

## 药用植物丛枝菌根研究进展

程俐陶<sup>1</sup>, 刘作易<sup>2</sup>, 郭巧生<sup>1\*</sup>, 朱国胜<sup>2</sup>

(1. 南京农业大学中药材研究所, 江苏 南京 210095; 2. 贵州省农业科学院 生物技术重点实验室, 贵州 贵阳 550006)

**摘要:**进入 21 世纪以来, 随着现代科技发展和研究水平不断提高, 发现药用植物丛枝菌根(AM)真菌与其寄主植物有着紧密关系, 表现在可促进寄主植物生长发育、提高抗性、影响次生代谢产物积累等方面, 人们开始高度重视药用植物的作用, 并开展了相关领域的研究工作。将 AM 真菌做成菌剂使用, 是提高栽培药用植物产量及质量、稳定药效与药源的新方法之一。着重介绍国内外药用植物 AM 真菌种类多样性、形态解剖特点、AM 真菌的效应及其机制等方面的进展。

**关键词:**药用植物; 丛枝菌根; 半夏

**中图分类号:** R282.2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0253-2670(2009)01-0156-05

### Advances in studies on arbuscular mycorrhizas in medicinal plants

CHENGLI-tao<sup>1</sup>, LIU Zuo-yi<sup>2</sup>, GUO Qiao-sheng<sup>1</sup>, ZHU Guo-sheng<sup>2</sup>

(1. Institute of Chinese Medicinal Materials, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. Key Laboratory of Biotechnology, Guizhou Academy of Agricultural Science, Guiyang 550006, China)

**Key words:** medicinal plants; arbuscular mycorrhiza (AM); *Pinellia ternate* (Thunb.) Breit.

利用中药治疗各类疾病在我国已有几千年的历史, 而大多数中药来源于药用植物。一直以来, 药用植物绝大多数依赖野生, 导致多种药材野生资源急剧减少, 甚至濒临灭绝, 加之人工栽培技术落后等原因, 造成药用植物普遍面临种质退化、质量下降、入药性质不稳定等情况, 如半夏等均存在此问题。菌根(mycorrhiza)是土壤真菌与植物根系形成的互惠共生体, 分布最为广泛的菌根类型就是由球囊菌门(Glomeromycota)的真菌和植物根共生发育而成的丛枝菌根(arbuscular mycorrhiza, AM), 自然界中约有 90% 的维管植物都能形成 AM<sup>[1]</sup>。鉴于 AM 在自然界的重要作用, 近几年来, 国际上有关其资源调查、形态解剖、菌根效用及其机制、生态学等方面有了很大发展。然而这些研究多集中在农作物上, 药用植物 AM 研究尚处于起步阶段。绝大多数药用植物可形成菌根, 影响寄主植物矿质营养吸收、碳氮循环、水分吸收、光合速率等, 进而影响其生长发育、有效成分积累、抗性, 这或许是解决上述问题的新方向。本文主要介绍近年来国内外有关药用植物 AM 真菌方面的研究进展、动向及展望。

#### 1 药用植物 AM 真菌多样性

从 42 科 86 种药用植物上观察到存在 AM 真菌<sup>[2-36]</sup>, 并从 13 科 20 种药用植物上共分离到 26 种 AM 真菌, 涉及到 5 个属(表 1), 表明药用植物上 AM 真菌物种多样性十分丰富, 其中半夏等大多数药用植物对 AM 真菌具有较强依赖性。

值得关注的是不同药用植物上 AM 真菌的种类存在很

大差异, 但同科不同属药用植物间的 AM 真菌种类有一定相似性, 可为同科植物 AM 真菌种类组成调查提供依据。球囊霉属、无梗囊霉属出现频率较高, 摩西球囊霉表现出较低的选择性。

#### 2 药用植物 AM 形态与显微结构

植物根系被 AM 真菌侵入、生长、扩展成菌根后, 根系外部形态很少或几乎没有变化, 肉眼一般很难分辨。少数植物受到侵染后根系颜色会有所变化, 如许多百合科植物根系会变成黄色或鲜黄色, 没有形成菌根的根系则是白色。被侵染后, AM 真菌通过侵入点穿透根表皮侵入根系皮层结构, 在皮层细胞中形成胞间菌丝、胞内菌丝、丛枝、泡囊等结构, 一般不侵入髓部。典型结构丛枝的形态数量随真菌侵染时间不同而异, 在菌根内的分布状态也表现各异。

根据形成丛枝结构的差异, 曾有研究将 AM 划分为疆南星型(Arunrtype)菌根、重楼型(Paris-type)菌根。疆南星型指 AM 真菌在根皮层细胞中形成大量胞间菌丝, 且胞间菌丝多沿根系生长方向在胞间纵向生长, 侧生的二叉分枝直接穿透皮层细胞壁进入细胞, 形成丛枝结构。重楼型指 AM 真菌在细胞内主要以菌丝圈结构进行侵染, 在根皮层中由一个细胞直接进入另一个细胞, 较少在胞间产生, 丛枝结构产生于菌丝圈中。中间型(近重楼型)皮层细胞中存在大量菌丝圈, 同时根内存在少量胞间菌丝。实验研究表明北柴胡、丹参、山药、桔梗、景天三七等药用植物可形成疆南星型菌根, 金银花、白术、北沙参、紫苑等形成重楼型菌根。

收稿日期: 2008-07-18

作者简介: 程俐陶(1984—), 女, 贵州省都匀市人, 在读硕士研究生, 从事药用植物半夏丛枝菌根真菌研究工作。

Tel: (0851) 3760818 E-mail: xuanxuan0703@163.com

\*通讯作者 郭巧生 Tel: (025) 84396591 E-mail: gqs@njau.edu.cn

从半夏根系皮层中可观察到典型疆南星型菌根结构(图 1-C),皮层细胞每年 6~8 月存在大量泡囊(图 1-A),显示此时 AM 真菌生长达到最盛。同时也存在少数重楼型或近重楼型菌根结构,细胞中存在卷曲菌丝圈且直接由一个细胞向

另一个细胞侵染(图 1-B),表明不同类型菌根结构不仅与寄主植物种属差别有关,也与植物根系生长方式、生长期等有关,可同时存在。并从其根围土壤中筛到多种 AM 真菌孢子,其形态结构各不相同。

表 1 从药用植物上分离的 AM 真菌种类

Table 1 Species of AM fungi in medicinal plants

药用植物	所属科	AM 真菌种类	参考文献	药用植物	所属科	AM 真菌种类	参考文献
龙胆 <i>Gentiana scabra</i>	龙胆科	摩西球囊霉 <i>Glomus mosseae</i>	30	洋槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	豆科	聚丛球囊霉 <i>G aggregatum</i>	39
小根蒜 <i>Allium macrostemon</i>	百合科	地球囊霉 <i>G geosporum</i>	11			白色球囊霉 <i>G aldidum</i>	
红花 <i>Carthamus tinctorius</i>	菊科	苏格兰球囊霉 <i>G caledonium</i>	33			近明球囊霉	
苍耳 <i>Xanthium sibiricum</i>	菊科	瑞氏无梗囊霉 <i>Acaulospora rehmi</i>	33			缩球囊霉	
车前 <i>Plantago asiatica</i>	车前科	透明球囊霉 <i>G claroideum</i>	8	野葛 <i>Puer loba</i>	豆科	束球囊霉	11
黄芩 <i>Scutellaria baicalensis</i>	唇形科	透明球囊霉	8			摩西球囊霉	
龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	茄科	摩西球囊霉 <i>G mosseae</i>	8	金银花	忍冬科	网状球囊霉	11
枸杞 <i>Lycium barbarum</i>	茄科	根内球囊霉 <i>G intraradice</i>	8	<i>Lonicera japonica</i>		地球囊霉	
枣 <i>Ziziphus jujuba</i> var. <i>inermis</i>	鼠李科	地球囊霉	17			摩西球囊霉	
人参 <i>Panax ginseng</i>	五加科	地表球囊霉 <i>G versiforme</i>	37	羊奶果 <i>Elaeagnus sarmentosa</i>	胡颓子科	幼套球囊霉	9
		珍珠巨孢囊霉 <i>Gigaspora margarita</i>	11			摩西球囊霉	
		苏格兰球囊霉 <i>G caledonium</i>	8	沙棘 <i>Hippophae rhamnoides</i>	胡颓子科	苏格兰球囊霉	17
		白色球囊霉 <i>G albidum</i>	17			缩球囊霉	
		副冠球囊霉 <i>G coronatum</i>	17			近明球囊霉	
		根内球囊霉				地球囊霉	
		单孢球囊霉 <i>G monosporum</i>				副冠球囊霉(中国新记录种)	
		网状球囊霉 <i>G reticulatum</i>		银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	银杏科	根内球囊霉	18
		穴状无梗囊霉 <i>Acaulospora cavernata</i> (中国新记录种)				枫香硬囊霉 <i>Sclerocystis liquidambar</i>	
		刺状无梗孢囊霉 <i>A. spinosa</i>				摩西球囊霉	
		束球囊霉 <i>G fasciculatum</i>				聚丛球囊霉	
		地球囊霉(人参根际优势种)				地球囊霉	
		大果球囊霉 <i>G macrocarpum</i> (人参根际优势种)				地表球囊霉	
		微丛球囊霉 <i>G microaggregatum</i>				苏格兰球囊霉	
		摩西球囊霉				异配盾巨孢囊霉 <i>Scutellopora heterogama</i>	
三七 <i>Panax notoginseng</i>	五加科	地表球囊霉(三七根际优势种)	38			巨大巨孢囊霉 <i>Gigaspora gigante</i>	
		单孢球囊霉(三七根际优势种)				珍珠巨孢囊霉	
		摩西球囊霉		山楂 <i>Crataegus cuneata</i>	蔷薇科	缩球囊霉	7
		缩球囊霉 <i>G constrictum</i>				苏格兰球囊霉	
		近明球囊霉 <i>G claroideum</i>		杏 <i>Prunus armeniaca</i>	蔷薇科	地球囊霉	7
合欢 <i>Albizia julibrissin</i>	豆科	摩西球囊霉	9			缩球囊霉	
		幼套球囊霉 <i>G etunicatum</i>					

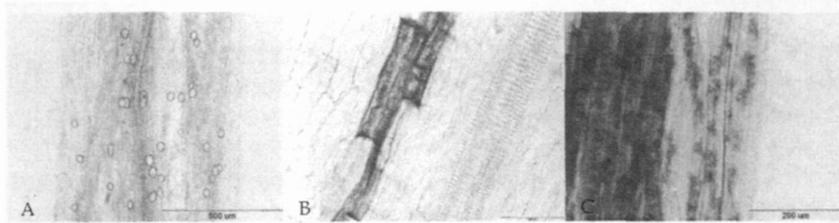


图 1 半夏菌根形态

Fig. 1 Form of mycorrhiza of Pinellia ternate

植物菌根内丛枝形成可能受到多种因素的影响,其数量、分布和形态等具有多样性特征。AM 真菌的菌丝通常无横隔,其泡囊、根内孢子形态大小及数量等也显示出多样性。将一些药用植物如牡丹、玄参、白术、白芷、郁金、玉竹、百合、半夏等的幼嫩菌根轻轻洗净,在显微镜或解剖镜下即可观察

到泡囊、丛枝等结构,有些还可观察到如钉子状的附着胞、分枝状吸收结构等<sup>[2]</sup>,仅限于表象特征观察。对于药用植物 AM 形态解剖结构深入研究的文献报道较少,对药用植物菌根中丛枝、泡囊的功能特点及作用机制研究尚未见到,未形成药用植物 AM 形态结构研究体系。因此,药用植物 AM 形

态结构的深入研究具有重要意义。

### 3 AM 真菌对药用植物生长发育的影响

在低磷灭菌土壤条件下,AM 几乎能促进所有植物的生长发育、提高产量。通过接种 AM 真菌菌剂,有助于增加株高、根质量等常规指标,在苍术、白术、龙胆、枳实、芦荟、紫茉莉、荆芥、银杏、曼陀罗、五味子等药材上都得到了证实<sup>[20~32,34]</sup>。AM 真菌可通过促进药用植物矿质营养元素的吸收和利用、影响体内碳氮循环、提高水分利用率等方面影响药用植物生长发育。

3.1 提高矿质营养成分利用率:AM 的主要功能之一是改善植物的矿质营养。一般可通过提高亲和力、降低吸收临界浓度、产生菌丝分泌物、增加吸收面积、缩短扩散面积等机制来促进 P、Zn、Cu、Ca、N 等矿质元素的吸收<sup>[1,40]</sup>。研究表明 AM 对喜树幼苗生长有促进作用,且菌根幼苗根的氮、磷分配比例增加,叶片的氮、磷分配比例减少<sup>[41]</sup>。

研究表明 AM 真菌一般依靠寄主植物光合作用供给碳源以维持生命基本能量,这部分占整个光合产物的 5%~10%。近期研究表明 AM 真菌同时也供给寄主植物碳源,表明植物-AM 真菌共生体系中碳循环比较复杂,AM 真菌影响着植物体内乃至整个自然界的碳循环。

AM 对豆科植物的氮素营养及其生长具有重要意义。豆科植物通常利用根瘤菌及 AM 真菌为寄主吸收 P、Zn、Cu 等矿质养分,保证固氮作用的进行。不接种菌根群的寄主植物,其根系结瘤量和固氮酶活性都因磷营养不良而受到限制,而双接种处理(菌根菌+根瘤菌)的植物根瘤量和固氮酶活性都大大增加<sup>[40]</sup>。

AM 菌丝除吸收和运输大量磷以外,还能吸收 Zn、Cu、S、Ca、K 等矿质元素。就其对植物营养的重要性而言,菌根对 Zn 和 Cu 的吸收最为重要。这两种元素在土壤中的移动性弱,根际会出现亏缺区,根系本身吸收的 Zn 和 Cu 常常不能满足生长的需要。而庞大的根外菌丝网则能帮助根系摄取亏缺区以外的养分。

3.2 提高抗性:AM 能参与植物许多生理生化代谢过程,利用菌根可有效提高植物的抗病性和耐病性,提高产量和质量。Safair 首次观察到丛枝菌根能减少 *Pyrenochaeta teres-tris* 对植物根系的侵染。研究结果表明,菌根可以减轻百合、柑橘、桃等植物的土传病害,克服连作障碍。丛枝菌根对植物细菌性病害影响的研究较少。但 AM 真菌对某些疫病没有影响,甚至还加重这类疫病的侵染。

干旱是影响植物生长发育的最主要逆境因子,植物在干旱胁迫下的质膜损伤和膜透性的增加是干旱伤害的本质之一。众多研究均证实 AM 真菌能够改善宿主的水分代谢,增强其抗旱性<sup>[42~46]</sup>,一般认为是通过几方面来实现的:通过菌丝增加植物对土壤水分的吸收;改善植物的磷营养及其他矿质元素营养;显著提高蒸腾速率和气孔导度;干旱条件下降低植株叶片水势、永久凋萎点、叶片饱和亏、气孔阻力和恢复时间;改变激素平衡等。但 AM 真菌一般是好气真菌,在水涝条件下,一般不形成或不对植物产生有益影响。研究表明

AM 真菌可以提高枳实生苗和连翘幼苗的抗旱性<sup>[26,35]</sup>。

盐碱地是许多植物的禁区,而 AM 真菌可以提高植物耐、抗盐碱性,对盐碱土壤也有改良作用<sup>[47]</sup>。

另外,AM 菌能降低植物对重金属的吸收,提高植物的抗虫性等。熊礼明<sup>[48]</sup>发现菌根能明显影响植株地上部的含镉量,其影响程度与菌根侵染率有关,侵染率较高时可降低植物对某些重金属的吸收。

### 4 AM 真菌对药用植物次生代谢产物的积累的影响

许多药用植物活性成分如生物碱、萜类等都属于次生代谢产物,若 AM 真菌对调控次生代谢合成具有一定作用,此类研究对稳定药用植物入药质量、寻找新药而言将具有重要意义,也是发展的方向之一。但药用植物 AM 真菌对其寄主植物次生代谢产物的影响研究较少,数量和深入程度都显得不够。

Maier 等<sup>[49]</sup>在形成 AM 的禾本科植物中发现倍半萜环己烯酮衍生物的量增加,认为 AM 真菌诱导倍半萜环己烯酮衍生物的积累在禾本科植物中是较为普遍的现象,菌根共生体的形成与这些萜类化合物的代谢密切相关。赵昕等<sup>[48,50]</sup>研究就表明 AM 可以促进某些生物碱量的增加。1999 年在非禾本科植物烟草中也发现了 AM 真菌诱导 nicoblumenin 积累的现象。

另外,研究表明 AM 菌根真菌可提高荆芥挥发油的量,提高其药用品质及产量;在低磷条件下,提高曼陀罗中莨菪碱和东莨菪碱的量,提高其入药品质<sup>[20,21]</sup>。

内生真菌对药用植物有效成分的交互影响是药用植物内生真菌研究的热点,国内众多科研院所及高校在此方面也有所尝试,如从药用植物内生真菌中分离得到紫杉醇等疗效明显的与寄主植物相同的化学成分,尝试代替原药或从中寻找新药源。AM 真菌属于内生真菌中比较特殊的一类(未能纯培养),从其中分离得到与寄主植物类似化学成分的报道尚未见到。

### 5 结语与展望

鉴于 AM 真菌的重要作用,国际上日益重视对其各方面的研究。目前主要采取土壤湿筛-倾注-蔗糖离心法获取 AM 真菌孢子。此法虽沿用已久,但杂质存在较多,有时不易与孢子区分开,应寻找更高效筛选的方法。采取活体镜检法或染色镜检法观察 AM 真菌形态特征(染色镜检时,染色剂的筛选十分重要,不同染色剂可能得到截然不同效果),Phillips & Hayman 法、十字交叉法等测定植物根段中 AM 真菌侵染率;国际上已开始采用分子生物学手段如测定 ITS 序列辅助鉴定 AM。由于暂时未能实现纯培养,为得到较高及较稳定的产孢率和侵染率,至今仍主要采取 AM 真菌与植物活体共生培养的方法繁殖 AM 真菌,获得一定剂量的菌剂,但这种方法周期长、效率低、易污染,不易实现产业化,需加以改进。

目前,AM 真菌的应用主要在 3 个方面:生物防治、菌肥、生态保护。美国、澳大利亚等国已将 AM 真菌开发成菌肥生产,接种后具有良好效果;规模化生产菌根化苗木也有良好效果。国内也进行筛选高效菌株,初步开发菌肥的研

究,在西瓜等作物上取得良好效果,但由于纯培养的限制,菌剂的生产也面临周期长、效率低、易污染,或对技术要求高等问题,均未形成产业化生产和应用。虽纯培养未成功,但可尝试不从其整个生命周期着手进行纯培养,加强阶段培养的尝试,从芽管萌发、菌丝伸长、孢子体积的增大、新的孢子形成等各阶段分段培养。另外,许多研究表明土壤浸泡液、寄主植物根系提取物、类黄酮物质、土壤促生细菌等对AM真菌孢子菌丝伸长、新的产孢过程有益,可加强这方面的研究。土壤成分复杂,但AM真菌孢子在水琼脂培养基上也可萌发,表明其萌发对营养成分的要求并不严格。由于AM真菌生命周期一般只有五六天,在此过程中,真菌主动寻找、吸收、利用养分,因此如何实现缓释给予与寄主植物根系相似成分成为关键,如人工制造既能供给AM真菌养分,又需要AM真菌提供养分的缓释体,缓释AM真菌应从寄主植物中得到的碳源,通过缓释剂制造浓度以促进真菌吸收释放的矿物质元素等。

药用植物普遍面临过度采挖造成的资源枯竭,乱施化肥、农药造成的质量不稳定、农残超标,栽培措施不配套造成的产量、质量下降等,严重威胁了其入药的安全性、稳定性、有效性。可尝试从AM真菌入手,找到促进作用最显著的几株AM真菌,以期达到提高质量、增加产量,满足人们用药需要的目的。然而,AM菌剂在药用植物上的产业化应用未见报道。

AM真菌在药用植物上的应用具有以下优势:(1)许多药用植物具有AM,且显示出较强依赖性,为其应用提供基础条件;(2)药用植物大都具有较高经济价值,应用AM真菌具有广阔前景;(3)由于具有药用价值,药用植物的质量和产量对其入药至关重要,而AM真菌可以作为菌肥接种药用植物,提高经济产量、抗逆性、抗病性和次生代谢产物产量等,且AM真菌本身无毒无味,是纯正的生物肥料。许多药用植物活性成分如生物碱、萜类等都属于次生代谢产物,加强这方面的研究也许能扩大药源,找到新型药物,缓解许多药用植物濒危的状况;对于野生珍稀药用植物的野生转栽培也有指导性作用。

已有研究从药用植物根系中分离鉴定出共生AM真菌,找出其与药用植物产量、化学成分、抗性之间的动态联系,更好服务于生产,相信这也是药用植物研究的新趋势。另外,由于AM可以降低植物对许多重金属的吸收,其本身也是纯天然的,符合国家中药材GAP要求,是中药现代化生产的新思路。

可以预见,随着对AM真菌的研究的深入,本世纪菌根技术将成为普便的商品化措施,成为今后植物生产中不可缺少的一项生物技术。AM真菌在药用植物上的应用具有非常广阔的前景。

#### 参考文献:

[1] 刘润进,陈应龙. 菌根学[M]. 北京:科学出版社,2007.  
 [2] 马永甫,杨晓红,李品明,等. 重庆市主产药用植物丛枝菌根结构多样性研究[J]. 西南农业大学学报:自然科学版,2005,27(3):406-409.  
 [3] 张梦昌,李悦书,汪矛,等. 北细辛、蓝靛果忍冬及软枣称

猴桃VA菌根的调查[J]. 吉林农业大学学报,1988,10(4):59-63.  
 [4] 蚊伟民,丁明樊,廖兰玉. 广东鹤山电白人工林主要植物VA菌根的初步调查[J]. 热带、亚热带森林生态系统研究,1990,7(7):41-50.  
 [5] 牛家琪. 广东省VA菌根真菌资源调查和应用研究[J]. 土壤学报,1994,31(增刊):54-63.  
 [6] 魏艳丽,任艳,李红梅,等. 几种野生花卉从枝菌根发育状态的研究[J]. 山东科学,2006,19(2):33-37.  
 [7] 迪丽努尔,唐明,王亚军. 新疆伊犁野生植物VA菌根真菌及其生态分布[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(6):96-100.  
 [8] 张万红,唐明. 中国北方VA菌根真菌资源[J]. 西北林学院学报,2006,21(2):121-125.  
 [9] 林清洪,曾新萍,章宁,等. 福建省主要非豆科固氮树木VA菌根真菌鉴定[J]. 福建林学院学报,2003,23(3):270-273.  
 [10] 盖京苹,刘润进. 野生植物根围的丛枝菌根真菌[J]. 菌物系统,2000,19(1):24-28.  
 [11] 盖京苹,刘润进,孟祥霞. 野生植物根围的丛枝菌根真菌[J]. 菌物系统,2000,19(2):205-211.  
 [12] 盖京苹,刘润进,李晓林. 山东省不同植被区内野生植物根AM菌的生态分布[J]. 生态学杂志,2000,19(4):18-22.  
 [13] 张美庆,王幼珊,王克宁,等. 我国东南沿海的VA菌根真菌. 球囊霉属四个种[J]. 真菌学报,1996,15(4):241-246.  
 [14] 张美庆,王幼珊,黄磊,等. 我国北部的八种VA菌根真菌[J]. 真菌学报,1992,11(4):258-267.  
 [15] 林先贵,郝文英. 不同植物对VA菌根的依赖性[J]. 植物学报,1989,31(9):721-725.  
 [16] Bidartondo M I, Redecker D, Hijiri I, et al. Epiparasitic plants specialized on arbuscular mycorrhizal fungi[J]. Nature,2002,419:389-392.  
 [17] 唐明,薛蕊,杨慧平. 甘肃几种旱生植物VA菌根真菌的研究[J]. 云南农业大学学报,2004,19(6):638-642.  
 [18] 陈连庆,韩宁林. 浙江地区的银杏VA菌根真菌[J]. 林业科学研究,1999,12(6):581-584.  
 [19] 张英,郭良栋,刘润进. 都江堰地区丛枝菌根真菌多样性与生态研究[J]. 植物生态学报,2003,27:537-544.  
 [20] 魏改堂,汪洪钢. 菌根真菌对荆芥生长、营养吸收及挥发油合成的影响[J]. 中国中药杂志,1991,16(3):139-142.  
 [21] 魏改堂,汪洪钢. 菌根真菌对药用植物曼陀罗生长、营养吸收有效成分的影响[J]. 中国农业科学,1989,22(5):56.  
 [22] 滕华容,贺学礼. AM真菌与施磷量对柴胡生长和化学成分交互效应的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2005.  
 [23] 张彩丽,贺学礼. AM真菌和施氮量对五味子生长和化学成分交互效应[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2006.  
 [24] 王东雪,贺学礼. AM真菌和施磷量对白术生长和品质的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2006.  
 [25] 卢彦琦,贺学礼. AM真菌和施氮量对白术生长和品质的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2006.  
 [26] 吴强盛,夏仁学,胡正嘉. 丛枝菌根对枳实生苗抗旱性的影响研究[J]. 应用生态学报,2005,16(3):459-463.  
 [27] 弓明钦,王凤珍,陈羽. 丛枝菌根在芦荟育苗中的应用[J]. 中药材,2002,25(1):1-3.  
 [28] 郭兰萍,汪洪钢,黄璐琦. 泡囊丛枝菌根(AM)对苍术生长发育及挥发油成分的影响[J]. 中国中药杂志,2006,31(18):1491-1496.  
 [29] 王虹,李莺,赵丽莉. VA菌根真菌对紫茉莉生长的影响[J]. 陕西农业科学,1999,(1):22-24.  
 [30] 王茜,李洪泉,杜延茹,等. 龙胆VA菌根真菌的分离和鉴定[J]. 生物技术,1998,8(2):19-22.  
 [31] 范黎,肖培根,徐锦堂,等. 兰科植物菌根的基础研究[D]. 北京:中国协和医科大学中国医学科学院,1997.  
 [32] 宋经元,郭顺星,肖培根. 菌根真菌对两种药用石斛的生长发育和基因表达的影响[D]. 北京:中国协和医科大学中国医学科学院,2002.  
 [33] 赵思峰. 新疆的丛枝菌根真菌种类及其应用前景[J]. 新疆农业科学,2006,43(S1):12-15.  
 [34] 陈连庆,韩宁林. 浙江地区的银杏VA菌根真菌[J]. 林业科学研究,1999,12(6):581-584.  
 [35] 赵平娟,安锋,唐明. 丛枝菌根真菌对连翘幼苗抗旱性的影响[J]. 西北植物学报,2007,27(2):396-399.  
 [36] Staddon P L. Rapid turnover of hyphae of mycorrhizal fungi determined by AMS microanalysis of  $^{14}C$  [J]. Science,2003,

- 300: 1138-1140.
- [37] 邢晓, 李玉, Yolande D. 吉林省参地中的10种VA菌根真菌[J]. 吉林农业大学学报, 2000, 22(2): 41-46.
- [38] 任嘉红, 刘瑞祥, 李云玲. 三七丛枝菌根(AM)的研究[J]. 微生物学通报, 2007, 34(2): 224-227.
- [39] 胡斌. 陕西省咸阳地区林木VA菌根真菌资源调查[J]. 陕西林业科技, 2006(2): 37-39.
- [40] 冯固, 杨茂秋, 白灯莎, 等. 土壤磷、肥料磷和VA菌根真菌对植物磷营养的贡献[J]. 核农学报, 1997, 11(4): 237-242.
- [41] 赵昕, 阎秀峰. 丛枝菌根对喜树幼苗生长和氮、磷吸收的影响[J]. 植物生态学报, 2006, 30(6): 947-953.
- [42] 弓明钦, 陈应龙, 仲崇禄. 菌根研究及应用[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997.
- [43] Allen M F. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhizae on water movement through *Bouteloua gracilis* H. B. K. Lag ex stein [J]. *New Phytol*, 1982(91): 191-196.
- [44] Betblenfalvy G J, Bown M S, Ames R N, et al. Effects of drought on host endophyte development on mycorrhizal soy bean in relation to water use and phosphate uptake [J]. *Physiol Plant*, 1988(72): 565-571.
- [45] 宋会兴, 钟章成. 干旱生境中菌根对宿主植物的影响及其机制[J]. 土壤通报, 2006, 37(4): 787-791.
- [46] 冯固, 李晓林, 张福锁, 等. VA菌根提高植物耐盐性研究进展[J]. 西北农业大学学报, 1999, 27(3): 94-100.
- [47] 熊礼明. VA菌根降低植物对重金属镉的吸收[J]. 植物资源与环境, 1993, 2(3): 58-60.
- [48] 赵昕, 阎秀峰. 丛枝菌根真菌对植物次生代谢的影响[J]. 植物生态学报, 2006, 30(3): 514-521.
- [49] Maier W, Schmidt J, Wray V, et al. The arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus intraradices*, induces the accumulation of cyclohexenone derivatives in tobacco roots [J]. *Planta*, 1999, 207: 620-623.
- [50] 赵昕, 王博文, 阎秀峰. 丛枝菌根对喜树幼苗喜树碱含量的影响[J]. 生态学报, 2006, 26(4): 1057-1062.

## 淫羊藿药材质量控制的问题与对策

张华峰<sup>1,2</sup>, 杨晓华<sup>2\*</sup>

(1. 陕西师范大学食品工程与营养科学学院, 西北濒危药材资源开发国家工程实验室, 陕西 西安 710062;

2. 中国科学院武汉植物研究所 武汉植物园 植物保育遗传学重点实验室, 湖北 武汉 430074)

**摘要:**淫羊藿是我国著名的中药材,其质量受到很多因素的影响。介绍了淫羊藿药材质量控制的现状,分析了现有质量控制体系存在的问题,提出了完善淫羊藿药材质量控制体系的措施和建议,并就质量控制标准提出了一些新观点。理顺淫羊藿药材质量控制指标与适应症的关系对于质量控制体系的完善具有重要意义。

**关键词:**淫羊藿药材;质量控制;中药材

**中图分类号:**R282.2

**文献标识码:**A

**文章编号:**0253-2670(2009)01-0160-04

### Problems and countermeasure for quality control of *Herba Epimedii*

ZHANG Hua-feng<sup>1,2</sup>, YANG Xiao-hua<sup>2</sup>

(1. National Engineering Laboratory of Endangered Medicinal Materials Resources Development in Northwest China,

Faculty of Food Engineering and Nutrition Science, Shaanxi Normal University, Xi an 710062, China; 2. Key

Laboratory of Plant Conservation Genetics, Wuhan Botanical Garden, Wuhan Institute of Botany,

Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China)

**Key words:** *Herba Epimedii*; quality control; traditional Chinese medicinal materials (TCMM)

中药品种繁多,成分复杂,质量控制难度很大,不健全的质量控制体系严重制约了中药标准化、现代化和产业化进程。淫羊藿是我国应用历史最悠久、最广泛、最具开发潜力的中药之一<sup>[1]</sup>。然而,同很多中药一样,淫羊藿药材质量控制尚存在很多问题,影响了淫羊藿的临床应用<sup>[2]</sup>。完善淫羊藿药材质量控制体系,不仅可以促进淫羊藿的开发利用。对于其他中药的开发也具有一定的启发意义。

#### 1 影响淫羊藿药材质量的因素

淫羊藿药材质量受到诸多因素的影响,主要包括:(1)物种或品种。小檗科(Berberidaceae)淫羊藿属(*Epimedium*

L.)约有55个种<sup>[3]</sup>,但是只有朝鲜淫羊藿 *E. koreanum* Nakai, 箭叶淫羊藿 *E. sagittatum* (Sieb. et Zucc.) Maxim、巫山淫羊藿 *E. wushanense* T. S. Ying、淫羊藿 *E. brevicornum* Maxim 与柔毛淫羊藿 *E. pubescens* Maxim 5种淫羊藿被列入《中国药典》(以下简称药典)。研究表明,不同种淫羊藿中黄酮类化合物、微量元素、重金属等的量不同,质量差异较大<sup>[4]</sup>。(2)产地或生境。淫羊藿属于典型的旧世界温带分布类型,间断地分布于日本至北非的阿尔及利亚之间的广大地区<sup>[5]</sup>。大量研究表明,不同产地、不同生境的淫羊藿中黄酮类化合物、微量元素等活性物质的量不同<sup>[4,6-8]</sup>。淫羊

收稿日期:2008-08-26

基金项目:国家自然科学基金资助项目;陕西师范大学科学研究项目

作者简介:张华峰(1975—),男,副教授,博士,中国生物化学与分子生物学会会员,主要从事中药现代化工程教学和研究工作。

E-mail:jsaacsau@sohu.com Tel:13554368727

\*通讯作者 杨晓华 Tel:(027)87510771 E-mail:yangxh800611@163.com