

# 太子山保护区野生菌资源调查研究

王贤胜<sup>1</sup>, 杨琴<sup>2</sup>, 冶晓燕<sup>1</sup>, 刘明军<sup>2</sup>, 杨建杰<sup>2</sup>

(1. 临夏回族自治州农业科学院, 甘肃 临夏 731100; 2. 甘肃省农业科学院  
蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 太子山保护区地理位置独特, 物种资源丰富。为掌握太子山保护区菌物的物种多样性, 合理进行资源保护, 通过样线踩踏法进行野外采集, 并依据经典分类学及分子生物学手段对太子山保护区的野生菌进行了调查研究。结果表明, 本次调查共获得野生菌 88 种, 隶属于 33 科、53 属。按照利用价值可分类为食用菌 42 种, 其中, 7 种目前已实现商业化种植, 另有 11 种具有潜在开发价值的珍稀野生食用菌, 药用野生菌 8 种, 有毒野生菌 8 种 (其中有一剧毒种, 为内褐鳞环柄菇), 其余 30 种目前利用价值尚不明确, 可以作为后续研究的重点内容深入开发。

**关键词:** 太子山保护区; 野生菌; 资源; 调查

中图分类号: S646

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2023)09-0845-06

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2023.09.011

## Investigation of Wild Fungal Resources in Taizi Mountain Nature Reserve

WANG Xiansheng<sup>1</sup>, YANGQin<sup>2</sup>, YE Xiaoyan<sup>1</sup>, LIU Mingjun<sup>2</sup>, YANG Jianjie<sup>2</sup>

(1. Linxia Hui Autonomous Prefecture Academy of Agricultura Sciences, Linxia Gansu 731100, China; 2. Institute of Vegetables,  
Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** Taizi Mountain Nature protection zone has its unique geographical location and rich species resources. In order to find out the species diversity of fungi so as to implement rational resource protection, this study investigated the wild fungi in Taizi Mountain Nature Reserve through field collection, classical taxonomy and identification of molecular biology. The result showed 88 wild fungi species, which belonged to 33 families and 50 genera, were obtained from this survey. By classification according to the utilization value, 42 edible fungi species (among them, 7 species have been already cultivated commercially, and 11 rare wild edible fungi species have potential development value), 8 medicinal fungi species, and 8 toxic fungispecies (including a highly toxic species of *Lepiota brunneoincarnata*) were discovered, whereas utilization values of the other 30 species are not clear, which could be considered as a key content for further research

**Key words:** Taizi Mountain Reserve; Wild fungi; Resource; Survey

野生菌是一类能够形成肉眼可见子实体真菌的统称<sup>[1]</sup>, 按照经济价值可将其分为食用菌、药用菌及毒菌, 有研究指出食用菌干物质中富含糖类、蛋白质、微生物和矿物质等, 是极好的保健食品<sup>[2]</sup>; 药用菌富含多种生物活性物质, 在医疗健康领域应用广泛<sup>[3]</sup>; 毒菌若误食, 轻则腹泻呕吐, 重则危及生命, 但若正确利用, 毒菌所含毒素也是宝贵的生物资源, 在农业、医学、生物

学等领域都有不同程度的应用<sup>[4]</sup>。

太子山保护区位于临夏回族自治州与甘南藏族自治州之间, 自西北向东南延伸, 全长约 100 km, 南起洮河下游地区, 西南与甘南州临潭、夏河、合作、卓尼等 4 县(市)及青海省循化县毗邻, 东北和临夏州康乐、和政、临夏、积石山等 4 县相接<sup>[5-7]</sup>。海拔 2 200 ~ 4 636 m, 年平均气温 5.1 °C, 无霜期 110 d 左右, 年平均降水量 660 mm,

收稿日期: 2023-07-03; 修订日期: 2023-08-08

基金项目: 甘肃省农业科学院重点研发计划(2021GAAS06)。

作者简介: 王贤胜(1999—), 男, 甘肃临夏人, 研究实习生, 硕士在读, 研究方向为食用菌栽培。Email: 1363903981@qq.com。

作者简介: 杨琴(1983—), 女, 甘肃皋兰人, 副研究员, 硕士, 研究方向为大型真菌资源与利用。Email: gsyangqin06@163.com。

属温带大陆性气候。保护区地形复杂，河流众多，其中从东向西纵布近 30 条峡谷，200 多条溪流<sup>[8]</sup>，水热资源充足。保护区植被丰富，分布着蕨类植物、被子植物、裸子植物共 95 科 358 属<sup>[7]</sup>，可以为野生菌提供优良的生长环境。截至目前太子山保护区有记录的维管植物有 838 种<sup>[5-6]</sup>，根据 Hawksworth 的观点“维管植物与真菌的比例为 1 : 6”<sup>[9]</sup>，可知太子山地区是一个巨大的菌物资源宝库，但有关太子山保护区真菌资源的报道鲜有记载，表明太子山保护区的真菌资源挖掘尚处于空白阶段，这极大程度上影响着对当地生物多样性的保护、开发利用及菌物区系分布特征的了解，因此该区域内的菌物资源调查亟待进行。本次调查开启了太子山保护区菌物资源普查的新篇章，为丰富太子山保护区菌物物种多样性及保护、合理利用后续资源及深入研究提供基础依据。

### 1 调查地点及方法

#### 1.1 调查地点

按照具有代表性、归纳性的原则选择调查地点为太子山沿线地区的康乐县八松乡草长沟和临潭县冶力关国家森林公园。

#### 1.2 方法

主要以样线踩踏法进行野外调查<sup>[10]</sup>，到达调查地点后随机选取路线，沿途观察野生菌生长情况，草丛中、林下腐殖层等地方为主要观测点。

1.2.1 样本采集和处理 发现野生菌子实体后，先进行生境拍照，照片应当包含子实体生存环境、共生植物、子实体宏观可见特征等信息；再记录发现地点、生境特点、外观形态特征，包括子实体大小、菌盖颜色、是否有菌环菌托、是否伤变、有无气味等，采集时需向下挖掘 2 ~ 3 cm，

确保子实体完整，采后样本用锡纸或信封包裹，并编号<sup>[11]</sup>。

取小部分组织用吸水纸包裹，与标签一起置于自封袋内，加入变色硅胶吸水干燥，用于实验室分子鉴定。剩余子实体在 35 ~ 45 °C 下烘干，可根据子实体质地与含水量适当增减烘干时间，干燥后与标签置于自封袋保存，标签应注明标本编号、采集日期<sup>[11-12]</sup>。

1.2.2 物种鉴定 用柱式 HP FungalDNA Kit D3195-01 试剂盒提取样品总 DNA，对 rDNA 内转录区(ITS)以及大亚基核糖体(LSU)片段进行特异性扩增并测序[采用 25 μL 体系，正反引物各 1 μL，2 × Taq Mix 酶 12.5 μL，DNA 模板 2 μL，ddH<sub>2</sub>O 补充至 25 μL；扩增反应过程：94 °C 预变性 3 min，94 °C 变性 10 s，复性 15 s(ITS 50 °C、LSU 55 °C)，72 °C 延伸 20 s，35 个循环，最后 72 °C 延伸 8 min，4 °C 保存；ITS 片段引物为 ITS5: 5' - GGAAG-TAAAAGTCGTAACAAG -3'，ITS4: 5' -TCCTC -CGCTTATTGATATGC-3'，LSU 片段引物为：LROR 5'ACCCGCTGAACTTAAGC-3'，LR5 5'-TACTAC-CACCAAGATCT-3']，结果在 GenBank 中进行 BLAST，下载同源性高于 99 % 的物种，用 MR-GA7.0.26 软件基于邻接法 NJ(neighbor-joining)进行系统发育分析。Bootstrap 均重复 1 000 次，以获得统计学支持。最终再结合形态学特征，确定物种归属<sup>[13-14]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 太子山保护区野生菌种类

共调查收集到野生菌 88 种，通过对 ITS、LSU 片段对比，再结合形态特征，均鉴定到种水平，这 88 种野生菌隶属于 33 科 53 属(表 1)。

表 1 太子山保护区常见野生菌种类名录

科名	属名	中文种名	拉丁学名	用途	生境
马鞍菌科	马鞍菌属	弹性马鞍菌	<i>Helvella elastica</i>	食用	土生
		光面马鞍菌	<i>Helvella subglabra</i>	不明	土生
羊肚菌科	羊肚菌属	三地羊肚菌	<i>Morchella eohespera</i>	食用	土生
虫草科	虫草属	蝉花	<i>Cordyceps cicadae</i>	食用	虫生
		虫草棒束孢	<i>Cordyceps farinosa</i>	药用	虫生
		蛹虫草	<i>Cordyceps militaris</i>	食用	虫生
蘑菇科	蘑菇属	白林地蘑菇	<i>Agaricus sylvicola</i>	食用	土生
	鬼伞属	毛头鬼伞	<i>Coprinus comatus</i>	食用	土生
	环柄菇属	肉褐鳞环柄菇	<i>Lepiota brunneoincarnata</i>	毒菌	土生

续表 1

科名	属名	中文种名	拉丁学名	用途	生境	
鹅膏科	鹅膏属	烟色鹅膏	<i>Amanita simulans</i>	不明	土生	
		灰鹅膏	<i>Amanita vaginata</i>	食用	土生	
粪锈伞科	锥盖伞属	草生锥盖伞	<i>Conocybe antipus</i>	不明	土生	
珊瑚菌科	珊瑚菌属	虫形珊瑚菌	<i>Clavaria fragilis</i>	不明	土生	
	拟锁瑚菌属	角拟锁瑚菌	<i>Clavulinopsis corniculata</i>	食用	土生	
丝膜菌科	丝膜菌属	怡人拟锁瑚菌	<i>Clavulinopsis laeticolor</i>	不明	土生	
		棕黑丝膜菌	<i>Cortinarius diasemospermus</i>	不明	土生	
		棕丝膜菌	<i>Cortinarius cotoneus</i>	食用	土生	
靴耳科	靴耳属	平盖靴耳	<i>Crepidotus applanatus</i>	食用	腐生	
粉褶菌科	粉褶菌属	棉絮状粉褶菌	<i>Entoloma byssisedum</i>	不明	土生	
		灰粉褶菌	<i>Entoloma sepium</i>	食用	土生	
蜡伞科	拱顶菇属	草地拱顶菇	<i>Cuphophyllus pratensis</i>	食用	土生	
		洁白拱顶菇	<i>Cuphophyllus virgineus</i>	食用	土生	
	湿伞属	尖锥形湿伞	<i>Hygrocybe acutoconica</i>	不明	土生	
		蜡质湿伞	<i>Hygrocybe ceracea</i>	食用	土生	
		绯红湿伞	<i>Hygrocybe coccinea</i>	食用	土生	
		变黑湿伞	<i>Hygrocybe conica</i>	毒菌	土生	
		草地湿伞	<i>Hygrocybe persistens</i>	食用	土生	
马勃科	秃马勃属	头状秃马勃	<i>Calvatia craniiformis</i>	食用	土生	
离褶伞科	硬柄菇属	腐生硬柄菇	<i>Ossicaulis lignatilis</i>	食用	腐生	
小皮伞科	小皮伞属	联柄小皮伞	<i>Marasmius cohaerens</i>	不明	土生	
		隐形小皮伞	<i>Marasmius occultatiformis</i>	不明	土生	
	大金钱菌属	杯伞大金钱菌	<i>Megacollybia marginata</i>	不明	土生	
小菇科	小菇属	红顶小菇	<i>Mycena acicula</i>	不明	土生	
		洁小菇	<i>Mycena pura</i>	不明	土生	
		粉红小菇	<i>Mycena rosella</i>	不明	土生	
光茸菌科	裸脚伞属	金黄裸脚伞	<i>Gymnopus aquosus</i>	不明	土生	
		栎金钱菌	<i>Gymnopus dryophilus</i>	食用	土生	
		密褶金钱菌	<i>Gymnopus polyphyllus</i>	不明	土生	
		近裸裸脚伞	<i>Gymnopus subnudus</i>	不明	土生	
	微皮伞属	三色微皮伞	<i>Marasmiellus tricolor</i>	不明	腐生	
		小脐菇属	短柄小脐菇	<i>Micromphale brevipes</i>	不明	腐生
		密环菌属	芥黄密环菌	<i>Armillaria sinapina</i>	不明	腐生
冬菇属	冬菇	<i>Flammulina filiformis</i>	食用	腐生		
侧耳科	侧耳属	肺形侧耳	<i>Pleurotus pulmonarius</i>	食用	腐生	
小脆柄菇科	小鬼伞属	簇生小鬼伞	<i>Coprinellus disseminatus</i>	毒菌	腐生	
		晶粒小鬼伞	<i>Coprinellus micaceus</i>	毒菌	腐生	
		庭院小鬼伞	<i>Coprinellus xanthothrix</i>	食用	腐生	
	拟鬼伞属	黑拟鬼伞	<i>Coprinopsis melanthina</i>	不明	腐生	
		近地伞属	金毛近地伞	<i>Parasola auricoma</i>	不明	土生
		小脆柄菇属	白黄小脆柄菇	<i>Psathyrella candolleana</i>	食用	腐生
			斑褶菇属	双孢斑褶菇	<i>Panaeolus bisporus</i>	毒菌
球盖菇科	斑褶菇属	大孢斑褶菇	<i>Panaeolus papilionaceus</i>	毒菌	土生	
		硬田头菇	<i>Agrocybe dura</i>	食用	土生	
	田头菇属	平田头菇	<i>Agrocybe pediades</i>	食用	土生	
		田头菇	<i>Agrocybe praecox</i>	食用	土生	
		半球盖菇属	半球盖菇	<i>Protostropharia semiglobata</i>	毒菌	腐生
	球盖菇属	冠状球盖菇	<i>Stropharia hardii</i>	不明	土生	
		皱环球盖菇	<i>Stropharia rugosoannulata</i>	食用	腐生	

续表 1

科名	属名	中文种名	拉丁学名	用途	生境
口蘑科	杯伞属	深凹杯伞	<i>Clitocybe gibba</i>	食用	腐生
	香蘑属	灰紫香蘑	<i>Lepista glaucocana</i>	食用	土生
		肉色香蘑	<i>Lepista irina</i>	食用	土生
		紫丁香蘑	<i>Lepista nuda</i>	食用	土生
		口蘑属	银盖口蘑	<i>Tricholoma argyraceum</i>	食用
		灰环口蘑	<i>Tricholoma cingulatum</i>	不明	土生
		棕灰口蘑	<i>Tricholoma terreum</i>	食用	土生
平革菌科	烟管菌属	烟管菌	<i>Bjerkandera adusta</i>	药用	腐生
硬皮马勃科	硬皮马勃属	大孢硬皮马勃	<i>Scleroderma bovista</i>	食用	土生
乳牛肝菌科	乳牛肝菌属	美洲乳牛肝菌	<i>Suillus americanus</i>	食用	土生
钉菇科	暗锁瑚菌属	冷杉暗锁瑚菌	<i>Phaeoclavulina abietina</i>	食用	土生
锈革孔菌科	集毛孔菌属	冷杉集毛孔菌	<i>Coltricia abieticola</i>	不明	腐生
		厚集毛孔菌	<i>Coltricia crassa</i>	不明	腐生
		树舌灵芝	<i>Ganoderma applanatum</i>	药用	腐生
灵芝科	灵芝属	漏斗韧伞	<i>Lentinus arcularius</i>	药用	腐生
多孔菌科	韧伞属	漏斗大孔菌	<i>Neofavolus alveolaris</i>	药用	腐生
	大孔菌属	黄褐多孔菌	<i>Royoporus badius</i>	不明	腐生
	多孔菌属	毛栓菌	<i>Trametes hirsuta</i>	药用	腐生
	栓菌属	云芝	<i>Trametes versicolor</i>	药用	腐生
	红菇科	乳菇属	美味乳菇	<i>Lactarius deliciosus</i>	食用
		灰褐乳菇	<i>Lactarius pyrogalus</i>	毒菌	腐生
	红菇属	蓝黄红菇	<i>Russula cyanoxantha</i>	食用	腐生
		髓质红菇	<i>Russula medullata</i>	食用	腐生
		桃色红菇	<i>Russula persicina</i>	不明	腐生
丝盖伞科	丝盖伞属	褐鳞丝盖伞	<i>Inocybe cervicolor</i>	不明	土生
		狐色丝盖伞	<i>Inocybe vulpinella</i>	不明	土生
		裂褶菌科	裂褶菌属	裂褶菌	<i>Schizophyllum commune</i>
轴腹菌科	蜡蘑属	紫蜡蘑	<i>Laccaria amethystina</i>	食用	土生
		红蜡蘑	<i>Laccaria laccata</i>	食用	土生
地星科	地星属	袋状地星	<i>Geastrum saccatum</i>	药用	土生

2.1.1 优势科属分析 将科内物种大于等于 5 个的定为优势科，调查到的优势科有 7 个，为蜡伞科、光茸菌科、小脆柄菇科、球盖菇科、口蘑科、多孔菌科、红菇科，共有 44 个物种，占总数的 50.00%；将属内物种大于等于 3 个的定为优势属，调查到的优势属有 9 个，为虫草属、湿伞属、裸脚伞属、香蘑属、口蘑属、小鬼伞属、田头菇属、小菇属、红菇属，共有 30 个物种，占总数的 34.10%(表 2)。

2.1.2 生境及利用价值分析 对采集的 88 种野生菌按生境分类可知，腐生种类有 30 个，占总数的 34.09%；土生种类有 55 个，占总数 62.50%；虫生种类有 3 个(均为虫草科)，占总数的 3.41% (表3)。按利用价值分类可知，具有食用价值的野生菌有 42 种<sup>[15-18]</sup>，占总数的 47.73%，主要集中在口蘑科、球盖菇科、蜡伞科；药用野生菌有 8

表 2 太子山保护区常见野生菌的优势科属

优势科	数量	占比	优势属	数量	占比
	1个	1%		1个	1%
蜡伞科	7	7.95	虫草属	3	3.41
光茸菌科	6	6.82	湿伞属	5	5.68
小脆柄菇科	6	6.82	裸脚伞属	4	4.55
球盖菇科	8	9.09	香蘑属	3	3.41
口蘑科	7	7.95	口蘑属	3	3.41
多孔菌科	5	5.68	小鬼伞属	3	3.41
红菇科	5	5.68	田头菇属	3	3.41
			小菇属	3	3.41
			红菇属	3	3.41
总计	44	50.00	总计	30	34.10

表 3 太子山保护区常见野生菌的生境

生境	野生菌种类数	占比
	1个	1%
腐生	30	34.09
土生	55	62.50
虫生	3	3.41

种<sup>[19-23]</sup>, 占总数的 9.09%, 主要集中在灵芝科、多孔菌科; 有毒野生菌有 8 种<sup>[24-27]</sup>, 占总数的 9.09%, 主要集中在小脆柄菇科和球盖菇科; 另有 30 种食毒性和利用价值尚不明确, 占比 34.09%, 具有潜在开发的利用价值。

## 2.2 太子山保护区野生菌种质资源分析

### 2.2.1 食用菌

本次调查共发现可食用野生菌共有 42 种, 其中 7 种是目前已实现商业化生产的食用菌种质资源(见彩页图 1), 分别为羊肚菌、蝉花、毛头鬼伞(鸡腿菇)、冬菇(金针菇)、肺形侧耳(平菇)、皱环球盖菇(赤松茸)、裂褶菌(白参); 11 种是珍稀野生食用菌种质资源(见彩页图 2), 分别为灰鹅膏、棕丝膜菌、紫蜡蘑、栎金钱菌、田头菇、肉色香蘑、紫丁香蘑、银盖口蘑、冷杉暗锁瑚菌、深凹杯伞、美味乳菇, 这 11 种野生食用菌均营养丰富、风味独特、味美可口<sup>[3, 14]</sup>, 但目前尚不能进行人工栽培; 剩余 24 种可食用野生菌食用价值一般, 也未见进行人工栽培。这些野生菌种质资源可为甘肃省食用菌种质资源库的扩充以及本土化品种的培育提供基础材料。

### 2.2.2 药用菌

本次调查发现当地常见药用菌 8 种, 分别为虫草棒束孢、烟管菌、袋状地星、树舌灵芝、漏斗韧伞、漏斗大孔菌、毛栓菌、云芝, 这 8 种野生药用菌均富含生长素、多糖、酶类、生物碱、酮醌类物质、甾体化合物、三萜、脂类、氨基酸、多肽等生物活性成分<sup>[20, 28-30]</sup>, 药用价值广泛(表 4)。

表 4 太子山保护区药用菌及其用途

野生菌种名	用途
虫草棒束孢	促进神经元分化、抗菌、降血糖、抗氧化、抗肿瘤
烟管菌	抗癌、抗肿瘤
袋状地星	止血
树舌灵芝	保肝、消炎、抗病毒、降血糖以及调节血压、调节机体免疫力
漏斗韧伞	抗癌、抗肿瘤
漏斗大孔菌	抗癌、抗肿瘤
毛栓菌	风湿、肺炎, 护肝、保肝
云芝	去湿、化痰、疗肺疾、调节免疫功能

### 2.2.3 有毒野生菌

调查中发现 8 种有毒野生菌, 分别为变黑湿伞、簇生小鬼伞、晶粒小鬼伞、灰褐乳菇、双孢斑褶菇、大孢斑褶菇、半球盖菇, 其中变黑湿伞、簇生小鬼伞、晶粒小鬼伞、灰褐

乳菇可导致肝脏损害型肠胃炎型中毒, 双孢斑褶菇、大孢斑褶菇、半球盖菇误食后会起精神神经型中毒<sup>[4, 25]</sup>。需要特别说明的是, 经子实体形态特征、系统发育学鉴定(见彩页图 3、图 4), 在有毒野生菌中发现剧毒物种—肉褐鳞环柄菇(标本号 ye1106), 该种在临夏地区为首次发现, 主要特征为: 菌盖直径 2.0~5.0 cm, 幼时半球形, 后渐平展, 菌盖黄褐色至褐色, 具褐红色或暗紫色鳞片, 从中心往边缘减少; 菌柄长 3.0~6.0 cm, 粗 0.3~0.7 cm, 同盖色; 有膜质菌环, 易脱落; 含  $\alpha$ -鹅膏毒肽( $\alpha$ -amanitin、 $\alpha$ -AMA)、 $\beta$ -鹅膏毒肽( $\beta$ -amanitin、 $\beta$ -AMA)、三羟鹅膏毒肽(Amanin)、三羟鹅膏毒肽酰胺(Amaninamide)等 4 种环肽类毒素, 可引起急性肝损害类中毒<sup>[31]</sup>。

### 2.2.4 不明野生菌

调查中还发现了 30 种食毒性和利用价值尚不明确野生菌, 占调查野生菌总数 1/3 以上, 由于这些食毒不明野生菌具有潜在开发的利用价值, 需进一步进行重点研究, 明确其食毒性和利用价值。

## 3 结论与建议

生物资源调查是一项需要长期且持续进行的工作, 太子山地区的野生菌资源目前还没有相关报道, 我们只针对 2 个典型样地进行了初步资源调查, 收获颇丰, 这说明太子山地区蕴含着丰富的野生菌资源, 开发潜力极大。当地政府应当加强宣传、正确引导, 带领当地群众在不破坏生态的前提下合理、有序的利用当地资源, 创造经济效益, 谨防过度采撷造成资源枯竭。

我们调查发现的 88 种野生菌种质资源中, 可食用野生菌共有 42 种, 其中 7 种目前已实现商业化栽培, 另有 11 种珍稀野生可食用品种, 这些资源可以为甘肃省食用菌种质资源库的扩充以及本土化品种的培育提供基础材料。药用菌有 8 种, 均富含真菌多糖、生物碱、甾醇类化合物等, 在抗菌、降血糖、抗氧化、抗肿瘤、祛湿、止咳、调节机体免疫功能等方面疗效显著, 可以为开拓医疗卫生新领域奠定基础。有毒野生菌有 8 种, 主要中毒类型为肝脏损害型肠胃炎型 5 种以及精神神经型 3 种, 建议当地相关人员加强毒菌知识宣传和科学讲解, 普及简单易行的毒菌识别方法、野生菌采食常识以及中毒后简单自救方法等, 以

预防、降低野生菌中毒事件发生率；随着科学技术的发展，发现毒菌并非百害无一利，相关研究证明毒菌所含毒素在人类健康、生物防治等领域存在极大的应用潜力<sup>[4,32-33]</sup>，如能正确利用，可造福人类。此外，还有 30 种野生菌利用价值目前尚不明确，具有潜在的开发价值，可作为后续研究的重点方向，为当地野生菌资源的合理利用奠定基础。

#### 参考文献：

- [1] 图力古尔. 菌物的多样性与地球环境[J]. 吉林农业大学学报, 2000, 22(S): 65-70.
- [2] 顾可飞, 周昌艳, 李晓贝. 食用菌的营养价值及药用价值[J]. 食品工业, 2017, 38(10): 228-231.
- [3] 游建军. 我国药用真菌开发利用研究现状及展望[J]. 中国食用菌, 2009, 28(4): 3-5.
- [4] 包海鹰, 图力古尔, 李 玉. 蘑菇的毒性成分及其应用研究现状[J]. 吉林农业大学学报, 1999, 21(4): 107-113.
- [5] 杨 赞. 黄河流域临夏州生态保护和高质量发展规划思路[J]. 农业科技与信息, 2020(4): 37-38.
- [6] 甘肃省地方史志编纂委员会, 甘肃省志·自然地理志编纂委员会. 甘肃省志: 自然地理志(事物发端—2010)[M]. 兰州: 甘肃文化出版社, 2018.
- [7] 蔡 平, 马志德, 甘盛元, 等. 太子山林区植被垂直分布规律调查初探[J]. 中国林业产业, 2021(11): 35-36.
- [8] 徐南涛, 陈润润, 王洪亮, 等. 甘肃太子山国家级自然保护区植物种类调查[J]. 贵州科学, 2022, 40(5): 32-36.
- [9] 蔡晓明. 生态系统生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [10] 饶 俊, 李 玉. 大型真菌的野外调查方法[J]. 生物学通报, 2012, 47(5): 2-6.
- [11] 陈淑荣, 栾玲玲. 大型真菌标本的采集与保存[J]. 克山师专学报, 2003(3): 5-6.
- [12] 张丽芳, 杨祝良. 大型真菌分子生物学实验材料的保存方法介绍[J]. 菌物学报, 2004, 2(2): 60-61.
- [13] 杨祝良. 真菌系统学大趋势: 越来越多的分类单元[J]. 菌物学报, 2020, 39(9): 1611-1616.
- [14] 杨祝良. 基因组学时代的真菌分类学: 机遇与挑战[J]. 菌物学报, 2013, 32(6): 931-946.
- [15] 戴玉成, 图力古尔. 中国东北野生食药真菌图志[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [16] 上海农业科技学院食用菌研究所. 中国食用菌志[M]. 北京: 中国林业出版社, 1991.
- [17] 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): 1-21.
- [18] 江炳坤. 我国食用菌种质资源以及生产现状的研究[J]. 苏南科技开发, 2007(8): 9-11.
- [19] 戴玉成, 图力古尔, 崔宝凯. 中国药用真菌图志[M]. 齐齐哈尔: 东北林业大学出版社, 2013.
- [20] 吴兴亮, 卯晓岚, 图力古尔, 等. 中国药用真菌[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [21] 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): 801-824.
- [22] 顾龙云. 甘肃药用真菌[J]. 中国食用菌, 1986(6): 21-22.
- [23] 刘国华. 药用真菌历史考[J]. 中国食用菌, 1999, 18(4): 29-30.
- [24] 邓春英, 吴兴亮, 石 磊, 等. 中国梵净山已知毒蘑菇种类及中毒类型[J]. 贵州科学, 2016, 34(3): 18-24.
- [25] 付文涵. 对毒蘑菇中毒的识别和预防研究[J]. 现代农业, 2017(20): 65.
- [26] 图力古尔, 包海鹰, 李 玉. 中国毒蘑菇名录[J]. 菌物学报, 2014, 33(3): 517-548.
- [27] WU, FANG, LI-WEI ZHOU, ZHU-LIANG YANG, et al. Resource diversity of Chinese macrofungi: edible, medicinal poisonous species[J]. Fungal Divers, 2019, 98: 20-24.
- [28] 陈丽芳, 吴文化, 陈国锐. 真菌多糖的抗肿瘤作用探讨[J]. 海峡药学, 2002, 14(2): 58-59.
- [29] 汪建文, 洪 江, 邓春英. 中国贵州药用真菌资源子囊菌门[J]. 生命科学, 2018, 36(5): 18-23.
- [30] 张静潮, 李荣春. 中国药用真菌研究概述[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(18): 6118-6120.
- [31] 范凤霞. 环柄菇属蘑菇中肽类毒素的检测与鉴定[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2019.
- [32] LIU, YUNHUA, XINNA ZHANG, CECIL HAN, et al. TP53 loss creates therapeutic vulnerability in colorectal cancer[J]. Nature, 2015, 520: 697-701.
- [33] 杨 智, 胡旭佳. 毒蘑菇中毒素的研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2018, 30(8): 1461-1468.