

引文格式: 竺永金, 潘启强, 陈健鑫, 等. 云南大围山国家级自然保护区大型真菌资源调查研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2022, 37(4): 611–622. DOI: [10.12101/j.issn.1004-390X\(n\).202103054](https://doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X(n).202103054)

云南大围山国家级自然保护区 大型真菌资源调查研究*

竺永金^{1#}, 潘启强^{1#}, 陈健鑫¹, 魏玉倩¹, 张颖¹,
马焕成², 胡亚萍³, 伍建榕^{1,2**}

(1. 西南林业大学, 云南省高校森林灾害预警控制重点实验室, 云南 昆明 650224;

2. 西南林业大学, 西南地区生物多样性保育国家林业和草原局重点实验室, 云南 昆明 650224;

3. 生态环境部南京环境科学研究所, 江苏 南京 210042)

摘要:【目的】调查云南大围山国家级自然保护区(以下简称“大围山保护区”)大型真菌资源,为合理开发利用和保护该保护区野生大型真菌资源提供科学依据。【方法】采用随机踏查法对该地区的大型真菌进行初步调查研究,并对其资源情况进行评价。【结果】大围山保护区大型真菌 288 种,隶属于 55 科 139 属;其中优势科为红菇科、多孔菌科、牛肝菌科、蘑菇科、珊瑚菌科、蜡伞科、小皮伞科、鹅膏菌科和口蘑科;优势属为红菇属、乳菇属、鹅膏属、小皮伞属、湿伞属、栓孔菌属、粉褶菌属、乳牛肝菌属、小菇属、韧革菌属、牛肝菌属、蜡伞属和蜡蘑属。经济价值分析显示:食用菌 73 种,药用菌 74 种,食药菌 43 种,毒菌 34 种。【结论】大围山保护区大型真菌资源丰富,本研究为今后该保护区大型真菌研究提供了基础材料,且在该保护区发现的部分种类具有较高的经济价值,有效地开发利用可为当地的经济做出贡献。

关键词: 大围山国家级自然保护区; 大型真菌; 食用菌; 药用菌

中图分类号: S759.9

文献标志码: A

文章编号: 1004-390X(2022)04-0611-12

Investigation of Macro-fungal Resources in Daweishan National Nature Reserve, Yunnan Province

ZHU Yongjin¹, PAN Qiqiang¹, CHEN Jianxin¹, WEI Yuqian¹, ZHANG Ying¹,
MA Huancheng², HU Yaping³, WU Jianrong^{1,2}

(1. Yunnan Provincial Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 2. Key Laboratory of Biodiversity Conservation in Southwest China, National Forestry and Grassland Administration, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 3. Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Nanjing 210042, China)

Abstract: [Purpose] To investigate the resources of macro-fungi in Daweishan National Nature Reserve (called “Daweishan Reserve” for short) of Yunnan Province, and to provide scientific basis

收稿日期: 2021-03-16

修回日期: 2022-06-10

网络首发日期: 2022-07-08

*基金项目: 国家自然科学基金项目(31860208, 31360198, 31560207); 西南林业大学木棉纤维人工林产业化培育省级创新团队项目(2018HC014); 中国生态环境部生物多样性调查、观测和评估项目(1963049)。

作者简介: #对本文贡献等同, 为并列第一作者。竺永金(1997—), 女, 广西柳州人, 在读硕士研究生, 主要从事森林保护学研究。E-mail: 1339854789@qq.com; 潘启强(1995—), 男, 福建三明人, 硕士, 主要从事森林保护学研究。E-mail: 1004023185@qq.com

**通信作者 Corresponding author: 伍建榕(1963—), 女, 福建清流人, 博士, 教授, 主要从事森林病理和资源微生物利用研究。E-mail: 1176279044@qq.com

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/53.1044.S.20220707.1149.005.html>



for rational development, utilization and protection of wild macro-fungi resources in this area.

[**Method**] The macro-fungal resources in this area were preliminarily investigated and evaluated by random inspection method. [**Results**] There were 288 species of macro-fungi distributed in the Daweishan Reserve, belonging to 55 families, and 139 genera. The dominant families were Russulaceae, Polyporaceae, Boletaceae, Agaricaceae, Clavariaceae, Hygrophoraceae, Marasmiaceae, Amanitaceae and Tricholomataceae. The dominant genera were *Russula*, *Lactarius*, *Amanita*, *Marasmius*, *Hygrocybe*, *Trametes*, *Entoloma*, *Suillus*, *Mycena*, *Stereum*, *Boletus*, *Hygrophorus* and *Laccaria*. According to the analysis of economic value, there were 73 species of edible fungi, 74 species of medicinal fungi, 43 species of both edible and medicinal fungi, 34 species of toadstool. [**Conclusion**] Daweishan Reserve is rich in macro-fungal resources. This study provides basic materials for the future study of macro-fungi in this reserve. Moreover, some species found in this reserve have high economic value, and effective development and utilization can contribute to the local economic development.

Keywords: Daweishan National Nature Reserves; macro-fungi; edible fungi; medicinal fungi

云南省大型真菌资源丰富,种类繁多,在全省 126 个县市均有野生大型真菌分布^[1],是世界野生食用菌品种和数量最多的地区之一^[2]。但到目前为止,对云南省大型真菌较系统、全面的调查研究还较少,对各行政区、自然保护区和森林公园的大型真菌资源研究也只是初步探讨。1998 年,赵理忠等^[3]对滇西德宏铜壁关自然保护区大型真菌进行调查研究,报道了刺革菌属大型真菌 12 种,中国新记录种 5 种,新种 1 种;魏礼等^[4]于 2013 年 7—8 月对铜壁关自然保护区大型真菌进行调查,得到大型真菌 127 种;2006 年赵琪等^[5]对丽江老君山黎明乡的木腐菌种类进行比较研究和分析,得到 86 个已知种,48 个未知种;2011 年戴玉成等^[6]对紫溪山的木材腐朽菌进行了详细的调查研究,报道了 87 种多孔菌,新种 1 种;2018 年冯云利等^[7]对滇中磨盘山国家森林公园 101 种大型真菌资源进行了报道,对其分布特征以及经济价值进行了讨论;2020 年刘朝茂等^[8]对景东徐家坝大型真菌多样性进行研究,得到大型真菌 210 种,隶属于 2 门 6 纲 13 目 41 科 88 属。

云南大围山国家级自然保护区(以下简称“大围山保护区”)地处云南省南部,介于红河州东南部的屏边县与河口县之间,北回归线以南,地理坐标为 N22°35′~23°07′, E103°20′~104°03′,总面积 15 365 hm²^[9]。该区地势西北高、东南低,起伏较大,具有分割破碎的特点。地貌主要类型为中切割中山山地河谷地貌和石炭峰丛山地地貌^[10]。保护区气候由于受印度洋西南季风及太平洋东南

季风的影响,属热带北缘气候的亚热带海洋性气候类型区,具有降水多、气温高和湿度大等特点。该区年降水量 1 700~1 900 mm,在 1—5 月云南春早期时,降水量依然可以达到 420 mm 以上,年均温度 16~22.6 ℃,全年无霜期^[11]。保护区内自然植被随海拔升高依次分布有湿润雨林、季节雨林、山地苔藓常绿阔叶林和山顶苔藓矮林多种植被类型^[12],土壤类型由低山到高山分别是砖红壤、赤红壤、黄壤和黄棕壤^[13]。据有关资料显示^[14]:大围山保护区的野生种子植物达到 188 科 994 属 3 027 种以上。保护区内地理环境复杂,土壤类型多样化,水热条件优越,动植物资源丰富,植被覆盖率达 81.5%^[15],包括大型真菌在内的生物资源非常丰富。

特殊的自然地理和优越的生态环境为孕育丰富的大型真菌资源提供了重要条件,是研究大型真菌资源的理想地区之一。然而,关于该保护区大型真菌资源系统的、完整的本底资源调查研究尚未见报道,未能体现出该地区真实的大型真菌资源多样性。在对大围山保护区大型真菌调查、采集与鉴定的基础上,对大围山保护区大型真菌资源进行研究,以期为本地区大型真菌资源的合理开发提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 标本采集

研究组于 2019 年 7—8 月在大围山保护区采集到大型真菌标本共计 700 余份,所有标本保存在西南林业大学标本馆(SWFC)。野外采集过程

中对大型真菌所处生境进行拍照, 详细记录大型真菌的种类、采集地点、数量、海拔和植被类型等相关数据, 填写大型真菌采集记录表, 详细记录子实体特征, 为后期鉴定提供参考资料。

1.2 标本的分类与鉴定

通过广泛查阅各种大型真菌彩色图鉴, 结合传统形态学分类鉴定方法、显微镜观察子实体微观特征和分子生物学等方法进行标本鉴定和分类^[16-24], 分类主要参照《菌物词典第十版》, 菌物名称按照最新版真菌索引拟定 (<http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>)。

1.3 优势科属统计

根据大围山保护区大型真菌目录进行科、属、

种的统计分析, 按照科、属、种的数量以递减顺序排列, 确定该保护区大型真菌优势科、属。在科的组成成分中, 所含种数 ≥ 10 的科称为优势科; 在属的组成成分中, 所含种数 ≥ 5 的属称为优势属^[25-26]。根据大型真菌的经济价值和生态习性对大型真菌进行归纳统计^[27-30]。

2 结果与分析

2.1 大型真菌组成

由表 1 可知: 大围山保护区大型真菌物种十分丰富, 本次研究共鉴定出大型真菌种类 288 种, 隶属于 55 科 136 属。

表 1 大围山保护区大型真菌组成
Tab. 1 Composition of macro-fungi in Daweishan Reserve

科 family	属 genus	种 species	食用 edible	药用 medicinal	食药兼用 edible & medicinal	毒菌 toadstool
齿菌科 Hydnaceae	栓齿菌属 <i>Phellodon</i>	黑栓齿菌 <i>P. niger</i>				
	肉齿菌属 <i>Sarcodon</i>	鳞形肉齿菌 <i>S. imbricatus</i>				
侧耳科 Pleurotaceae	脉褶属 <i>Campanella</i>	脉褶菌 <i>C. junghuhn</i>				
	亚侧耳属 <i>Hohenbuehelia</i>	灰白亚侧耳 <i>H. grisea</i>			√	
		花瓣状亚侧耳 <i>H. petaloides</i>				√
	侧耳属 <i>Pleurotus</i>	糙皮侧耳 <i>P. ostreatus</i>			√	
		贝形侧耳 <i>P. porrigena</i>	√			
		长柄侧耳 <i>P. spodoleucus</i>			√	
虫草科 Cordycipitaceae	虫草属 <i>Cordyceps</i>	蛹虫草 <i>C. militaris</i>			√	
刺革菌科 Hymenochaetaceae	集毛菌属 <i>Coltricia</i>	多年生集毛菌 <i>C. perennis</i>				
		丝光钹孔菌 <i>C. cinnamomea</i>			√	
	刺革菌属 <i>Hymenochaete</i>	大黄刺革菌 <i>H. rheicolor</i>				
	木层孔菌属 <i>Phellinus</i>	淡黄木层孔菌 <i>P. gilvus</i>				
		瓦伯木层孔菌 <i>P. wahlbergii</i>				
地舌科 Geoglossaceae	地舌菌属 <i>Geoglossum</i>	粘地舌菌 <i>G. glutinosum</i>				
	锤舌菌属 <i>Leotia</i>	润滑锤舌菌 <i>L. lubrica</i>	√			
淀粉伏革菌科 Amylocorticiaceae	淀粉伏革菌属 <i>Amylocorticium</i>	亚硫色淀粉伏革菌 <i>A. subsulphureum</i>				
多孔菌科 Polyporaceae	蜡孔菌属 <i>Cerioporus</i>	多变蜡孔菌 <i>C. varius</i>				
	拟迷孔菌属 <i>Daedaleopsis</i>	裂拟迷孔菌 <i>D. confragosa</i>				
	层孔菌属 <i>Fomes</i>	木蹄层孔菌 <i>F. fomentarius</i>			√	
	小孔菌属 <i>Microporus</i>	黄褐小孔菌 <i>M. xanthopus</i>				
		金缘小孔菌 <i>M. affinis</i>				
		新棱孔菌 <i>N. alveolaris</i>				
	卧孔菌属 <i>Perenniporia</i>	怀槐多年卧孔菌 <i>P. robiniophila</i>		√		
	剥管菌属 <i>Piptoporus</i>	桦剥管菌 <i>P. betulinus</i>				
	多孔菌属 <i>Polyporus</i>	多变拟多孔菌 <i>P. varius</i>		√		
	泊氏孔菌属 <i>Postia</i>	奶油泊氏孔菌 <i>P. lactea</i>				
	小薄孔菌属 <i>Antrodiella</i>	柔韧小薄孔菌 <i>A. duracinan</i>	√			

表1 (续)

科 family	属 genus	种 species	食用 edible	药用 medicinal	食药 edible & medicinal	毒菌 toadstool
多孔菌科 Polyporaceae	栓孔菌属 <i>Trametes</i>	齿贝栓菌 <i>T. cervina</i>				
		肉色栓菌 <i>T. dickinsii</i>				
		大白栓菌 <i>T. lactinea</i>				
		黄薄栓菌 <i>T. membranacea</i>				
		淡黄褐栓菌 <i>T. ochracea</i>				
		香栓菌 <i>T. suaveolens</i>				
		变色栓菌 <i>T. versicolor</i>				
	干酪菌属 <i>Tyromyces</i>	杏黄干酪菌 <i>T. armeniacus</i>		√		
		薄皮干酪菌 <i>T. chioneus</i>				
		类舌状干酪菌 <i>T. raduloides</i>				
鹅膏科 Amanitaceae	鹅膏属 <i>Amanita</i>	暗褐鹅膏 <i>A. atrofusca</i>				
		致命白鹅膏 <i>A. exitialis</i>				√
		灰盖鹅膏 <i>A. griseoturcosa</i>			√	
		长条纹鹅膏 <i>A. longistriata</i>			√	
		东方褐盖鹅膏 <i>A. orientifulva</i>				
		赭盖鹅膏 <i>A. rubescens</i>				
		芥黄鹅膏 <i>A. subjunquillea</i>				√
		绒毡鹅膏 <i>A. vestita</i>	√			
		锥鳞白鹅膏 <i>A. virgineoides</i>		√		
		白肉色鹅膏 <i>A. albocreata</i>	√			
耳匙菌科 Auriscalpiaceae	小香菇属 <i>Lentinellus</i>	北方螺壳菌 <i>L. ursinus</i>	√			
粉褶蕈科 Entolomataceae	粉褶菌属 <i>Entoloma</i>	白黄粉褶菌 <i>E. album</i>				√
		紫兰粉褶菌 <i>E. coelestinum</i>			√	
		暗蓝粉褶菌 <i>E. lazulinus</i>				√
		方孢粉褶菌 <i>E. mariaae</i>				√
		尖顶粉褶菌 <i>E. murrainii</i>			√	
		灰褐粉褶菌 <i>E. rhodopolis</i>				
		绢白粉褶菌 <i>E. sericellum</i>				
粪锈伞科 Bolbitiaceae	粪伞属 <i>Bolbitis</i>	粉粘粪伞 <i>B. demangei</i>				√
	锥盖伞属 <i>Conocybe</i>	畸锥盖伞 <i>C. aberrans</i>			√	
轴腹菌科 Hydnangiaceae	盔孢伞属 <i>Galerina</i>	异囊盔孢伞 <i>G. heterocystis</i>				√
		头囊盔孢伞 <i>G. oregonensis</i>				√
	光盖伞属 <i>Psilocybe</i>	粪生光盖伞 <i>P. coprophila</i>				√
	蜡蘑属 <i>Laccaria</i>	<i>L. moshuijun</i>				
		漆亮蜡蘑 <i>L. laccata</i>			√	
		俄亥俄蜡蘑 <i>L. ohioensis</i>				
		条柄蜡蘑 <i>L. proxima</i>	√			
		灰酒红蜡蘑 <i>L. vinaceoavellanea</i>				
干朽菌科 Meruliaceae	耙齿菌属 <i>Irpex</i>	乳白耙齿菌 <i>I. lacteus</i>		√		
	容氏孔菌属 <i>Junghuhnia</i>	扇形容氏孔菌 <i>J. flabellata</i>				
革菌科 Thelephoraceae	革菌属 <i>Thelephora</i>	掌状革菌 <i>T. palmata</i>			√	
		轮纹革菌 <i>T. crispa</i>				
光柄菇科 Pluteaceae	光柄菇属 <i>Pluteus</i>	白光柄菇 <i>P. pellitus</i>	√			
鬼笔科 Phallaceae	竹荪属 <i>Dictyophora</i>	黄裙竹荪 <i>D. multicolor</i>				√
	蛇头菌属 <i>Mutinus</i>	狗蛇头菌 <i>M. caninus</i>				

表1 (续)

科 family	属 genus	种 species	食用 edible	药用 medicinal	食药兼用 edible & medicinal	毒菌 toadstool
红菇科 Russulaceae	乳菇属 <i>Lactarius</i>	桔色乳菇 <i>L. aurantiacus</i>				
		浓香乳菇 <i>L. camphoratus</i>	√			
		松乳菇 <i>L. deliciosus</i>				
		香乳菇 <i>L. glyciosmuss</i>				
		毛缘细乳菇 <i>L. gracilis</i>		√		
		红汁乳菇 <i>L. hatsudake</i>			√	
		黑乳菇 <i>L. lignyotus</i>		√		
		乳黄色乳菇 <i>L. musteus</i>				
		辣乳菇 <i>L. piperatus</i>			√	
		微甜乳菇 <i>L. subdulcis</i>				
		亚绒白乳菇 <i>L. subvellereus</i>				√
		疝疼乳菇 <i>L. torminosus</i>				
		潮湿乳菇 <i>L. uvidus</i>	√			
		绒白乳菇 <i>L. vellereus</i>	√			
		细质乳菇 <i>L. mitissimus</i>	√			
	微菇属 <i>Mycetinis</i>	蒜味微菇 <i>M. alliaceus</i>	√			
	红菇属 <i>Russula</i>	铜绿红菇 <i>R. aeruginea</i>			√	
		白红菇 <i>R. albida</i>				
		白纹红菇 <i>R. alboareolata</i>				
		解毒红菇 <i>R. consobrina</i>			√	
		美味红菇 <i>R. delica</i>	√			
		毒红菇 <i>R. emetica</i>				√
		脆红菇 <i>R. fragilis</i>	√			
		异褶红菇 <i>R. heterophylla</i>		√		
		绒紫红菇 <i>R. mariae</i>				
		厚皮红菇 <i>R. mustelina</i>	√			
		沼泽红菇 <i>R. paludosa</i>				
		血红菇 <i>R. sanguinea</i>				
		点柄黄红菇 <i>R. senecis</i>	√			
		粉红菇 <i>R. subdepallens</i>	√			
		酒色红菇 <i>R. vinosa</i>	√			
		黑紫红菇 <i>R. atropurpurea</i>	√			
		蓝黄红菇 <i>R. cyanoxantha</i>	√			
		褪色红菇 <i>R. decolorans</i>	√			
猴头菌科 Hericiaceae	猴头菌属 <i>Hericium</i>	猴头菇 <i>H. erinaceus</i>	√			
花耳科 Dacrymycetaceae	胶角耳属 <i>Calocera</i>	中国胶角耳 <i>C. sinensis</i>			√	
火丝菌科 Pyronemataceae	侧盘菌属 <i>Otidea</i>	云南侧盘菌 <i>O. yunnanensis</i>	√			
鸡油菌科 Cantharellaceae	鸡油菌属 <i>Cantharellus</i>	淡蜡黄鸡油菌 <i>C. cerinoalbus</i>				
		鸡油菌 <i>C. cibarius</i>	√			
	喇叭菌属 <i>Craterellus</i>	黑喇叭菌 <i>C. cornucopioides</i>	√			
胶陀螺科 Bulgariaceae	脑形胶盘菌属 <i>Ascrotremella</i>	脑形胶盘菌 <i>A. faginea</i>		√		
	胶陀螺属 <i>Bulgaria</i>	胶陀螺 <i>B. inquinans</i>				
	耳盘菌属 <i>Cordierites</i>	叶状耳盘菌 <i>C. frondosa</i>	√			
口蘑科 Tricholomataceae	丽蘑属 <i>Calocybe</i>	紫皮丽蘑 <i>C. ionides</i>	√			
	杯伞属 <i>Clitocybe</i>	大杯伞 <i>C. maxima</i>				

表1 (续)

科 family	属 genus	种 species	食用 edible	药用 medicinal	食药用 edible & medicinal	毒菌 toadstool
口蘑科 Tricholomataceae	杯伞属 <i>Clitocybe</i>	水粉杯伞 <i>C. nebularis</i>				
		污白杯伞 <i>C. houghtonii</i>	√			
	金钱菌属 <i>Collybia</i>	堆金钱菌 <i>C. acervata</i>	√			
		乳酪金钱菌 <i>C. butyracea</i>			√	
	香菇属 <i>Lentinus</i>	香菇 <i>L. edodes</i>				
	香蘑属 <i>Lepista</i>	肉色香蘑 <i>L. irina</i>				
		紫晶香蘑 <i>L. sordida</i>			√	
	鸡枞菌属 <i>Termitomyces</i>	白蚁谷堆鸡枞 <i>T. heimii</i>	√			
蜡钉菌科 Helotiaceae	蜡钉菌属 <i>Helotium</i>	桔色蜡钉菌 <i>H. serotinum</i>				
蜡伞科 Hygrophoraceae	湿伞属 <i>Hygrocybe</i>	颇尔松湿伞 <i>H. acutoconica</i>		√		
		粉灰紫湿伞 <i>H. calyptriformis</i>	√			
		条缘橙湿伞 <i>H. mucronella</i>	√			
		橙黄湿伞 <i>H. persisztensis</i>				
		绯红湿伞 <i>H. coccinea</i>	√			
		锥形湿伞 <i>H. conica</i>				√
		突顶橙红湿伞 <i>H. cuspidata</i>	√			
		肉色湿伞 <i>H. fuscescens</i>				
	蜡伞属 <i>Hygrophorus</i>	变黑蜡伞 <i>H. conicus</i>				√
		象牙白蜡伞 <i>H. eburneus</i>	√			
		柠檬黄蜡伞 <i>H. lucorum</i>	√			
		朱红蜡伞 <i>H. miniatus</i>				
		淡紫蜡伞 <i>H. purpurascens</i>				
类脐菇科 Omphalotaceae	裸脚菇属 <i>Gymnopus</i>	靴状裸柄伞 <i>G. peronatus</i>	√			
	微皮伞属 <i>Marasmiellus</i>	纯白微皮伞 <i>M. candidus</i>				
		类狭褶微皮伞 <i>M. stenophylloides</i>				
离褶伞科 Lyophyllaceae	离褶伞属 <i>Lyophyllum</i>	褐离褶伞 <i>L. fumosa</i>	√			
		榆干离褶伞 <i>L. ulmarium</i>	√			
裂褶菌科 Schizophyllaceae	裂褶菌属 <i>Schizophyllum</i>	裂褶菌 <i>S. commune</i>			√	
灵芝科 Ganodermataceae	灵芝属 <i>Ganoderma</i>	南方灵芝 <i>G. australe</i>		√		
		木蹄灵芝 <i>G. formsissimum</i>		√		
		灵芝 <i>G. lucidum</i>			√	
马鞍菌科 Helvellaceae	马鞍菌属 <i>Helvella</i>	弹性马鞍菌 <i>H. elastica</i>				√
		中国马鞍菌 <i>H. sinensis</i>				√
蘑菇科 Agaricaceae	蘑菇属 <i>Agaricus</i>	大紫蘑菇 <i>A. augustus</i>	√			
		双环林地蘑菇 <i>A. placomyces</i>			√	
		球基蘑菇 <i>A. abruptibulbus</i>			√	
	拟鬼伞属 <i>Coprinopsis</i>	墨汁拟鬼伞 <i>C. atramentaria</i>			√	
		灰盖拟鬼伞 <i>C. cinerea</i>				
		白绒拟鬼伞 <i>C. lagopus</i>		√		
		金粒囊皮伞 <i>C. fallax</i>				
	环柄菇属 <i>Lepiota</i>	冠状环柄菇 <i>L. cristata</i>				√
	马勃属 <i>Lycoperdon</i>	网纹马勃 <i>L. perlatum</i>			√	
		小马勃 <i>L. pusillum</i>				
		梨形马勃 <i>L. pyriforme</i>				
	小蘑菇属 <i>Micropsalliota</i>	球囊小蘑菇 <i>M. globocystis</i>				

表1 (续)

科 family	属 genus	种 species	食用 edible	药用 medicinal	食药兼用 edible & medicinal	毒菌 toadstool
蘑菇科 Agaricaceae	蛋巢菌属 <i>Nidula</i>	白绒红蛋巢菌 <i>N. niveotomentosa</i>		√		
		黄包红蛋巢 <i>N. shingbaensis</i>		√		
		白蛋巢菌 <i>N. vulgare</i>				
	假鬼伞属 <i>Pseudocoprinus</i>	白假鬼伞 <i>P. disseminatus</i>				
拟层孔菌科 Fomitopsidaceae	拟层孔菌属 <i>Fomitopsis</i>	栗黑褐拟层孔菌 <i>F. nigra</i>		√		
	炆孔菌属 <i>Laetiporus</i>	硫色炆孔菌 <i>L. sulphureus</i>		√		
	干酪孔菌属 <i>Oligoporus</i>	叠生褐腐干酪孔菌 <i>O. obductus</i>			√	
	帕氏孔菌属 <i>Parmastomyces</i>	软帕氏孔菌 <i>P. mollissimus</i>				
	暗色孔菌属 <i>Phaeolus</i>	施魏暗孔菌 <i>P. schweinitzii</i>				√
木耳科 Auriculariales	木耳属 <i>Auricularia</i>	厚质木耳 <i>A. auricula-judae</i>		√		
		皱木耳 <i>A. delicata</i>				
牛肝菌科 Boletaceae	南牛肝菌属 <i>Austroboletus</i>	西藏南牛肝菌 <i>A. trinitatensis</i>				
	牛肝菌属 <i>Boletus</i>	紫绒盖牛肝菌 <i>B. amygdalinus</i>				√
		华金黄牛肝菌 <i>B. sinoaurantiacus</i>			√	
		小美牛肝菌 <i>B. speciosus</i>				
		辣牛肝菌 <i>B. piperatus</i>			√	
		褐橙牛肝菌 <i>B. impolitus</i>		√		
		皱盖牛肝菌 <i>R. extremiorientale</i>	√			
	褶孔牛肝菌属 <i>Phylloporus</i>	美丽褶孔牛肝菌 <i>P. bellus</i>				
		红黄褶孔菌 <i>P. rhodoxanthus</i>				
		黑网柄牛肝菌 <i>R. nigerrimus</i>				
	臧氏牛肝菌属 <i>Zangia</i>	红盖臧氏牛肝菌 <i>Z. roseola</i>				
	松塔牛肝菌属 <i>Strobilomyces</i>	混淆松塔牛肝菌 <i>S. confusus</i>			√	
		松塔牛肝菌 <i>S. strobilaceus</i>				
		绒柄松塔牛肝菌 <i>S. velutipes</i>			√	
		紫色粉孢牛肝菌 <i>T. plumbeoviolaceus</i>	√			
	粉孢牛肝菌属 <i>Tylopilus</i>	新苦粉孢牛肝菌 <i>T. neofelleus</i>				
		拟绒盖牛肝菌 <i>X. illudens</i>				
		褐绒盖牛肝菌 <i>X. phaeocephalus</i>				√
	绒盖牛肝菌属 <i>Xerocomus</i>					
牛舌菌科 Fustulinaceae	牛舌菌属 <i>Fistulina</i>	牛舌菌 <i>F. subhepatica</i>				
盘菌科 Pezizaceae	块状柄盘菌属 <i>Stromatinia</i>	块状柄盘菌 <i>S. pseudotuberosa</i>				√
	肉杯菌属 <i>Tarzeffa</i>	碗状疣杯菌 <i>T. catinus</i>	√			
膨瑚菌科 Physalaciaceae	蜜环菌属 <i>Armillaria</i>	蜜环菌 <i>A. mellea</i>	√			
		暗蜜环菌 <i>A. obscura</i>				
	假蜜环菌属 <i>Armillariella</i>	假蜜环菌 <i>A. cepistipes</i>				
	小奥德蘑属 <i>Oudemansiella</i>	褐褶小奥德蘑 <i>O. brunneomarginata</i>	√			
	拟粘小奥德蘑属 <i>Mucidula</i>	拟粘小奥德蘑 <i>M. submucida</i>		√		
	干蘑属 <i>Xerula</i>	硬毛干蘑 <i>X. strigosa</i>				
球盖菇科 Strophariaceae	田头菇属 <i>Agrocybe</i>	平田头菇 <i>A. pediades</i>	√			
	裸伞属 <i>Gymnopilus</i>	栎裸伞 <i>G. dryophilus</i>	√			
		橘黄裸伞 <i>G. spectabilis</i>	√			
	库恩菌属 <i>Kuehneromyces</i>	库恩菇 <i>K. mutabilis</i>				

表1 (续)

科 family	属 genus	种 species	食用 edible	药用 medicinal	食药同 edible & medicinal	毒菌 toadstool
球盖菇科 Strophariaceae	韧伞属 <i>Naematoloma</i>	簇生黄韧伞 <i>N. fasciculare</i>				√
	粘皮鳞伞属 <i>Pholiota</i>	粘皮鳞伞 <i>P. lubrica</i>				
	球盖菇属 <i>Stropharia</i>	半球球盖菇 <i>S. semiglibata</i>	√			
韧革菌科 Stereaceae	韧革菌属 <i>Stereum</i>	烟色韧革菌 <i>S. gausapatum</i>		√		
		毛韧革菌 <i>S. hirsutum</i>		√		
		轮纹韧革菌 <i>S. ostrea</i>				
		银丝韧革菌 <i>S. rameale</i>	√			
		金丝韧革菌 <i>S. spectabile</i>				
	盘革菌属 <i>Aleurodiscus</i>	珠丝盘革菌 <i>A. amorphus</i>				
		刺丝盘革菌 <i>A. mirabilis</i>				
		<i>Xylobolus</i>	√			
柔膜菌科 Leotiaceae	小双孢盘菌属 <i>Bisporella</i>	橘色小双孢盘菌 <i>B. citrina</i>		√		
		鲜黄双孢菌 <i>B. sulfurina</i>	√			
肉孔菌科 Hypocreaceae	树花菌属 <i>Grifola</i>	灰树花 <i>G. frondosa</i>	√			
	硬孔菌属 <i>Rigidoporus</i>	小孔硬孔菌 <i>R. microporus</i>				
乳牛肝菌科 Suillaceae	小牛肝菌属 <i>Boletinus</i>	点柄小牛肝菌 <i>B. punctatipes</i>				
	乳牛肝菌属 <i>Suillus</i>	铜绿乳牛肝菌 <i>S. aeruginascens</i>				√
		黏盖乳牛肝菌 <i>S. bovinus</i>				
		短柄乳牛肝菌 <i>S. brevipes</i>	√			
		点柄乳牛肝菌 <i>S. granulatus</i>			√	
		厚环乳牛肝菌 <i>S. grevillei</i>			√	
珊瑚菌科 Clavariaceae	枝瑚菌属 <i>Ramaria</i>	红顶枝瑚菌 <i>R. botrytoides</i>				√
	拟枝瑚菌属 <i>Ramariopsis</i>	孔策拟枝瑚菌 <i>R. kunzei</i>	√			
	珊瑚菌属 <i>Clavaria</i>	虫形珊瑚菌 <i>C. vermicularis</i>	√			
		烟色珊瑚菌 <i>C. fumosa</i>		√		
		棒瑚菌 <i>C. pistillaris</i>	√			
		中华地衣棒瑚菌 <i>C. sinensis</i>				
		云南棒瑚菌 <i>C. yunnanensis</i>		√		
	杯珊瑚菌 <i>Clavicornia</i>	杯珊瑚菌 <i>C. pyxidata</i>	√			
	锁瑚菌属 <i>Clavulina</i>	珊瑚状锁瑚菌 <i>C. coralloides</i>				
		皱锁瑚菌 <i>C. rugosa</i>				
		朱红锁瑚菌 <i>C. rosea</i>			√	
		冠锁瑚菌 <i>C. cristata</i>	√			
		怡人拟锁瑚菌 <i>C. amoena</i>	√			
	拟锁瑚菌属 <i>Clavulinopsis</i>	梭形拟锁瑚菌 <i>C. fusiformis</i>	√			
		微黄拟锁瑚菌 <i>C. helvola</i>			√	
丝盖伞科 Inocybaceae	靴耳属 <i>Crepidotus</i>	软靴耳 <i>C. mollis</i>	√			
		硫色靴耳 <i>C. sulphurinus</i>			√	
		变色靴耳 <i>C. variabilis</i>				
	丝盖伞属 <i>Inocybe</i>	血红丝盖伞 <i>I. haemacta</i>			√	
		光帽丝盖伞 <i>I. nitidiuscula</i>				
		瞭望丝盖伞 <i>I. praetervisa</i>				√
		裂丝丝盖伞 <i>I. rimosa</i>				√
丝膜菌科 Cortinariaceae	丝膜菌属 <i>Cortinarius</i>	拟荷叶丝膜菌 <i>C. pseudosalor</i>				
		柱柄丝膜菌 <i>C. chindrpes</i>				
	黏柄菇属 <i>Gliophorus</i>	青绿伞 <i>G. psittacina</i>				

表1 (续)						
科 family	属 genus	种 species	食用 edible	药用 medicinal	食药用 edible & medicinal	毒菌 toadstool
丝膜菌科 Cortinariaceae	滑锈伞属 <i>Hebeloma</i>	高山滑锈伞 <i>H. alpinum</i>	√			
		大孢滑锈伞 <i>H. sacchariolum</i>				√
	暗金钱菌属 <i>Phaeocollybia</i>	绒柄褐金钱菌 <i>P. christinae</i>				
锁珊瑚科 Clavulinaceae	<i>Multiclavula</i>	洁藻珊瑚菌 <i>M. clara</i>				
炭角菌科 Xylariaceae	轮层炭壳属 <i>Daldinia</i>	黑轮层炭壳菌 <i>D. concentrica</i>				√
	炭球菌属 <i>Xylaria</i>	多形炭角菌 <i>X. polymorpha</i>		√		
未定科 incertae sedis	刺银耳属 <i>Pseudohydnum</i>	胶质假齿菌 <i>P. gelatinosum</i>			√	
	疣孢斑褶菇属 <i>Panaeolina</i>	黄褐疣孢斑褶菇 <i>P. foenisecii</i>				
	<i>Taiwanofungus</i>	牛樟芝 <i>T. camphoratus</i>			√	
小脆柄菇科 Psathyrellaceae	小脆柄菇属 <i>Psathyrella</i>	毡毛小脆蘑菇 <i>P. velutina</i>		√		
		黄盖小脆柄菇 <i>P. candolleana</i>				√
		喜湿小脆柄菇 <i>P. hydrophila</i>			√	
		灰褐脆柄菇 <i>P. spadicea</i>		√		
小菇科 Mycenaceae	小菇属 <i>Mycena</i>	褐小菇 <i>M. alcalina</i>		√		
		蓝小菇 <i>M. galericulata</i>				
		血红小菇 <i>M. haematopus</i>	√			
		狭头小菇 <i>M. leptcephala</i>			√	
		洁小菇 <i>M. pura</i>				√
		粉色小菇 <i>M. rosea</i>				√
小皮伞科 Marasmiaceae	毛皮伞属 <i>Crinipellis</i>	毛皮伞 <i>C. scabellia</i>	√			
	巨囊菌属 <i>Macrocyttidia</i>	巨囊伞 <i>M. cucumis</i>		√		
	小皮伞属 <i>Marasmius</i>	栎小皮伞 <i>M. dryophilus</i>	√			
		红盖小皮伞 <i>M. haematocephalus</i>	√			
		小鹿色小皮伞 <i>M. hinnuleus</i>				√
		大盖小皮伞 <i>M. maximus</i>	√			
		硬柄小皮伞 <i>M. oreades</i>				√
		盾状小皮伞 <i>M. personatus</i>	√			
		斯托氏小皮伞 <i>M. staudtii</i>				
		安络小皮伞 <i>M. androsaceus</i>		√		
		大帚枝小皮伞 <i>M. grandisetulosus</i>				
		枝干小皮伞 <i>M. ramealis</i>	√			
银耳科 Tremellaceae	胶珊瑚属 <i>Holtermannia</i>	胶珊瑚 <i>H. pinguis</i>	√			
	银耳属 <i>Tremella</i>	雪白银耳 <i>T. fuciformis</i>				
圆孔牛肝菌科 Gyroporaceae	圆孔牛肝菌属 <i>Gyroporus</i>	褐圆孔牛肝菌 <i>G. castaneus</i>			√	
重担菌科 Repetobasidiaceae	瘦脐菇属 <i>Rickenella</i>	瘦脐菇 <i>R. fibula</i>			√	
皱孔菌科 Meruliaceae	胶皱孔菌属 <i>Merulius</i>	胶皱孔菌 <i>M. tremellostus</i>	√			
	黑管菌属 <i>Bjerkandera</i>	烟管孔菌 <i>B. adusta</i>				

2.2 大型真菌科的分析

由表 2 可知: 该区域鉴定出的大型真菌中, 优势科为红菇科 (34 种)、多孔菌科 (21 种)、牛肝

菌科 (18 种)、蘑菇科 (16 种)、珊瑚菌科 (15 种)、蜡伞科 (13 种)、小皮伞科 (12 种)、鹅膏菌科 (10 种) 和口蘑科 (10 种), 占总科数的 16.36%,

表 2 大围山保护区大型真菌科、属及种数
Tab. 2 Total number of family, genus and species of macro-fungi in Daweishan Reserve

科 family	科内属数 No. of genera	科内种数 No. of species	占总种数比例/% percentage of total species	科 family	科内属数 No. of genera	科内种数 No. of species	占总种数比例/% percentage of total species
红菇科 Russulaceae	3	34	11.81	地舌科 Geoglossum	2	2	0.69
多孔菌科 Polyporaceae	12	21	7.29	粪伞科 Bolbitiaceae	2	2	0.69
牛肝菌科 Boletaceae	10	18	6.25	干朽菌科 Meruliaceae	2	2	0.69
蘑菇科 Agaricaceae	8	16	5.56	革菌科 Thelephoraceae	1	2	0.69
珊瑚菌科 Clavariaceae	7	15	5.21	鬼笔科 Phallaceae	2	2	0.69
蜡伞科 Hygrophoraceae	2	13	4.51	离褶伞科 Lyophyllaceae	1	2	0.69
小皮伞科 Marasmiaceae	3	12	4.17	马鞍菌科 Helvellaceae	1	2	0.69
鹅膏科 Amanitaceae	1	10	3.47	木耳科 Auriculariales	1	2	0.69
口蘑科 Tricholomataceae	6	10	3.47	盘菌科 Pezizaceae	2	2	0.69
韧革菌科 Stereaceae	3	8	2.78	柔膜菌科 Leotiaceae	1	2	0.69
粉褶蕈科 Entolomataceae	1	7	2.43	肉孔菌科 Hypocreaceae	2	2	0.69
球盖菇科 Strophariaceae	6	7	2.43	炭角菌科 Xylariaceae	2	2	0.69
丝盖伞科 Inocybaceae	2	7	2.43	银耳科 Tremellaceae	2	2	0.69
侧耳科 Pleurotaceae	3	6	2.08	皱孔菌科 Meruliaceae	2	2	0.69
珊瑚菌科 Physalaciaceae	5	6	2.08	虫草科 Cordycipitaceae	1	1	0.35
乳牛肝菌科 Suillaceae	1	6	2.08	淀粉伏革菌科 Amylocorticaceae	1	1	0.35
丝膜菌科 Cortinariaceae	4	6	2.08	耳匙菌科 Auriscalpiaceae	1	1	0.35
小菇科 Mycenaceae	1	6	2.08	光柄菇科 Pluteaceae	1	1	0.35
刺革菌科 Hymenochaetaceae	3	5	1.74	猴头菌科 Hericiaceae	1	1	0.35
拟层孔菌科 Fomitopsidaceae	5	5	1.74	花耳科 Dacrymycetaceae	1	1	0.35
轴腹菌科 Hydnangiaceae	3	8	2.78	火丝菌科 Pyrenomataceae	1	1	0.35
小脆柄菇科 Psathyrellaceae	1	4	1.39	蜡钉菌科 Helotiaceae	1	1	0.35
鸡油菌科 Cantharellaceae	2	3	1.04	裂褶菌科 Schizophyllaceae	1	1	0.35
胶陀螺科 Bulgariaceae	3	3	1.04	牛舌菌科 Fustulinaceae	1	1	0.35
类脐菇科 Omphalotus	2	3	1.04	锁瑚菌科 Clavulinaceae	1	1	0.35
灵芝科 Ganodermataceae	1	3	1.04	圆孔牛肝菌科 Gyroporaceae	1	1	0.35
未定科 Incertae sedis	3	3	1.04	重担菌科 Repetobasidiaceae	1	1	0.35
齿菌科 Hydnaceae	2	2	0.69	合计 total	139	288	100

共有 149 种，占总种数的 51.74%。仅有 1 种的科有 13 个，占总科数的 23.64%，共有 13 种，占总种数的 4.51%；含 2~9 种的科有 33 个，占总科数的 60.00%，共有 126 种，占总种数的 43.75%。

2.3 大型真菌优势属分析

由表 3 可知：仅有 1 种的属有 85 个，占总属数的 62.5%，共 85 种，占总种数 29.51%；含 2~4 种的属有 29 个，占总属数的 21.32%，共 96 种，

占总种数的 33.33%；种数≥5 种的属有 13 个，占总属数的 9.56%，共 107 种，占总种数的 37.15%。

2.4 大型真菌经济价值分析

根据利用价值可将大围山自然保护区大型真菌分为食用、药用、食药两用和毒菌 4 类。在已鉴定的 288 种大型真菌中，可食用菌 73 种（占 25.35%），药用菌 74 种（占 25.69%），两者数量相差不大，其中可食用菌以伞菌为主，药用菌以多

表 3 大围山保护区大型真菌优势属
Tab. 3 Dominant genius of macro-fungi in Daweishan Reserve

属 genus	属内种数 No. of species	占总种数比例/% percentage of total species
红菇属 <i>Russula</i>	18	6.25
乳菇属 <i>Lactarius</i>	15	5.21
鹅膏属 <i>Amanita</i>	10	3.47
小皮伞属 <i>Marasmius</i>	10	3.47
湿伞属 <i>Hygrocybe</i>	8	2.78
栓孔菌属 <i>Trametes</i>	7	2.43
粉褶菌属 <i>Entoloma</i>	7	2.43
乳牛肝菌属 <i>Suillus</i>	6	2.08
小菇属 <i>Mycena</i>	6	2.08
韧革菌属 <i>Stereum</i>	5	1.74
牛肝菌属 <i>Boletus</i>	5	1.74
蜡伞属 <i>Hygrophorus</i>	5	1.74
蜡蘑属 <i>Laccaria</i>	5	1.74
合计 total	107	37.15

孔菌为主; 有 43 种具有食药价值, 占 14.93%; 毒菌数量最少, 有 34 种, 占 11.81%。

3 讨论

大围山保护区气候湿润, 植被丰富, 人为干扰因素较少, 适合大型真菌生长, 但关于该区域大型真菌资源的研究几乎空白。鉴于此, 本研究对该区域的大型真菌资源进行研究。通过对大围山保护区大型真菌的初步研究, 发现该区食用菌资源较丰富, 共有 74 种, 以红菇科、牛肝菌科和侧耳科种类最多, 其中部分为食药型。大围山保护区发现的食用菌主要包括红汁乳菇、松乳菇、皱盖牛肝菌、绒柄松塔牛肝菌、灰白亚侧耳、木耳、红蜡蘑、鸡油菌、香菇、蜜环菌、鸡枞和黄裙竹荪等常见食用菌, 这些食用菌营养丰富, 市场价值巨大。调查还发现了一批极有经济价值的药用野生菌品种, 如硫色绚孔菌、猴头菇和牛樟芝等, 充分说明大围山孕育有丰富的野生菌资源。

毒菌中绝大多数属于伞菌, 许多毒菌生态习性与食用菌相似, 特别是绝大多数的野生食用菌形态特征与毒菌不易区别, 甚至许多毒菌同样味道鲜美^[30]。每个地方对毒菌的识别绝大多数是按照其外形、颜色和气味等特征来判断, 这种识别方式并不科学, 从而使中毒事件屡屡发生。在大围山发现的 34 种毒菌中, 部分菌为剧毒, 如致

命白鹅膏、芥黄鹅膏和簇生黄韧伞等, 误食会引起中毒且死亡。随着野生大型真菌资源的开发利用, 对毒菌资源开展调查、对毒菌毒素及其中毒类型进行分析以及制作毒菌手册, 有益于预防毒菌中毒事件发生。

该保护区的原始植被为大型真菌资源提供了生长条件, 同时也为木生大型真菌的发生奠定了基础。在保护区发现部分木生菌对阔叶类树种产生了极大的危害, 但同时绝大多数的木生菌具有较高的食药价值。如在保护区发现的部分灵芝属真菌, 不仅在传统和民间医药中被广泛应用于治疗各种疾病, 其提取物还对癫痫、帕金森病和记忆障碍等疾病具有良好的临床应用前景。灵芝属作为木腐菌中重要的一个属, 其很多种类能感染活立木, 造成干基部腐朽, 导致寄主树木易风折^[31]。如何解决木生大型真菌资源的利用和森林阔叶林资源保护之间的矛盾还有待进一步研究。

菌根是广泛存在于自然界的高等植物根系与土壤中一些真菌形成的共生体, 是两者在长期进化过程中形成的产物。菌根一般主要分为外生菌根、内生菌根和内外生菌根^[32]。菌根真菌与树木共生的同时能促进树木生长、增加抗病性和抑制病原菌^[33]。大型真菌中有很多种类是重要的外生菌根菌资源^[34], 在对大围山大型真菌分析中发现: 该地区优势科、属以外生菌根菌为主, 对树木的生长发挥着重要作用, 也丰富了该保护区的物种多样性, 同时选育一些适合本地生长的优良菌株进行开发与利用具有重要的现实意义。

大型真菌具有巨大的经济价值和生态价值, 为了更好地开发和利用大围山保护区的大型真菌资源, 应当增加对当地大型真菌利用和保护的宣传, 减少人为破坏, 合理开发和应用, 这不仅能带来经济价值, 还能保持生态平衡。不同种类大型真菌在不同时间、不同生境下不尽相同, 且大型真菌的发生与当地气候条件密切相关, 大型真菌的野外调查工作任重道远。本研究仅对大围山保护区大型真菌进行了初步调查研究, 缺乏连续性, 有待后续进行更为全面、深入的研究。

4 结论

对大围山保护区大型真菌采集鉴定得到大型真菌 288 种, 隶属于 55 科 139 属。优势科为红菇科、多孔菌科、牛肝菌科、蘑菇科、珊瑚菌

科、蜡伞科、小皮伞科、鹅膏菌科和口蘑科；优势属为红菇属、乳菇属、鹅膏属、小皮伞属、湿伞属、栓孔菌属、粉褶菌属、乳牛肝菌属、小菇属、韧革菌属、牛肝菌属、蜡伞属和蜡蘑属；其中可食用菌 73 种，药用菌 74 种，食药菌 43 种，毒菌 34 种。该地区食用菌资源丰富，具有良好的开发利用前景。大型真菌的物种分布情况受环境和人为因素影响，因此，建议有关部门加强对该地区大型真菌资源的宣传与保护。

[参考文献]

- [1] 马明, 冯云利, 汤昕明, 等. 云南省野生食用菌资源概况和保护现状[J]. 中国食用菌, 2018, 37(1): 6. DOI: [10.13629/j.cnki.53-1054.2018.01.002](#).
- [2] 王向华, 刘培贵. 云南野生贸易真菌资源调查及研究[J]. 生物多样性, 2002, 10(3): 318. DOI: [10.3321/j.issn:1005-0094.2002.03.011](#).
- [3] 赵理忠, 周彤桑. 铜壁关自然保护区的刺革菌属真菌[J]. 吉林农业大学学报, 1998, 20(1): 233. DOI: [10.13327/j.jjlau.1998.s1.208](#).
- [4] 魏礼, 赵瑞琳. 铜壁关自然保护区大型真菌多样性研究[J]. 现代农业科技, 2015(10): 170. DOI: [10.3969/j.issn.1007-5739.2015.10.105](#).
- [5] 赵琪, 张颖, 袁理春, 等. 丽江市大型真菌资源及评价[J]. 西南农业学报, 2006, 19(6): 1151. DOI: [10.16213/j.cnki.cjas.2006.06.037](#).
- [6] 戴玉成, 周丽伟. 东喜马拉雅山地区木材腐朽菌研究 1. 云南紫溪山自然保护区的多孔菌[J]. 菌物学报, 2011, 30(5): 674. DOI: [10.13346/j.mycosystema.2011.05.012](#).
- [7] 冯云利, 汤昕明, 杨珍福, 等. 云南磨盘山国家森林公园大型真菌资源初步调查[J]. 食用菌学报, 2018, 25(1): 79. DOI: [10.16488/j.cnki.1005-9873.2018.01.013](#).
- [8] 刘朝茂, 李萍, 杨斌. 云南省景东徐家坝大型真菌多样性研究[J]. 湖北农业科学, 2020, 59(4): 105. DOI: [10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2020.04.022](#).
- [9] 李桐森, 谢超, 张富建. 大围山自然保护区建设与管理总体设计[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2002, 24(4): 316. DOI: [10.3321/j.issn:0258-7971.2002.04.019](#).
- [10] 陶犁. 云南河口县自然旅游资源形成条件分析[J]. 云南师范大学学报(自然科学版), 2002, 22(2): 69. DOI: [10.3969/j.issn.1007-9793.2002.02.020](#).
- [11] 杨丽琼. 云南屏边大围山自然保护区藓类植物区系研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2004.
- [12] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [13] 程洪文, 张贵良, 杨治国. 云南大围山自然保护区两类国家级保护植物的比较及其特点分析[J]. 林业调查规划, 2009, 34(6): 66. DOI: [10.3969/j.issn.1671-3168.2009.06.018](#).
- [14] 王娟, 马钦彦, 杜凡. 云南大围山国家级自然保护区种子植物区系多样性特征[J]. 林业科学, 2006, 42(1): 7. DOI: [10.3321/j.issn:1001-7488.2006.01.002](#).
- [15] 王家和, 唐嘉义, 何永宏, 等. 大围山自然保护区土壤真菌名录初报[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2000, 15(1): 16. DOI: [10.3969/j.issn.1004-390X.2000.01.005](#).
- [16] 黄年来. 中国大型真菌原色图鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [17] 刘旭东. 中国野生大型真菌彩色图鉴[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004.
- [18] 卯晓岚. 中国大型真菌[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2000.
- [19] 聂阳. 泰山大型真菌物种多样性研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2016.
- [20] 王建瑞. 山东省大型真菌生物多样性研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2013.
- [21] 戴玉成. 中国多孔菌名录[J]. 菌物学报, 2009, 28(3): 315. DOI: [10.13346/j.mycosystema.2009.03002](#).
- [22] 贺新生. 四川盆地蕈菌图志[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [23] 吴兴亮. 贵州大型真菌[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1989.
- [24] 李玉, 李泰辉, 杨祝良, 等. 中国大型菌物资源图鉴[M]. 郑州: 中原农民出版社, 2015.
- [25] 图力古尔, 李玉. 大青沟自然保护区大型真菌区系多样性的研究[J]. 生物多样性, 2000, 8(1): 73. DOI: [10.3321/j.issn:1005-0094.2000.01.010](#).
- [26] 陈晔, 詹寿发, 彭琴, 等. 赣西北地区森林大型真菌区系成分初步分析[J]. 吉林农业大学学报, 2011, 33(1): 31. DOI: [10.13327/j.jjlau.2011.01.001](#).
- [27] 戴玉成, 周丽伟, 杨祝良, 等. 中国食用菌名录[J]. 菌物学报, 2010, 29(1): 1. DOI: [10.13346/j.mycosystema.2010.01.022](#).
- [28] 戴玉成, 杨祝良. 中国药用真菌名录及部分名称的修订[J]. 菌物学报, 2008, 27(6): 801. DOI: [10.3969/j.issn.1672-6472.2008.06.001](#).
- [29] 图力古尔, 包海鹰, 李玉. 中国毒蘑菇名录[J]. 菌物学报, 2014, 33(3): 517. DOI: [10.13346/j.mycosystema.130256](#).
- [30] 卯晓岚. 中国毒菌物种多样性及其毒素[J]. 菌物学报, 2006, 25(3): 345. DOI: [10.3969/j.issn.1672-6472.2006.03.004](#).
- [31] 魏玉莲, 戴玉成. 木材腐朽菌在森林生态系统中的功能[J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1935. DOI: [10.13287/j.1001-9332.2004.0400](#).
- [32] 白淑兰, 刘勇, 周晶. 大青山外生菌根真菌资源与生态研究[J]. 生态学报, 2006, 26(6): 837. DOI: [10.3321/j.issn:1000-0933.2006.03.028](#).
- [33] 梁宇, 郭良栋, 马克平. 菌根真菌在生态系统中的作用[J]. 植物生态学报, 2002, 26(6): 739. DOI: [10.3321/j.issn:1005-264X.2002.06.016](#).
- [34] 唐明娟, 郭顺星. 菌根增强植物抗病性机理的研究进展[J]. 微生物学通报, 2000, 27(6): 446. DOI: [10.3969/j.issn.0253-2654.2000.06.013](#).

责任编辑: 何承刚