

羊肚菌种质资源及人工栽培研究进展

吴孔阳, 韩猛, 张沛, 刘雪琴 (洛阳师范学院生命科学学院, 河南洛阳 471934)

摘要 羊肚菌为珍稀食用菌品种, 商品羊肚菌主要来源于人工栽培。介绍了羊肚菌人工栽培的菌种种质资源情况及国内外羊肚菌室内外栽培技术, 认为在菌种种质资源方面, 多以当地野生菌种为母体, 经分离驯化作为待选种质资源。在人工栽培方面, 室外栽培技术水平已有较大提升, 在地势开阔地区可实现大田栽培的迁移应用, 但仍受季节限制; 室内栽培虽可打破季节限制, 快速满足市场需求, 但其可迁移性小, 投资过大。通过对近年来有关羊肚菌种质资源及人工栽培研究进行综述, 以期对羊肚菌人工栽培以及菌种选育技术的深入研究提供参考。

关键词 羊肚菌; 种质资源; 人工栽培; 分布

中图分类号 S646.7 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)35-0060-04

Advances in Germplasm Resources and Artificial Cultivation of *Morchella*

WU Kong-yang, HAN Meng, ZHANG Pei et al (College of Life Science, Luoyang Normal University, Luoyang, Henan 471934)

Abstract *Morchella* is a kind of rare edible fungus varieties, commercial products are mainly from artificial cultivation. Researches about germplasm resources and cultivation technology at home and abroad were introduced, wild-type strains can be candidates after domestication. In artificial cultivation, outdoor cultivation technology with greatly improved, the migration application in open terrain area can be realized by field cultivation, but it is still limited by season. Although indoor cultivation can break the season limit and quickly meet the market demand, but its mobility is small and investment is too large. Relevant resources and artificial cultivation of *Morchella* seed were reviewed in recent years, in order to provide a reference for further research on the artificial cultivation of *Morchella* and breeding technology.

Key words *Morchella*; Germplasm resources; Artificial cultivation; Distribution

羊肚菌(*Morchella*)属于真菌界(Fungi Community)、子囊菌亚门(Ascomycotina)、盘菌纲(Discomycetes)、盘菌目(Pezizales)、羊肚菌科(Morchellaceae)、羊肚菌属(*Morchella*), 是一种在我国广泛分布的低温高湿性食用真菌^[1]。羊肚菌能增强机体免疫力, 具有降胆固醇、抗辐射、抗肿瘤、抗疲劳、抗氧化等诸多保健价值^[2-4], 然而野生羊肚菌产量很少、采集困难、市场价格昂贵^[5]。因此, 实现羊肚菌的驯化栽培, 达到高产、优产和稳产, 意义重大, 这也成为国内外相关研究人员努力的方向。虽然近年来人们对羊肚菌人工栽培研究进行了归纳和分析, 但主要侧重于介绍羊肚菌的生物学特性、栽培历史、特定生境下栽培模式等方面^[6-9]。笔者对我国各省份羊肚菌种质资源的分布、利用及人工栽培情况进行了概括和总结, 以期对各地羊肚菌从业人员对菌种种质资源选育以及仿生栽培技术的深入研究提供参考。

1 羊肚菌种质资源

目前, 我国已有 15 个省份成功实现羊肚菌的人工栽培, 其中 8 个省份详细记录了种质来源及培养方式, 另 7 个省份人工栽培记录尚不详尽。通过文献检索和分析, 主要统计了 18 种羊肚菌品种, 广泛分布于我国 21 个省份。我国羊肚菌种质资源分布及利用情况见表 1、2。从已知栽培记录中发现, 野生羊肚菌地域分布广阔, 在种类分布上: 尖顶羊肚菌(*M. conica*)占 40%, 羊肚菌(*M. robusta*)、粗柄羊肚菌(*M. crassipes*)、小羊肚菌(*M. deliciosa*)占 60%; 在地域分布上, 四川省分布有 9 种、甘肃省分布有 11 种、新疆和青海各有 6 种, 其他各省皆在 6 种以下^[10-11]。这些表明羊肚菌与其所

处的环境相适应, 比如四川省常年潮湿多雨, 适宜其生长, 这也为我国羊肚菌菌种驯化提供了基础。

在羊肚菌种质资源保护与利用方面, 多以尖顶羊肚菌为种质, 这些种质既有从菌脚土中分离, 又有从菌柄或伞盖中分离, 也有引进外省的成品菌种, 还有研究人员从羊肚菌原始起始物的培养液中, 获得菌丝, 形成种质资源, 并对其进行保藏^[12]。这些方法为野生羊肚菌菌种资源的利用提供了更多的可能。通常情况下, 驯化当地野生菌株作为种质资源的方法, 既可保护当地菌种资源, 又可缓解因过度开采对自然菌种的破坏。

2 羊肚菌室内外栽培技术

羊肚菌的种植范围跨度大, 从辽宁到福建均有人工栽培实践的报道。在栽培方式上, 较为多样化, 可分室内栽培和室外栽培, 室外栽培主要包括林下栽培、大田有基料栽培、大田无基料栽培; 室内栽培现有脱袋培养和立袋培养, 不同的栽培方法主要依据当地的地理环境及气候进行调整(表 3)。在栽培类型上, 以大田栽培为主导, 林下栽培与室内栽培不断发展和推广, 针对 3 种植植方式进行比较, 发现大田栽培技术相对完善和成熟, 且适应性强, 林下栽培受地理环境影响较大, 室内栽培技术尚不成熟; 在培养方式上, 多以菌丝为诱导对象, 相对于菌核诱导, 诱导周期长, 因此, 菌核诱导培养将是一个主流的发展方向。

2.1 羊肚菌室外栽培技术

2.1.1 大田种植。大田种植一般在 10 月份进行, 主要包括选址、建棚、松土建畦、土壤灭菌、选种、撒种、温湿度控制、光照控制、覆膜及给养、后期病虫害管理等^[40]。

2.1.1.1 大田有基料种植。灭菌后, 种植沟内平铺 2~3 cm 厚的培养料(如混合木屑等), 将菌种均匀撒于种植沟内。播种后, 覆土、洒水, 保持湿度为 60%~70%。播种 7 d 后可进

基金项目 河南省高等学校重点科研项目(18B180018); 洛阳师范学院博士科研启动基金项目(4600082)。

作者简介 吴孔阳(1985—), 男, 河南商城人, 讲师, 博士, 从事微生物学研究。

收稿日期 2017-10-11

行补加营养袋(营养袋是将谷壳与小麦按照 1:1 比例混匀经 气温过低可进行覆膜保湿保温,入春温度回升后去除薄膜, 浸湿灭菌制成),供给养料,待菌丝布满营养袋,即可移去^[9]。 以免影响其生长^[41]。

表 1 羊肚菌分布及已知种质来源

Table 1 Distribution of *Morchella* and the source of known germplasm

分布地域 Distribution region	中文名称 Chinese name	拉丁文名称 Latin name	种质来源 Germplasm source		培养方式 Cuture method	参考来源 Reference source
辽宁 Liaoning	小顶羊肚菌	<i>M. angusticeps</i>	当地野生菌	日光温室栽培	张季军等 ^[13]	
	小羊肚菌	<i>M. deliciosa</i>	种分离			
	尖顶羊肚菌	<i>M. conica</i>				
	粗柄羊肚菌	<i>M. crassipes</i>				
	羊肚菌	<i>M. esculenta</i>				
山西 Shanxi	羊肚菌	<i>M. esculenta</i>	尖顶羊肚菌(菌脚土)	套袋栽培、室内床栽、野外	杨春艳 ^[14]	
	尖顶羊肚菌	<i>M. conica</i>	分离	床畦栽培		
	小羊肚菌	<i>M. deliciosa</i>				
	小顶羊肚菌	<i>M. angusticeps</i>				
	黑脉羊肚菌	<i>M. angusticeps</i>				
青海 Qinghai	羊肚菌	<i>M. robusta</i>	当地野生菌种分离	林下栽培	羊肚菌青海栽培成功 ^[15] 苏海龙 ^[16]	
	粗柄羊肚菌	<i>M. crassipes</i>				
	尖顶羊肚菌	<i>M. conica</i>				
	小顶羊肚菌	<i>M. angusticeps</i>				
	小羊肚菌	<i>M. deliciosa</i>				
陕西 Shaanxi	羊肚菌	<i>M. esculenta</i>	野生尖顶羊肚菌(菌	林下栽培	李树森等 ^[17]	
	粗柄羊肚菌	<i>M. crassipes</i>	柄)分离			
	小羊肚菌	<i>M. deliciosa</i>				
	尖顶羊肚菌	<i>M. conica</i>				
	小顶羊肚菌	<i>M. angusticeps</i>				
河南 Henan	羊肚菌	<i>M. robusta</i>	引种并驯化圆顶羊肚	大田栽培	周建方 ^[18]	
	尖顶羊肚菌	<i>M. conica</i>	菌、尖顶羊肚菌			
	粗柄羊肚菌	<i>M. crassipes</i>				
云南 Yunnan	羊肚菌	<i>M. robusta</i>	野生菌种分离	林下栽培	耿新翠等 ^[19] 南新文 ^[20]	
	尖顶羊肚菌	<i>M. conica</i>				
	小羊肚菌	<i>M. deliciosa</i>				
	小顶羊肚菌	<i>M. angusticeps</i>				
	黑脉羊肚菌	<i>M. angusticeps</i>				
四川 Sichuan	羊肚菌	<i>M. robust</i>	尖顶羊肚菌驯化并培	大棚栽培	何晓云 ^[21] 四川省农业科学院首创的羊肚菌新 品种创全国高产纪录 ^[22] 张亚等 ^[23]	
	肋脉羊肚菌	<i>M. costata</i>	育有“川菌 1 号”	室内栽培		
	褐赭羊肚菌	<i>M. umbrina</i>		大田无基料栽培		
	紫变羊肚菌	<i>M. purpurascens</i>		覆膜栽培		
	粗柄羊肚菌	<i>M. crassipes</i>				
	小羊肚菌	<i>M. deliciosa</i>				
	黑脉羊肚菌	<i>M. angusticeps</i>				
	开裂羊肚菌	<i>M. distans</i>				
福建 Fujian	硬羊肚菌	<i>M. rigida</i>			陈锡桓等 ^[24]	
	小羊肚菌	<i>M. deliciosa</i>	梯棱羊肚菌	林下栽培		

表 2 羊肚菌分布及未知种质来源

Table 2 Distribution of *Morchella* and the source of unknown germplasm

分布地域 Distribution region	中文名称 Chinese name	拉丁文名称 Latin name	种质来源 Germplasm source	培养方式 Cuture method	参考来源 Reference source
黑龙江 Heilongjiang	粗柄羊肚菌	<i>M. crassipes</i>	—	—	谢占玲等 ^[10] 兰进等 ^[11]
吉林 Jilin	普通羊肚菌	<i>M. vulgarris</i>	未知	实验性栽培	刘颖等 ^[25]
河北 Hebei	粗柄羊肚菌	<i>M. crassipes</i>	未知	林下栽培	刘洋 ^[26]
内蒙古 Inner Mongolia	小顶羊肚菌	<i>M. angusticeps</i>	—	—	谢占玲等 ^[10] 兰进等 ^[11]
甘肃 Gansu	高羊肚菌	<i>M. elata</i>	未知	大棚栽培	王龙等 ^[27]
	粗柄羊肚菌	<i>M. crassipes</i>			
	羊肚菌	<i>M. angusticeps</i>			

续表 2

分布地域 Distribution region	中文名称 Chinese name	拉丁文名称 Latin name	种质来源 Germplasm source	培养方式 Culture method	参考来源 Reference source
	肋脉羊肚菌	<i>M. costata</i>			
	宽圆羊肚菌	<i>M. robusta</i>			
	褐赭羊肚菌	<i>M. umbrina</i>			
	紫变羊肚菌	<i>M. purpurascens</i>			
	尖顶羊肚菌	<i>M. conica</i>			
	小羊肚菌	<i>M. deliciosa</i>			
	离柄羊肚菌	<i>M. semilibera</i>			
	开裂羊肚菌	<i>M. distans</i>			
宁夏 Ninxia	小羊肚菌	<i>M. deliciosa</i>	—	—	谢占玲等 ^[10] 兰进等 ^[11]
西藏 Tibet	小羊肚菌	<i>M. deliciosa</i>	—	—	谢占玲等 ^[10] 兰进等 ^[11]
	粗柄羊肚菌	<i>M. crassipes</i>			兰进等 ^[11]
	羊肚菌	<i>M. robusta</i>			
新疆 Xinjiang	羊肚菌	<i>M. robusta</i>	—	—	谢占玲等 ^[10] 兰进等 ^[11]
	粗柄羊肚菌	<i>M. crassipes</i>			
	高顶羊肚菌	<i>M. elata</i>			
	小顶羊肚菌	<i>M. angusticeps</i>			
	小羊肚菌	<i>M. deliciosa</i>			
	尖顶羊肚菌	<i>M. conica</i>			
湖北 Hubei	粗柄羊肚菌	<i>M. crassipes</i>	未知	室内栽培	后尕俊 ^[28]
山东 Shandong	粗柄羊肚菌	<i>M. crassipes</i>	未知	室内栽培	易文林等 ^[29]
	羊肚菌	<i>M. robusta</i>			
	小羊肚菌	<i>M. deliciosa</i>			
江苏 Jiangsu	小羊肚菌	<i>M. deliciosa</i>	未知	大棚及小麦间作	王永妍 ^[30] 张洪路等 ^[31]
	尖顶羊肚菌	<i>M. conica</i>			
	粗柄羊肚菌	<i>M. crassipes</i>			
	羊肚菌	<i>M. robusta</i>			
浙江 Zhejiang	—	—	未知	大棚栽培	浙江羊肚菌大棚设施栽培初试成功 ^[32]
广东 Guangdong	羊肚菌	<i>M. robusta</i>	—	—	谢占玲等 ^[10] 兰进等 ^[11]

注：“—”为未找到确切相关文献及记录或文献中未明确指出；“未知”为已有栽培记录但菌种来源无明确记录，对同种菌型的相关研究文献不做重复和标注

Note: "—" meant there was no specific literature or record, or it was not clear in literature. "unknown" meant there had cultivated record, but there was no clear record of fungus source. The related literature of the same species was not repeated and marked

表 3 羊肚菌室内外栽培类型及培养方式

Table 3 Cultivation type of *Morchella* in the indoor (outdoor) and culture method

栽培性质 Cultivation character	栽培类型 Cultivation type	培养方式 Culture method	参考来源 Reference source
室外栽培 Outdoor cultivation	大田有基料栽培	直接撒种	王震等 ^[9]
	大田无基料栽培	直接撒种	彭鸿强 ^[33]
	林下栽培	直接撒种, 菌棒建畦培养	南新文 ^[20] 索伟伟 ^[34]
	菌丝体树苗栽培	菌丝接种	Miller(US) ^[35]
室内栽培 Indoor cultivation	室内脱袋培养	菌棒培养	黄菁 ^[36]
	王永妍专利	菌丝接种	王永妍 ^[30]
	朱斗锡专利	菌丝接种	朱斗锡等 ^[37]
	董毅专利	诱导菌核培养	董毅 ^[38]
	Ower 专利	诱导菌核培养	Ower 等 ^[39]

2.1.1.2 大田无基料种植。无基料种植是将罐头瓶装的菌种与 0.15% 微肥液混匀后, 直接播种。混合时按微肥液 30 g/瓶菌种用量拌匀, 后按 7 500 瓶/hm² 进行种植, 均匀播种、覆土掩盖, 浇水保湿^[33]。培养 30 d 后, 待地表形成菌霜, 可在种植沟表面补加营养物质, 供给菌体后期发育。

种植后建棚, 大棚可分为平棚和拱棚。平棚适用于平坦开阔地区, 投入相对少, 管理时方便; 拱棚适于各种地形, 但投入大, 人为管理时略有不便。大棚上一般覆盖透光度为 70% ~ 75% 的遮阳网, 在棚内设置喷头控制湿度, 但喷头不宜强水流, 以免损伤菌丝。适度光照可促进菌丝生长, 当光照过强时可在畦面上撒一些秸秆避免菌丝损伤。一旦种植, 畦面不可以翻土, 并且更要注意棚内通风。

2.1.2 林下种植。林下栽培主要在以针阔林或阔叶林为主的林地进行种植^[20]。要求林分郁闭度一般为 0.6 ~ 0.7, 且林下土壤腐殖质充分, 主要步骤包括选址、作床、栽种。栽种的方式有播种栽培和脱袋栽培^[34]。种植后的管理主要在保温保湿、病虫害防治以及强光直射的防护方面, 补水时依照“少量多次”原则。

2.1.3 菌丝体树苗栽培。将羊肚菌菌丝体接种至树苗的根部, 培养后, 切断植物根系与枝条系间的营养联系, 催发菌丝体储存营养形成菌核, 并通过诱导菌核形成子实体^[35], 达到菌丝体树苗栽培的标准。

相较于国外羊肚菌的室外栽培, 国内羊肚菌的室外栽培技术更加成熟, 可规模化进行实际的生产操作。但国外羊肚菌

的室外栽培技术,也为我国室外栽培研究提供了新的思路。

2.2 羊肚菌室内栽培技术

2.2.1 国内羊肚菌室内栽培

黄菁^[36]记录了一种在特定培养室内,通过室内脱袋培养,将配制、接种好的菌棒按比例脱袋平放于腐殖土上进行培养和管理的室内栽培方式;王永妍^[30]使用相对昂贵的原料制作培养基,以提高羊肚菌的质量和产量,实现羊肚菌室内栽培;朱斗锡等^[37]主要通过建造人工可调控性栽培环境对野生菌驯化,在此基础上,用阔叶植物木屑等廉价原料经合理配比制作培养基,进行培养;董毅^[38]主要在特定的培养室内,以菌核为种植对象,通过土料分隔菌丝与培养基,待菌丝吸收营养形成菌核后,用水刺激后使其生长出菇。

通过以上研究发现利用菌核培养更加方便快捷。与室外培养相比,室内栽培对培养环境要求更高,投资大,且地域间的迁移性运用性小,但室内栽培的人工可操作性更加灵活,可打破季节的限制性,能够更好地满足市场需求。

2.2.2 国外羊肚菌室内栽培

Ower 等^[39]主要是先对液体或固体羊肚菌菌丝进行培养,直至形成富含营养的营养菌丝或菌核,而后通过贫瘠环境的饥饿刺激和水胁迫环境的刺激进行诱导,形成羊肚菌子实体原基,原基形成 7 d 后即可出菇;研究还发现从原基形成到子实体的成熟是羊肚菌发育的关键期,需要创造良好的培养环境,避免原基被破坏或死亡;Masaphy^[42]通过扫描电子显微镜观察羊肚菌子实体发生时的外部结构变化,发现在羊肚菌原基上形成盘状结,之后盘状结膨胀,原始的菌柄从原基中心出现并延伸,亦可证明原基在子实体形成过程中的重要性。

3 展望

就目前研究现状和生产实践发现,在大田种植中,无基料种植与有基料种植相比,无基料培养投入小,操作相对简单,有基料种植投入相对较大,操作相对繁杂;在林间种植中,播种栽培与脱袋栽培相较,脱袋栽培的菌体生长稳定性更强,能更好地抵御外界不良环境,但操作相对繁琐;大田种植与林间种植相较,大田种植可控性强,管理方便,菌体对外界不良环境的抵御能力更强,林间种植中,菌体发生的随意性大,影响菌体发生的不确定性因素增多,管理较为不便。在室内栽培中,国内羊肚菌栽培技术与国外相比,从发展现状来看,我国羊肚菌栽培研究起步虽晚,但发展迅速,现已实现大面积的室外栽培,但室内栽培技术还不甚完善,而美国已实现工厂化生产,但其机械化和自动化程度不高,仍面临菌种退化、细菌污染等难题^[43];从种质选择来看,国外多以诱导菌核的方式来实现室内栽培,而国内的室内栽培,种质类型多样,无论是菌丝还是菌核都有实践和成功案例。室内栽培与室外栽培相比,室内栽培可打破季节限制,实现量产,而室外栽培可迁移性强,适用性更广泛。

实现羊肚菌室内栽培是羊肚菌市场化的重要保证。目前仍存在一些亟待解决的问题:对羊肚菌的助生性微生物和植物种类方面的研究仍不充分^[44];对促进菌丝生长的影响因子中的无机盐、维生素、植物生长调节剂等的关系仍无

明确结论^[45];羊肚菌大量在火烧地产生的机制尚不清楚^[46];如何将菌种资源转化为种质资源并转入室内栽培。针对上述问题,今后可尝试探讨以下研究方向:①鉴于羊肚菌发生环境的研究成果,通过分离鉴定其周围菌种,并对不同菌种的代谢物进行探索,发现主要影响物质,提高羊肚菌产量;②根据羊肚菌在特定条件下发生的特点,探寻其人工栽培的环境;③基于近年来快速发展的生物育种技术,比如常压室温等离子体育种、分子育种等技术对不同地域和种类羊肚菌进行驯化和选育,通过模拟不同类型羊肚菌的野外生活环境,将其生长野外环境逐步转化为人工可控环境,保留人工不可控的自然因素,因地制宜,逐步实现区域性的人工室内栽培,从而更好地促进羊肚菌科学研究和行业健康持续发展。

参考文献

- [1] 才晓玲,何伟,安福全,等.羊肚菌分子分类及人工培养研究现状[J].大理学院学报,2013,12(4):44-47.
- [2] LIU C,SUN Y H,MAO Q,et al.Characteristics and antitumor activity of *Morchella esculenta* polysaccharide extracted by pulsed electric field[J].International journal of molecular sciences,2016,17(6):986-1001.
- [3] LI S H,GAO A,DONG S,et al.Purification,antitumor and immunomodulatory activity of polysaccharides from soybean residue fermented with *Morchella esculenta*[J].International journal of biological macromolecules,2017,96:26-34.
- [4] LI Y,YUAN Y,LEI L,et al.Carboxymethylation of polysaccharide from *Morchella angusticeps* Peck enhances its cholesterol-lowering activity in rats[J].Carbohydrate polymers,2017,172:85-92.
- [5] 朱斗锡.羊肚菌人工栽培研究进展[J].中国食用菌,2008,27(4):3-5.
- [6] 杜习慧,赵琪,杨祝良.羊肚菌的多样性、演化历史及栽培研究进展[J].菌物学报,2014,33(2):183-197.
- [7] 刘伟,张亚,蔡英丽.我国羊肚菌产业发展的现状及趋势[J].食用菌,2017,25(2):77-83.
- [8] 熊川,李小林,李强,等.羊肚菌生活史周期、人工栽培及功效研究进展[J].中国食用菌,2015,34(1):7-12.
- [9] 王震,王春弘,蔡英丽,等.羊肚菌人工栽培技术[J].中国食用菌,2016,35(4):87-91.
- [10] 谢占玲,谢占青.羊肚菌研究综述[J].青海大学学报(自然科学版),2007,25(2):36-40.
- [11] 兰进,曹文琴,徐锦堂.中国羊肚菌属真菌资源[J].资源科学,1999,21(2):56-61.
- [12] KIM I K,KIM S S,KIM W J,et al.A artificial culture method for mass producing mycelium of *Morchella esculenta*:KR20150140145[P].2015-12-15.
- [13] 张季军,张敏,肖千明,等.辽宁地区羊肚菌日光温室栽培技术[J].辽宁农业科学,2015(3):92.
- [14] 杨春艳.山西省灵石县羊肚菌人工栽培技术探索[J].农民致富之友,2016(20):187-188.
- [15] 佚名.羊肚菌青海栽培成功[J].农村新技术,2017(5):36.
- [16] 苏海龙.浅谈玛可河林区羊肚菌种植及市场前景[J].青海农林科技,2011(3):81-82.
- [17] 李树森,陈文强,邓百万,等.秦巴山区羊肚菌的栽培试验初报[J].食用菌,2008,30(2):39-40.
- [18] 周建方.河南卢氏县引种羊肚菌获得成功[J].食用菌,2015(6):55.
- [19] 耿新翠,郝界,弋淮,等.西南地区羊肚菌无基料栽培技术[J].食用菌,2017,39(1):46-47.
- [20] 南新文.林下羊肚菌栽培技术[J].农民致富之友,2016(6):147.
- [21] 何晓云.舟曲县羊肚菌人工栽培技术[J].农业科技与信息,2017(6):62.
- [22] 佚名.四川省农科院首创的羊肚菌新品种创全国高产纪录[J].四川农业科技,2015(5):49.
- [23] 张亚,蔡英丽,刘伟.羊肚菌覆膜栽培技术[J].食用菌,2017(2):133-137.
- [24] 陈锡桓,吴大忠,罗雪妹,等.梯棱羊肚菌在福建尤溪的引种试验初报[J].福建林业,2016(6):42-44.

3 生物多样性评价

根据调查结果,会仙湿地物种多度: $A_1 = A_{11} + A_{12} = 7.5 + 7.5 = 15$;物种丰度: $A_2 = A_{21} + A_{22} = 2.5 + 5.0 = 7.5$;物种稀有性: $A_3 = A_{31} + A_{32} = 2 + 4 = 6$;则物种多样性为

$$A = \sum_{i=1}^3 A_i = 15.0 + 7.5 + 6.0 = 28.5$$

生态系统多样性地区分布:

$$B_1 = B_{11} + B_{12} = 4 + 4 = 8$$

生态系统多样性生境类型:

$$B_2 = B_{21} + B_{22} = 4 + 9 = 13$$

生态系统多样性人类威胁评分:

$$B_3 = B_{31} + B_{32} = 3 + 1 = 4$$

则生态系统多样性为:

$$B = \sum_{i=1}^3 B_i = 8 + 13 + 4 = 25$$

湿地生物多样性评价总分为:

$$R = \sum_{i=1}^3 A_i + \sum_{i=1}^3 B_i = 28.5 + 25.0 = 53.5$$

根据湿地生物多样性评分标准,对会仙湿地生物多样性功能进行评价,结果表明:物种多样性得分为28.5分,生物系统多样性得分为25.0分,综合分析会仙湿地生物多样性处于一般水平。因会仙湿地处于桂江、柳江分水岭地带,影响大,具有很高的保护价值,但湿地范围内农渔业及旅游业的开发利用及湿地居民的生活污水和畜禽养殖场废水随意排放,使得湿地面临着越来越大的威胁。研究表明,会仙湿地生态环境受人类活动影响较大。我国学者对少部分湿地进行过类似研究,如邛海湿地的生物多样性评价得分为80.5^[9];衡水湖湿地生物多样性生态评价得分为59.0^[8],结果有相似之处。

4 讨论

随着人类对自然需求的不断增加以及缺乏科学的开发利用,生物多样性正急剧减少,已成为威胁人类生存及可持

续发展的重要障碍^[10]。我国要想在生物多样性保护方面走在世界前列,促进生物多样性的可持续发展,就必须加强生物多样性保护和管理。而生物多样性调查与评价是生物多样性保护与管理的基础和重要手段^[11]。我国在生物多样性方面的研究起步较晚,于20世纪90年代才开始进行生物多样性评价指标的研究。2007年万本太等^[12]开展了全国生物多样性综合评价研究。2012年4月桂林会仙湿地正式被列入国家湿地公园试点,正式命名为“广西桂林会仙喀斯特国家湿地公园”,湿地迎来了前所未有的发展与资源开发利用时期。为积极配合会仙国家湿地公园的建设,该研究根据调查及收集湿地生物多样性资料,计算出生物多样性总分,建立起会仙湿地生物多样性评价指标体系。体系的建立不仅为了评价湿地生物多样性现状,更重要的是为进一步保护和科学管理湿地提供科学依据。

参考文献

- [1] 李为建. 湿地保护与水域生物多样性[C]//首都园林绿化与生物多样性保护学术论坛论文集. 北京:北京园林学会,2011.
- [2] 赵魁义. 湿地生物多样性保护[M]. 北京:中国林业出版社,2008.
- [3] 湿地监测中心. 全国湿地资源调查技术规程(试行)[Z]. 2008.
- [4] 国家林业局中南林业调查规划设计院. 广西桂林会仙喀斯特国家湿地公园总体规划(2012-2020)[Z]. 2017.
- [5] 何安尤. 漓江浮游植物调查[J]. 广西水产科技,2007(2):26-34.
- [6] 贾久满,郝晓辉. 湿地生物多样性指标评价体系研究[J]. 湖北农业科学,2010,49(8):1877-1879.
- [7] 张峰,张健文,李寅年,等. 湿地生态评价指标体系[J]. 农业环境保护,1999,18(6):284-285.
- [8] 张学知. 衡水湖湿地生物多样性生态功能评价[J]. 南水北调与水利科技,2011,9(1):110-112.
- [9] 王堂尧,景志明. 邛海湿地流域生物多样性评价[J]. 西昌学院学报,2013,27(4):22-25.
- [10] 田兴军. 生物多样性及其保护生物学[M]. 北京:化学工业出版社,2005:238-269.
- [11] 李倦生,周凤霞,张朝阳,等. 湖南省生物多样性现状调查与评价[J]. 环境科学研究,2009,22(12):1382-1388.
- [12] 万本太,徐海根,丁晔,等. 生物多样性综合评价方法研究[J]. 生物多样性,2007,15(1):97-106.
- [13] 朱斗锡,何荣华. 一种羊肚菌的栽培新方法:CN102823429A[P]. 2012-12-19.
- [14] 董毅. 羊肚菌的室内栽培方法及其所用温室:CN101926262A[P]. 2010-12-29.
- [15] OWER R D, MILLS G L, MALACHOWSKI J A. Cultivation of *Morchella*: US4594809[P]. 1986-06-17.
- [16] [农广天地]“川羊肚菌一号”栽培技术[EB/OL]. (2015-09-21)[2017-09-05]. <http://tv.cntv.cn/video/C10391/79d6a9e8f0f74704842de9ce3d6c4727>.
- [17] 吴小青,张伟. 羊肚菌人工栽培技术[J]. 吉林农业,2016(13):99.
- [18] MASAPHY S. External ultrastructure of fruit body initiation in *Morchella* [J]. Mycological research, 2005, 109(4):508-512.
- [19] 谭方河. 羊肚菌人工栽培技术的历史、现状及前景[J]. 食用菌,2016(3):140-144.
- [20] 朱永真,杜双田,车进,等. 无机盐及生长因子对羊肚菌菌丝生长的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2011(4):211-215.
- [21] 金若忠. 羊肚菌研究进展综述[J]. 林业实用技术,1997(4):21-24.
- [22] STEFANI F O P, BÉRUBÉ J A. *Morchella tomentosa*: A unique below-ground structure and a new clade of morels[J]. Mycologia, 2010, 102(5): 1082-1088.
- [23] 刘颖,丰茂飞,刘丹,等. 羊肚菌栽培技术初探[J]. 现代园艺,2013(20):48.
- [24] 刘洋. 羊肚菌树下栽培新技术[J]. 农民致富之友,2017(8):126.
- [25] 王龙,郭瑞,路等等,等. 羊肚菌物种多样性研究现状[J]. 西北农业学报,2016,25(4):477-489.
- [26] 后尔俊. 甘南高原羊肚菌人工栽培技术[J]. 农民致富之友,2017(4):166.
- [27] 易文林,李喜珍. 羊肚菌人工栽培[J]. 中国农垦,1994(6):31.
- [28] 王永妍. 一种室内种植羊肚菌培养基及其制备方法:CN105294255A[P]. 2016-02-03.
- [29] 张洪路,张华东. 大棚羊肚菌和小麦间作羊肚菌栽培技术[J]. 山东蔬菜,2010(3):43-45.
- [30] 佚名. 浙江羊肚菌大棚设施栽培初试成功[J]. 食用菌,2017(2):98.
- [31] 彭鸿强. 成都地区羊肚菌大田无基料栽培技术要点[J]. 南方农业,2015,9(25):13-14.
- [32] 索伟伟. 林下种植羊肚菌栽培技术[J]. 现代园艺,2015(9):35.
- [33] MILLER S C. Cultivation of *Morchella*: US2004000090[P]. 2005-10-04.
- [34] 黄菁. 羊肚菌人工栽培技术[J]. 农村实用技术,2005,35(3):29.

(上接第63页)