

山东省木材腐朽真菌多样性和资源

周林江, 耿彬彬, 张国利, 张英昊, 田雪梅*

青岛农业大学生命科学学院 山东省应用真菌重点实验室, 山东 青岛 266109

摘要: 为了解山东省木腐菌物种多样性并挖掘潜在资源。以 2019–2021 年在山东省国家森林公园、自然保护区和植物园等地采集的标本 1 178 份和借阅馆藏标本 218 份为研究对象, 结合形态学和分子生物学方法, 共鉴定出 227 种。按照最新的真菌分类体系进行分类归属, 并使用最新的物种科学名称系统排列, 隶属于 2 门、6 纲、15 目、54 科、131 属。经济价值类型包括食用菌 25 种、药用菌 91 种、潜在工业价值 29 种, 分别占总种数的 11.01%、39.57%和 12.78%; 功能未知 103 种, 占总种数的 45.37%; 可用于食用、药用的木腐菌有 116 种, 占总种数的 51.10%。

关键词: 木腐菌; 物种多样性; 经济价值; 食用菌; 药用菌

[引用本文]

周林江, 耿彬彬, 张国利, 张英昊, 田雪梅, 2023. 山东省木材腐朽真菌多样性和资源. 菌物学报, 42(12): 2331-2355

Zhou LJ, Geng BB, Zhang GL, Zhang YH, Tian XM, 2023. Diversity and resources of wood-rotting fungi in Shandong Province. Mycosystema, 42(12): 2331-2355

Diversity and resources of wood-rotting fungi in Shandong Province

ZHOU Linjiang, GENG Binbin, ZHANG Guoli, ZHANG Yinghao, TIAN Xuemei*

Shandong Provincial Key Laboratory of Applied Mycology, College of Life Sciences, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, Shandong, China

Abstract: To understand the species diversity and to explore potential resources of wood-rotting fungi in Shandong Province, a total of 1 178 specimens was collected in national forest parks, nature reserves, and botanical gardens in the province during 2019–2021. Based on these specimens together with 218 previously collected specimens, 227 species were identified by using combining morphological and molecular methods. According to the latest taxonomic system, they

资助项目: 山东省重点研发计划(2022LZGC023); 国家自然科学基金(31970014); 泰山学者工程专项经费(tsqn202211188); 山东省高等学校青创科技计划(2019KJE003)

This work was supported by the Key Research and Development Program of Shandong Province, China (2022LZGC023), the National Natural Science Foundation of China (31970014), the Taishan Scholars Project Special Foundation (tsqn202211188), and the Shandong Province University Youth Innovation Science and Technology Program (2019KJE003).

*Corresponding author. E-mail: txm@qau.edu.cn

Received: 2023-05-09; Accepted: 2023-06-25

were classified into 131 genera, 54 families, 15 orders, 6 classes, and 2 phyla. Among these species 25 are edible, 91 medicinal, and 29 potentially industrially valuable, accounting for 11.01%, 39.57%, and 12.78% of the total number of species, respectively; 103 species are unclear functionally, accounting for 45.37% of the total number of species; 116 species are edible and medicinal simultaneously, accounting for 51.10% of the total number of species.

Keywords: wood-rotting fungi; diversity; economic value; edible fungi; medicinal fungi

山东省位于中国东部沿海、黄河下游, 东经 114°48′–122°42′E、北纬 34°23′–38°17′N, 东西长 721.03 km, 南北长 437.28 km。境域包括半岛和内陆 2 部分, 森林植被多样, 有泰山(泰安)、崂山(青岛)、昆嵛山(烟台)、蒙山(临沂)、里口山(威海)、沂山(潍坊)和鲁山(淄博)等; 水系丰富, 河流水库众多, 包括黄河、小清河及胶莱河等; 气候条件适宜, 为暖温带季风气候。植被区系为暖温带落叶阔叶林, 树木类型包括槐树、栎树、松树、侧柏和杉树等, 具有较高的生物多样性, 这为木腐菌的生长提供了有利的条件。

木腐菌是生态系统的重要组成部分, 通过分泌胞外酶来降解木材中的大分子, 如纤维素、木质素和半纤维素等, 进而促进生态系统物质循环(魏玉莲和戴玉成 2004)。中国属于“高度生物多样性国家”, 已发现木腐菌种类高达 2 000 多种(戴玉成 2009a, 2009b; Dai 2011, 2012; Zhou *et al.* 2018; Wu *et al.* 2022), 并陆续有多种木腐菌新种和新记录种被发现和报道(Tian & He 2012; Tian *et al.* 2013; Wu *et al.* 2016; Ji *et al.* 2017; Zhou *et al.* 2018; Wu *et al.* 2020; 戴玉成等 2021; Liu *et al.* 2021, 2022; Wang *et al.* 2021, 2022; Zhou *et al.* 2021a, 2021b, 2023; Mao *et al.* 2023)。中国作为食药菌生产和消费大国, 目前已人工驯化栽培和成功药用开发的大型真菌中多数为木腐菌。食药菌种类分布繁多, 记录在册的有 2 000 多种, 中国分布有约 936 种食用菌(戴玉成等 2010; 董娇等 2019)和 540 多种药用菌(戴玉成和杨祝

良 2008)。药用真菌的应用在中国具有悠久的历史, 是我国近年来真菌学领域研究的一个热点(Dai *et al.* 2009; 戴玉成 2017)。山东省大型真菌累计发现 300 余种, 并对其分布和经济价值进行了论述(马启明和王德源 1984; 赵遵田和于富强 2002; 赵江贺等 2011; 张英昊等 2018; 陈文华等 2019; 苏阳等 2020; 吴晓明等 2021), 但针对山东省木腐菌多样性开展的系统研究却未有报道, 相关研究亟待开展。

1 材料与方法

1.1 研究资料来源

研究材料包括团队 2019–2021 年期间对山东省国家森林公园、自然保护区和植物园等开展系统木材腐朽真菌资源调查工作中的采集标本 1 178 份和馆藏及借阅标本 218 份。

野外调查地点根据各地林木组成、森林覆盖率 and 地形地貌等特征选择主要线路和附近可到达的区域, 主要包括国家森林公园、自然保护区、植物园等地, 详见表 1。采集过程主要包括记录标本生长环境、寄主信息、生长方式以及宏观形态等, 清理杂物, 拍照记录, 做到对标本宏观信息尽量保留(李玉等 2016)。

1.2 标本鉴定

采用传统形态学鉴定和 DNA 序列比对分析相结合的方法, 并参考相关文献资料。宏观形态主要观察菌盖的大小、绒毛、形状、质地、颜色等, 菌肉结构、厚薄、颜色等, 菌孔形状、稀密、长度等, 菌褶与菌柄间着生方式, 菌柄的长度、直径、形状、表面特征、内部质

表 1 山东省木材腐朽真菌标本主要采集地点
Table 1 The main collection sites of wood-rotting fungi in Shandong Province

城市 City	采集地点 Collection site
滨州市 Binzhou City	鹤伴山国家森林公园 Hebangshan National Forest Park
济南市 Jinan City	华山国家森林公园 Huashan National Forest Park
济南市 Jinan City	九如山国家森林公园 Jiurushan National Forest Park
济南市 Jinan City	莲台山风景区 Liantaishan Park
济南市 Jinan City	柳埠国家森林公园 Liubu National Forest Park
临沂市 Linyi City	百花峪风景区 Baihuayu Park
临沂市 Linyi City	临沂动植物园 Linyi Animal and Botanical Garden
临沂市 Linyi City	蒙山国家森林公园 Mengshan National Forest Park
临沂市 Linyi City	沂蒙山天蒙风景区 Yimeng Mountain Tianmeng Scenic Spot
临沂市 Linyi City	郑城金银花基地 Zhengcheng Jinyinhua Base
青岛市 Qingdao City	崂山北九水风景区 Laoshan Beijiushui Park
青岛市 Qingdao City	崂山二龙山风景区 Laoshan Erlongshan Park
青岛市 Qingdao City	崂山巨峰风景区 Laoshan Jufeng Park
青岛市 Qingdao City	崂山仰口风景区 Laoshan Yangkou Park
青岛市 Qingdao City	青岛农业大学 Qingdao Agricultural University
青岛市 Qingdao City	城阳世纪公园 Chengyang Shiji Park
青岛市 Qingdao City	大珠山风景区 Dazhushan Park
青岛市 Qingdao City	浮山森林公园 Fushan Forest Park
青岛市 Qingdao City	崂山风景名胜區 Laoshan Scenic Spot
青岛市 Qingdao City	马山地质公园 Mashan Park
青岛市 Qingdao City	小珠山国家森林公园 Xiaozhushan National Forest Park
青岛市 Qingdao City	青岛植物园 Qingdao Botanical Garden
泰安市 Tai'an City	徂徕山国家森林公园 Culaishan National Forest Park
泰安市 Tai'an City	泰山国家森林公园 Taishan National Forest Park
泰安市 Tai'an City	新甫山国家森林公园 Xinfushan National Forest Park
泰安市 Tai'an City	药乡国家森林公园 Yaoxiang National Forest Park
日照市 Rizhao City	海滨国家森林公园 Haibin National Forest Park
威海市 Weihai City	槎山国家森林公园 Chashan National Forest Park
威海市 Weihai City	嵎嵎山国家森林公园 Juyushan National Forest Park
威海市 Weihai City	里口山国家森林公园 Likoushan National Forest Park
威海市 Weihai City	圣经山风景名胜區 Shengjingshan Park
威海市 Weihai City	仙姑顶风景名胜區 Xianguding Park
潍坊市 Weifang City	留山国家森林公园 Liushan National Forest Park
潍坊市 Weifang City	密州国家森林公园 Mizhou National Forest Park
潍坊市 Weifang City	沂山国家森林公园 Yishan National Forest Park
烟台市 Yantai City	昆崙山国家森林公园 Kunyushan National Forest Park

(待续)

(续表 1)

城市 City	采集地点 Collection site
烟台市 Yantai City	招虎山国家森林公园 Zhaohushan National Forest Park
烟台市 Yantai City	艾山国家森林公园 Aishan National Forest Park
烟台市 Yantai City	罗山国家森林公园 Luoshan National Forest Park
枣庄市 Zaozhuang City	抱犊崮国家森林公园 Baodugu National Forest Park
淄博市 Zibo City	鲁山国家森林公园 Lushan National Forest Park
淄博市 Zibo City	原山国家森林公园 Yuanshan National Forest Park

地等特征。显微结构观察菌丝系统(单系、二体系或三体系),担子和拟担子形状、大小、担子小梗的数量等;担孢子形状、大小、薄壁或厚壁等(刘世良 2019)。

1.3 研究资料处理

木腐菌的物种组成根据研究区域所采集的标本进行科、属的统计分析,统计物种数目及其所占比例。名录中真菌物种名称及其所属分类阶元依据 Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>)及 MycoBank (<https://www.Mycobank.org/>)最新物种科学名称和分类体系。功能类型主要根据参考文献、著作等记载划分。

2 结果与分析

2.1 山东省木腐菌物种名录

所研究的寄生在木材上的真菌名录按字母顺序排列,详见表 2,包括生长在木材上的担子菌和子囊菌以及采集地点和功能。

2.2 物种组成成分分析

经调查研究发现山东省木腐菌分布有 227 种,隶属于 2 门、6 纲、15 目、54 科、131 属,其中子囊菌门 3 纲 4 目 5 科 7 属 9 种,所包含种数占总种数的 3.96%。担子菌门 3 纲 11 目 49 科 124 属 218 种,所包含种数占总种数的 96.04%(表 3)。

各级组成情况分别为,在纲一级水平上,包括子囊菌纲、盘菌纲、圆盘菌纲、银耳纲、

花耳纲和伞菌纲,伞菌纲 Agaricomycetes 为主要组成部分,包括 214 种,占总种数的 94.27%。子囊菌纲占总种数的 3.08%,花耳纲占总种数的 1.32%,其余 3 个各占总种数的 0.44%。在目一级水平上,包括多孔菌目 Polyporales 51.10%,锈革孔菌目 Hymenochaetales 18.50%,伞菌目 Agaricales 10.57%,红菇目 Russulales 5.73%,其余各目共计占比 14.10%。

科一级水平,主要以多孔菌科 Polyporaceae、锈革孔菌科 Hymenochaetaceae 和皱孔菌科 Meruliaceae 为主,分别占总种数的 19.82%、7.93% 和 6.61%。其次为原毛平革菌科 Phanerochaetaceae 5.73%,拟层孔菌科 Fomitopsidaceae 5.29%,裂孔菌科 Schizoporaceae 4.41%,耙齿菌科 Irpicaceae, 2.64%,耳壳菌科 Dacryobolaceae、褐褶菌科 Gloeophyllaceae、壳孢科 Incrustoporiaceae、木耳科 Auriculariaceae、泡头菌科 Physalacriaceae、锐孔菌科 Oxyporaceae、炭团菌科 Hypoxylaceae 各占比 2.20%。包含单种的科有 21 个,占总种数的 9.25%。其余 19 科包含 52 种占总种数的 22.91%(表 4)。

属一级水平,包含 5 种及以上的有栓菌属 *Trametes* 4.85%,趋木齿菌属 *Xylodon* 3.08%,灵芝属 *Ganoderma* 2.64%,木耳属 *Auricularia*、平革菌属 *Phanerochaete*、锐孔菌属 *Oxyporus* 各占总种数的 2.20%。包含单种的属有 86 个,占总种数的 37.89%。其余各属所含物种数占总种数的 44.93%。

表 2 山东省木腐菌物种名录
Table 2 A list of wood-rotting fungi in Shandong Province

种名 Species	分布地 Distribution	功能类型 Function type
二年残孔菌 <i>Abortiporus biennis</i>	青岛崂山, 潍坊马耳山 Laoshan, Qingdao; Maershan Weifang	药用(吴兴亮 2013) Medicinal (Wu 2013)
柄生苦味波特孔菌 <i>Amaropostia stiptica</i>	威海里口山、仙姑顶, 烟台艾山, 潍坊沂山, 临沂蒙山 Likoushan, Xianguding, Weihai; Aishan, Yantai; Yishan, Weifang; Mengshan, Linyi	药用 Medicinal (Kalyoncua <i>et al.</i> 2010)
红粉孢菌 <i>Amylosporus rubellus</i>	临沂蒙山 Mengshan, Linyi	功能不明确 Unclear function
截头炭团菌 <i>Annulohypoxylon annulatum</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	药用 Medicinal (Lee <i>et al.</i> 2019)
平环纹炭团菌 <i>Annulohypoxylon truncatum</i>	烟台招虎山 Zhaohushan, Yantai	药用 Medicinal (Li <i>et al.</i> 2016)
异形薄孔菌 <i>Antrodia heteromorpha</i>	临沂蒙山 Mengshan, Linyi	药用 Medicinal (Kwon <i>et al.</i> 2016)
波状薄孔菌 <i>Antrodia sinuosa</i>	临沂蒙山, 烟台艾山 Mengshan, Linyi; Aishan, Yantai	潜在工业价值 Potential industrial value (Sugano <i>et al.</i> 2019)
半伏小薄孔 <i>Antrodiella semisupina</i>	烟台罗山 Luoshan, Yantai	药用 Medicinal (Deng <i>et al.</i> 2008)
蜜环菌 <i>Armillaria mellea</i>	烟台昆嵛山 Kunyushan, Yantai	食药兼用 Edible and Medicinal (Breitenbach & Kränzlin 1992)
苔藓星毛革菌 <i>Asterostroma muscicola</i>	烟台昆嵛山、招虎山, 青岛马山、大珠山, 潍坊沂山, 临沂蒙山、动植物园, 枣庄抱犊崮 Kunyushan, Zhaohushan, Yantai; Mashan, Dazhushan, Qingdao; Yishan, Weifang; Mengshan, Animal and Botanical Garden, Linyi; Baodugu, Zaozhuang	功能不明确 Unclear function
厚质木耳 <i>Auricularia auricula-judae</i>	青岛崂山、青岛农业大学 Laoshan, Qingdao Agricultural University, Qingdao	食用(卯晓岚 2000) Edible (Mao 2000)
毛木耳 <i>Auricularia cornea</i>	威海圣经山, 临沂蒙山、动植物园, 日照海滨国家森林公园, 烟台昆嵛山, 青岛崂山 Shengjingshan, Weihai; Mengshan, Animal and Botanical Garden, Linyi; Haibin National Forest Park, Rizhao; Kunyushan, Yantai; Laoshan, Qingdao	食用, 潜在工业价值 (李玉等 2016) Edible, potential industrial value (Li <i>et al.</i> 2016)
黑木耳 <i>Auricularia heimuer</i>	泰安 Tai'an	食用(李玉等 2016) Edible (Li <i>et al.</i> 2016)
毛黑木耳 <i>Auricularia nigricans</i>	烟台招虎山、昆嵛山、罗山、艾山, 潍坊沂山、老龙湾、留山, 滨州鹤伴山, 青岛大珠山、青岛农业大学、崂山、浮山, 威海里口山, 临沂蒙山、动植物园, 枣庄抱犊崮 Zhaohushan, Kunyushan, Luoshan, Aishan, Yantai; Yishan, Laolongwan, Liushan, Weifang; Hebanshan, Binzhou; Dazhushan, Qingdao Agricultural University, Laoshan, Fushan, Qingdao; Likoushan, Weihai; Mengshan, Animal and Botanical Garden, Linyi; Baodugu, Zaozhuang	食药兼用 (戴玉成等 2013) Edible and medicinal (Dai <i>et al.</i> 2013)

(待续)

(续表 2)

种名	分布地	功能类型
Species	Distribution	Function type
短毛木耳	烟台艾山、昆嵛山, 青岛崂山, 威海里口山	功能不明确
<i>Auricularia villosula</i>	Aishan, Kunyushan, Yantai; Laoshan, Qingdao; Likoushan, Weihai	Unclear function
橘黄卧孔菌	威海仙姑顶	功能不明确
<i>Auriporia aurulenta</i>	Xianguding, Weihai	Unclear function
耳匙菌	青岛崂山	功能不明确
<i>Auriscalpium vulgare</i>	Laoshan, Qingdao	Unclear function
黄毛南小薄孔菌	德州乐陵	功能不明确
<i>Austeria citrea</i>	Leling, Dezhou	Unclear function
淡色生赤壳菌	临沂蒙山	药用(李玉等 2016)
<i>Bionectria ochroleuca</i>	Mengshan, Linyi	Medicinal (Li et al. 2016)
烟管菌	青岛崂山、青岛农业大学, 烟台罗山、招虎山, 临沂蒙山	药用, 潜在工业价值,
<i>Bjerkandera adusta</i>	Laoshan, Qingdao Agricultural University, Qingdao; Luoshan, Zhaohushan, Yantai; Mengshan, Linyi	林木病原菌(卯晓岚 2000)
		Medicinal, potential industrial value, pathogenic (Mao 2000)
亚黑管菌	临沂蒙山, 青岛崂山	药用(吴兴亮 2013)
<i>Bjerkandera fumosa</i>	Mengshan, Linyi; Laoshan, Qingdao	Medicinal (Wu 2013)
白亮串担革菌	潍坊沂山	功能不明确
<i>Botryobasidium candicans</i>	Yishan, Weifang	Unclear function
韧串担革菌	淄博鲁山, 威海仙姑顶, 临沂蒙山	功能不明确
<i>Botryobasidium robustius</i>	Lushan, Zibo; Xianguding, Weihai; Mengshan, Linyi	Unclear function
苹果褐伏孔菌	威海里口山、仙姑顶, 临沂蒙山	功能不明确
<i>Brunneoporus malicola</i>	Likoushan, Xianguding, Weihai; Mengshan, Linyi	Unclear function
角状胶角耳	青岛崂山	功能不明确
<i>Calocera cornea</i>	Laoshan, Qingdao	Unclear function
叉胶角耳	青岛崂山, 潍坊沂山, 淄博鲁山	功能不明确
<i>Calocera furcata</i>	Laoshan, Qingdao; Yishan, Weifang; Lushan, Zibo	Unclear function
白黄小脆柄菇	烟台招虎山	食用, 潜在工业价值(颜俊清 2018)
<i>Candolleomyces candolleanus</i>	Zhaohushan, Yantai	Edible, potential industrial value (Yan 2018)
鳞状蜡孔菌	德州乐陵	功能不明确
<i>Cerioporus scutellatus</i>	Leling, Dezhou	Unclear function
宽鳞蜡孔菌	临沂蒙山	食药兼用, 林木病原菌(戴玉成 2012)
<i>Cerioporus squamosus</i>	Mengshan, Linyi	Edible and medicinal, pathogenic (Dai 2012)
多变蜡孔菌	青岛崂山、青岛农业大学	药用(周均亮 2017)
<i>Cerioporus varius</i>	Laoshan, Qingdao Agricultural University, Qingdao	Medicinal (Zhou 2017)
紫蜡质菌	潍坊沂山	功能不明确
<i>Ceriporia purpurea</i>	Yishan, Weifang	Unclear function
迟缓蜡质菌	济南华山	功能不明确
<i>Ceriporia tarda</i>	Huashan, Jinan	Unclear function
类木垫蜡卧孔菌	滨州鹤伴山, 济南柳埠、莲台山, 临沂蒙山	功能不明确
<i>Ceriporia xylostomatoides</i>	Hebanshan, Binzhou; Liuwu, Liantaishan, Jinan; Mengshan, Linyi	Unclear function
虫拟蜡菌	泰安泰山 Mount Tai, Tai'an	潜在工业价值
<i>Ceriporiopsis subvermispora</i>		Potential industrial value (Huang et al. 2019)

(待续)

(续表 2)

种名 Species	分布地 Distribution	功能类型 Function type
白黄下皮黑孔菌 <i>Cerrena albocinnamomea</i>	烟台艾山 Aishan, Yantai	潜在工业价值, 林木病原菌 (戴玉成 2012) Potential industrial value, pathogenic (Dai 2012)
一色齿毛菌 <i>Cerrena unicolor</i>	烟台招虎山, 临沂蒙阴、动植物园, 青岛农业大学 Zhaohushan, Yantai; Mengyin, Animal and Botanical Garden, Linyi; Qingdao Agricultural University, Qingdao	药用, 潜在工业价值, 林木病原菌(卯晓岚 2000) Medicinal, potential industrial value, pathogenic (Mao 2000)
荷伯生氏斜盖 <i>Clitopilus hobsonii</i>	青岛崂山, 潍坊沂山 Laoshan, Qingdao; Yishan, Weifang	功能不明确 Unclear function
Collybiopsis ramealis	临沂平邑, 青岛崂山、青岛农业大学 Pingyi County, Linyi; Laoshan, Qingdao Agricultural University, Qingdao	食用(卯晓岚 2000) Edible (Mao 2000)
肉桂色集毛菌 <i>Coltricia cinnamomea</i>	临沂天蒙山 Tianmengshan, Linyi	功能不明确 Unclear function
魏氏集毛孔菌 <i>Coltricia weii</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	功能不明确 Unclear function
干粉孢革菌 <i>Coniophora arida</i>	威海里口山、仙姑顶, 临沂蒙山 Likoushan, Xianguding Weihai; Mengshan Linyi	功能不明确 Unclear function
粗拟革盖菌 <i>Corioloopsis gallica</i>	威海文登 Wendeng, Weihai	潜在工业价值 (袁明生和孙佩琼 2007) Potential industrial value (Yuan & Sun 2007)
奶油栓菌 <i>Cubamyces lactineus</i>	威海里口山 Likoushan, Weihai	药用(袁明生和孙佩琼 2007) Medicinal (Yuan & Sun 2007)
粉灰栓菌 <i>Cubamyces menziesii</i>	临沂沂水 Yishui, Linyi	潜在工业价值(吴兴亮 2013) Potential industrial value (Wu 2013)
蓝灰蓝孔菌 <i>Cyanosporus caesius</i>	威海里口山, 青岛崂山 Likoushan, Weihai; Laoshan, Qingdao	食用(申露露 2017) Edible (Shen 2017)
蓝绿蓝孔菌 <i>Cyanosporus coeruleivirens</i>	威海仙姑顶 Xianguding, Weihai	功能不明确 Unclear function
近蓝灰蓝孔菌 <i>Cyanosporus subcaesius</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	功能不明确 Unclear function
光柱担菌 <i>Cylindrobasidium laeve</i>	烟台昆嵛山 Kunyushan, Yantai	功能不明确 Unclear function
卡斯坦耳壳菌 <i>Dacryobolus karstenii</i>	烟台招虎山 Zhaohushan, Yantai	功能不明确 Unclear function
匙盖假花耳 <i>Dacryopinax</i>	青岛崂山, 滨州鹤伴山, 威海里口山, 临沂蒙山、动植物园 Laoshan, Qingdao; Hebanshan, Binzhou; Likoushan, Weihai;	食药兼用(梁俊峰等 2010) Edible and medicinal (Liang et al. 2010)
spathularia	Mengshan, Animal and Botanical Garden, Linyi	
迪氏迷孔菌 <i>Daedalea dickinsii</i>	泰安泰山 Mount Tai, Tai'an	药用, 潜在工业价值 (应建浙等 1987) Medicinal, potential industrial value (Ying et al. 1987)
黄迷孔菌 <i>Daedalea xantha</i>	烟台艾山 Aishan, Yantai	药用(戴玉成 2009b) Medicinal (Dai 2009b)
三色拟迷孔菌 <i>Daedaleopsis tricolor</i>	威海里口山, 青岛崂山, 烟台昆嵛山 Likoushan, Weihai; Laoshan, Qingdao; Kunyushan, Yantai	药用 Medicinal (Nunez & Ryvarden 2000)

(待续)

(续表 2)

种名 Species	分布地 Distribution	功能类型 Function type
黑轮层炭壳 <i>Daldinia concentrica</i>	威海圣经山、距嵎山, 青岛崂山 Shengjingshan, Juyushan, Weihai; Laoshan, Qingdao	药用 Medicinal (Ki <i>et al.</i> 2022)
易逝无环蜜环菌 <i>Desarmillaria tabescens</i>	烟台昆嵎山 Kunyushan, Yantai	食药兼用, 林木病原菌 (卯晓岚 2000) Edible and medicinal, pathogenic (Mao 2000)
齿小刺孔菌 <i>Echinoporia hydnophora</i>	临沂动植物园 Animal and Botanical Garden, Linyi	功能不明确 Unclear function
山核桃榆孔菌 <i>Elmerina caryae</i>	烟台昆嵎山 Kunyushan, Yantai	功能不明确 Unclear function
易逝无环蜜环菌 <i>Fabiosporus sanguineus</i>	烟台昆嵎山、罗山, 青岛崂山, 潍坊马耳山, 临沂蒙山, 枣庄抱犊崮 Kunyushan, Luoshan, Yantai; Laoshan, Qingdao; Maershan, Weifang; Mengshan, Linyi; Baodugu, Zaozhuang	药用(吴兴亮 2013) Medicinal (Wu 2013)
蜡状索孔菌 <i>Fibroporia ceracea</i>	威海槎山、里口山 Chashan, Likoushan, Weihai	功能不明确 Unclear function
金针菇 <i>Flammulina filiformis</i>	烟台艾山, 青岛农业大学 Aishan, Yantai; Qingdao Agricultural University, Qingdao	食药兼用 Edible and medicinal (Breitenbach & Kränzlin 1992)
浅黄囊孔菌 <i>Flavodon flavus</i>	淄博鲁山, 威海仙姑顶, 临沂蒙山 Lushan, Zibo; Xianguding, Weihai; Mengshan, Linyi	潜在工业价值(吴兴亮 2013) Potential industrial value (Wu 2013)
暗黄层孔菌 <i>Fomes fulvus</i>	泰安肥城 Feicheng, Tai'an	药用, 林木病原菌(倪乃乐等 1981) Medicinal, pathogenic (Ni <i>et al.</i> 1981)
粗壮层卧孔菌 <i>Fomitiporia robusta</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	药用, 林木病原菌(李玉等 2016) Medicinal, pathogenic (Li <i>et al.</i> 2016)
伊贝拟层孔菌 <i>Fomitopsis iberica</i>	烟台招虎山, 青岛马山, 临沂动植物园 Zhaohushan, Yantai; Mashan, Qingdao; Animal and Botanical Garden, Linyi	功能不明确 Unclear function
红缘拟层孔菌 <i>Fomitopsis pinicola</i>	青岛 Qingdao	药用, 林木病原菌(卯晓岚 2000) Medicinal, pathogenic (Mao 2000)
淡黄褐孔菌 <i>Fuscoporia gilva</i>	临沂蒙山、沂水, 烟台罗山, 青岛崂山, 潍坊沂山 Mengshan, Yishui, Linyi; Luoshan, Yantai; Laoshan, Qingdao; Yishan, Weifang	药用, 林木病原菌(李玉等 2016) Medicinal, pathogenic (Li <i>et al.</i> 2016)
簇毛褐孔菌 <i>Fuscoporia torulosa</i>	临沂莒南 Junan, Linyi	药用 Medicinal
树舌 <i>Ganoderma applanatum</i>	临沂动植物园、朱田镇, 济南九如山, 青岛崂山、 青岛农业大学, 烟台昆嵎山 Animal and Botanical Garden, Zhutian Town, Linyi; Jiurushan, Jinan; Laoshan, Qingdao Agricultural University, Qingdao; Kuyushan, Yantai	药用, 林木病原菌 (戴玉成等 2013) Medicinal, pathogenic (Dai <i>et al.</i> 2013)
有柄树舌 <i>Ganoderma gibbosum</i>	临沂动植物园 Animal and Botanical Garden, Linyi	药用(卯晓岚 2000) Medicinal (Mao 2000)
灵芝 <i>Ganoderma lingzhi</i>	烟台昆嵎山、招虎山, 青岛崂山、大泽山, 青岛农业大学, 威海里口山, 泰安山东农业大学 Kunyushan, Zhaohushan, Yantai; Laoshan, Dazeshan; Qingdao Agricultural University, Qingdao; Likoushan, Weihai; Shandong Agricultural University, Tai'an	药用(戴玉成等 2013) Medicinal (Dai <i>et al.</i> 2013)

(待续)

(续表 2)

种名 Species	分布地 Distribution	功能类型 Function type
亮盖灵芝 <i>Ganoderma lucidum</i>	烟台昆嵛山, 青岛崂山、信号山、青岛农业大学, 临沂蒙山, 济南莲台山, 威海仙姑顶、里口山 Kunyushan, Yantai; Laoshan, Xinhaoshan, Qingdao Agricultural University, Qingdao; Mengshan, Linyi; Liantaishan, Jinan; Xianguding, Likoushan, Weihai	药用(卯晓岚 2000) Medicinal (Mao 2000)
山东灵芝 <i>Ganoderma shandongense</i>	济南莲台山 Liantaishan, Jinan	药用(戴玉成等 2013) Medicinal (Dai et al. 2013)
紫芝 <i>Ganoderma sinense</i>	聊城冠县 Guan County, Liaocheng	药用(杜琳等 2018) Medicinal (Du et al. 2018)
桧柏褐褶菌 <i>Gloeophyllum juniperinum</i>	烟台艾山 Aishan, Yantai	功能不明确 Unclear function
深褐褶菌 <i>Gloeophyllum sepiarium</i>	青岛大泽山、崂山, 烟台昆嵛山、艾山, 临沂蒙山 Dazeshan, Laoshan, Qingdao; Kunyushan, Aishan, Yantai; Mengshan, Linyi	药用(戴玉成等 2013) Medicinal (Dai et al. 2013)
条纹粘褶菌 <i>Gloeophyllum striatum</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	药用 Medicinal (Zawadzka et al. 2021)
密褐褶菌 <i>Gloeophyllum trabeum</i>	济南九如山, 临沂蒙山 Jiurushan, Jinan; Mengshan, Linyi	潜在工业价值 (卯晓岚 2000) Potential industrial value (Mao 2000)
乳液黏革菌 <i>Gloiothele lactescens</i>	烟台昆嵛山 Kunyushan, Yantai	功能不明确 Unclear function
灰树花 <i>Grifola frondosa</i>	青岛崂山, 淄博鲁山, 烟台莱阳 Laoshan, Qingdao; Lushan, Zibo; Laiyang, Yantai	食药兼用(卯晓岚 2000) Edible and medicinal (Mao 2000)
紫裸伞 <i>Gymnopilus purpureosquamulosus</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	药用 Medicinal (Dulay et al. 2021)
红彩孔菌 <i>Hapalopilus rutilans</i>	泰安泰山 Mount Tai, Tai'an	功能不明确 Unclear function
岛生异担子菌 <i>Heterobasidion insulare</i>	青岛胶州 Jiaozhou, Qingdao	潜在工业价值 Potential industrial value (Yue et al. 2016)
柔美刺皮耳 <i>Heterochaete delicata</i>	青岛大珠山 Dazhushan, Qingdao	功能不明确 Unclear function
灰白亚侧耳 <i>Hohenbuehelia grisea</i>	烟台招虎山, 青岛马山、大珠山, 滨州鹤伴山, 淄博涌泉 Zhaohushan, Yantai; Mashan, Dazhushan, Qingdao; Hebanshan, Binzhou; Yongquan, Zibo	药用 Medicinal (Sandargo et al. 2018)
肿丝晶圆盘菌 <i>Hyalorbilia inflatula</i>	烟台招虎山 Zhaohushan, Yantai	功能不明确 Unclear function
阿拉华刺射脉菌 <i>Hydnophlebia alachuana</i>	临沂蒙山 Mengshan, Linyi	功能不明确 Unclear function
褐环刺革菌 <i>Hymenochaete cyclolamellata</i>	烟台昆嵛山 Kunyushan, Yantai	功能不明确 Unclear function
黄山刺革菌 <i>Hymenochaete huangshanensis</i>	泰安泰山 Mount Tai, Tai'an	功能不明确 Unclear function
齿状刺革菌 <i>Hymenochaete odontoides</i>	烟台昆嵛山 Kunyushan, Yantai	功能不明确 Unclear function

(待续)

(续表 2)

种名 Species	分布地 Distribution	功能类型 Function type
卵孢长根菇 <i>Hymenopellis raphanipes</i>	烟台昆嵛山 Kunyushan, Yantai	功能不明确 Unclear function
光头丝皮菌 <i>Hyphoderma nudicephalum</i>	青岛崂山, 潍坊马耳山, 临沂蒙山 Laoshan, Qingdao; Maershan, Weifang; Mengshan, Linyi	功能不明确 Unclear function
刚毛丝皮菌 <i>Hyphoderma setigerum</i>	潍坊马耳山 Maershan, Weifang	功能不明确 Unclear function
亚刚毛丝皮菌 <i>Hyphoderma subsetigerum</i>	威海槎山, 潍坊沂山, 济南莲台山, 淄博鲁山, 临沂百花峪 Chashan, Weihai; Yishan, Weifang; Liantaishan, Jinan; Lushan, Zibo;	功能不明确 Unclear function
黄褐产丝齿菌 <i>Hyphodontia alutaria</i>	Baihuayu, Linyi 枣庄抱犊崮 Baodugu, Zaozhuang	功能不明确 Unclear function
勺形丝齿菌 <i>Hyphodontia spathulata</i>	青岛崂山, 潍坊马耳山 Laoshan, Qingdao; Maershan, Weifang	功能不明确 Unclear function
热带产丝齿菌 <i>Hyphodontia tropica</i>	威海里口山、圣经山、仙姑顶, 烟台罗山, 枣庄抱犊崮 Likoushan, Shengjingshan, Xianguding, Weihai; Luoshan, Yantai;	功能不明确 Unclear function
簇生垂暮菇 <i>Hypholoma fasciculare</i>	Baodugu, Zaozhuang 青岛崂山、青岛农业大学, 烟台昆嵛山、招虎山, 威海里口山、槎山 Laoshan, Qingdao Agricultural University, Qingdao; Kunyushan, Zhaohushan, Yantai; Likoushan, Chashan, Weihai	药用, 潜在工业价值 (戴玉成等 2013) Medicinal, potential industrial value (Dai et al. 2013)
大果炭团菌 <i>Hypoxylon macrocarpum</i>	滨州鹤伴山 Hebanshan, Binzhou	功能不明确 Unclear function
提香炭团菌 <i>Hypoxylon ticinense</i>	淄博原山 Yuanshan, Zibo	功能不明确 Unclear function
怪柳核纤孔菌 <i>Inocutis tamaricis</i>	潍坊沂山 Yishan, Weifang	药用, 林木病原菌 (应建浙等 1987) Medicinal, pathogenic (Ying et al. 1987)
粗毛纤孔菌 <i>Inonotus hispidus</i>	滨州无棣 Wudi, Binzhou	药用, 林木病原菌 (吴兴亮 2013) Medicinal, pathogenic (Wu 2013)
桦褐纤孔菌 <i>Inonotus obliquus</i>	烟台昆嵛山 Kunyushan, Yantai	药用, 林木病原菌 (戴玉成等 2007) Medicinal, pathogenic (Dai et al. 2007)
齿囊耙齿菌 <i>Irpex hydnoides</i>	威海文登 Wendeng, Weihai	药用(戴玉成和 杨祝良 2008) Medicinal (Dai & Yang 2008)
撕裂耙齿菌 <i>Irpex laceratus</i>	烟台昆嵛山、招虎山, 威海槎山、圣经山, 青岛马山、崂山、大珠山、小珠山, 潍坊沂山, 济南莲台山, 淄博鲁山、原山, 临沂动植物园 Kunyushan, Zhaohushan, Yantai; Chashan, Shengjingshan, Weihai; Mashan, Laoshan, Dazhushan, Xiaozhushan, Qingdao; Yishan, Weifang; Liantaishan, Jinan; Lushan, Yuanshan, Zibo; Animal and Botanical Garden, Linyi	药用, 林木病原菌 (李玉等 2016) Medicinal, pathogenic (Li et al. 2016)

(待续)

(续表 2)

种名 Species	分布地 Distribution	功能类型 Function type
白囊耙齿菌 <i>Irpex lacteus</i>	青岛崂山、浮山、小珠山、大珠山、马山、青岛农业大学, 烟台昆嵛山、招虎山、罗山、艾山, 威海里口山、圣经山、崛嵎山、槎山、仙姑顶, 临沂蒙山、百花峪、动植物园, 潍坊马耳山、沂山, 滨州鹤伴山, 济南莲台山、九如山、华山, 淄博鲁山、原山、涌泉, 枣庄抱犊崮 Laoshan, Fushan, Xiaozhushan, Dazhushan, Mashan, Qingdao Agricultural University, Qingdao; Kunyushan, Zhaohushan, Luoshan, Aishan, Yantai; Likoushan, Shengjingshan, Juyushan, Chashan, Xianguding, Weihai; Mengshan, Baihuayu, Animal and Botanical Garden, Linyi; Maershan, Yishan, Weifang; Hebanshan, Binzhou; Liantaishan, Jiurushan, Huashan, Jinan; Lushan, Yuanshan, Yongquan, Zibo; Baodugu, Zaozhuang	药用, 潜在工业价值 (吴兴亮 2013) Medicinal, potential industrial value (Wu 2013)
皱皮菌 <i>Ischnoderma resinosum</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	食用, 潜在工业价值 (王立安和通占元 2011) Edible, potential industrial value (Wang & Tong 2011)
隐囊奈氏齿菌 <i>Kneiffiella abdita</i>	临沂蒙山 Mengshan, Linyi	功能不明确 Unclear function
奶油绚孔菌 <i>Laetiporus cremeiporus</i>	青岛崂山, 淄博鲁山, 临沂蒙山 Laoshan, Qingdao; Lushan, Zibo; Mengshan, Linyi	食药兼用, 林木病原菌 (卯晓岚 2000) Edible and medicinal, pathogenic (Mao 2000)
漏斗多孔菌 <i>Lentinus arcularius</i>	烟台昆嵛山 Kunyushan, Yantai	食药兼用(戴玉成等 2013) Edible and medicinal (Dai <i>et al.</i> 2013)
冬生韧伞 <i>Lentinus brumalis</i>	青岛大泽山 Dazeshan, Qingdao	食药兼用, 潜在工业价值, 林木病原菌(戴玉成 2012) Edible and medicinal, potential industrial value, pathogenic (Dai 2012)
桦褶孔菌 <i>Lenzites betulinus</i>	威海仙姑顶、崛嵎山, 烟台招虎山 Xianguding, Juyushan, Weihai; Zhaohushan, Yantai	药用(戴玉成等 2013) Medicinal (Dai <i>et al.</i> 2013)
微灰齿脉菌 <i>Lopharia cinerascens</i>	威海里口山, 青岛大泽山 Likoushan, Weihai; Dazeshan, Qingdao	功能不明确 Unclear function
西伯利亚洛氏孔菌 <i>Loweomyces sibiricus</i>	威海圣经山 Shengjingshan, Weihai	林木病原菌(戴玉成 2012) Pathogenic (Dai 2012)
<i>Luteochaete subglobosa</i>	威海仙姑顶 Xianguding, Weihai	功能不明确 Unclear function
接骨木疏伏革菌 <i>Lyomyces sambuci</i>	济南柳埠, 枣庄抱犊崮 Liuwu, Jinan; Baodugu, Zaozhuang	功能不明确 Unclear function
白微皮伞 <i>Marasmiellus candidus</i>	青岛农业大学 Qingdao Agricultural University, Qingdao	药用 Medicinal (Villavicencio <i>et al.</i> 2021)
柯氏波纹菇 <i>Meiorganum curtisii</i>	烟台昆嵛山、招虎山, 临沂蒙山 Kunyushan, Zhaohushan, Yantai; Mengshan, Linyi	药用, 有毒菌(李玉等 2016) Medicinal, Poisonous (Li <i>et al.</i> 2016)
香味齿孔菌 <i>Metuloidea fragrans</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	功能不明确 Unclear function

(待续)

(续表 2)

种名 Species	分布地 Distribution	功能类型 Function type
变形新薄孔菌 <i>Neoaetrodia variiformis</i>	泰安肥城 Feicheng, Tai'an	功能不明确 Unclear function
白膏新小薄孔菌 <i>Neoaetrodiella gypsea</i>	临沂蒙山 Mengshan, Linyi	药用 Medicinal (Zhao <i>et al.</i> 2015)
新棱孔菌 <i>Neofavolus alveolaris</i>	青岛农业大学 Qingdao Agricultural University, Qingdao	功能不明确 Unclear function
紫褐黑孔菌 <i>Nigroporus vinosus</i>	威海里口山, 青岛崂山, 烟台昆嵛山 Likoushan, Weihai; Laoshan, Qingdao; Kunyushan, Yantai	功能不明确 Unclear function
楔囊锐孔菌 <i>Oxyporus cuneatus</i>	泰安泰山 Mount Tai, Tai'an	功能不明确 Unclear function
银杏锐孔菌 <i>Oxyporus ginkgonis</i>	烟台招虎山, 滨州鹤伴山, 济南华山, 青岛崂山 Zhaohushan, Yantai; Hebangshan, Binzhou; Huashan, Jinan; Laoshan, Qingdao	功能不明确 Unclear function
米拉锐孔菌 <i>Oxyporus millavensis</i>	淄博原山 Yuanshan, Zibo	功能不明确 Unclear function
长囊锐孔菌 <i>Oxyporus obducens</i>	泰安泰山 Mount Tai, Tai'an	药用 Medicinal (Krupodorova <i>et al.</i> 2016)
杨锐孔菌 <i>Oxyporus populinus</i>	潍坊留山, 临沂蒙山 Liushan, Weifang; Mengshan, Linyi	潜在工业价值, 林木病原菌 Potential industrial value, pathogenic (Essien & Akpan 2014)
革耳菌 <i>Panus rudis</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	潜在工业价值(李玉等 2016) Potential industrial value (Li <i>et al.</i> 2016)
<i>Pappia fissilis</i>	泰安泰山 Mount Tai, Tai'an	林木病原菌(戴玉成 2012) Pathogenic (Dai 2012)
肉色笋壳菌 <i>Peniophora incarnata</i>	潍坊沂山 Yishan, Weifang	药用 Medicinal (Li <i>et al.</i> 2020)
满洲隔孢伏革菌 <i>Peniophora manshurica</i>	潍坊马耳山 Maershan, Weifang	功能不明确 Unclear function
红隔孢伏革菌 <i>Peniophora rufa</i>	烟台昆嵛山 Kunyushan, Yantai	功能不明确 Unclear function
晶体小隔孢伏革菌 <i>Peniophorella crystallifera</i>	潍坊沂山 Yishan, Weifang	功能不明确 Unclear function
齿状小隔孢伏革菌 <i>Peniophorella odontiformis</i>	威海里口山 Likoushan, Weihai	功能不明确 Unclear function
奇异小隔孢伏革菌 <i>Peniophorella</i>	青岛崂山, 济南华山 Laoshan, Qingdao; Huashan, Jinan	功能不明确 Unclear function
<i>praetermissa</i>		
皱小隔孢伏革菌 <i>Peniophorella rude</i>	烟台昆嵛山、招虎山, 威海圣经山、仙姑顶, 青岛浮山、崂山, 潍坊马耳山, 淄博鲁山, 临沂蒙山 Kunyushan, Zhaohushan, Yantai; Shengjingshan, Xianguding, Weihai; Fushan, Laoshan, Qingdao; Maershan, Weifang; Lushan, Zibo; Mengshan, Linyi	功能不明确 Unclear function
骨质多年卧孔菌 <i>Perenniporia minutissima</i>	临沂蒙山, 烟台昆嵛山 Mengshan, Linyi; Kunyushan, Yantai	功能不明确 Unclear function

(待续)

(续表 2)

种名 Species	分布地 Distribution	功能类型 Function type
纤毛原毛平革菌 <i>Phanerochaete calotricha</i>	济南莲台山 Liantaishan, Jinan	功能不明确 Unclear function
透明毛平革菌 <i>Phanerochaete conrescens</i>	烟台招虎山, 青岛崂山, 临沂蒙山 Zhaohushan, Yantai; Laoshan, Qingdao; Mengshan, Linyi	功能不明确 Unclear function
囊原毛平革菌 <i>Phanerochaete cystidiata</i>	威海嵎嵎山 Juyushan, Weihai	功能不明确 Unclear function
木兰原毛平革菌 <i>Phanerochaete magnoliae</i>	青岛马山 Mashan, Qingdao	功能不明确 Unclear function
索迪毛平革菌 <i>Phanerochaete sordida</i>	烟台昆崙山、招虎山、艾山, 威海嵎嵎山、里口山, 青 岛马山, 潍坊沂山, 临沂蒙山 Kunyushan, Zhaohushan, Aishan, Yantai; Juyushan, Likoushan, Weihai; Mashan, Qingdao; Yishan, Weifang; Mengshan, Linyi	功能不明确 Unclear function
贝形木层孔菌 <i>Phellinus conchatus</i>	济南 Jinan	药用, 林木病原菌(应建浙等 1987) Medicinal, pathogenic (Ying <i>et al.</i> 1987)
尼尔木层孔菌 <i>Phellinus nilgheriensis</i>	临沂 Linyi	药用 Medicinal (Nagadesi & Arya 2013)
苹果针层孔菌 <i>Phellinus pomaceus</i>	青岛崂山, 威海里口山, 临沂蒙山 Laoshan, Qingdao; Likoushan, Weihai; Mengshan, Linyi	药用, 林木病原菌 Medicinal, pathogenic (Zhou <i>et al.</i> 2012)
槭射脉菌 <i>Phlebia acerina</i>	烟台昆崙山、招虎山, 青岛崂山, 潍坊马耳山 Kunyushan, Zhaohushan, Yantai; Laoshan, Qingdao; Maershan, Weifang	潜在工业价值 Potential industrial value (Kumar <i>et al.</i> 2018)
红射脉菌 <i>Phlebia rufa</i>	烟台招虎山, 青岛崂山 Zhaohushan, Yantai; Laoshan, Qingdao	药用 Medicinal (Silva & Miranda 2013)
胶质射脉菌 <i>Phlebia tremellosa</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	药用(应建浙等 1987) Medicinal (Ying <i>et al.</i> 1987)
厚拟射脉菌 <i>Phlebiopsis crassa</i>	威海里口山 Likoushan, Weihai	功能不明确 Unclear function
多脂鳞伞 <i>Pholiota adiposa</i>	威海里口山、圣经山, 青岛平度南村、青岛农业大学 Likoushan, Shengjingshan, Weihai; Pingdunancun, Qingdao Agricultural University, Qingdao	食药兼用(戴玉成等 2013) Edible and medicinal (Dai <i>et al.</i> 2013)
柠檬鳞伞 <i>Pholiota limonella</i>	烟台艾山 Aishan, Yantai	食药兼用(蔡婧 2021) Edible and medicinal (Cai 2021)
山楂叶孔菌 <i>Phylloporia crataegi</i>	临沂平邑 Pingyi County, Linyi	林木病原菌(戴玉成 2012) Pathogenic (Dai 2012)
雪柳叶孔菌 <i>Phylloporia fontanesiae</i>	济南千佛山 Qianfoshan, Jinan	药用, 林木病原菌(戴玉成等 2007) Medicinal, pathogenic (Dai <i>et al.</i> 2007)
忍冬叶孔菌 <i>Phylloporia lonicerae</i>	临沂动植物园、费县、平邑 Animal and Botanical Garden, Fei County, Pingyi County, Linyi	药用 Medicinal (Cheng <i>et al.</i> 2023)
暗色叶孔菌 <i>Phylloporia pulla</i>	淄博涌泉 Yongquan, Zibo	功能不明确 Unclear function
褐黑柄多孔菌 <i>Picipes badius</i>	临沂蒙山 Mengshan, Linyi	药用(戴玉成 2022) Medicinal (Dai 2022)

(待续)

(续表 2)

种名 Species	分布地 Distribution	功能类型 Function type
癩小滴孔菌 <i>Pilatoporus palustris</i>	潍坊老龙湾 Laolongwan, Weifang	功能不明确 Unclear function
梭伦小滴孔菌 <i>Piptoporellus soloniensis</i>	临沂大洼, 枣庄台儿庄古城 Dawa, Linyi; Taierzhuang Ancient Town, Zaozhuang	林木病原菌(戴玉成 2012) Pathogenic (Dai 2012)
美味侧耳 <i>Pleurotus cornucopiae</i>	青岛 Qingdao	食药兼用(吴兴亮 2013) Edible and medicinal (Wu 2013)
糙皮侧耳 <i>Pleurotus ostreatus</i>	青岛农业大学, 烟台艾山, 潍坊青州 Qingdao Agricultural University, Qingdao; Aishan, Yantai; Qingzhou, Weifang	食药兼用, 潜在工业价值, 林木病原菌(戴玉成等 2013) Edible and medicinal, potential industrial value, pathogenic (Dai <i>et al.</i> 2013)
狮黄光柄菇 <i>Pluteus leoninus</i>	青岛植物园 Botanical Garden, Qingdao	食用(卯晓岚 2000) Edible (Mai 2000)
伞形光柄菇 <i>Pluteus umbrosoides</i>	威海仙姑顶 Xianguding, Weihai	功能不明确 Unclear function
<i>Podofomes mollis</i>	青岛胶州 Jiaozhou, Qingdao	功能不明确 Unclear function
枣红孔韧菌 <i>Porostereum spadiceum</i>	淄博鲁山 Lushan, Zibo	功能不明确 Unclear function
香泊氏孔菌 <i>Postia balsamea</i>	临沂蒙山 Mengshan, Linyi	功能不明确 Unclear function
胶囊波斯特孔菌 <i>Postia gloeocystidia</i>	临沂蒙山 Mengshan, Linyi	功能不明确 Unclear function
绒毛泊氏孔菌 <i>Postia hirsuta</i>	烟台招虎山, 威海里口山, 临沂蒙山, 青岛崂山 Zhaohushan, Yantai; Likoushan, Weihai; Mengshan, Linyi; Laoshan, Qingdao	功能不明确 Unclear function
灰白泊氏孔菌 <i>Postia tephroleuca</i>	临沂蒙山、百花峪、动植物园 Mengshan, Baihuayu, Animal and Botanical Garden, Linyi	功能不明确 Unclear function
紫黑点壳菌 <i>Punctularia atropurpurascens</i>	临沂动植物园 Animal and Botanical Garden, Linyi	药用 Medicinal (Anke <i>et al.</i> 1987)
汇合钝齿壳菌 <i>Radulomyces confluens</i>	潍坊马耳山 Maershan, Weifang	药用 Medicinal (Fabian <i>et al.</i> 1998)
小伏褶菌 <i>Resupinatus applicatus</i>	滨州鹤伴山 Hebanshan, Binzhou	功能不明确 Unclear function
伯利兹根刺革菌 <i>Rhizochaete belizensis</i>	烟台昆嵛山, 潍坊沂山, 威海里口山 Kunyushan, Yantai; Yishan, Weifang; Likoushan, Weihai	功能不明确 Unclear function
丝状根刺革菌 <i>Rhizochaete filamentosa</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	功能不明确 Unclear function
长根刺革菌 <i>Rhizochaete radicata</i>	烟台昆嵛山、艾山, 威海里口山 Kunyushan, Aishan, Yantai; Likoushan, Weihai	功能不明确 Unclear function
铜拟红层孔菌 <i>Rhodofomitopsis cupreorosea</i>	德州乐陵 Leling, Dezhou	功能不明确 Unclear function
平丝硬孔菌 <i>Rigidoporus lineatus</i>	临沂动植物园 Animal and Botanical Garden, Linyi	林木病原菌(戴玉成 2012) Pathogenic (Dai 2012)

(待续)

(续表 2)

种名 Species	分布地 Distribution	功能类型 Function type
优美毡被菌 <i>Sarcodontia delectans</i>	临沂蒙山 Mengshan, Linyi	林木病原菌(戴玉成 2012) Pathogenic (Dai 2012)
裂褶菌 <i>Schizophyllum commune</i>	威海里口山、圣经山、崛嵎山、仙姑顶, 烟台罗山、艾山、昆嵛山、招虎山, 青岛小珠山、大珠山、马山、崂山、植物园, 潍坊马耳山、沂山, 滨州鹤伴山, 济南莲台山、柳埠、九如山、华山, 临沂蒙山、动植物园山, 淄博鲁山、涌泉, 枣庄抱犊崮 Likoushan, Shengjingshan, Juyushan, Xianguding, Weihai; Luoshan, Aishan, Kunyushan, Zhaohushan, Yantai; Xiaozhushan, Dazhushan, Mashan, Laoshan, Botanical Gardens, Qingdao; Maershan, Yishan, Weifang; Hebanshan, Binzhou; Liantaishan, Liuwu, Jiurushan, Huashan, Jinan; Mengshan, Animal and Botanical Garden, Linyi; Lushan, Yongquan, Zibo; Baodugu, Zaozhuang	食药兼用, 林木病原菌 (吴兴亮 2013) Edible and medicinal, pathogenic (Wu 2013)
奇异裂孔菌 <i>Schizopora paradoxa</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	功能不明确 Unclear function
假网孢盾盘菌 <i>Scutellinia colensoi</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	功能不明确 Unclear function
阿拉图垫革菌 <i>Scytinostroma alutum</i>	临沂动植物园 Animal and Botanical Garden, Linyi	功能不明确 Unclear function
地生蜡壳菌 <i>Sebacina epigaea</i>	临沂蒙山 Mengshan, Linyi	功能不明确 Unclear function
橄榄色绒盖伞 <i>Simocybe sumptuosa</i>	烟台招虎山 Zhaohushan, Yantai	功能不明确 Unclear function
半胶干皮菌 <i>Skeletocutis amorpha</i>	威海里口山 Likoushan, Weihai	食用 Edible (Hintikka 1993)
雪白干皮菌 <i>Skeletocutis lepida</i>	烟台昆嵛山 Kunyushan, Yantai	功能不明确 Unclear function
白干皮菌 <i>Skeletocutis nivea</i>	临沂蒙山 Mengshan, Linyi	功能不明确 Unclear function
松软毡被孔菌 <i>Spongipellis spumea</i>	泰安泰山 Mount Tai, Tai'an	潜在工业价值, 林木病原菌 (戴玉成 2012) Potential industrial value, pathogenic (Dai 2012)
赭黄齿耳菌 <i>Steccherinum ochraceum</i>	烟台昆嵛山 Kunyushan, Yantai	药用 Medicinal (Zhao <i>et al.</i> 2019)
毛韧革菌 <i>Stereum hirsutum</i>	青岛崂山, 烟台招虎山、罗山, 威海里口山、圣经山、仙姑顶, 潍坊沂山, 临沂蒙山 Laoshan, Qingdao; Zhaohushan, Luoshan, Yantai; Likoushan, Shengjingshan, Xianguding, Weihai; Yishan, Weifang; Mengshan, Linyi	药用(吴兴亮 2013) Medicinal (Wu 2013)
轮纹韧革菌 <i>Stereum ostrea</i>	青岛崂山, 临沂蒙山 Laoshan, Qingdao; Mengshan, Linyi	功能不明确 Unclear function
皱韧革菌 <i>Stereum rugosum</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	药用, 潜在工业价值, 林木病原菌 Medicinal, potential industrial value, pathogenic (Ayan <i>et al.</i> 2019)

(待续)

(续表 2)

种名 Species	分布地 Distribution	功能类型 Function type
绒毛韧革菌 <i>Stereum subtomentosum</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	药用 Medicinal (Rašeta et al. 2020)
黑毛小塔氏菌 <i>Tapinella atrotomentosa</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	药用, 有毒菌(吴兴亮 2013) Medicinal, poisonous (Wu 2013)
耳状小塔氏菌 <i>Tapinella panuoides</i>	威海里口山、仙姑顶 Likoushan, Xianguding, Weihai	有毒菌 Poisonous (Breitenbach & Kränzlin 1992)
<i>Terana caerulea</i>	青岛崂山, 烟台昆嵛山 Laoshan, Qingdao; Kunyushan, Yantai	药用, 潜在工业价值 Medicinal, potential industrial value (Baute et al. 1976)
毛状栓菌 <i>Trametes apiaria</i>	烟台昆嵛山 Kunyushan, Yantai	药用(戴玉成 2010) Medicinal (Dai 2010)
朱红栓菌 <i>Trametes cinnabarina</i>	烟台昆嵛山 Kunyushan, Yantai	药用, 潜在工业价值 (戴玉成等 2013) Medicinal, potential industrial value (Dai et al. 2013)
深红栓菌 <i>Trametes coccinea</i>	威海嵎嵎山、里口山, 淄博鲁山 Juyushan, Likoushan, Weihai; Lushan, Zibo	药用, 潜在工业价值 (黄年来 1998) Medicinal, potential industrial value (Huang 1998)
立方栓菌 <i>Trametes cubensis</i>	临沂蒙山 Mengshan, Linyi	药用 Medicinal (Jang et al. 2020)
迷宫栓菌 <i>Trametes gibbosa</i>	青岛崂山 Laoshan, Qingdao	药用(戴玉成等 2013) Medicinal (Dai et al. 2013)
毛栓菌 <i>Trametes hirsuta</i>	青岛马山、青岛农业大学, 烟台昆嵛山、招虎山、艾山, 潍坊马耳山, 滨州鹤伴山, 济南莲台山、柳埠、九如山、华山, 淄博涌泉, 威海里口山、仙姑顶, 临沂蒙山、动植物园, 枣庄抱犊崮, 威海嵎嵎山 Mashan, Qingdao Agricultural University, Qingdao; Kunyushan, Zhaohushan, Aishan, Yantai; Maershan, Weifang; Hebanshan, Binzhou; Liantaishan, Liuwu, Jiurushan, Huashan, Jinan; Yongquan, Zibo; Likoushan, Xianguding, Weihai; Mengshan, Animal and Botanical Garden, Linyi; Baodugu, Zaozhuang; Juyushan, Weihai	功能不明确(戴玉成等 2013) Unclear function (Dai et al. 2013)
绒毛栓菌 <i>Trametes pubescens</i>	青岛崂山, 临沂蒙山 Laoshan, Qingdao; Mengshan, Linyi	药用(戴玉成 2009a) Medicinal (Dai 2009a)
膨大栓菌 <i>Trametes strumosa</i>	济南莲台山 Liantaishan, Jinan	药用(吴兴亮等 2011) Medicinal (Wu et al. 2011)
香栓菌 <i>Trametes suaveolens</i>	青岛崂山, 临沂蒙山 Laoshan, Qingdao; Mengshan, Linyi	药用(戴玉成 2009a) Medicinal (Dai 2009a)
硬毛栓菌 <i>Trametes trogii</i>	临沂蒙山、动植物园, 青岛农业大学, 潍坊马耳山、老龙湾, 威海仙姑顶 Mengshan, Animal and Botanical Garden, Linyi; Qingdao Agricultural University, Qingdao; Maershan, Laolongwan, Weifang; Xianguding, Weihai	林木病原菌(戴玉成 2012) Pathogenic (Dai 2012)

(待续)

(续表 2)

种名 Species	分布地 Distribution	功能类型 Function type
云芝 <i>Trametes versicolor</i>	青岛世纪公园、崂山、小珠山、大珠山、青岛农业大学, 烟台昆嵛山、招虎山、罗山、艾山, 威海里口山、槎山、圣经山、崛嵎山、仙姑顶, 淄博涌泉, 临沂蒙山、百花峪、动植物园, 潍坊马耳山、沂山, 滨州鹤伴山 Shiji Park, Laoshan, Xiaozhushan, Dazhushan, Qingdao Agricultural University, Qingdao; Kunyushan, Zhaohushan, Luoshan, Aishan, Yantai; Likoushan, Chashan, Shengjingshan, Juyushan, Xianguding, Weihai; Yongquan, Zibo; Mengshan, Baihuayu, Animal and Botanical Garden, Linyi; Maershan, Yishan, Weifang; Hebanshan, Binzhou	药用(王义勋等 2011) Medicinal (Wang <i>et al.</i> 2011)
冷杉附毛菌 <i>Trichaptum abietinum</i>	青岛崂山、二龙山, 威海里口山、槎山、圣经山、崛嵎山, 烟台招虎山、昆嵛山, 潍坊马耳山、沂山, 临沂蒙山 Laoshan, Erlongshan, Qingdao; Likoushan, Chashan, Shengjingshan, Juyushan, Weihai; Zhaohushan, Kunyushan, Yantai; Maershan, Yishan, Weifang; Mengshan, Linyi	药用 Medicinal (Nunez & Ryvarden 2000)
囊孔附毛菌 <i>Trichaptum biforme</i>	临沂 Linyi	功能不明确 Unclear function
毛囊附毛菌 <i>Trichaptum byssogenum</i>	威海仙姑顶 Xianguding, Weihai	潜在工业价值 Potential industrial value (Ricci <i>et al.</i> 2005)
褐紫附毛菌 <i>Trichaptum fuscoviolaceum</i>	烟台昆嵛山、罗山、艾山, 威海里口山 Kunyushan, Luoshan, Aishan, Yantai; Likoushan, Weihai	药用(卯晓岚 2000) Medicinal (Mao 2000)
赭红拟口蘑 <i>Tricholomopsis rutilans</i>	临沂蒙山 Mengshan, Linyi	药用, 有毒菌 Medicinal, poisonous (Deo <i>et al.</i> 2019)
日本畸孢孔菌 <i>Truncospora japonica</i>	济南九如山, 淄博原山 Jiurushan, Jinan; Yuanshan, Zibo	功能不明确 Unclear function
薄皮干酪菌 <i>Tyromyces chioneus</i>	青岛崂山, 威海槎山 Laoshan, Qingdao; Chashan, Weihai	药用(王锋尖 2019) Medicinal (Wang 2019)
蹄形干酪菌 <i>Tyromyces lacteus</i>	临沂蒙山, 青岛沧口公园, 烟台招虎山 Mengshan, Linyi; Cangkou Park, Qingdao; Zhaohushan, Yantai	药用, 潜在工业价值 (卯晓岚 2000) Medicinal, potential industrial value (Mao 2000)
白蜡范氏孔菌 <i>Vanderbylia fraxinea</i>	临沂蒙山, 青岛崂山、青岛农业大学、浮山、小珠山, 烟台昆嵛山, 威海里口山, 滨州鹤伴山 Mengshan, Linyi; Laoshan, Qingdao Agricultural University, Fushan, Xiaozhushan, Qingdao; Kunyushan, Yantai; Likoushan, Weihai; Hebanshan, Binzhou	药用, 潜在工业价值, 林木病原菌(戴玉成等 2013) Medicinal, potential industrial value, pathogenic (Dai <i>et al.</i> 2013)
刺槐范氏孔菌 <i>Vanderbylia robiniophila</i>	临沂蒙山、动植物园, 日照海滨国家森林公园, 青岛大珠山、崂山、信号山、青岛农业大学, 威海仙姑顶, 潍坊马耳山、沂山, 淄博鲁山, 威海里口山, 烟台招虎山 Mengshan, Animal and Botanical Garden, Linyi; Haibin National Forest Park, Rizhao; Dazhushan, Laoshan, Xinhaoshan, Qingdao Agricultural University, Qingdao; Xianguding, Weihai; Maershan, Yishan, Weifang; Lushan, Zibo; Likoushan, Weihai; Zhaohushan, Yantai	药用, 林木病原菌 (戴玉成等 2013) Medicinal, pathogenic (Dai <i>et al.</i> 2013)

(待续)

(续表 2)

种名 Species	分布地 Distribution	功能类型 Function type
束状绒柄革菌 <i>Veluticeps fasciculata</i>	泰安泰山 Mount Tai, Tai'an	功能不明确 Unclear function
<i>Vitreoporus dichrous</i>	青岛马山, 潍坊沂山, 淄博鲁山、涌泉, 威海里口山、仙姑顶, 临沂蒙山、动植物园, 烟台罗山 Mashan, Qingdao; Yishan, Weifang; Lushan, Yongquan, Zibo; Likoushan, Xianguding, Weihai; Mengshan, Animal and Botanical Garden, Linyi; Luoshan, Yantai	功能不明确 Unclear function
钟形干脐菇 <i>Xeromphalina campanella</i>	青岛农业大学 Qingdao Agricultural University, Qingdao	食用(刘丽娜 2018) Edible (Liu 2018)
卵形炭角菌 <i>Xylaria obovata</i>	临沂动植物园 Animal and Botanical Garden, Linyi	功能不明确 Unclear function
粗糙趋木齿菌 <i>Xylodon asper</i>	济南华山, 威海仙姑顶, 青岛崂山, 淄博鲁山, 烟台罗山 Huashan, Jinan; Xianguding, Weihai; Laoshan, Qingdao; Lushan, Zibo; Luoshan, Yantai	功能不明确 Unclear function
球状趋木齿菌 <i>Xylodon bubalinus</i>	临沂天蒙山 Tianmengshan, Linyi	功能不明确 Unclear function
中华趋木齿菌 <i>Xylodon chinensis</i>	烟台招虎山, 潍坊马耳山 Zhaohushan, Yantai; Maershan, Weifang	功能不明确 Unclear function
浅黄趋木齿菌 <i>Xylodon flaviporus</i>	临沂蒙山, 青岛小珠山、大珠山、崂山, 烟台昆嵛山、招虎山、艾山, 威海里口山、槎山、圣经山、崛嵎山, 潍坊马耳山, 济南莲台山, 临沂蒙山、百花峪, 枣庄抱犊崮 Mengshan, Linyi; Xiaozhushan, Dazhushan, Laoshan, Qingdao; Kunyushan, Zhaohushan, Aishan, Yantai; Likoushan, Chashan, Shengjingshan, Juyushan, Weihai; Maershan, Weifang; Liantaishan, Jinan; Mengshan, Baihuayu, Linyi; Baodugu, Zaozhuang	林木病原菌 (戴玉成 2009b) Pathogenic (Dai 2009b)
卵孢趋木齿菌 <i>Xylodon ovisporus</i>	青岛崂山, 烟台昆嵛山, 威海里口山, 临沂蒙山 Laoshan, Qingdao; Kunyushan, Yantai; Likoushan, Weihai; Mengshan, Linyi	功能不明确 Unclear function
开裂趋木齿菌 <i>Xylodon rimosissimus</i>	临沂动植物园 Animal and Botanical Garden, Linyi	功能不明确 Unclear function
拟浅黄趋木齿菌 <i>Xylodon subflaviporus</i>	潍坊沂山, 淄博鲁山, 临沂蒙山、百花峪、动植物园 Yishan, Weifang; Lushan, Zibo; Mengshan, Baihuayu, Animal and Botanical Garden, Linyi	功能不明确 Unclear function

表 3 山东省木腐菌数量统计

Table 3 Statistics of wood-rotting fungi in Shandong Province at different taxonomic level

门 Phylum	纲 Class	目 Order	科 Family	属 Genus	种 Species
子囊菌门 Ascomycota	3	4	5	7	9
担子菌门 Basidiomycota	3	11	49	124	218
总计 Sum	6	15	54	131	227

2.3 山东省木腐菌经济价值分析

本研究发现山东省木腐菌资源类型主要包括食用菌、药用菌、潜在工业价值和有毒菌等(图 1)。具体为食用菌 25 种, 占 11.01%; 药用菌 91 种, 占 40.10%; 林木病原菌 34 种, 占 14.98%; 有毒菌 4 种, 占 1.76%; 潜在工业

价值真菌 29 种, 占 12.78%; 功能不明确菌 103 种, 占 45.37%; 食药兼用菌 15 种, 占 6.61%; 兼具药用和潜在工业价值的有 12 种, 占 5.29%; 兼具食用和潜在工业价值的有 3 种, 占 1.32%。可用于食用或药用的木腐菌有 116 种, 占 51.10%。

表 4 山东省木腐菌科、属、种数量统计

Table 4 Statistics of wood-rotting fungi at family, genus and species level in Shandong Province

科 Family	属数 Number of genera	种数 Number of species	科 Family	属数 Number of genera	种数 Number of species
Chaetoporellaceae	1	1	黑耳科 Exidiaceae	2	2
点革菌科 Punctulariaceae	1	1	口蘑科 Tricholomataceae	2	2
耳匙菌科 Auriscalpiaceae	1	1	茸瑚菌科 Lachnocladiaceae	2	2
分钉耳科 Aporpiaceae	1	1	塔氏菌科 Tapinellaceae	1	2
粉革菌科 Coniophoraceae	1	1	侧耳科 Pleurotaceae	2	3
粉褶菌科 Entolomataceae	1	1	花耳科 Dacrymycetaceae	2	3
辐状菌科 Radulomycetaceae	1	1	丝齿菌科 Hyphodontiaceae	1	3
革耳科 Panaceae	1	1	丝毛伏革菌科 Hyphodermataceae	1	3
鬼伞科 Psathyrellaceae	1	1	波斯特孔菌科 Postiaceae	2	4
火丝盘菌科 Pyronemataceae	1	1	隔孢伏革菌科 Peniophoraceae	2	4
裂褶菌科 Schizophyllaceae	1	1	球盖菇科 Strophariaceae	3	4
生赤壳科 Bionectriaceae	1	1	韧革菌科 Stereaceae	1	4
树花菌科 Grifolaceae	1	1	藓菇科 Rickenellaceae	1	4
炭角菌科 Xylariaceae	1	1	耳壳菌科 Dacrybolaceae	2	5
网褶菌科 Paxillaceae	1	1	褐褶菌科 Gloeophyllaceae	2	5
小菇科 Mycenaceae	1	1	壳孢科 Incrustoporiaceae	2	5
新小薄孔菌科 Neoantrodiiellaceae	1	1	木耳科 Auriculariaceae	1	5
绚孔菌科 Lactiporaceae	1	1	泡头菌科 Physalacriaceae	5	5
靴耳科 Crepidotaceae	1	1	锐孔菌科 Oxyporaceae	1	5
圆盘菌科 Orbiliaceae	1	1	炭团菌科 Hypoxylaceae	3	5
皱皮菌科 Ischnodermataceae	1	1	耙齿菌科 Irpicaceae	2	6
薄孔菌科 Meripilaceae	2	2	裂孔菌科 Schizoporaceae	4	10
齿耳菌科 Steccherinaceae	2	2	拟层孔菌科 Fomitopsidaceae	8	12
串担革菌科 Botryobasidiaceae	1	2	原毛平革菌科 Phanerochaetaceae	7	13
刺孢多孔菌科 Bondarzewiaceae	2	2	皱孔菌科 Meruliaceae	12	15
光柄菇科 Pluteaceae	1	2	锈革孔菌科 Hymenochaetaceae	8	18
光茸菌科 Omphalotaceae	2	2	多孔菌科 Polyporaceae	21	45
			总计 Sum	131	227

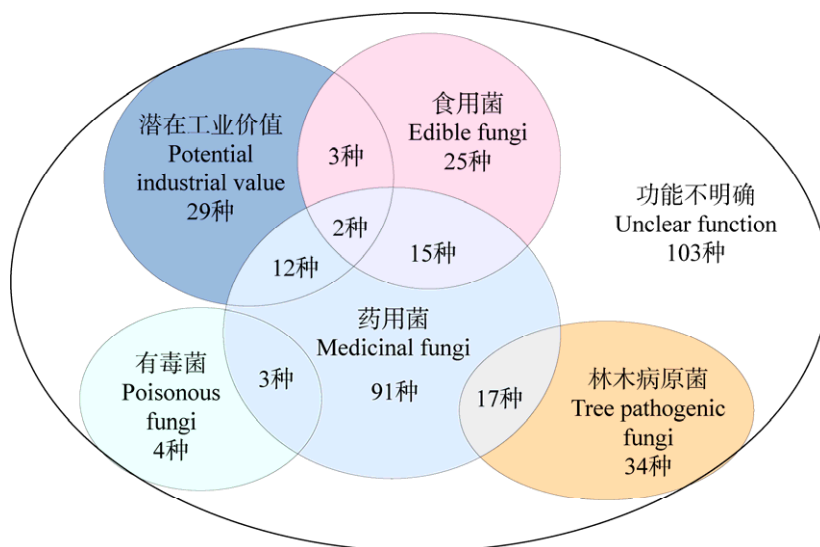


图1 山东省木腐菌资源经济价值类型

Fig. 1 Economic values of wood-rotting fungi in Shandong Province.

3 讨论

生物多样性(biodiversity)包括动物、植物、微生物以及它们与生存环境形成的复杂生态过程,物种多样性是生物多样性的重中之重,木腐菌多样性是生物多样性成员之一。国内过去对许多省份或区域都开展了木材腐朽真菌多样性研究(戴玉成等 2000; Cui *et al.* 2006; Dai *et al.* 2006; 戴玉成 2010; Wu *et al.* 2020; 武英达等 2021, 2022; Ma *et al.* 2022),但山东木材腐朽真菌研究相对滞后,本研究对山东木材腐朽真菌进行了系统梳理,发现存在大量单科、单属的情况,表现出碎片化特点。而这种特点可能使得物种多样性抗压能力不足,具有明显的脆弱性,当环境突变时,可能引起当地生物多样性的锐减。

木腐菌不仅在生态系统中促进物质循环,而且具有食用、药用价值。食用菌全世界记录在册有 2 000 多种,中国分布有 936 种左右(董娇等 2019)。随着生活水平的提升和健康意识的增强,食用菌在社会中扮演的角色越来越重要,已成为我国第五大农作物(张金霞等 2015)。我国香菇、平菇、灵芝、金针菇和黑木

耳等产量保持世界第一,其所含有的多糖类、蛋白类、黄酮、氨基酸和稀有矿物质等成分,具有食补和保健作用(张建锋 2020)。例如银耳 *Tremella fuciformis* 所含磷元素,能帮助恢复和提高大脑功能;金针菇 *Flammulina filiformis* 中的锌元素,对儿童智力发育有益。食用菌中还含有大量维生素,如 VB 和 VD 等(张建锋 2020)。除食药价值外,部分种类还能降解复杂化合物,在生物修复、造纸工业、石油化工等行业中具有污废处理能力。比如微生物絮凝剂具有可降解、无毒及无二次污染等优点,王小洁等(2022)对黄孢原毛平革菌 *Phanerochaete chrysosporium* 的产絮条件进行了优化,为工厂化生产絮凝剂提供了基础。张富美和侯瑞(2020)测试了槭射脉革菌 *Phlebia acerina* 对染料的脱色能力,结果显示其对活性染料具有较好的脱色能力。木材腐朽真菌能够创造经济价值,但是部分种类还会引起寄主树干变脆、心材变空,抑制树木生长,导致树木易折,破坏林木资源,从而造成经济损失。

本研究连续 3 年开展野外调查采集工作,利用形态观察、分子信息和查阅资料等相结合的方法分析了山东省木材腐朽真菌资源多样

性, 较为客观科学地反映了分布情况。此次结果中有 110 种在山东省尚未有报道, 表明山东省木材腐朽真菌资源较为丰富, 未来仍需继续开展深入调查, 以全面反映该地区木材腐朽真菌的多样性, 摸清山东省木腐菌资源“家底”, 为挖掘更多具有潜在开发利用价值的木腐菌种类提供理论支撑。

致谢

感谢北京林业大学生态与自然保护学院微生物研究所和中国科学院微生物研究所菌物标本馆提供部分研究标本和技术支持。

[REFERENCES]

- Anke H, Casser I, Steglich W, Pommer EH, 1987. Antibiotics from basidiomycetes. 26 Phlebiakauranol aldehyde an antifungal and cytotoxic metabolite from *Punctularia atropurpurascens*. The Journal of Antibiot, 40(4): 443-449
- Ayan F, Tel-Ayan G, Deveci E, Öztürk M, Duru ME, 2019. Chemical profile, *in vitro* enzyme inhibitory and antioxidant properties of *Stereum* species (Agaricomycetes) from Turkey. International Journal of Medicinal Mushrooms, 21(11): 1075-1087
- Baute R, Baute MA, Deffieux G, Filleau MJ, 1976. Cortalcerone, a new antibiotic induced by external agents in *Corticium caeruleum*. Phytochemistry, 15(11): 1753-1755
- Breitenbach J, Kränzlin F, 1992. Fungi of Switzerland, Vol. 3: Boletes and agarics 1st. Mycologia, 84(4): 598-612
- Cai J, Li SH, Li J, Li Y, Luo Y, Liu J, Xu ZY, Wang FJ, 2021. Biological characteristics and domestication of *Pholiota limonella*. Acta Edulis Fungi, 28(6): 61-67 (in Chinese)
- Chen WH, Tan HY, Su Y, Zheng XW, Liu Z, Bing S, Sun XL, Guo N, Xu LC, 2019. Preliminary survey report on macro-fungi resources in the Tianmeng Mountain Nature Reserve of Shandong Province. Edible Fungi of China, 38(5): 6-12 (in Chinese)
- Cheng Y, Zhou LJ, Jiang JH, Tian XM, Zhou LW, 2023. *Phylloporia* (Hymenochaetales, Basidiomycota), a medicinal wood-inhabiting fungal genus with much potential for commercial development. Food Reviews International, 39(5): 2776-2789
- Cui BK, Wei YL, Dai YC, 2006. Polypores from Zijin Mountain, Jiangsu Province. Mycosystema, 25(1): 9-14
- Dai YC, 2009a. A checklist of polypores in China. Mycosystema, 28(3): 315-327 (in Chinese)
- Dai YC, 2009b. Atlas of wood storage and construction wood decay fungi in China. Science Press, Beijing. 1-288 (in Chinese)
- Dai YC, 2010. Species diversity of wood-decaying fungi in Northeast China. Mycosystema, 29(6): 801-818 (in Chinese)
- Dai YC, 2011. A revised checklist of corticioid and hydroid fungi in China for 2010. Mycoscience, 52(1): 69-79
- Dai YC, 2012. Pathogenic wood-decaying fungi on woody plants in China. Mycosystema, 31(4): 493-509 (in Chinese)
- Dai YC, 2012. Polypore diversity in China with an annotated checklist of Chinese polypores. Mycoscience, 53: 49-80
- Dai YC, 2017. Research progress on eight medicinal fungi in China. Mycosystema, 36(1): 1-5 (in Chinese)
- Dai YC, 2022. Resources and diversity of wood decay fungi in Yunnan. Science Press, Beijing. 1-574 (in Chinese)
- Dai YC, Bau T, Cui BK, Qin GF, 2013. Illustrations of medicinal fungi in China. Northeast Forestry University Press, Harbin. 1-653 (in Chinese)
- Dai YC, Bau T, Wang HC, 2007. Illustration of edible and medicinal fungi in northeastern China. Science Press, Beijing. 1-231 (in Chinese)
- Dai YC, Fan LF, Chen JJ, Wu CP, Wu YD, Yuan Y, 2021. Diversity of *Heterobasidion* causing root and butt rotting of conifers and proposal for entry wood quarantine aiming at *Heterobasidion* species. Mycosystema, 40(8): 1958-1964 (in Chinese)
- Dai YC, Qin GF, Xu MQ, 2000. The forest pathogens of root and butt rot on northeast China. Forest Research, 13(1): 15-22 (in Chinese)
- Dai YC, Yang ZL, 2008. A revised checklist of medicinal fungi in China. Mycosystema, 27(6): 801-824 (in Chinese)
- Dai YC, Yang ZL, Cui BK, Yu CJ, Zhou LW, 2009. Species diversity and utilization of medicinal mushrooms and fungi in China. International Journal of Medicinal Mushrooms, 11(3): 287-302
- Dai YC, Yuan HS, He W, Decock C, 2006. Polypores from Beijing area, northern China. Mycosystema, 25(3): 368-373
- 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 ZS, Li JX, Teng P, Li P, Sun XR, 2008. Biocatalyzed cross-coupling of sinomenine and guaicol by *Antridiella semisupina*. Organic Letters, 10(6): 1119-1122
- Deo GS, Khatra J, Buttar S, Li WM, Tackaberry LE, Massicotte HB, Egger KN, Reimer K, Lee CH, 2019. Anti-proliferative, immuno-stimulatory and anti-inflammatory

- activities of extracts derived from mushrooms collected in Haida Gwaii, BC (Canada). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 21(7): 629-643
- Dong J, Zhang L, Tai LM, Zhou X, 2019. Analyzes on the actualities of the strain and cultivation standards for edible fungi. *Edible Fungi of China*, 38(11): 98-101 (in Chinese)
- Du L, Liu YR, Ye J, Fu XH, Du W, 2018. Studies on chemical constituents of triterpenoids from *Ganoderma sinense*. *Natural Product Research and Development*, 30(10): 1669-1673 (in Chinese)
- Dulay RM, Valdez BC, Li Y, Chakrabarti S, Dhillon B, Kalaw SP, Reyes RG, Cabrera EC, 2021. Cytotoxicity of *Gymnopilus purpureosquamulosus* extracts on hematologic malignant cells through activation of the SAPK/JNK signaling pathway. *PLoS One*, 16(5): e0252541
- Essien EE, Akpan SM, 2014. Phytochemical and anti-nutrients evaluation of some wild fruiting polypore macrofungi. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(12): 280-283
- Fabian K, Lorenzen K, Anke T, Johansson M, Sterner O, 1998. Five new bioactive sesquiterpenes from the fungus *Radulomyces confluens* (Fr.) Christ. *Zeitschrift für Naturforschung*, 53(11): 939-945
- Hintikka V, 1993. Occurrence of edible fungi and other macromycetes on tree stumps over a sixteen year period. *Acta Botanica Fennica*, 149: 11-17
- Huang NL, 1998. Macrofungi illustrations in China. China Agriculture Press, Beijing. 1-293 (in Chinese)
- Huang WB, Wachemo AC, Yuan HR, Li XJ, 2019. Modification of corn stover for improving biodegradability and anaerobic digestion performance by *Ceriporiopsis subvermispora*. *Bioresource Technology*, 283: 76-85
- Jang S, Dong Lee H, Kim SH, Park H, 2020. Effect of *Trametes cubensis* extract on vascular function of bovine aortic endothelial cells. *Journal of the Korean Society of Mycology*, 48(1): 1-13
- Ji XH, He SH, Chen JJ, Si J, Wu F, Zhou LW, Vlasák J, Tian XM, Dai YC, 2017. Global diversity and phylogeny of *Onnia* (Hymenochaetaceae) species on gymnosperms. *Mycologia*, 109: 27-34
- Kalyoncua FM, Oskaya M, Kayalarb H, 2010. Antioxidant activity of the mycelium of 21 wild mushroom species. *Mycology*, 1(3): 195-199
- Ki DW, Kim SE, Kim JY, Song JG, Hwang BS, Lee IK, Yun BS, 2022. Daldinans D-G, new isoindolinone antioxidants isolated from the ascomycete *Daldinia concentrica*. *Journal of Natural Medicines*, 76(2): 476-481
- Krupodorova TA, Barshteyn VY, Zabeida EF, Pokas EV, 2016. Antibacterial activity of macromycetes mycelia and culture liquid. *Korean Journal of Microbiology and Biotechnology*, 44(3): 246-253
- Kumar R, Negi S, Sharma P, Prasher IB, Chaudhary S, Dhau JS, Umar A, 2018. Wastewater cleanup using *Phlebia acerina* fungi: an insight into mycoremediation. *Journal of Environmental Management*, 228: 130-139
- Kwon J, Lee H, Yoon YD, Hwang BY, Guo YQ, Kang JS, Kim JJ, Lee DH, 2016. Lanostane triterpenes isolated from *Antrodia heteromorpha* and their inhibitory effects on RANKL-induced osteoclastogenesis. *Journal of Natural Products*, 79(6): 1689-1693
- Lee D, Hwang BS, Choi P, Kim T, Kim Y, Song BG, Yamabe N, Hwang GS, Kang KS, Ham J, 2019. Hypoxylonol F isolated from *Annulohypoxylon annulatum* improves insulin secretion by regulating pancreatic β -cell metabolism. *Biomolecules*, 9(8): 335
- Li SJ, Jiao FW, Li W, Zhang X, Yan W, Jiao RH, 2020. Cytotoxic xanthone derivatives from the mangrove-derived endophytic fungus *Peniophora incarnata* Z4. *Journal of Natural Products*, 83(10): 2976-2982
- Li W, Sun YN, Lee C, Bang SH, Kim S, Ma JY, Kim YH, Shim SH, 2016. Annulohypoxylitol A and B, new sesquiterpenoids from the endophytic fungus *Annulohypoxylon truncatum*, are natural NF- κ B inhibitors. *Archives of Pharmacal Research*, 40(2): 152-158
- Li Y, Li TH, Yang ZL, Bau T, Dai YC, 2016. Atlas of Chinese macrofungal resources. Central China Farmers Publishing House, Zhengzhou. 1-1351 (in Chinese)
- Liang JF, Zhou LL, Zhong CL, Chen Y, Chen Z, Zhang Y, 2010. *Lepiota kuehneriana*, a species new to China. *Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition)*, 39(6): 622-624 (in Chinese)
- Liu LN, 2018. Taxonomy and molecular phylogeny of *Psathyrella* and related genera in China. PhD Dissertation, Jilin Agricultural University, Changchun. 1-192 (in Chinese)
- Liu SL, 2019. Taxonomy and phylogeny of *Varaia* and related genera in China. PhD Dissertation, Beijing Forestry University, Beijing. 1-147 (in Chinese)
- Liu ZB, Wu YD, Zhao H, Lian YP, Wang YR, Wang CG, Mao WL, Yuan Y, 2022. Outline, divergence times, and phylogenetic analyses of Trechisporales (Agaricomycetes, Basidiomycota). *Frontiers in Microbiology*, 13: 818358
- Liu ZB, Zhou M, Yuan Y, Dai YC, 2021. Global diversity and taxonomy of *Sidera* (Hymenochaetales, Basidiomycota): four new species and keys to species of the genus. *Journal of Fungi*, 7(4): 251
- 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
- Ma QM, Wang DY, 1984. Preliminary report on wild edible mushrooms and poisonous mushrooms in Laoshan. *Edible Fungi*, 7 (in Chinese)
- Mao WL, Wu YD, Liu HG, Yuan Y, Dai YC, 2023. A contribution to *Porogramme* (Polyporaceae, Agaricomycetes) and related genera. *IMA Fungus*, 14(1): 5
- Mao XL, 2000. The macrofungi in China. Henan Science and Technology Press, Henan. 1-719 (in Chinese)
- Nagadesi PK, Arya A, 2013. Enzymatic combustion by ligninolytic enzymes of lignicolous fungi. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, 9(1): 60-67
- Ni NL, Ma F, Zheng YQ, 1981. Antitumor and preliminary morphological of *Fomes fulvus* extract. *Shanxi Medical Journal*, 10(5): 46-48 (in Chinese)
- Nunez MP, Ryvarden L, 2000. East Asian polypores. *Synopsis Fungorum*, 1-317
- Rašeta M, Popović M, Knežević P, Šibul F, Kaišarević S, Karaman M, 2020. Bioactive phenolic compounds of two medicinal mushroom species *Trametes versicolor* and *Stereum subtomentosum* as antioxidant and antiproliferative agents. *Chemistry & Biodiversity*, 17(12): e2000683
- Ricci LC, Comasseto JV, Andrade LH, Capelari M, Cass QB, Porto ALM, 2005. Biotransformations of aryl alkyl sulfides by whole cells of white-rot Basidiomycetes. *Enzyme & Microbial Technology*, 36(7): 937-946
- Sandargo B, Thongbai B, Stadler M, Surup F, 2018. Cysteine-derived pleurotin congeners from the nematode-trapping basidiomycete *Hohenbuehelia grisea*. *Journal of Natural Products*, 81(2): 286-291
- Shen LL, 2017. Taxonomy and phylogeny of *Postia* and related genera in China. PhD Dissertation, Beijing Forestry University, Beijing. 1-166 (in Chinese)
- Silva AM, Miranda A, 2013. Endopolysaccharides from *Ganoderma resinaceum*, *Phlebia rufa*, and *Trametes versicolor* affect differently the proliferation rate of HepG2 cells. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 169(6): 1919-1926
- Su Y, Chen WH, Liu Q, Xu LC, 2020. Overview and comprehensive utilization of macrofungi resources in Shandong Province. *Journal of Shandong University of TCM*, 44(3): 316-319 (in Chinese)
- Sugano J, Linnakoski R, Huhtinen S, Pappinen A, Niemela P, Asiegbu FO, 2019. Cellulolytic activity of brown-rot *Antrodia sinuosa* at the initial stage of cellulose degradation. *Holzforschung*, 73(7): 673-680
- Tian XM, He SH, 2012. Notes on lignicolous and corticioid fungi in China 4. Three Chinese new records in *Acanthofungus*, *Dichostereum* and *Vararia*. *Mycosystema*, 31(2): 280-284
- Tian XM, Yu HY, Zhou LW, Decock C, Vlasák J, Dai YC, 2013. Phylogeny and taxonomy of the *Inonotus linteus* complex. *Fungal Diversity*, 58(1): 159-169
- Villavicencio EV, Portero CE, Narvaez-Trujillo A, 2021. Antibacterial and antifungal activity of organic and peptidic extracts of Ecuadorian endophytic fungi. *Advances in Microbiology*, 11(5): 266-282
- Wang FJ, 2019. Diversity of macrofungi in western Hubei. PhD Dissertation, Jilin Agricultural University, Changchun. 1-243 (in Chinese)
- Wang LA, Tong ZY, 2011. Photographs of wild macrofungi in Hebei Province. Science Press, Beijing. 1-311 (in Chinese)
- Wang XJ, Yang R, Lan Q, Chen L, Liu J, Chen ZW, Li NJ, 2022. Optimization of nutrient conditions for flocculant production by *Phanerochaete chrysosporium*. *Industrial Microbiology*, 52(1): 9-14 (in Chinese)
- Wang YR, Dai YC, Liu HG, Vlasák J, Buchanan P, Yuan Y, Wu YD, 2022. A new contribution to *Megasporoporia* sensu lato, six new species and three new combinations. *Frontiers in Microbiology*, 13: 1046777
- Wang YR, Wu YD, Vlasák J, Yuan Y, Dai YC, 2021. Phylogenetic analysis demonstrating four new species in *Megasporoporia* sensu lato (Polyporales, Basidiomycota). *Mycosphere*, 12(1): 1012-1037
- Wang YX, Chen JY, Lin QX, Wang YQ, Zheng ZZ, 2011. Investigation on wild macrofungi in Houhe Nature Reserve. *Hubei Forestry Science and Technology*, 2011(1): 33-35, 66 (in Chinese)
- Wei YL, Dai YC, 2004. The ecological function of wood-inhabiting fungi in forest ecosystem. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 15(10): 1935-1938 (in Chinese)
- Wu F, Yuan HS, Zhou LW, Yuan Y, Cui BK, Dai YC, 2020. Polypore diversity in South China. *Mycosystema*, 39(4): 653-682 (in Chinese)
- Wu F, Zhou LW, Ji XH, Tian XM, He SH, 2016. *Grammothele hainanensis* sp. nov. (Polyporales, Basidiomycota) and related species from Hainan, southern China. *Phytotaxa*, 255(2): 160-166
- Wu F, Zhou LW, Vlasák J, Dai YC, 2022. Global diversity and systematics of Hymenochaetaceae with poroid hymenophore. *Fungal Diversity*, 113(1): 1-192
- Wu XL, 2013. Medicinal fungi of China. Science Press, Beijing. 1-923 (in Chinese)
- Wu XL, Dai YC, Li TH, Yang ZL, Song B, 2011. Fungi of tropical China. Science Press, Beijing. 1-548 (in Chinese)
- Wu XM, Zhou SN, Feng L, Miao W, Gai YP, Zeng H, 2021. Preliminary study on macrofungi resources in Kunyushan

- National Nature Reserve. Edible Fungi of China, 40(3): 6-10 (in Chinese)
- Wu YD, Man XW, Yuan Y, Dai YC, 2022. Species diversity, distribution and composition of polypores occurring in botanical gardens in China. Biodiversity Science, 30(7): 22213 (in Chinese)
- Wu YD, Mao WL, Yuan Y, 2021. Comparison of polypore floras and diversity from temperate to subtropical forest zones in China. Biodiversity Science, 29(10): 1369-1376 (in Chinese)
- Yan JQ, 2018. Taxonomy and molecular phylogeny of *Psathyrella* and related genera in China. PhD Dissertation, Jilin Agricultural University, Changchun. 1-192 (in Chinese)
- Ying JZ, Mao XL, Ma QM, 1987. Chinese medicinal fungi illustrated. Science Press, Beijing. 1-579 (in Chinese)
- Yuan MS, Sun PQ, 2007. Mushroom atlas of China. Sichuan Science and Technology Press, Chengdu. 1-552 (in Chinese)
- Yue LH, Wang YJ, Lan L, Zhang YH, 2016. Univariate degradation of indigo carmine in aqueous solution by inactivated biomass in *Heterobasidion insulare*: preliminary studies. Polish Journal of Environmental Studies, 25(5): 2221-2225
- Zawadzka K, Felczak A, Nowak M, Kowalczyk A, Piwonski I, Lisowska K, 2021. Antimicrobial activity and toxicological risk assessment of silver nanoparticles synthesized using an eco-friendly method with *Gloeophyllum striatum*. Journal of Hazardous Materials, 418: 126316
- Zhang FM, Hou R, 2020. Isolation and identification of strain *Phlebia acerina* MY51 and its decolorization to dyes. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 26(2): 332-338 (in Chinese)
- Zhang JF, 2020. Analysis of nutritional components and health care function of edible fungi. Edible Fungi of China, 39(7): 185-187 (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 YH, Wu GZ, Li Z, Fu YF, Zhang SY, Xu L, Wang YS, Xiao LL, Tian XM, 2018. Investigation statistics of wild edible and medicinal mushrooms resources in Laoshan Mountain, Qingdao City. Edible and Medicinal Mushrooms, 26(1): 35-37 (in Chinese)
- Zhao JH, Shi Y, Wang WZ, Wang GC, 2011. Investigation on edible and medicinal macrofungi in Kunyu Mountain of Shandong Province. Edible Fungi of China, 30(2): 12-15 (in Chinese)
- Zhao ZT, Yu FQ, 2002. An investigation of the macrofungi of Mt. Kunyu, Shandong Province. Shandong Science, 15(2): 23-26 (in Chinese)
- Zhao ZZ, Feng WS, Liang XB, Xue GM, Si YY, Chen HP, Liu JK, 2019. Ochracines A-E, chamigrane-related norsesquiterpene derivatives from the basidiomycete *Steccherinum ochraceum* HFG119. Fitoterapia, 139: 104362
- Zhao ZZ, He LQ, Chen HP, Zheng HL, Dong ZJ, Feng T, Liu JK, 2015. A new bisabolane-type sesquiterpenoid from the fermentation broth of fungus *Antrodiaella gypsea*. Journal of Asian Natural Products Research, 18(2): 184-188
- Zhou JL, 2017. Taxonomy and phylogeny of *Polyporus s.l.* and related genera in China. PhD Dissertation, Beijing Forestry University, Beijing. 1-277 (in Chinese)
- Zhou LW, Dai YC, 2012. Progress report on the study of wood-decaying fungi in China. Chinese Science Bulletin, 57(33): 4328-4335
- Zhou LW, Ji XH, Vlasák J, Dai YC, 2018. Taxonomy and phylogeny of *Pyrrhoderma*: a redefinition, the segregation of *Fulvoderma*, gen. nov., and identifying four new species. Mycologia, 110(5): 872-889
- Zhou M, Dai YC, Vlasák J, Yuan Y, 2021a. Molecular phylogeny and global diversity of the genus *Haploporus* (Polyporales, Basidiomycota). Journal of Fungi, 7(2): 96
- Zhou M, Ji XH, Liu HG, Miller K, Yuan Y, Vlasák J, 2023. Two new species of Hymenochaetaceae from tropical Asia and America. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 12: 1100044
- Zhou M, Wang CG, Wu YD, Liu S, Yuan Y, 2021b. Two new brown rot polypores from tropical China. MycoKeys, 82: 173-197

[附中文参考文献]

- 蔡婧, 李世华, 李军, 李扬, 罗义, 刘杰, 徐章逸, 王锋尖, 2021. 柠檬鳞伞生物学特性与驯化栽培. 食用菌学报, 28(6): 61-67
- 陈文华, 谭会颖, 苏阳, 郑晓文, 刘政, 邴帅, 孙晓蕾, 郭宁, 徐凌川, 2019. 山东省天蒙山自然保护区大型真菌资源初步调查研究. 中国食用菌, 38(5): 6-12
- 戴玉成, 2009a. 中国多孔菌名录. 菌物学报, 28(3): 315-327
- 戴玉成, 2009b. 中国储木及建筑木材腐朽菌图志. 北京: 科学出版社. 1-288
- 戴玉成, 2010. 中国东北地区木材腐朽菌的多样性. 菌物学报, 29(6): 801-818
- 戴玉成, 2012. 中国木本植物病原木材腐朽菌研究. 菌物学报, 31(4): 493-509
- 戴玉成, 2017. 我国 8 种重要药用真菌研究进展——药用真菌专刊序言. 菌物学报, 36(1): 1-5
- 戴玉成, 2022. 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, 范龙飞, 陈佳佳, 吴翠萍, 武英达, 员瑗, 2021. 针叶树病原菌担子菌属的物种多样性及相关检疫建议. 菌物学报, 40(8): 1958-1964
- 戴玉成, 秦国夫, 徐梅卿, 2000. 中国东北地区的立木腐朽菌. 林业科学研究, 13(1): 15-22
- 戴玉成, 图力古尔, 崔宝凯, 秦国夫, 2013. 中国药用真菌图志. 哈尔滨: 东北林业大学出版社. 1-653
- 戴玉成, 图力古尔, 王汉臣, 2007. 中国东北食药真菌图志. 北京: 科学出版社. 1-231
- 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(6): 801-824
- 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
- 董娇, 张琳, 邵丽梅, 周汐, 2019. 我国食用菌菌种标准及栽培标准现状分析. 中国食用菌, 38(11): 98-101
- 杜琳, 刘玉容, 叶峻, 傅小红, 杜伟, 2018. 紫芝中三萜类化学成分研究. 天然产物研究与开发, 30(10): 1669-1673
- 黄年来, 1998. 中国大型真菌原色图鉴(珍藏版). 北京: 中国农业出版社. 1-293
- 李玉, 李泰辉, 杨祝良, 图力古尔, 戴玉成, 2016. 中国大型菌物资源图鉴. 郑州: 中原农民出版社. 1-1351
- 梁俊峰, 周玲玲, 仲崇禄, 陈羽, 陈珍, 张勇, 2010. 中国环柄菇属一新记录种——库勒环柄菇. 福建农林大学学报(自然科学版), 39(6): 622-624
- 刘丽娜, 2018. 中国小菇科的分类及分子系统学研究. 吉林农业大学博士论文, 长春. 1-192
- 刘世良, 2019. 中国叉丝革菌属及近缘属的分类与系统发育研究. 北京林业大学博士论文, 北京. 1-147
- 马启明, 王德源, 1984. 崂山野生食菌和毒菇初报. 食用菌, 7
- 卯晓岚, 2000. 中国大型真菌. 河南: 河南科学技术出版社. 1-719
- 倪乃乐, 马芳, 郑月琴, 1981. 暗黄层孔菌提取物抗肿瘤作用的初步形态学观察. 陕西新医药, 10(5): 46-48
- 申露露, 2017. 中国波斯特孔菌属及近缘属的分类与系统发育研究. 北京林业大学博士论文, 北京. 1-166
- 苏阳, 陈文华, 刘谦, 徐凌川, 2020. 山东省大型真菌资源概况及其综合利用. 山东中医药大学学报, 44(3): 316-319
- 王锋尖, 2019. 鄂西地区大型真菌多样性研究. 吉林农业大学博士论文, 长春. 1-243
- 王立安, 通占元, 2011. 河北省野生大型真菌原色图谱. 北京: 科学出版社. 1-311
- 王小洁, 杨锐, 兰琪, 陈刘, 刘洁, 陈中维, 李宁杰, 2022. 黄孢原毛平革菌产絮凝剂营养条件优化. 工业微生物, 52(1): 9-14
- 王义勋, 陈京元, 林亲雄, 王业清, 郑志章, 2011. 后河自然保护区野生大型真菌资源调查. 湖北林业科技, 2011(1): 33-35, 66
- 魏玉莲, 戴玉成, 2004. 木材腐朽菌在森林生态系统中的功能. 应用生态学报, 15(10): 1935-1938
- 吴芳, 袁海生, 周丽伟, 员瑗, 崔宝凯, 戴玉成, 2020. 中国华南地区多孔菌多样性研究. 菌物学报, 39(4): 653-682
- 吴晓明, 周淑诺, 冯磊, 苗伟, 盖宇鹏, 曾辉, 2021. 昆崙山国家级自然保护区大型真菌资源调查初报. 中国食用菌, 40(3): 6-10
- 吴兴亮, 2013. 中国药用真菌志. 北京: 科学出版社. 1-923
- 吴兴亮, 戴玉成, 李泰辉, 杨祝良, 宋斌, 2011. 中国热带真菌. 北京: 科学出版社. 1-548
- 武英达, 满孝武, 员瑗, 戴玉成, 2022. 中国各省植物园中多孔菌种类、分布和组成. 生物多样性, 30(7): 22213
- 武英达, 茆卫琳, 员瑗, 2021. 我国寒温带至亚热带森林多孔菌区系和多样性比较. 生物多样性, 29(10): 1369-1376
- 颜俊清, 2018. 中国小脆柄菇属及相关属的分类与分子系统学研究. 吉林农业大学博士论文, 长春. 1-192
- 应建浙, 卯晓岚, 马启明, 1987. 中国药用真菌图鉴. 北京: 科学出版社. 1-579
- 袁明生, 孙佩琼, 2007. 中国蕈菌原色图集(精). 成都: 四川科技出版社. 1-552
- 张富美, 侯瑞, 2020. 一株赭射脉革菌 MY51 的分离鉴定及对染料的脱色能力. 应用与环境生物学报, 26(2): 332-338
- 张建锋, 2020. 食用菌的营养成分和保健功能分析. 中国食用菌, 39(7): 185-187
- 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
- 张英昊, 吴光宗, 李喆, 付一凡, 张书源, 徐蕾, 王永帅, 肖兰兰, 田雪梅, 2018. 青岛崂山野生食药真菌资源的调查统计. 食药菌, 26(1): 35-37
- 赵江贺, 史源, 王韞哲, 王桂春, 2011. 山东昆崙山大型食(药)用真菌资源调查. 中国食用菌, 30(2): 12-15
- 赵遵田, 于富强, 2002. 山东昆崙山大型真菌调查研究. 山东科学, 15(2): 23-26
- 周均亮, 2017. 中国广义多孔菌属及其近缘属真菌的分类与系统发育研究. 北京林业大学博士论文, 北京. 1-277