/M
364. *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. 糙皮侧耳; E/M
365. *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél. 肺形侧耳; E/M
366. *Pleurotus sapidus* Quél. 美味侧耳; E/M
367. *Pleurotus spodoleucus* (Fr.) Quél. 长柄侧耳; E/M
368. *Pleurotus tuber-regium* (Fr.) Singer 具核侧耳; E/M
369. *Pluteus cervinus* (Schaeff.) P. Kumm. 灰光柄菇; E
370. *Pluteus leoninus* (Schaeff.) P. Kumm. 狮黄光柄菇; E
371. *Pluteus subcervinus* (Berk. & Broome) Sacc. 亚灰光柄菇; E
372. *Podaxis pistillaris* (L.) Fr. 灰包菇; E/M
373. *Polyporus arcularius* (Batsch) Fr. 漏斗多孔菌; M
374. *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr. 宽鳞多孔菌; M
375. *Psathyrella candolleana* (Fr.) Maire 黄白小脆柄菇; M
376. *Pseudocolus fusiformis* (E. Fisch.) Lloyd 纺锤爪鬼笔; E
377. *Pseudohydnum gelatinosum* (Scop.) P. Karst. 虎掌刺银耳; E/M
378. *Pseudomerulius aureus* (Fr.) Jülich 黄假皱孔菌; M
379. *Pulveroboletus ravenelii* (Berk. & M.A. Curtis) Murrill 黄粉牛肝菌; M
380. *Pycnoporus sanguineus* (L.) Murrill 血红密孔菌; M
381. *Pyrrhoderma lamaoense* (Murrill) L.W. Zhou & Y.C. Dai 橡胶红皮孔菌; M
382. *Ramaria botrytis* (Pers.) Bourdot 葡萄状枝瑚菌; E/M
383. *Ramaria fuscobrunnea* Corner 深褐枝瑚菌; E
384. *Ramaria stricta* (Pers.) Quél. 密枝瑚菌; E
385. *Ramariopsis kunzei* (Fr.) Corner 白色拟枝瑚菌; E
386. *Retiboletus sinensis* N.K. Zeng & Zhu L. Yang 中国网柄牛肝菌; E
387. *Retiboletus zhangfeii* N.K. Zeng & Zhu L. Yang 张飞网柄牛肝菌; E
388. *Rhodofomes roseus* (Alb. & Schwein.) Kotl. & Pouzar 玫瑰红层孔菌; M

389. *Rigidoporus ulmarius* (Sowerby) Imazeki 榆硬孔菌; M
390. *Ripartitella brasiliensis* (Speg.) Singer 巴西岸生小菇; E
391. *Rugiboletus extremiorientalis* (Lj.N. Vassiljeva) G. Wu & Zhu L. Yang 皱盖牛肝菌; E
392. *Rigidoporus corticola* (Fr.) Pouzar 皮生锐孔菌; M
393. *Russula abietina* Peck 冷杉红菇; E
394. *Russula adusta* (Pers.) Fr. 烟色红菇; E/M
395. *Russula aeruginea* Lindblad ex Fr. 铜绿红菇; E
396. *Russula albida* Peck 白红菇; E
397. *Russula albonigra* (Krombh.) Fr. 黑白红菇; E/M
398. *Russula alutacea* (Pers.) Fr. 大红菇; E/M
399. *Russula anatina* Romagn. 鸭红菇; E
400. *Russula aurea* Pers. 橙黄红菇; E/M
401. *Russula azurea* Bres. 天蓝红菇; E
402. *Russula brunneoviolacea* Crawshaw 紫褐红菇; E
403. *Russula compacta* Frost 致密红菇; E
404. *Russula crustosa* Peck 壳状红菇; E/M
405. *Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr. 蓝黄红菇; E/M
406. *Russula delica* Fr. 美味红菇; E/M
407. *Russula densifolia* Secr. ex Gillet 密褶红菇; E/M
408. *Russula emetica* (Schaeff.) Pers. 毒红菇; E/M
409. *Russula farinipes* Romell 粉柄红菇; E/M
410. *Russula fellea* (Fr.) Fr. 苦红菇; E/M
411. *Russula foetens* Pers. 臭红菇; M
412. *Russula fragilis* Fr. 小毒红菇; E/M
413. *Russula grata* Britzelm. 拟臭黄菇; E/M
414. *Russula galochroa* (Fr.) Fr. 乳白红菇; E
415. *Russula grisea* Zawadski 灰红菇; E
416. *Russula griseocarnosa* X.H. Wang, Zhu L. Yang & Knudsen 灰肉红菇; E/M
417. *Russula heterophylla* (Fr.) Fr. 异褶红菇; E
418. *Russula japonica* Hongo 日本红菇; M
419. *Russula laurocerasi* Melzer 拟臭黄菇; E/M
420. *Russula lepidicolor* Romagn. 怡人色红菇; E
421. *Russula lilacea* Quél. 淡紫红菇; E/M
422. *Russula lutea* (Huds.) Gray 黄红红菇; E
423. *Russula luteotacta* Rea 红黄红菇; E/M
424. *Russula melliolens* Quél. 蜜味红菇; E
425. *Russula mustelina* Fr. 厚皮红菇; E
426. *Russula nigricans* Fr. 黑红菇; E/M
427. *Russula ochroleuca* Fr. 黄白红菇; E
428. *Russula olivacea* Pers. 青黄红菇; E
429. *Russula paludosa* Britzelm. 沼泽红菇; E
430. *Russula pectinatoides* Peck 拟萼形红菇; E
431. *Russula puellaris* Fr. 美红菇; E
432. *Russula risigallina* (Batsch) Sacc. 鸡冠红菇; E
433. *Russula romellii* Maire 罗梅尔红菇; E
434. *Russula rosea* Pers. 红色红菇; E/M
435. *Russula sardonis* Fr. 红肉红菇; E
436. *Russula senecis* S. Imai 点柄臭红菇; E/M
437. *Russula subdepallens* Peck 粉红菇; E
438. *Russula subnigricans* Hongo 亚稀褶红菇; M
439. *Russula velenovskyi* Melzer & Zvára 细皮囊体红菇; E
440. *Russula vesca* Fr. 菱红菇; E
441. *Russula virescens* (Schaeff.) Fr. 变绿红菇; E
442. *Sanghuangporus baumii* (Pilát) L.W. Zhou & Y.C. Dai 暴马桑黄; M
443. *Sanghuangporus zonatus* (Y.C. Dai & X.M. Tian) L.W. Zhou & Y.C. Dai 环带桑黄; M
444. *Sanguinoderma rugosum* (Blume & T. Nees) Y.F. Sun, D.H. Costa & B.K. Cui 黑血芝; M
445. *Sarcomyxa serotina* (Pers.) P. Karst. 鳞皮扇菇; E
446. *Schizophyllum commune* Fr. 裂褶菌; E/M
447. *Scleroderma areolatum* Ehrenb. 网状硬皮马勃; E/M
448. *Scleroderma bovista* Fr. 大孢硬皮马勃; E/M
449. *Scleroderma cepa* Pers. 光硬皮马勃; M

450. *Scleroderma citrinum* Pers. 橙黄硬皮马勃; M
451. *Scleroderma flavidum* Ellis & Everh. 黄硬皮马勃; E/M
452. *Scleroderma polyrhizum* (J.F. Gmel.) Pers. 多根硬皮马勃; E/M
453. *Scleroderma sinnamariense* Mont. 碗豆形硬皮马勃; M
454. *Scleroderma tenerum* Berk. & M.A. Curtis 薄硬皮马勃; E
455. *Scleroderma verrucosum* (Bull.) Pers. 疣硬皮马勃; M
456. *Scleroderma yunnanense* Y. Wang 云南硬皮马勃; E
457. *Sepedonium chrysospermum* (Bull.) Fr. 黄瘤孢菌; M
458. *Shiraia bambusicola* Henn. 竹黄; M
459. *Sparassis cystidiosa* Desjardin & Zheng Wang 囊状体绣球菌; E
460. *Stereum gausapatum* (Fr.) Fr. 烟色血韧革菌; M
461. *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers. 粗毛韧革菌; M
462. *Strobilomyces confusus* Singer 混淆松塔牛肝菌; E
463. *Strobilomyces seminudus* Hongo 半裸松塔牛肝菌; E
464. *Strobilomyces strobilaceus* (Scop.) Berk. 松塔牛肝菌; E/M
465. *Suillellus queletii* (Schulzer) Vizzini, Simonini & Gelardi 削脚牛肝菌; E
466. *Suillus bovinus* (L.) Roussel 黏盖乳牛肝菌; E/M
467. *Suillus cavipes* (Klotzsch) A.H. Sm. & Thiers 空柄乳牛肝菌; E
468. *Suillus granulatus* (L.) Roussel 点柄乳牛肝菌; E/M
469. *Suillus huapi* N.K. Zeng, R. Xue & Zhi Q. Liang 滑皮乳牛肝菌; E
470. *Suillus kwangtungensis* Rui Zhang, X.F. Shi, P.G. Liu & G.M. Muell. 广东乳牛肝菌; E
471. *Suillus luteus* (L.) Roussel 褐环乳牛肝菌; E/M
472. *Suillus pictus* (Peck) Kuntze 虎皮乳牛肝菌; E
473. *Suillus pinetorum* (W.F. Chiu) H. Engel & Klofac 松林乳牛肝菌; E
474. *Suillus placidus* (Bonord.) Singer 琥珀乳牛肝菌; E
475. *Suillus spraguei* (Berk. & M.A. Curtis) Kuntze 斯普拉格乳牛肝菌; E2
476. *Sutorius eximius* (Peck) Halling, Nuhn & Osmundson 紫盖粉孢牛肝菌; E
477. *Sutorius magnificus* (W.F. Chiu) G. Wu & Zhu L. Yang E
478. *Tapinella atrotomentosa* (Batsch) Šutara 黑毛小塔式菌; M
479. *Termitomyces aurantiacus* (R. Heim) R. Heim 黄蚁巢伞; E/M
480. *Termitomyces bulborhizus* T.Z. Wei, Y.J. Yao, Bo Wang & Pegler 球根蚁巢伞; E
481. *Termitomyces clypeatus* R. Heim 尖盾蚁巢伞; E/M
482. *Termitomyces eurrhizus* (Berk.) R. Heim 真根蚁巢伞; E/M
483. *Termitomyces heimii* Natarajan 谷堆蚁巢伞; E
484. *Termitomyces intermedius* Har. Takah. & Taneyama 间型蚁巢伞; E
485. *Termitomyces microcarpus* (Berk. & Broome) R. Heim 小蚁巢伞; E/M
486. *Termitomyces striatus* (Beeli) R. Heim 条纹蚁巢伞; E
487. *Thelephora aurantiotincta* Corner 橙黄革菌; E/M
488. *Thelephora ganbajun* M. Zang 干巴菌; E/M
489. *Thelephora vialis* Schwein 莲座革菌; E/M
490. *Trametes elegans* (Spreng.) Fr. 雅致栓菌; M
491. *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr. 迷宫栓孔菌; M
492. *Trametes hirsuta* (Wulfen) Lloyd 毛栓菌; M
493. *Trametes orientalis* (Yasuda) Imazeki 东方栓孔菌; M
494. *Trametes pubescens* (Schumach.) Pilát 绒毛栓菌; M
495. *Trametes sanguinea* (Klotzsch) Pat. 血红栓菌; E/M

496. *Trametes versicolor* (L.) Lloyd 云芝; E2/M
497. *Tremella fuciformis* Berk. 银耳; E/M
498. *Tremella mesenterica* Retz. 金黄银耳; E
499. *Trichaptum abietinum* (Pers. ex J.F. Gmel.) Ryvarden 冷杉附毛菌; M
500. *Trichaptum biforme* (Fr.) Ryvarden 二型附毛菌; M
501. *Trichaptum byssogenum* (Jungh.) Ryvarden 毛囊附毛菌; M
502. *Trichaptum fuscoviolaceum* (Ehrenb.) Ryvarden 褐紫附毛菌; M
503. *Tricholoma imbricatum* (Fr.) P. Kumm. 鳞盖口蘑; E/M
504. *Tricholoma pessundatum* (Fr.) Quél. 锈口蘑; E
505. *Tricholoma robustum* (Alb. & Schwein.) Ricken 粗壮口蘑; E/M
506. *Tricholoma ustale* (Fr.) P. Kumm. 褐黑口蘑; M
507. *Tylopilus alboater* (Schwein.) Murrill 黑盖粉孢牛肝菌; E
508. *Tylopilus felleus* (Bull.) P. Karst. 苦粉孢牛肝菌; M
509. *Ustilaginoidea virens* (L.) Fr. 稻绿核菌; M
510. *Ustilago esculenta* Henn. 菰黑粉菌; E/M
511. *Ustilago nuda* (C.N. Jensen) Kellerm. & Swingle 麦散黑粉菌; M
512. *Vanderbylia fraxinea* (Bull.) D.A. Reid 白蜡范式孔菌; M
513. *Veloporphyrillus velatus* (Rostr.) Yan C. Li & Zhu L. Yang 垂边红孢牛肝菌; E
514. *Volvariella bombycina* (Schaeff.) Singer 银丝草菇; E/M
515. *Volvariella nivea* T.H. Li & Xiang L. Chen 雪白草菇; E
516. *Volvariella volvacea* (Bull.) Singer 草菇; E/M
517. *Wolfiporia hoelen* (Fr.) Y.C. Dai & V. Papp 茯苓; E/M
518. *Xerocomus illudens* (Peck) Singer 拟绒盖牛肝菌; E
519. *Xerocomus nigromaculatus* Hongo 金红牛肝菌; M
520. *Xerocomus subtomentosus* (L.) Quél. 亚绒盖牛肝菌; E/M
521. *Xeromphalina campanella* (Batsch) Kühner & Maire M
522. *Xerula sinopudens* R.H. Petersen & Nagas. 中华干蘑; E
523. *Xylaria liquidambaris* J.D. Rogers, Y.M. Ju & F. San Martín 枫香果生炭角菌; M
524. *Xylaria longipes* Nitschke 长柄炭角菌; M
525. *Xylaria nigripes* (Klotzsch) Cooke 黑柄炭角菌; M
526. *Xylobolus annosus* (Berk. & Broome) Boidin 多年木革菌; M
527. *Xylobolus frustulatus* (Pers.) P. Karst. 丛片韧革菌; M
528. *Xylobolus princeps* (Jungh.) Boidin 显趋木革菌; M
529. *Zangia roseola* (W.F. Chiu) Yan C. Li & Zhu L. Yang 红盖臧氏牛肝菌; E

2.2 海南热带雨林国家公园食用菌主要科属分析

海南热带雨林国家公园食用菌种类排名前 10 的科依次是红菇科、牛肝菌科、蘑菇科、齿菌科、侧耳科、鹅膏菌科、马勃科、离褶伞科、乳牛肝菌科和木耳科(图 1)。

热带雨林国家公园食用菌种类排名前 10 的属依次为红菇属、蘑菇属、乳菇属、褶孔牛肝菌属、鹅膏菌属、侧耳属、乳牛肝菌属、牛肝菌属、鸡油菌属和木耳属(图 2)。

2.3 海南热带雨林国家公园药用菌主要科属分析

热带雨林国家公园药用菌种类排名前 10 的科依次是红菇科、多孔菌科、锈革菌科、灵芝科、蘑菇科、侧耳科、牛肝菌科、硬皮马勃科、脆柄菇科和鹅膏菌科(图 3)。

热带雨林国家公园药用菌种类排名前 10 的属依次是红菇属、灵芝属、蘑菇属、侧耳属、乳菇属、硬皮马勃属、嗜蓝孢孔菌属、鹅膏菌属、栓菌属、线虫草属、马勃属、香菇属、附毛菌属、地星属和鸡枞菌属(图 4)。

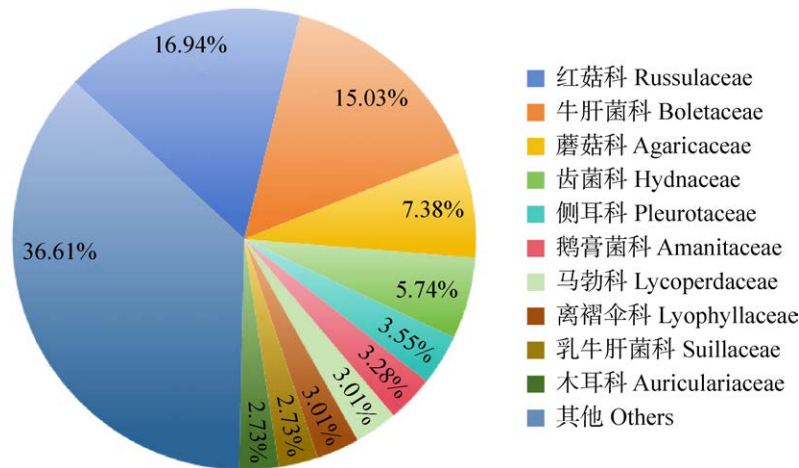


图 1 海南热带雨林国家公园食用菌种类占比前 10 的科
Fig. 1 Top ten families of edible fungi in National Park of Hainan Tropical Rainforest.

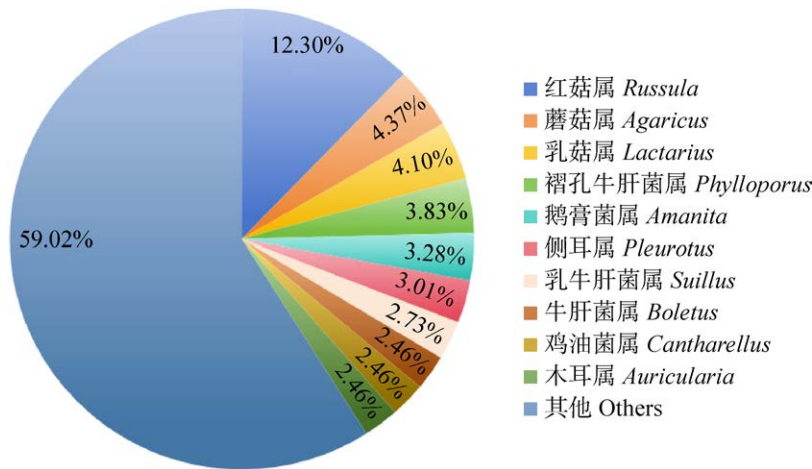


图 2 海南热带雨林国家公园食用菌种类占比前 10 的属
Fig. 2 Top ten genera of edible fungi in National Park of Hainan Tropical Rainforest.

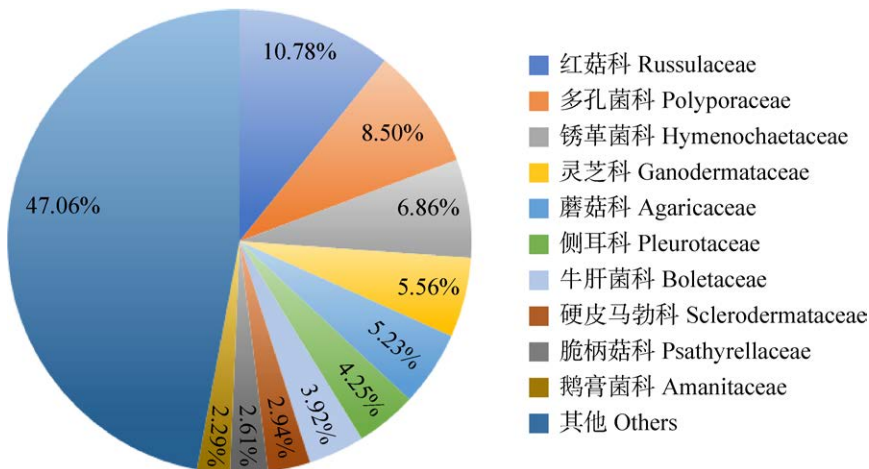


图 3 海南热带雨林国家公园药用菌种类占比前 10 的科
Fig. 3 Top ten families of medicinal fungi in National Park of Hainan Tropical Rainforest.

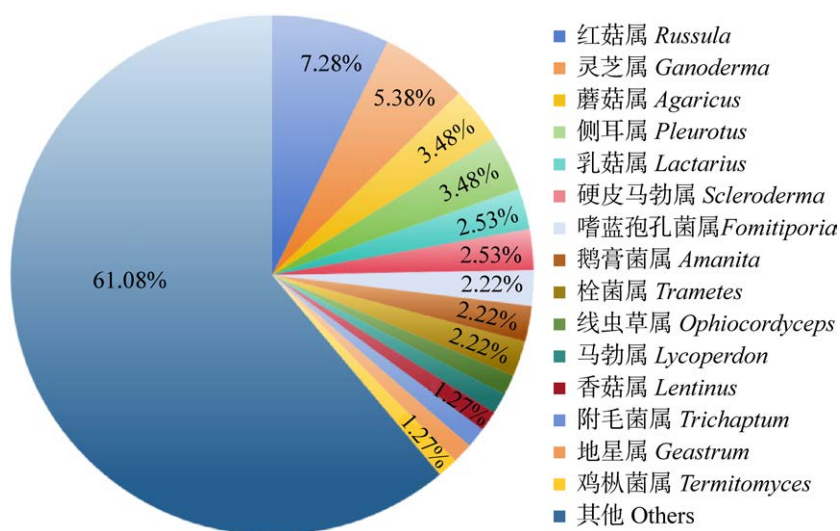


图 4 海南热带雨林国家公园药用菌种类占比前 10 的属

Fig. 4 Top ten genera of medicinal fungi in National Park of Hainan Tropical Rainforest.

3 讨论

海南热带雨林国家公园食药药用菌资源极其丰富,本文以团队馆藏食药药用菌标本鉴定结果和海南省相关食药药用菌发表文献材料为依据(毕志树等 1997; Dai 2010; 吴芳 2016; Cui *et al.* 2019; 曾念开和蒋帅 2020; Zhang *et al.* 2022; 崔宝凯等 2023; Zhang YZ *et al.* 2023; 李挺等 2024; Qin *et al.* 2024), 共整理收录了海南热带雨林国家公园食用、药用真菌物种 529 个, 其中食用菌 366 种、药用菌 316 种、药食兼用菌 154 种, 占全国食用菌总数的 1/3 以上和药用菌总数的近 1/2 (戴玉成等 2010; Wu *et al.* 2019), 初步表明海南热带雨林国家公园食药药用菌物种多样性和资源可持续挖掘利用潜力。

海南热带雨林国家公园主要食用菌在分类地位上与我国及全球食用菌存在很多差异和共性。在科级水平上, 海南热带雨林国家公园食用菌排名前 10 的科依次分别为红菇科、牛肝菌科、蘑菇科、齿菌科、侧耳科、鹅膏菌科、马勃科、离褶伞科、乳牛肝菌科和木耳科, 与全球和中国食用菌排名前 3 的科组成一致, 但与全球排名前 10 的科在丝膜菌科、钉菇科、蜡伞科和口蘑科存在不同(Li HL *et al.* 2021), 与我国食用菌排名前 10 的科在钉菇科、蜡伞科、球盖菇科和膨瑚

菌科存在不同(Wu *et al.* 2019)。蜡伞科(8 种)未进入海南热带雨林国家公园食用菌前 10 科, 但排名在第 11 位, 仅比排名第 10 的乳牛肝菌科少 1 种, 这可能与调查数据来源、物种鉴定和采集区域等相关。在属级水平, 海南热带雨林国家公园食用菌种类最多的为红菇属, 其次为蘑菇属、乳菇属和褶孔牛肝菌属, 在丝膜菌属、枝瑚菌属和口蘑属上与全球排名前 10 属存在不同(Li HL *et al.* 2021); 在枝瑚菌属、口蘑属、蜡伞属、块菌属、丝膜菌属和鳞伞属上与全国排名前 10 的属存在不同(Wu *et al.* 2019)。除蘑菇属、侧耳属和木耳属外, 海南热带雨林国家公园排名前 10 的属都是外生菌根菌, 常与壳斗科 *Fagaceae*、松属 *Pinus*、落叶松属 *Larix* 等植物形成外生菌根, 具有重要的经济和生态价值(Wang *et al.* 2012; 耿荣等 2016; Francisca *et al.* 2018; 王迪等 2021; Jörgensen *et al.* 2024)。

海南热带雨林国家公园主要药用菌从科的分类地位来看, 占比前 10 位的分别为红菇科、多孔菌科、锈革菌科、灵芝科、蘑菇科、侧耳科、牛肝菌科、硬皮马勃科、脆柄菇科和鹅膏菌科。与全国药用菌占比前 10 的科相比(Wu *et al.* 2019), 在马勃科、球盖菇科、口蘑科和虫草科上存在差异。在属的水平上, 红菇属是海南热带雨林国家公园药用菌种类最多的属, 其次是灵芝

属,随后是蘑菇属和侧耳属、乳菇属和硬皮马勃属、嗜蓝孢孔菌属、鹅膏菌属和栓菌属,其他属占比较低,均低于2%。Wu *et al.* (2019)对我国药用菌的统计结果表明红菇属、蘑菇属、嗜蓝孢孔菌属、口蘑属、灵芝属、乳菇属、虫草属、丝膜菌属、侧耳属和鳞伞属是我国药用菌种类最多的10个属,除口蘑属、虫草属、丝膜菌属和鳞伞属外,其他属与海南热带雨林国家公园排名前10的药用菌组成相同。

由以上数据结果可知,海南热带雨林国家公园发现的529种食、药用菌中,外生菌根菌219种,占41.40%,如红菇属、乳菇属、牛肝菌属等真菌,这些真菌与树木的根系形成外生菌根,另外还有与白蚁形成共生关系的蚁巢伞,这些真菌营养方式非常复杂,是特有的植被类型和气候条件下演化出的类群,驯化栽培研究虽取得一定进展,但商业化栽培仅在少数种类上成功,尚未实现大规模人工栽培(冯邦和杨祝良 2019; 彭卫红等 2025)。对于此类真菌,要正确处理利用好与保护之间的关系,在保护的基础上提倡可持续开发利用。

海南省食药药用菌资源十分丰富,但产业发展相对滞后。据中国食用菌协会统计结果,2023年度全国30个省、自治区、直辖市食用菌总产量达4 334.17万t,仅海南省和港澳台等地区因产量太少未被统计在内(中国食用菌协会 2025)。海南省食药药用菌产业发展滞后的最主要原因就是缺乏适宜的菌种,省内零星一些食用菌企业栽培采用的菌种,一般是在国内其他省区引种,来源不确定,海南丰富的资源优势完全未转化成产业优势。海南省农业农村厅自2022年批准建立热带食药药用菌种质资源库,资源数量已突破2 200份,目前驯化栽培成功的种类有巨大侧耳(猪肚菇)、菌核侧耳(虎奶菇)、孤苓核生柄孔菌(虎乳灵芝)、灵芝等。我们在海南热带雨林国家公园野外调查过程中,暗褐网柄牛肝菌 *Phlebopus portentosus* 和卵孢长根菇 *Oudemansiella raphanipes* 都有采集到,证明这两个种适应海南的热带气候条件。目前,这两种均已实现驯化和人工栽培(纪开萍等 2009; 刘静等 2017; 肖自

添等 2021),如在海南省推广栽培这两个种,不但能保证周年供应,还能为当地带来较大的经济效益。同时,我们调查中还发现海南热带雨林国家公园的灵芝资源极其丰富,在全国处于领先地位,在五指山、尖峰岭、琼中等地区当地民众俗称“竹灵芝”“灵芝王”的当地灵芝种类,野生子实体价格昂贵,过度采集严重,已对其生境造成严重破坏。对于此类具有潜在较高食用、药用开发价值的种类应积极开展驯化栽培研究,可大大减轻对野生资源的需求,进而起到有效保护野生生物多样性的目的,实现资源保护与利用的协调发展。

致谢

感谢硕士研究生王军芳、宋子坤、杨占恩、高悦、陈爽、关浩文、陈爽、孙爽芳、吴可欣、李曼玲、马思宇、孟诗奇、郑润景(中国热带农业科学院热带生物技术研究所)进行野外调查采集、标本鉴定,以及本科生田文浩、张欣宇、陈晓冉(中国热带农业科学院热带生物技术研究所)帮助数据收集和汇总。

作者贡献

朱安红:论文撰写、数据分析;马海霞:论文构思、数据分析、指导论文写作和论文修改。

利益冲突

作者声明,该研究不存在任何潜在利益冲突的商业或财务关系。

[REFERENCES]

- An DY, Liang ZQ, Jiang S, Su MS, Zeng NK, 2017. *Cantharellus hainanensis*, a new species with a smooth hymenophore from tropical China. *Mycoscience*, 58: 438-444
- Balon TW, Jasman AP, Zhu JS, 2002. A fermentation product of *Cordyceps sinensis* increases whole-body insulin sensitivity in rats. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 8(3): 315-323
- Bao DP, 2020. Discussion on the construction of edible mushroom discipline based on the development of edible

- mushroom industry in China. *Journal of Fungal Research*, 18(3): 139-148 (in Chinese)
- Bau T, Bao HY, Li Y, 2014a. A revised checklist of poisonous mushrooms in China. *Mycosystema*, 33(3): 517-548 (in Chinese)
- Bau T, Li HJ, Bao HY, Li Y, 2024. A revised checklist of poisonous mushrooms in China. *Journal of Fungal Research*, 22(4): 301-321 (in Chinese)
- Bau T, Na Q, Liu LN, 2021. A monograph of *Mycenaceae* (Agaricales) in China. Science Press, Beijing. 1-326 (in Chinese)
- Bau T, Tian EJ, Sarantuya, Meng TX, 2014b. *Flora fungorum sinicorum*. Vol. 49: *Strophariaceae* (I). Science Press, Beijing. 1-207 (in Chinese)
- Bau T, Yang ZL, Chen ZH, Li TH, Li HJ, 2025. Poisonous mushrooms of China. Science Press, Beijing. 1-388 (in Chinese)
- Bi ZS, Li TH, Zhang WM, Song B, 1997. A preliminary agaric flora of Hainan Province. Guangdong Higher Education Press, Guangzhou. 1-388 (in Chinese)
- Bishop KS, Kao CHJ, Xu YY, Glucina MP, Paterson RRM, Ferguson LR, 2015. From 2000 years of *Ganoderma lucidum* to recent developments in nutraceuticals. *Phytochemistry*, 114: 56-65
- Cai HW, Li J, Gu BH, Xiao Y, Chen RS, Liu XY, Xie XM, Cao L, 2018. Extracts of *Cordyceps sinensis* inhibit breast cancer cell metastasis via down-regulation of metastasis-related cytokines expression. *Journal of Ethnopharmacology*, 214: 106-112
- Chen J, Zhang XH, Shen J, Li WJ, Qian ZM, Ge XQ, Zhao CC, Shao JH, 2020. Studies on antioxidant capacity and aldose reductase inhibitory activity of fresh *Ophiocordyceps sinensis*. *Journal of Yangzhou University (Agricultural and Life Science Edition)*, 41(4): 87-90 (in Chinese)
- Chen ZH, Yang ZL, Bau T, Li TH, 2016. Poisonous mushrooms: recognition and poisoning treatment. Science Press, Beijing. 1-308 (in Chinese)
- China Association of Edible Fungi, 2025. Analysis of the results of the national edible fungi statistical survey in 2023. *Edible Fungi of China*, 44(1): 120-129 (in Chinese)
- Cui BK, Li HJ, Ji X, Zhou JL, Song J, Si J, Yang ZL, Dai YC, 2019. Species diversity, taxonomy and phylogeny of *Polyporaceae* (Basidiomycota) in China. *Fungal Diversity*, 97: 137-392
- Cui BK, Pan XH, Pan F, Sun YF, Xing JH, Dai YC, 2023. Species diversity and resources of *Ganoderma* in China. *Mycosystema*, 42(1): 170-178 (in Chinese)
- Cuong VT, Chen WD, Shi JH, Zhang MJ, Yang H, Wang N, Yang S, Li JF, Yang P, Fei J, 2019. The anti-oxidation and anti-aging effects of *Ganoderma lucidum* in *Caenorhabditis elegans*. *Experimental Gerontology*, 117: 99-105
- Dai YC, 2010. *Hymenochaetaceae* (Basidiomycota) in China. *Fungal Diversity*, 45: 131-343
- Dai YC, 2022a. New trend of edible and medicinal fungi research in China—based on publications in *Mycosystema* during 2000–2021. *Journal of Fungal Research*, 20: 141-156 (in Chinese)
- Dai YC, 2022b. Resources and diversity of wood-inhabiting fungi in Yunnan Province. Science Press, Beijing. 1-574 (in Chinese)
- Dai YC, Cui BK, 2010. Biodiversity of wood-inhabiting fungi in Hainan. Science Press, Beijing. 1-248 (in Chinese)
- Dai YC, Yang ZL, 2008. A revised checklist of medicinal fungi in China. *Mycosystema*, 27: 801-824 (in Chinese)
- Dai YC, Yang ZL, Cui BK, Wu G, Yuan HS, Zhou LW, He SH, Ge ZW, Wu F, Wei YL, Yuan Y, Si J, 2021. Diversity and systematics of the important macrofungi in Chinese forests. *Mycosystema*, 40: 770-805 (in Chinese)
- Dai YC, Zhou LW, Yang ZL, Wen HA, Bau T, Li TH, 2010. A revised checklist of edible fungi in China. *Mycosystema*, 29(1): 1-21 (in Chinese)
- Deng CY, Li GJ, Wu XL, Chen HQ, 2015. Medicinal fungi (China III) in Hainan. *Guizhou Science*, 33(1): 17-24 (in Chinese)
- Deng CY, Wu XL, Chen HQ, 2014. The medicinal fungi in Hainan, China II. *Guizhou Science*, 32(1): 10-16 (in Chinese)
- Deng CY, Wu XL, Li TH, Song B, Chen HQ, 2013. The medicinal fungi in Hainan Island, China I. *Guizhou Science*, 31(6): 7-13 (in Chinese)
- Deng H, Wang Y, Lei JR, Chen ZZ, Liang ZQ, Zeng NK, 2023. Four new species of *Strobilomyces* (Boletaceae, Boletales) from Hainan Island, tropical China. *Journal of Fungi*, 9(12): 1128
- Deng WQ, Li TH, Wang CQ, Li T, Shen YH, 2015. A new crepidotoid *Entoloma* species from Hainan Island (China). *Mycoscience*, 56: 340-344
- Deng WQ, Zhang M, Zhong XR, 2020. Atlas of macrofungi from islands in the South China Sea. Guangdong Science and Technology Press, Guangzhou. 1-224 (in Chinese)
- dos Santos LF, Rosália R, Sandro JRB, Ana Lucia Z, Júlia A, Adriana AY, Maria FT, Vanete TS, Sascha H, Karin BP, Carlos RS, 2012. *Cordyceps sinensis* biomass produced by submerged fermentation in high-fat diet feed rats normalizes the blood lipid and the low testosterone

- induced by diet. *Excli Journal*, 11: 767-775
- Fan L, 2019. *Flora fungorum sinicorum*. Vol. 54: Lycoperdaceae Mycenastaceae. Science Press, Beijing. 1-125 (in Chinese)
- Feng B, Yang ZL, 2019. Ectomycorrhizal symbioses: diversity of mycobionts and molecular mechanisms that entail the development of ectomycorrhizae. *Scientia Sinica Vitae*, 49: 436-444 (in Chinese)
- Francisca R, Teresa V, Carolina V, Tavares RM, Baptista P, Lino-Neto T, 2018. Ectomycorrhizal fungal diversity and community structure associated with cork oak in different landscapes. *Mycorrhiza*, 28(4): 357-368
- Geng R, Geng ZC, Huang J, He WX, Hou L, Yu D, Han QS, Long DF, 2016. Diversity of ectomycorrhizal fungi associated with *Quercus aliena* in Xinjiashan forest area of Qinling mountains. *Mycosystema*, 35(7): 833-847 (in Chinese)
- Genre A, Lanfranco L, Perotto S, Bonfante P, 2020. Unique and common traits in mycorrhizal symbioses. *Nature Reviews Microbiology*, 18: 649-660
- Gong MQ, 1988. Investigation of macrofungi in the Mt. Jianfengling, Hainan Island. *Forest Research*, 1(1): 90-97 (in Chinese)
- Gong MQ, 1996. Study on fungi of Boletales in Jianfengling tropical forest region, Hainan Island. *Forest Research*, 9(3): 255-260 (in Chinese)
- Gou ZH, Qian J, Wu HX, Chen GD, 2014. Bolete resources in Hainan Island. *Tropical Forestry*, 42(3): 11-12 (in Chinese)
- Guo WL, Pan YY, Li L, Li TT, Liu B, Lv XC, 2018. Ethanol extract of *Ganoderma lucidum* ameliorates lipid metabolic disorders and modulates the gut microbiota composition in high-fat diet fed rats. *Food & Function*, 9(6): 3419-3431
- Hall IR, Lyon A, Wang Y, Buchanan P, 2016. A list of putative edible or medicinal ectomycorrhizal mushrooms (revised). *Truffles and Mushrooms (Consulting) Limited*, Dunedin. 1-45
- Han XH, 1999. Study on *Auricularia* resource in Hainan Island. *Journal of Hainan Normal University (Natural Science)*, 12(1): 104-109 (in Chinese)
- Huang T, Su LJ, Zeng NK, Lee SML, Lee SS, Thi BK, Zhang WH, Ma J, Huang HY, Jiang S, Tang LP, 2023. Notes on *Amanita* section *Validae* in Hainan Island, China. *Frontiers in Microbiology*, 13: 1087756
- Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences, 1976. *Fungal terms and names*. Science Press, Beijing. 1-467 (in Chinese)
- Ji KP, He MX, Zhang CX, Liu J, Wang WB, Hou JY, 2009. Semi-artificial simulate cultivation of *Phylebopus portentosus* and the durability of hyphae on host roots. *Microbiology China*, 36(3): 377-382 (in Chinese)
- Jiang S, Fu YQ, Fu XH, Chen Y, Deng XH, Chen XM, Mi HX, 2024. Species diversity and resource evaluation of Boletales in Yinggeling area of National Park of Hainan Tropical Rainforest. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 45(10): 2086-2096 (in Chinese)
- Jørgensen K, Clemmensen KE, Wallander H, Lindahl BD, 2024. Ectomycorrhizal fungi are more sensitive to high soil nitrogen levels in forests exposed to nitrogen deposition. *New Phytologist*, 242: 1725-1738
- Kao C, Jesuthasan AC, Bishop KS, Glucina MP, Ferguson LR, 2013. Anti-cancer activities of *Ganoderma lucidum*: active ingredients and pathways. *Functional Foods in Health and Disease*, 3(2): 48-65
- Li HL, Tian Y, Menolli N, Ye L, Karunarathna SC, Perez-Moreno J, Rahman MM, Rashid MH, Phengsintham P, Rizal L, Kasuya T, Lim YW, Dutta AK, Khalid AN, Huyen T, Balolong MP, Baruah G, Madawala H, Thongklang N, Hyde KD, Kirk PM, XU JC, Sheng J, Boa E, Mortimer PE, 2021. Reviewing the world's edible mushroom species: a new evidence-based classification system. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safty*, 20(2): 1982-2014
- Li LF, But GWC, Zhang QW, Zhang QW, Liu M, Chen MM, Wen X, Wu HY, Cheng HY, Puno PT, Zhang JX, Fung HY, Bai SP, Wong TL, Zhao ZZ, Cao H, Tsim KWK, Shaw PC, Han QB, Sun HD, 2021. A specific and bioactive polysaccharide marker for *Cordyceps*. *Carbohydrate Polymers*, 269: 118343
- Li LJ, 1987. A study of the *Auricularia* from Hainan Island. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 5(1): 43-48 (in Chinese)
- Li T, Li TH, Deng WQ, 2024. Species diversity and resources of *Phallus* in China. *Mycosystema*, 43(3): 230271 (in Chinese)
- Li TH, Bi ZS, Zheng GY, 1994a. Species of *Marasmiellus* from Guangdong and Hainan Provinces. *Acta Mycologica Sinica*, 13(4): 255-259 (in Chinese)
- Li TH, Bi ZS, Zheng GY, Zhang WM, 1994b. Species of *Marasmius* from Guangdong and Hainan Provinces. *Acta Mycologica Sinica*, 13(4): 249-254 (in Chinese)
- Li TH, Deng WQ, Song B, Cao H, Guan SM, Lin WF, Chen XB, Liang SH, 2002. Macrofungi from Diaoluoshan Nature Reserve in Hainan Province. *Tropical Forestry*, 30(3): 37-44 (in Chinese)

- Li TH, Deng WQ, Song B, Yang ZL, Cao H, Chen XB, Liang SH, 2003a. Edible, medicinal and poisonous fungi known from Diaoluoshan mountain of Hainan, China. *Edible Fungi of China*, 22(1): 6-7 (in Chinese)
- Li TH, Deng WQ, Song B, Yang ZL, Cao H, Chen XB, Liang SH, 2003b. Edible, medicinal and poisonous fungi known from Diaoluoshan mountain of Hainan, China. *Edible Fungi of China*, 22(2): 11-12 (in Chinese)
- Li TH, Zhang WM, Song B, Shen YH, He Q, 1998. Introduction to the Hainan Agaric. *Journal of Jilin Agricultural University*, 20(plus+): 234 (in Chinese)
- Li Y, 2021. The sustainable development of edible fungi industry in China in the post epidemic era. *Journal of Fungal Research*, 19(1): 1-5 (in Chinese)
- Li Y, Bau T, Liu Y, Li TH, 2014. *Flora fungorum sinicorum*. Vol. 45: Pleurotoid-lentinoid fungi. Science Press, Beijing. 1-200 (in Chinese)
- Li Y, Li TH, Yang ZL, Bau T, Dai YC, 2015. *Atlas of Chinese macrofungal resources*. Zhongyuan Farmer Publishing House, Zhengzhou. 1-1351 (in Chinese)
- Liu B, Fan L, Li JZ, 2005. *Flora fungorum sinicorum*. Vol. 23: Sclerodermatales Tulostomatales Phallales Podaxales. Science Press, Beijing. 1-222 (in Chinese)
- Liu J, He MX, Wang WB, Cao Y, Xu XJ, Gao F, Fang YW, Yang TW, Zhang CX, 2017. Bionic cultivation research of *Phlebobius portentosus*. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 30(5): 1-7 (in Chinese)
- Liu T, Zhou JC, Li WX, Rong XP, Gao Y, Zhao LH, Fan Y, Zhang JY, Ji C, Ma QG, 2020. Effects of sporoderm-broken spores of *Ganoderma lucidum* on growth performance, antioxidant function and immune response of broilers. *Animal Nutrition*, 6(1): 39-46
- Liu ZB, Yuan Y, Dai YC, Liu HG, Vlasák J, Zeng GY, He SH, Wu F, 2025. Global diversity and systematics of Hymenochaetaceae with non-poroid hymenophore. *Fungal Diversity*, <https://doi.org/10.1007/s13225-025-00552-3>
- Lv XC, Guo WL, Li L, Yu XD, Liu B, 2019. Polysaccharide peptides from *Ganoderma lucidum* ameliorate lipid metabolic disorders and gut microbiota dysbiosis in high-fat diet-fed rats. *Journal of Functional Foods*, 57: 48-58
- Ma HX, Si J, Dai YC, Zhu AH, Cui BK, Fan YG, Yuan Y, He SH, 2022. Diversity of wood-inhabiting macrofungi in Hainan Province, South China. *Mycosystema*, 41(5): 695-712
- Mao WL, Wu YD, Liu HG, Yuan Y, Dai Y, 2023. A contribution to *Porogramme* (Polyporaceae, Agaricomycetes) and related genera. *IMA Fungus*, 14: 5
- Pan XY, 2022. Investigation and evaluation of macrofungal resources in Jianfengling area in Hainan Tropical Rainforest National Park. MS Thesis, Hainan University, Haikou. 1-140 (in Chinese)
- Peng WH, Wang D, Zhou J, Cui YQ, Yu Y, He XL, Wang Y, 2025. Research progress of domestication and cultivation for ectomycorrhizal edible fungi. *Journal of Fungal Research*, <https://doi.org/10.13341/j.jfr.2024.1822> (in Chinese)
- Qin HZ, Liao YT, Zhang YZ, Lin WF, Yang XQ, Zeng NK, 2024. A contribution to the knowledge of *Hydnum* (Hydnaceae, Cantharellales) in China, introducing a new taxon and amending descriptions of five known species. *Diversity*, 16: 166
- Song B, Deng WQ, Shen YH, 2002. Preliminary analysis of agarics resources and floristics in Hainan Province. *Journal of Jilin Agricultural University*, 24(2): 42-46 (in Chinese)
- Song B, Li TH, Liang SH, 2003. A survey on the macrofungi of Limushan Nature Reserve in Hainan Province. *Tropical Forestry*, 31(1): 38-39 (in Chinese)
- Sun YH, Xu YL, Zhang B, Chen SC, Chen C, Su XH, Liang JS, 1991. Macrofungi from area of Jianfengling in Hainan Island. *Tropical Crops Research*, 1991(4): 65-72 (in Chinese)
- Tan Q, 2024. The development history of edible fungus cultivation. *Acta Edulis Fungi*, 31(5): 1-8 (in Chinese)
- Teng SC, 1963. *Fungi of China*. Science Press, Beijing. 1-808 (in Chinese)
- Wang CG, Dai YC, Kout J, Gates GM, Liu HG, Yuan Y, Vlasák J, 2024. Multi-gene phylogeny and taxonomy of *Physisporinus* (Polyporales, Basidiomycota). *Mycosphere*, 15: 1455-1521
- Wang CG, Zhao H, Liu HG, Zeng GY, Yuan Y, Dai YC, 2023. A multi-gene phylogeny clarifies species diversity, taxonomy, and divergence times of *Ceriporia* and other related genera in Irpicaceae (Polyporales, Basidiomycota). *Mycosphere*, 14(1): 1665-1729
- Wang D, Hall IR, He XL, Xiong WP, Peng WH, 2021. Morphological observation of synthesized ectomycorrhizae between *Lactarius deliciosus* and three *Pinus* species and molecular identification of contaminating species. *Acta Edulis Fungi*, 28(3): 129-134 (in Chinese)
- Wang K, Cai L, 2023. Overview of the historical and current status of fungal taxonomy and diversity in China. *Mycosystema*, 42(1): 50-62 (in Chinese)
- Wang Q, He XH, Guo LD, 2012. Ectomycorrhizal fungus communities of *Quercus liaotungensis* koidz of different-

- ages in a northern China temperate forest. *Mycorrhiza*, 22(6): 461-470
- Wei J, Gao W, Huang CY, 2021. A checklist of edible ectomycorrhizal mushrooms in China. *Mycosystema*, 40(8): 1938-1957
- Wei YL, 2021. Forming mechanisms and ecological function of wood-decaying fungal community in forest ecosystem. *Chinese Journal of Ecology*, 40: 534-543 (in Chinese)
- Wu F, 2016. Taxonomy and phylogeny of *Auricularia* (Auriculariales, Basidiomycota). PhD Dissertation, Beijing Forestry University, Beijing. 1-96 (in Chinese)
- Wu F, Man XW, Tohtirjap A, Dai YC, 2022a. A comparison of polypore fungi and species composition in forest ecosystems of China, North America, and Europe. *Forest Ecosystems*, 9: 100051
- Wu F, Yuan HS, Zhou LW, Yuan Y, Cui BK, Dai YC, 2020. Polypore diversity in South China. *Mycosystema*, 39(4): 653-682
- Wu F, Zhou LW, Dai YC, 2022b. Global diversity and systematics of Hymenochaetaceae with poroid hymenophore. *Fungal Diversity*, 113: 1-192
- Wu F, Zhou LW, Yang ZL, Bau T, Li TH, Dai YC, 2019. Resource diversity of Chinese macrofungi: edible, medicinal and poisonous species. *Fungal Diversity*, 98: 1-76
- Wu XL, 1996. Studies on the taxonomy of the family Ganodermataceae from Hainan on China I. *Acta Mycologica Sinica*, 15(4): 260-263 (in Chinese)
- Wu XL, 1997. Studies on the taxonomy of Ganodermataceae from Hainan Island of China II. *Acta Mycologica Sinica*, 16(4): 253-256 (in Chinese)
- Wu XL, Dai YC, 2005. Coloured illustrations of Ganodermataceae of China. Science Press, Beijing. 1-229 (in Chinese)
- Wu XL, Dai YC, Lin LH, 2004a. Study on the Ganodermataceae of China I. *Guizhou Science*, 22(2): 27-33, 4 (in Chinese)
- Wu XL, Dai YC, Lin LH, 2004b. Study on the Ganodermataceae of China II. *Guizhou Science*, 22(3): 34-37, 53 (in Chinese)
- Wu XL, Dai YC, Lin LH, 2004c. Study on the Ganodermataceae of China III. *Guizhou Science*, 22(4): 36-40 (in Chinese)
- Wu XL, Dai YC, Lin LH, 2005. Study scanning electron microscopical on the Ganodermataceae of China. *Guizhou Science*, 23(2): 33-39 (in Chinese)
- Wu XL, Guo JR, Chen HQ, Liao QZ, Xie SH, Xiao M, 1999. The resources and ecological distribution of the family Ganodermataceae in Jianfengling, Hainan Island. *Acta Ecologica Sinica*, 19(2): 159-163 (in Chinese)
- Wu XL, Guo JR, Liao QZ, Xie SH, Xiao M, 1998. The resources and ecological distribution of Ganodermataceae in Hainan Island. *Mycosystema*, 17(2): 122-129 (in Chinese)
- Xiao ZT, Ling HT, Zeng LX, He HQ, Lin X, Peng YY, Li QY, Zhuo GN, 2021. High-efficiency cultivation techniques of *Oudemansiella raphanipes* without covering soil in factory for the whole year. *China Vegetables*, 2021(6): 112-114 (in Chinese)
- Xu C, Liang ZQ, Xie HJ, Jiang S, Fu XH, Zeng NK, 2021. Two new species of *Chalciporus* (Boletaceae, Boletales) from tropical China. *Mycological Progress*, 20: 1573-1582
- Xu M, Zhang J, Huang TJ, Xiao Y, 2025. Research progress of edible mushroom proteins. *Edible and Medicinal Mushrooms*, 33(1): 17-27 (in Chinese)
- Xue R, Wu LL, Jiang S, Hao YJ, Chai H, Liang ZQ, Zeng NK, Su MS, 2019. Two new species of the genus *Leccinellum* (Boletaceae, Boletales) from the south of China. *Phytotaxa*, 411(2): 93-104
- Yan DH, Yao YJ, 2003. Recent advance of research on fungi in forest ecosystem. *Acta Phytocologica Sinica*, 27(2): 143-150 (in Chinese)
- Yang XB, Chen ZZ, Li DH, 2021. Classification and distribution of vegetation in Hainan, China. *Scientia Sinica Vitae*, 51(3): 321-333 (in Chinese)
- Yang ZL, 2005. *Flora fungorum sinicorum*. Vol. 27: Amanitaceae. Science Press, Beijing. 1-258 (in Chinese)
- Yang ZL, 2019. *Atlas of the Chinese species of Amanitaceae*. Science Press, Beijing. 1-210 (in Chinese)
- Yang ZL, Ge ZW, Liang JF, 2019. *Flora fungorum sinicorum*. Vol. 52: Fungi lepiotoidei (Agaricaceae). Science Press, Beijing. 1-221 (in Chinese)
- Yang ZL, Wang XH, Wu G, 2022. *Mushroom of Yunnan*. Science Press, Beijing. 1-378 (in Chinese)
- Yuan T, Cui LL, Li GY, Wang Yang, Li Y, 2020. Research progress of cordycepin in *Cordyceps sinensis*. *Information on Traditional Chinese Medicine*, 37(6): 134-139 (in Chinese)
- Yuan Y, Bian LS, Wu YD, Chen JJ, Wu F, Liu HG, Zeng GY, Dai YC, 2023. Species diversity of pathogenic wood-rotting fungi (Agaricomycetes, Basidiomycota) in China. *Mycology*, 14: 204-226
- Zeng NK, Jiang S, 2020. *Atlas of macrofungi from Yinggeling of Hainan, China*. Nanhai Press, Haikou. 1-263 (in Chinese)
- Zhang JX, Chen Q, Huang CY, Gao W, Qu JB, 2015. History, current situation and trend of edible mushroom industry development. *Mycosystema*, 34(4): 524-540 (in Chinese)

- Zhang M, Deng WQ, Li TH, Chen CQ, Liao WB, 2023. Catalogue and atlas of macrofungi from Luoxiao Mountains, China. Science Press, Beijing. 1-280 (in Chinese)
- Zhang QY, Liu HG, Papp V, Zhou M, Dai YC, Yuan Y, 2023. New insights into the classification and evolution of *Favolaschia* (Agaricales, Basidiomycota) and its potential distribution, with descriptions of eight new species. *Mycosphere*, 14: 777-814
- Zhang WM, Bi ZS, Li TH, Zheng GY, 1994a. A taxonomic study of the genus *Entoloma* in Hainan Province (II). *Acta Mycologica Sinica*, 13(4): 260-263 (in Chinese)
- Zhang WM, Li TH, Bi ZS, Zheng GY, 1994b. Taxonomic studies on the genus *Entoloma* from Hainan Province of China (I). *Acta Mycologica Sinica*, 13(3): 188-198 (in Chinese)
- Zhang XQ, 1998. Six new records of Polyporaceae and Gandermataceae in China. *Journal of Jilin Agricultural University*, 20(plus+): 205 (in Chinese)
- Zhang YZ, Lin WF, Buyck B, Liang ZQ, Su MS, Chen ZH, Zhang P, Jiang S, An DY, Zeng NK, 2022. Morphological and phylogenetic evidences reveal four new species of *Cantharellus* subgenus *Cantharellus* (Hydnaceae, Cantharellales) from China. *Frontiers in Microbiology*, 13: 900329
- Zhang YZ, Qin HZ, Chen ZH, Lin WF, Liang ZQ, Jiang S, Zeng NK, 2023. Updated taxonomy of Chinese *Cantharellus* subgenera *Afrocantharellus* and *Magni* (Hydnaceae, Cantharellales): three new taxa and amended descriptions of one previous species. *Frontiers in Microbiology*, 14: 1109831
- Zhao H, Wu F, Wang K, Yuan Y, Zhu AH, 2025. Funga of basidiomycete described from National Park of Hainan Tropical Rainforest, China. *Mycosystema*, <https://doi.org/10.13346/j.mycosystema.250004> (in Chinese)
- Zhao JD, Xu LW, Zhang XQ, 1979. Taxonomic studies on the subfamily Ganodermoideae of China. *Acta Microbiologica Sinica*, 19(3): 265-279 (in Chinese)
- Zhao JD, Zhang XQ, 1992. Resources and distribution of Ganodermataceae in China. *Acta Mycologica Sinica*, 11(1): 55-62 (in Chinese)
- Zhong JX, Guo JR, Xiao M, Chen HQ, He SZ, Zou FL, Wu XL, 1998. Study on the medicinal *Ganoderma* resources in Hainan Island. *Chinese Pharmaceutical Journal*, 33(11): 652-655 (in Chinese)
- Zhou M, Dai YC, Vlasák J, Liu HG, Yuan Y, 2023. Updated systematics of *Trichaptum* s.l. (Hymenochaetales, Basidiomycota). *Mycosphere*, 14: 815-917
- Zhuang WY, Yu ZH, Wang Z, 2004. *Flora fungorum sinicorum*. Vol. 21: Hyaloscyphaceae, Sarcoscyphaceae et Sarcosomataceae. Science Press, Beijing. 1-192 (in Chinese)
- Zhuang WY, Zheng HD, Ren F, Song X, 2018. *Flora fungorum sinicorum*. Vol. 56: Helotiaceae. Science Press, Beijing. 1-226 (in Chinese)
- [附中文参考文献]
- 鲍大鹏, 2020. 基于中国食用菌产业发展的食用菌学科建设探讨. *菌物研究*, 18(3): 139-148
- 毕志树, 李泰辉, 章卫民, 宋斌, 1997. 海南伞菌初志. 广州: 广东高等教育出版社. 1-388
- 陈佳, 张小惠, 沈杰, 李文佳, 钱正明, 葛晓群, 赵春超, 邵建华, 2020. 鲜冬虫夏草抗氧化和醛糖还原酶抑制活性的研究. *扬州大学学报(农业与生命科学版)*, 41(4): 87-90
- 陈作红, 杨祝良, 图力古尔, 李泰辉, 2016. 毒蘑菇识别与中毒防治. 北京: 科学出版社. 1-308
- 崔宝凯, 潘新华, 潘峰, 孙一翡, 邢佳慧, 戴玉成, 2023. 中国灵芝属真菌的多样性与资源. *菌物学报*, 42(1): 170-178
- 戴玉成, 2022a. 中国食药菌真菌研究发展的新趋势——以《菌物学报》2000–2021 年发表论文分析. *菌物研究*, 20: 141-156
- 戴玉成, 2022b. 云南木材腐朽真菌资源和多样性. 北京: 科学出版社. 1-574
- 戴玉成, 崔宝凯, 2010. 海南大型木生真菌的多样性. 北京: 科学出版社. 1-248
- 戴玉成, 杨祝良, 2008. 中国药用真菌名录及部分名称的修订. *菌物学报*, 27: 801-824
- 戴玉成, 杨祝良, 崔宝凯, 吴刚, 袁海生, 周丽伟, 何双辉, 葛再伟, 吴芳, 魏玉莲, 员瑗, 司静, 2021. 中国森林大型真菌重要类群多样性和系统学研究. *菌物学报*, 40: 770-805
- 戴玉成, 周丽伟, 杨祝良, 文华安, 图力古尔, 李泰辉, 2010. 中国食用菌名录. *菌物学报*, 29(1): 1-21
- 邓春英, 李广建, 吴兴亮, 陈焕强, 2015. 海南岛的药用真菌 III. *贵州科学*, 33(1): 17-24
- 邓春英, 吴兴亮, 陈焕强, 2014. 海南岛的药用真菌 II. *贵州科学*, 32(1): 10-16
- 邓春英, 吴兴亮, 李泰辉, 宋斌, 陈焕强, 2013. 海南岛的药用真菌. *贵州科学*, 31(6): 7-13
- 邓叔群, 1963. 中国的真菌. 北京: 科学出版社. 1-808
- 邓旺秋, 张明, 钟祥荣, 2020. 中国南海岛屿大型真菌图鉴. 广州: 广东科技出版社. 1-224
- 范黎, 2019. 中国真菌志. 第 54 卷: 马勃科 栓皮马勃科. 北京: 科学出版社. 1-125
- 冯邦, 杨祝良, 2019. 外生菌根共生: 共生真菌多样性及

- 菌根形成的分子机制. 中国科学: 生命科学, 49: 436-444
- 耿荣, 耿增超, 黄建, 和文祥, 侯琳, 余雕, 韩其晟, 龙东风, 2016. 秦岭辛家山林区锐齿栎外生菌根真菌多样性. 菌物学报, 35(7): 833-847
- 弓明钦, 1988. 海南岛尖峰岭地区大型真菌考察报告. 林业科学研究, 1(1): 90-97
- 弓明钦, 1996. 海南岛尖峰岭热带林区牛肝菌类的研究. 林业科学研究, 9(3): 255-260
- 苟志辉, 钱军, 吴海霞, 陈国德, 2014. 海南岛牛肝菌资源概况. 热带林业, 42(3): 11-12
- 韩向红, 1999. 海南岛木耳资源的研究. 海南师范学院学报(自然科学版), 12(1): 104-109
- 纪开萍, 何明霞, 张春霞, 刘静, 王文兵, 侯建勇, 2009. 暗褐网柄牛肝菌半人工模拟栽培及“宿主树”根系上菌丝生长的持久性. 微生物学通报, 36(3): 377-382
- 蒋帅, 符永清, 符新华, 陈运, 邓晓华, 陈徐敏, 米红旭, 2024. 海南热带雨林国家公园鹦哥岭片区牛肝菌目真菌物种多样性及资源评价. 热带作物学报, 45(10): 2086-2096
- 李丽嘉, 1987. 海南岛木耳属的研究. 武汉植物学研究, 5(1): 43-48
- 李泰辉, 毕志树, 郑国杨, 1994a. 广东、海南两省微皮伞属的种类. 真菌学报, 13(4): 255-259
- 李泰辉, 毕志树, 郑国杨, 章卫民, 1994b. 广东、海南两省小皮伞属的种类. 真菌学报, 13(4): 249-254
- 李泰辉, 邓旺秋, 宋斌, 曹晖, 关斯明, 林位福, 陈学波, 梁绍华, 2002. 海南吊罗山自然保护区大型菌物. 热带林业, 30(3): 37-44
- 李泰辉, 邓旺秋, 宋斌, 杨祝良, 曹晖, 陈学波, 梁绍华, 2003a. 海南吊罗山已知食(药)用菌和毒菌. 中国食用菌, 22(1): 6-7
- 李泰辉, 邓旺秋, 宋斌, 杨祝良, 曹晖, 陈学波, 梁绍华, 2003b. 海南吊罗山已知食(药)用菌和毒菌. 中国食用菌, 22(2): 11-12
- 李泰辉, 章卫民, 宋斌, 沈亚恒, 何青, 1998. 海南伞菌介绍. 吉林农业大学学报, 20(增刊): 234
- 李挺, 李泰辉, 邓旺秋, 2024. 中国鬼笔属真菌的物种多样性与资源. 菌物学报, 43(3): 230271
- 李玉, 2021. 后疫情时代中国食用菌产业的可持续发展. 菌物研究, 19(1): 1-5
- 李玉, 李泰辉, 杨祝良, 图力古尔, 戴玉成, 2015. 中国大型菌物资源图鉴. 郑州: 中原农民出版社. 1-1351
- 李玉, 图力古尔, 刘宇, 李泰辉, 2014. 中国真菌志. 第45卷: 侧耳-香菇型真菌. 北京: 科学出版社. 1-200
- 刘波, 范黎, 李建宗, 2005. 中国真菌志. 第23卷: 硬皮马勃目 柄灰包目 鬼笔目 轴灰包目. 北京: 科学出版社. 1-222
- 刘静, 何明霞, 王文兵, 曹旻, 许欣景, 高锋, 方艺伟, 杨天伟, 张春霞, 2017. 暗褐网柄牛肝菌仿生栽培研究. 西南农业学报, 30(5): 1-7
- 潘小艳, 2022. 海南热带雨林国家公园尖峰岭片区大型真菌资源调查与评价. 海南大学硕士论文, 海口. 1-140
- 彭卫红, 王迪, 周洁, 崔玉琴, 余洋, 何晓兰, 王勇, 2025. 外生菌根食用菌驯化栽培技术研究进展. 菌物研究, <https://doi.org/10.13341/j.jfr.2024.1822>
- 宋斌, 邓旺秋, 沈亚恒, 2002. 海南伞菌资源及区系地理成分初步分析. 吉林农业大学学报, 24(2): 42-46
- 宋斌, 李泰辉, 梁绍华, 2003. 海南黎母山大型真菌概况. 热带林业, 31(1): 38-39
- 孙英华, 徐优良, 张斌, 陈舜长, 陈晨, 苏雄辉, 梁静思, 1991. 海南岛尖峰岭地区大型真菌资源名录. 热带作物研究, 1991(4): 65-72
- 谭琦, 2024. 食用菌栽培发展历程. 食用菌学报, 31(5): 1-8
- 图力古尔, 包海鹰, 李玉, 2014a. 中国毒蘑菇名录. 菌物学报, 33(3): 517-548
- 图力古尔, 李海蛟, 包海鹰, 李玉, 2024. 中国毒蘑菇新修订名录. 菌物研究, 22(4): 301-321
- 图力古尔, 娜琴, 刘丽娜, 2021. 中国小菇科真菌图志. 北京: 科学出版社. 1-326
- 图力古尔, 田恩静, 萨仁图雅, 孟天晓, 2014b. 中国真菌志. 第49卷: 球盖菇科(1). 北京: 科学出版社. 1-207
- 图力古尔, 杨祝良, 陈作红, 李泰辉, 李海蛟, 2025. 中国的毒蘑菇. 北京: 科学出版社. 1-388
- 王迪, Hall IR, 何晓兰, 熊卫萍, 彭卫红, 2021. 人工合成松乳菇菌根及杂菌侵染宿主的形态学观察和分子鉴定. 食用菌学报, 28(3): 129-134
- 王科, 蔡磊, 2023. 中国菌物分类学和多样性研究的历史与现状概况. 菌物学报, 42(1): 50-62
- 魏杰, 高巍, 黄晨阳, 2021. 中国菌根食用菌名录. 菌物学报, 40(8): 1938-1957
- 魏玉莲, 2021. 森林生态系统中木腐真菌群落形成机理及生态功能. 生态学杂志, 40: 534-543
- 吴芳, 2016. 木耳属的分类与系统发育研究. 北京林业大学博士学位论文, 北京. 1-96
- 吴兴亮, 1996. 中国海南岛灵芝科的分类研究(1). 真菌学报, 15(4): 260-263
- 吴兴亮, 1997. 中国海南岛灵芝科的分类研究(2). 真菌学报, 16(4): 253-256
- 吴兴亮, 戴玉成, 2005. 中国灵芝图鉴. 北京: 科学出版社. 1-229
- 吴兴亮, 戴玉成, 林龙河, 2004a. 中国灵芝科资源及其地理分布 I. 贵州科学, 22(2): 27-33, 4

- 吴兴亮, 戴玉成, 林龙河, 2004b. 中国灵芝科资源及其地理分布 II. 贵州科学, 22(3): 34-37, 53
- 吴兴亮, 戴玉成, 林龙河, 2004c. 中国灵芝科资源及其地理分布 III. 贵州科学, 22(4): 36-40
- 吴兴亮, 戴玉成, 林龙河, 2005. 灵芝科资源及其孢子扫描电镜观察研究. 贵州科学, 23(2): 33-39
- 吴兴亮, 郭建荣, 陈焕强, 廖其珍, 谢圣华, 肖敏, 1999. 海南岛尖峰岭灵芝科的种类组成及其生态分布. 生态学报, 19(2): 159-163
- 吴兴亮, 郭建荣, 廖其珍, 谢圣华, 肖敏, 1998. 中国海南岛灵芝资源及其分布特征. 菌物系统, 17(2): 122-129
- 肖自添, 凌宏通, 曾令贤, 何焕清, 林新, 彭洋洋, 李钦艳, 卓国宁, 2021. 卵孢长根菇(黑皮鸡枞菌)工厂化免覆土周年高效栽培技术. 中国蔬菜, 2021(6): 112-114
- 徐敏, 张健, 黄天骥, 肖扬, 2025. 食用菌蛋白研究进展. 食药菌, 33(1): 17-27
- 严东辉, 姚一建, 2003. 菌物在森林生态系统中的功能和作用研究进展. 植物生态学报, 27(2): 143-150
- 杨小波, 陈宗铸, 李东海, 2021. 海南植被分类体系与植被分布图. 中国科学: 生命科学, 51(3): 321-333
- 杨祝良, 2005. 中国真菌志. 第 27 卷: 鹅膏科. 北京: 科学出版社. 1-258
- 杨祝良, 2019. 中国鹅膏科真菌图志. 北京: 科学出版社. 1-210
- 杨祝良, 葛再伟, 梁俊峰, 2019. 中国真菌志. 第 52 卷: 环柄菇类 蘑菇科. 北京: 科学出版社. 1-221
- 杨祝良, 王向华, 吴刚, 2022. 云南野生菌. 北京: 科学出版社. 1-378
- 袁甜, 崔琳琳, 李国玉, 王洋, 李洋, 2020. 冬虫夏草中活性成分虫草素的研究进展. 中医药信息, 37(6): 134-139
- 曾念开, 蒋帅, 2020. 海南鹦哥岭大型真菌图鉴. 海口: 南海出版社. 1-263
- 张金霞, 陈强, 黄晨阳, 高巍, 曲积彬, 2015. 食用菌产业发展历史、现状与趋势. 菌物学报, 34(4): 524-540
- 张明, 邓旺秋, 李泰辉, 陈春泉, 廖文波, 2023. 罗霄山脉大型真菌编目与图鉴. 北京: 科学出版社. 1-280
- 章卫民, 毕志树, 李泰辉, 郑国扬, 1994a. 海南省粉褶蕈属的分类研究(II). 真菌学报, 13(4): 260-263
- 章卫民, 李泰辉, 毕志树, 郑国扬, 1994b. 海南省粉褶蕈属的分类研究(I). 真菌学报, 13(3): 188-198
- 张小青, 1998. 多孔菌科和灵芝科的 6 个新记录种. 吉林农业大学学报, 20(增刊): 205
- 赵恒, 吴芳, 王科, 员瑗, 朱安红, 2025. 在中国海南热带雨林国家公园发现的大型担子菌新种区系研究. 菌物学报, <https://doi.org/10.13346/j.mycosystema.250004>
- 赵继鼎, 徐连旺, 张小青, 1979. 中国灵芝亚科的分类研究. 微生物学报, 19(3): 265-279
- 赵继鼎, 张小青, 1992. 中国灵芝科真菌资源与分布. 真菌学报, 11(1): 55-62
- 中国科学院微生物研究所, 1976. 真菌名词及名称. 北京: 科学出版社. 1-467
- 中国食用菌协会, 2025. 2023 年度全国食用菌统计调查结果分析. 中国食用菌, 44(1): 120-129
- 钟金霞, 郭建荣, 肖敏, 陈焕强, 何顺志, 邹芳伦, 吴兴亮, 1998. 海南岛药用灵芝资源的调查研究. 中国药理学杂志, 33(11): 652-655
- 庄文颖, 余知和, 王征, 2004. 中国真菌志. 第 21 卷: 晶杯菌科 肉杯菌科 肉盘菌科. 北京: 科学出版社. 1-192
- 庄文颖, 郑焕娣, 任菲, 宋霞, 2018. 中国真菌志. 第 56 卷: 柔膜菌科. 北京: 科学出版社. 1-226