

文章编号: 1001-1498(2002)04-0427-05

# 木麻黄人工林 AM 菌资源调查与苗木接种试验

仲崇禄<sup>1</sup>, 弓明钦<sup>1</sup>, 林什全<sup>2</sup>, 陈羽<sup>1</sup>, 王凤珍<sup>1</sup>

(1. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520;

2. 广东省电白县森林病虫害防治检疫站, 广东 电白 525400)

**摘要:** 通过对我国华南地区木麻黄主要种植区人工林野外调查, 收集了我国木麻黄人工林下 AM 菌资源 15 种, 分别隶属 3 个科共 5 个属, 其中有 4 种分别为有关土样中的优势种。球囊霉属 9 种, 占已知种类的 60%, 其余无梗囊霉层、巨囊霉层、盾巨囊霉属及硬囊霉属分别仅有 1-2 种。木麻黄幼苗的温室接种效果表明, AM 菌可显著改善木麻黄苗高和地径的生长, 菌种或菌株间有明显差异, 其中 V9508、V9004、V9502、V9507 和 V9503 菌株的接种效果较好, 苗高比对照增加 43.48%~84.78%, 地径比对照增加 40.00%~73.00%。

**关键词:** 木麻黄; AM 菌; 人工林; 苗木接种

**中图分类号:** S792.93

**文献标识码:** A

木麻黄 (*Casuarina* spp.) 是典型的共生营养型树种, 除了人们常见可形成根瘤的弗兰克氏内生菌 (*Frankia*) 外<sup>[1]</sup>。还有共生的外生菌根菌和内生菌根菌。内生菌根菌中常见的是 AM 菌 (arbuscular mycorrhizal fungi)<sup>[2]</sup>。*Frankia* 与木麻黄共生可以帮助树木固定空气中的游离 N, 供植物生长; 而菌根菌与木麻黄共生形成菌根后, 菌根可帮助树木从土壤中吸收 P 元素、微量元素等, 还可以产生抗生物质及生长素, 改善木麻黄的营养供应, 影响 *Frankia* 固 N 活性, 提高土壤肥力, 并可提高木麻黄对干旱、盐碱、金属毒害的抗性<sup>[3-5]</sup>。Rose 报道了短枝木麻黄 (*Casuarina equisetifolia* L.) 和细枝木麻黄 (*C. cunninghamiana* Miq.) 有 2 种 AM 真菌<sup>[2]</sup>; Raman 和 Diem 等也报道了短枝木麻黄有 AM 菌, 并证实了其幼苗接种后的促生效果<sup>[6,7]</sup>; 此外, 扎伊尔、阿尔及利亚、印度、中国等均有有关木麻黄树木上存在 AM 菌的报道<sup>[8-16]</sup>。但国内对木麻黄 AM 菌资源以及山地木麻黄接种 AM 菌效果研究, 尚未见有关报道。1992-1993 年期间, 作者分别在广东、福建、海南和广西等开展 AM 菌资源调查, 并在 1995 年对山地木麻黄 (*C. junghuhniana* Miq.) 幼苗进行 AM 菌的人工接种, 其目的是了解我国木麻黄人工林下 AM 菌资源和测定 AM 菌对新引进的山地木麻黄幼苗的接种效果。

## 1 材料与方 法

### 1.1 AM 菌菌种资源调查

1992-1993 年, 分别在广东、福建、海南和广西等地的木麻黄主要种植区, 采集了 27 个地

收稿日期: 2001-05-28

基金项目: 国家自然科学基金项目“木麻黄和桉树共生菌研究”(1990-1992 年) 和中国林科院发展基金项目“最佳土壤营养-生物营养-树木基因型联合体研究与筛选”(1993-1995 年) 的研究内容

作者简介: 仲崇禄(1961-), 男, 山东郓城人, 副研究员, 博士。

点木麻黄人工林下的根际土壤<sup>[13]</sup>,调查树种包括短枝木麻黄和细枝木麻黄;将其中 15 个地点(广东 3 个,福建 4 个,海南 6 个和广西 2 个)上各自土壤混合样,经风干后按照 Gerdemann and Nicolson 的湿筛倾析法筛取孢子<sup>[17]</sup>,按常规方法进行 AM 菌的观测与分离,请北京农林科学院张美庆研究员鉴定和确定种名。

## 1.2 接种试验

1995 年,试验在中国林业科学研究院热带林业研究所的温室中进行,供试树种为山地木麻黄(*C. junghuhniana* Miq.),种子经 0.1%  $\text{HgCl}_2$  消毒数秒钟,并多次用无菌水清洗后,播种于经高温 120 消毒后的混合基质(泥炭土 沙土 蛭石 = 1.5 2.0 1.0)中;30 d 后选生长一致,苗高 1.0 cm,根长 0.8 ~ 1.0 cm 左右的健苗,移入装有上述消毒基质的底部和四周均匀密封的塑料杯中,杯高 9.5 cm,上口直径 5.5 cm,下底直径 4.5 cm;移植同时接入菌种,接种 AM 菌种类详见表 1,除 V9004 为 AM 菌剂外,其余均为 AM 菌的纯孢子接种;AM 菌种孢子由张美庆研究员提供,试验菌剂为本所自行繁殖生产;试验设 10 个处理(含对照),每处理小区 10 株苗木,4 次重复,随机区组排列;常规淋水管理,移苗后 16 个月收获,测定苗高和地径,以小区平均值进行方差分析和多重比较,运算采用 SAS 统计软件。

表 1 供试 AM 菌及接种量

处理号	处理菌株	菌 种	来 源
1	V9501	台湾球囊霉 <i>Glomus formosanum</i> Wu & Chen	福建
2	V9502	红厚囊霉 <i>Sclerocystis rubiformis</i> Gerdeman et Trappe	福建
3	V9503	台湾球囊霉 <i>Glomus formosanum</i> Wu & Chen	广西
4	V9504	地球囊霉 <i>G. geosporum</i> (Nicol. & Gerd.) Walker	广西
5	V9505	待定名 TX1	美国德克萨斯州
6	V9506	透明盾巨囊霉 <i>Scutellospora pellucida</i> Walker & Sanders	广西
7	V9507	待定名 TX2	美国德克萨斯州
8	V9508	地表球囊霉 <i>G. versiforme</i> (Karsten) Berch	北京
9	V9004	地表球囊霉 <i>G. versiforme</i> (Karsten) Berch	北京
10	CK	对照	

注:除 V9004 外,其余 AM 菌种由张美庆研究员提供;接种量,1 ~ 8 号处理为每株苗 5 个孢子,9 号处理为每株苗 3 g 接种剂。

## 2 结果与分析

### 2.1 华南木麻黄人工林 AM 菌菌种资源调查

结果表明,我国华南地区木麻黄人工林下的 AM 菌隶属 3 个科、5 个属共 15 个种,其中有 4 个种为当地土壤中的优势种<sup>[14-16]</sup>,分别是蜜色无梗囊霉,两型球囊霉,台湾球囊霉和美丽盾巨囊霉(表 2)。

从结果看出,所调查的两种木麻黄在自然条件下均具有 AM 菌,其中广东分布有 3 种,福建有 7 种,广西有 3 种,海南有 3 种。在已知的 5 个真菌属中,球囊霉属 9 种,占 60%,其余为无梗囊霉属 2 种,盾巨囊霉属 2 种,分别占 13.33%,而巨囊霉属和硬囊霉属均为 1 种,分别占已知菌种的 6.67%。证明球囊霉属是华南地区木麻黄人工林 AM 菌的重要种群。

表 2 华南木麻黄人工林 AM 菌资源名录

编号	中文名	学名	宿主	主要分布
1	*蜜色无梗囊霉	<i>Acaulospora mellea</i> Spain & Schenck	短枝木麻黄	福建
2	毛氏无梗囊霉	<i>A. morrowae</i> Spain & Schenck	细枝木麻黄	广东
3	大巨囊霉	<i>Gigaspora gigantea</i> (Nicol. & Gerd.) Gerd. & Trappe	细枝木麻黄	广东
4	聚合球囊霉	<i>Glomus aggregatum</i> Schenck & Smith	短枝木麻黄	广东
5	近明球囊霉	<i>G. claroidium</i> Schenck & Smith	短枝木麻黄	福建
6	*两型球囊霉	<i>G. dimorphicum</i> Boyetckko & Tewari	短枝木麻黄	广西
7	*台湾球囊霉	<i>G. formosanum</i> Wu & Chen	短枝木麻黄	福建
8	地球囊霉	<i>G. geosporum</i> (Nicol. & Gerd.) Walker	短枝木麻黄	福建
9	球形球囊霉	<i>G. globiferum</i> Koske & Walker	短枝木麻黄	广西
10	大果球囊霉	<i>G. macrocarpum</i> Tol & Tu.	短枝木麻黄	福建
11	隐球囊霉	<i>G. occultum</i> Walker	短枝木麻黄	福建
12	地表球囊霉	<i>G. versiforme</i> (Karsten) Berch	短枝木麻黄	海南
13	*美丽盾巨囊霉	<i>Scutellospora calospora</i> (Nicol. & Gerd.) Walker & Sanders	短枝木麻黄	福建和海南
14	亮色盾巨囊霉	<i>S. fulgida</i> Koske & Walker	短枝木麻黄	广西
15	埤状硬囊霉	<i>Sclerocytis coremioides</i> Berk. & Bromme.	短枝木麻黄	海南

注: \*表示优势种,由张美庆研究员等统计分析后确定。

2.2 AM 菌接种试验与效果分析

木麻黄幼苗 AM 菌人工接种的结果表明,接种 16 个月的苗高和地径在 AM 菌处理间均有极显著差异(表 3)。与未接种的对照相比,9 个参试菌株接种处理均改善了苗高和地径的生长,其苗高比对照增加了 20.65%~84.78%,地径比对照增加了 15.00%~73.00%。不同菌株对山地木麻黄苗的促生效果,以 V9508 菌株接种对苗高促生效果最佳,V9503、V9502、V9504 次之,V9507、V9004 和 V9505 效果一般,V9501 和 V9506 较差,后 2 个菌种比对照仍增加了 20.65%~21.73%;而 V9004 对地径促生效果最佳,V9508、V9507、V9505 次之,V9504、V9503 和 V9505 效果中等,同样,V9501 和 V9506 较差,但仍比对照增加了 15%~23%。综合来看,以 V9508、V9004、V9502、V9504、V9507 和 V9503 菌株的接种效果较好,苗高比对照增加 43.48%~84.78%,地径比对照增加 40.00%~73.00%,接种效果非常明显(表 4)。

表 4 AM 菌处理的差异比较(Duncan 法)

表 3 苗高和地径的方差分析						表 4 AM 菌处理的差异比较(Duncan 法)				
指标	变异来源	DF	SS	MS	F 值	AM 菌处理	苗高/cm	地径/cm	苗高与对照的百分比/%	地径与对照的百分比/%
苗高	重复	3	34.9	11.633	0.71ns	V9501	27.75cd	0.123cde	120.65	123.00
	AM 菌处理	9	1 271.0	141.233	8.57**	V9502	37.50ab	0.150abcd	163.04	150.00
	误差	27	445.1	16.485		V9503	39.25ab	0.140abcde	170.75	140.00
	总的	39	1 751.1			V9504	38.25ab	0.145abcd	166.30	145.00
地径	重复	3	0.001 65	0.000 549	1.50ns	V9505	30.75bcd	0.130bcde	133.70	130.00
	AM 菌处理	9	0.018 97	0.002 108	5.76***	V9506	28.00cd	0.115de	121.73	115.00
	误差	27	0.009 88	0.000 366		V9507	34.50abc	0.158abc	150.00	158.00
	总的	39	0.030 5			V9508	42.50a	0.165ab	184.78	165.00
	CK					V9004	33.00abc	0.173a	143.48	173.00
					CK	23.00d	0.100e	100	100	

注:差异显著性检验水平,\*\*\*:  $p=0.001$ ;ns 为不显著

注:苗高或地径指标,同一列中,字母相同者为不显著。

### 3 结语

调查证明华南地区木麻黄人工林土壤中 AM 菌资源有 15 种, 隶属 3 个科 5 个属, 其中在福建、广西和海南木麻黄人工林中出现 4 个优势种, 分别是蜜色无梗囊霉, 两型球囊霉, 台湾球囊霉和美丽盾巨囊霉。同时, 调查证明球囊霉属是华南地区木麻黄人工林 AM 菌的重要种群。

接种试验表明, 9 种 AM 菌株对山地木麻黄幼苗有显著的促生效果, 其苗高比对照增加了 21.73%—84.78%, 地径比对照增加了 15.00%—73.00%, 接种效果非常明显; 菌种或菌株间存在明显差异, 其中以 V9508、V9004、V9502、V9504、V9507 和 V9503 菌株的接种效果较好, 苗高比对照增加 43.48%—84.78%, 地径比对照增加 40.00%—73.00%。

木麻黄是华南沿海地区防风固沙及造林绿化不可替代的主栽树种, 开展对木麻黄 AM 菌的研究与应用, 对今后木麻黄苗木生产及幼林生长有重要的意义。建议进一步扩大 AM 菌的应用范围和应用面积。

### 参考文献:

- [1] 弓明钦, 陈应龙, 仲崇禄. 菌根研究与应用[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997
- [2] Rose S H. Mycorrhizal associations of some actinomycete nodulatea nitrogen-fixing plants[J]. Can J Bot, 1980, 58: 1449—1454
- [3] Chung H H, Liu S C. *Frankia* and endomycorrhizae association in coastal windbreak plantation of *Casuarina*[A]. Proceedings of 18<sup>th</sup> IUFRO World Congress, Div. 2, Vol. . Forest Plant and Forest Protection[C], 1986. 455—468
- [4] National Academy of Science (NAS). *Casuarina*: Nitrogen-fixing Trees for Adverse Sites[M]. National Academy Press, Washington D C, 1984
- [5] Midgley S J, Turnbull J W, Johnson R D. *Casuarina* Ecology, Management and Utilization[M]. CSIRO, Melbourne, 1983
- [6] Raman N, Elumalai S. Studies of mycorrhizal and actinorhizal association in *Casuarina equisetifolia* in Coramandal coastal region[J]. J of Tropical Forestry, 1991, 7(2): 138—150
- [7] Diem H G, Gueye I, Ganinazzi-Pearson, et al. Ecology of VA mycorrhizae in the tropics: the semi-arid zone of Senegal[J]. Oecol Plantarum, 1981, 2: 53—62
- [8] Khasa P, Furlan V, Lumande K. Root symbionts of important forest species in Zaire[J]. Bois et Forests Tropiques, 1990, 224: 27—33
- [9] Mejjstrik V K. Mycorrhiza in some plant desert species in Algeria[J]. Plant and Soil, 1993, 71: 363—366
- [10] Sidhu O P, Behl H M, Gupta M L, et al. Occurrence of VAM in *Casuarina equisetifolia* L. [J]. Current Science, 1990, 59(8): 422—423
- [11] Chung H H. Mycorrhizal association and the establishment of coastal windbreaks of *Casuarina* on Penghu Island[A]. Proceedings of Workshop on Multipurpose Tree Species [C]. Taiwan Forestry Research Institute, 1989. 43—46
- [12] Zhong Chonglu, Gong Mingqi, Chen Yu, et al. Inoculation of *Casuarina* with ectomycorrhizal fungi, vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and *Fankia* [A]. In: Brundett M, Dell B, Malajczuk N, et al. Mycorrhizas for Plantation Forestry in Asia[C]. ACIAR Proceedings. No. 62, 1995. 122—126
- [13] 仲崇禄, 弓明钦, 康丽华. 土壤元素与木麻黄生长和 VA 菌根菌感染率的关系[J]. 林业科学研究, 1998, 11(2): 135—141
- [14] 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
- [15] 张美庆, 王幼珊, 邢礼军. 我国东南沿海地区 AM 真菌群落生态分布研究[J]. 菌物系统, 1998, 17(3): 274—277
- [16] 张美庆, 王幼珊, 王克宁. AM 真菌在我国东南各省土壤气候带的分布[J]. 菌物系统, 1999, 18(2): 145—148
- [17] Gerdemann J W, Nicolson T H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decating [J]. Trans Brith Mycol, 1963, 46: 235—244

## Investigation of AM Fungi under *Casuarina* Plantations and Inoculating Experiment for *Casuarina junghuhnian* Seedlings

ZHONG Chong-lu<sup>1</sup>, GONG Ming-qin<sup>1</sup>, LIN Shi-quan<sup>2</sup>, CHEN Yu<sup>1</sup>, WANG Feng-zhen<sup>1</sup>

(1. Research Institute of Tropical Forestry, CAF, Guangzhou 510520, Guangdong, China;

2. Dianbai Forest Disease and Insect Prevention and Quarantine Center, Dianbai 525400, Guangdong, China)

**Abstract :** The 15 species belonging to 3 families, 5 genera of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi were found in field survey under *Casuarina* plantations in southern China, of which there were 4 dominant species of AM fungi. In the 15 species, there were 9 species of *Glomus* spp. which was 60% in the given total species, and there were 1 or 2 species of *Acaullospora* spp., *Gigaspora* spp., *Scutellospora* spp. and *Sclerocyttis* spp. An inoculating experiment for *Casuarina junghuhnian* seedlings was carried out in the glasshouse, with a complete randomized block design at 9 AM fungus and 1 control treatments. The results showed that AM fungi significantly improved seedling growth in height and diameter at 16 months old after inoculating, and there were differences between different AM fungus species or isolates. The isolates V9508, V9004, V9502, V9504, V9507 and V9503 are more effective, seedlings heights increased by 43.48% 84.78% and diameters increased by 40.00% 73.00%, compared with non-inoculation treatment.

**Key words :** *Casuarina*; arbuscular mycorrhizal fungus; plantation; seedling inoculation