

文章编号: 1001-1498(1999) 06-0581-04

# 浙江地区的银杏 V A 菌根真菌\*

陈连庆, 韩宁林

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江富阳 311400)

摘要: 通过对浙江地区银杏共生菌根的调查研究, 肯定了银杏为内生菌根树种, 并首次发现, 自然界有4属共9种真菌能使银杏形成 V A 菌根, 其中硬囊霉属(*Sclerocystis*) 1种, 球囊霉属(*Glomus*) 5种, 盾巨孢囊霉属(*Scutellospora*) 1种, 巨孢囊霉属(*Gigaspora*) 2种。

关键词: 银杏; V A M 真菌; 硬囊霉属; 球囊霉属; 盾巨孢囊霉属; 巨孢囊霉属

中图分类号: S718.81

文献标识码: A

菌根是真菌和高等植物联合形成的共生体, 泡囊-丛枝菌根(V A M)是菌根类型中重要的一类。V A M 真菌和世界上90%以上的植物种类都能形成共生体, 真菌通过菌根这种共生体, 对植物产生多方面的影响。它能改善植物的营养状况, 维持和促进植物生长, 以及在某些条件下对提高产量和改善品质都具有不可忽视的作用。具有“活化石”之称的银杏(*Ginkgo biloba* L.), 经对其根组织解剖、镜检鉴定确定为内生菌根树种, 其菌根具有典型的泡囊(Vesicles)和丛枝(Arbuscules)结构, 简称 V A 菌根。经过作者对浙江省散生、人工林分 and 苗圃地银杏进行共生真菌资源调查, 现已发现4属9种真菌能与银杏发生共生关系, 形成 V A 菌根。这对高产高效叶用银杏的速生丰产, 将起着重要的作用。现将银杏 V A M 真菌种类报道导如后。

## 1 材料与方法

### 1.1 采样

在浙江省银杏散生、人工林分 and 育苗圃地上, 挖取20 cm 深含有银杏根和根际土的混合土样, 质量约2 kg, 记录采样情况。

### 1.2 孢子的筛选和鉴定

称取土样20 g, 采用倾注湿筛法筛选孢子<sup>[1]</sup>。对各级筛目网面上的物质, 用自来水多次冲洗, 然后分别转移到培养皿中。在 X T T 立体显微镜下, 把各级孢子全部挑选出来, 于光学显微镜下逐个观测, 鉴定到种<sup>[2,3]</sup>。

## 2 结果与讨论

通过孢子鉴定, 现已发现1科4属9种真菌, 能与古老树种银杏发生共生关系, 形成 V A 菌根。

收稿日期: 1999-05-31

基金项目: 浙江省科委重点攻关项目(编号: 952072A) “高产高效叶用银杏促成栽培”研究课题(1995 ~ 1999年)的部分内容。

\* 北京市农林科学院张美庆研究员帮助菌种审定, 特此致谢。

第一作者简介: 陈连庆(1943-), 男, 河北唐山人, 研究员。

## 2.1 浙江地区银杏 VAM 真菌

### 2.1.1 枫香硬囊霉

*Sclerocystis liquidambaris* Wu & Chen, Trans. Mycol. Soc. R. O. C., 2: 73, 1987.

孢子果圆球形或近圆球形,直径370~560  $\mu\text{m}$ ,棕黑色,孢子果由呈放射状排列的厚垣孢子组成,并被‘侧丝结构’的顶部封闭包裹。‘侧丝结构’圆柱形,棒形至匙形,部分顶端产生分叉,深褐色,壁厚3~5  $\mu\text{m}$ ,长度达200  $\mu\text{m}$ ,起自中心菌丝丛,穿过厚垣孢子层,进入包被,顶部把孢子果紧紧封裹住。厚垣孢子圆柱状棒形至倒卵形,110~125  $\mu\text{m} \times 4 \sim 60 \mu\text{m}$ ,棕色至深棕色,孢壁顶端厚17~22  $\mu\text{m}$ ,基部厚7~8  $\mu\text{m}$ ,侧壁厚3~3.5  $\mu\text{m}$ 。有时有透明的内生孢子。

标本号: ZJYX96002, ZJYX97006。

宿主植物: 银杏。

### 2.1.2 摩西球囊霉

*Glomus mosseae* (Nicol. & Gerd.) Gerd. & Trappe, Mycologia Mem., 5: 40, 1974.

孢子圆球形至近圆球形,有时呈不规则形,单生,或端生于根外菌丝丛中,或枯根内,或孢子果内。大部分孢子果只含1个孢子,直径105~260  $\mu\text{m}$ ,孢子壁厚1.5~4.5  $\mu\text{m}$ ,有2层:外壁无色透明,0.5~1  $\mu\text{m}$ ,成熟后常脱落,内壁淡黄或浅黄棕色,1.5~3  $\mu\text{m}$ 。壁在连点处增厚至6  $\mu\text{m}$ ,连点漏斗状,宽10~35  $\mu\text{m}$ ,漏斗底部有厚凹隔。连孢菌丝8  $\mu\text{m}$ 左右。

标本号: ZJYX96001, ZJYX97008。

宿主植物: 银杏。

### 2.1.3 聚丛球囊霉

*Glomus aggregatum* Schenck & Smith emend. Koske, Mycologia, 77: 621~623, 1985.

孢子果由疏松、无包被的孢子聚积而成,淡黄色或淡黄棕色至黄棕色,直径250~800  $\mu\text{m}$ 。孢子在孢子果内生成,或在土中单生,球形,30~100  $\mu\text{m}$ ,椭圆形或不规则形,45~100  $\times$  30~80  $\mu\text{m}$ 。孢子壁1层或2层,厚1.5~2.5  $\mu\text{m}$ ,如有2层,外层稍厚。孢壁在基部略增厚。

标本号: ZJYX96003, ZJYX97010。

宿主植物: 银杏。

### 2.1.4 地球囊霉

*Glomus geosporum* (Nicol. & Gerd.) Walker, Mycotaxon, 15: 56, 1982.

*Glomus macrocarpum* var. *geosporum* (Nicol. & Gerd.) Gerd. & Trappe, Mycologia Memoir, 5: 55, 1974.

厚垣孢子在土壤中单生。孢子深黄棕色至深红棕色,或黑红色,多为圆形至近圆形,或椭圆形、扁圆形,偶有梨形等,直径100~170  $\mu\text{m}$ 。孢壁厚5~12  $\mu\text{m}$ ,分3层。外层无色透明,厚1  $\mu\text{m}$ ,成熟后常脱落;第2层黄棕色,厚4~10  $\mu\text{m}$ ;内层淡黄色,膜状,小于或等于1  $\mu\text{m}$ ,紧附于第2层,有时不易分辨。孢壁在连点部位增厚明显,连点宽11~27  $\mu\text{m}$ ,直或小喇叭状,有时缢缩。连点处有隔,隔源于内壁。连孢菌丝宽8~12  $\mu\text{m}$ ,直或向孢子一侧弯曲,其壁在连点处厚6~8  $\mu\text{m}$ ,向下逐渐减薄,至距连点30~90  $\mu\text{m}$ 后减至1  $\mu\text{m}$ 。

标本号: ZJYX96005, ZJYX97001。

宿主植物: 银杏。

### 2.1.5 变形球囊霉

*Glomus versiforme* (Karsten) Berch, Can. J. Bot., 61: 2608 ~ 2617, 1983.

孢子单生于土壤, 黄色, 直径95 ~ 300  $\mu\text{m}$ 。连孢菌丝无色透明, 粗处达10  $\mu\text{m}$ , 并嵌入孢壁。孢壁由3层组成, 第3层在透色光下呈亮金黄色, 该种能生成地表孢子果, 只是一般难于发现。

标本号: ZJYX96013, ZJYX97012。

宿主植物: 银杏。

#### 2. 1. 6 苏格兰球囊霉

*Glomus caledonium* (Nicol. & Gerd.) Trappe & Gerd., Mycologia Memoir, 5: 56, 1974.

Syn. *Endogone macrocarpa* var. *caledonia* Nicol. & Gerd., Mycologia, 60: 318, 1968.

厚垣孢子土壤中单生。孢子淡黄色, 圆形或近圆形, 直径100 ~ 300  $\mu\text{m}$ 。孢子壁2层, 分2组: A组1层, 无色透明, 厚1 ~ 2  $\mu\text{m}$ , 在连点处略增厚, 易和内壁分离; B组1层, 淡黄色, 层状, 厚2 ~ 8  $\mu\text{m}$ 。菌丝连点宽10 ~ 35  $\mu\text{m}$ , 直或小喇叭状, 外壁伸入连孢菌丝一段距离, 连点处有一薄隔。连孢菌丝直径9 ~ 12  $\mu\text{m}$ , 色较浅。在 Melzer's 试剂中, 外壁呈现粉红至红色, 内壁呈鲜黄至桔黄色, 连丝显红色。在棉蓝试剂中, 外壁和连丝均呈蓝色, 内壁则不染色。

标本号: ZJYX96011, ZJYX97005。

宿主植物: 银杏。

#### 2. 1. 7 异配盾孢囊霉

*Scutellospora heterogama* (Nicol. & Gerd.) Walker & Sanders, Mycologia, 77: 702 ~ 720, 1985.

孢子单生于土壤中, 顶生或侧生鳞茎状柄样细胞上。孢子圆形或近圆形, 170 ~ 190  $\mu\text{m}$   $\times$  200 ~ 225  $\mu\text{m}$ , 在落射光下黄棕色至红棕色。孢子壁由4层组成, 分2组:  $W_1$ 与 $W_2$ 紧密联合为一个壁组。 $W_1$ 为具有疣状乳突的均一壁, 黄棕色, 厚1 ~ 2  $\mu\text{m}$ , 疣排列紧密, 高0.5 ~ 1.0  $\mu\text{m}$ ;  $W_2$ 为层状壁, 黄棕至红棕色, 4 ~ 5  $\mu\text{m}$ 厚。 $W_3$ 和 $W_4$ 为一个壁组, 两层之间易被无定形内含物将其分开。 $W_3$ 和 $W_4$ 均为无色膜状壁, 厚度小于1  $\mu\text{m}$ 。鳞茎状柄样细胞33 ~ 35  $\mu\text{m}$ 宽, 上有1 ~ 2个栓样菌丝突起。萌芽盾片在破裂孢子的基部可见, 淡黄色至黄色。在萌芽盾片的边缘或沿伸至中部有排列成环状的萌芽孔。孢子萌发时, 芽管由萌芽孔伸出。

标本号: ZJYX96009, ZJYX97004。

宿主植物: 银杏。

#### 2. 1. 8 巨大孢囊霉

*Gigaspora gigantea* (Nicol. & Gerd.) Gerdemann & Trappe, Mycologia Memoir, 5: 76, 1974.

拟接合孢子单生于土壤, 圆形或椭圆形, 180 ~ 350  $\mu\text{m}$   $\times$  250 ~ 380  $\mu\text{m}$ , 孢子黄色至黄绿色。孢子壁为一层薄的外壁紧紧覆盖在一层内壁上, 内壁厚5 ~ 7  $\mu\text{m}$ 。球茎状柄样细胞40 ~ 50  $\mu\text{m}$ , 有一较长的菌丝与其连接, 连孢菌丝宽41 ~ 51  $\mu\text{m}$ , 孢囊生于土中, 20 ~ 37  $\mu\text{m}$   $\times$  20 ~ 34  $\mu\text{m}$ , 1 ~ 15个聚生于卷曲的菌丝上, 在孢囊顶端形成小刺。

标本号: ZJYX96006, ZJYX97002。

宿主植物: 银杏。

#### 2. 1. 9 珍珠孢囊霉

*Gigaspora margarita* Becker & Hall, Mycotaxon, 4: 155 ~ 160, 1976.

该种与 *Gigaspora gigantea* 较相似, 但可以从孢子的颜色和孢子壁的结构加以区别开来。*Gigaspora gigantea* 的孢子为黄色, 孢子壁为一层薄的外壁紧紧覆盖在一层内壁上, 而该种孢子为白色或透明, 孢子壁由4~10层组成的层状壁, 每层厚1~2 μm。

标本号: ZJYX96012, ZJYX97007。

宿主植物: 银杏。

## 2.2 银杏 VA 菌根真菌孢子数量的季节性变化

从1996年1月至1997年12月, 在每个季度内选有代表性的月份到银杏地取样作菌根真菌筛选, 调查每个季节 VA 菌根真菌孢子的数量。调查结果表明, 夏季和秋季的孢子数量较高, 每百克干土中, 平均各种活孢子的总量达200个以上; 春季平均总量在100个左右, 冬季平均只有30个孢子。由此可见, 银杏在夏秋季生长发育高峰期时, 共生 VA 菌根真菌的生活力最强, 产生的孢子量也最多。

## 参考文献:

- [1] Daniels B A, Skipper H D. Methods and principles of mycorrhizal research[J]. 1982. 29~35.
- [2] 郭秀珍, 毕国昌. 林木菌根及应用技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1989. 87~105, 216~263.
- [3] Schenck N C, Yvonne P. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi, INVAM[M], Gainesville, Florida, 1988.
- [4] 王幼珊, 张美庆, 邢礼军, 等. 我国东南沿海地区的 VA 菌根真菌[J]. 真菌学报, 1996, 15(3): 161~165.
- [5] 张美庆, 王幼珊. 我国北部的七种 VA 菌根真菌[J]. 真菌学报, 1991, 10(1): 13~21.
- [6] 张美庆, 王幼珊. 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.
- [7] 吴铁航, 郝文英, 林先贵, 等. 红壤中的 VA 菌根真菌(球囊霉属)的种类和生态分布[J]. 真菌学报, 1995, 14(2): 81~85.
- [8] 张美庆, 王幼珊. 我国北部的八种 VA 菌根真菌[J]. 真菌学报, 1992, 11(4): 258~267.
- [9] 吴铁航, 郝文英. 我国 VA 菌根真菌的两个新记录种[J]. 真菌学报, 1994, 13(4): 310~311.

# Identification of Ginkgo VA Mycorrhizal Fungi in Zhejiang Province

CHEN Lian-qing, HAN Ning-lin

(The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China)

**Abstract:** An investigation was made from 1996 to 1997 in order to make sure that ginkgo is the host of VA mycorrhizal fungi. The results showed that 9 species of fungi belonging to 4 genera can form VA mycorrhizae in ginkgo. They were *Sclerocystis* (*S. liquidambaris*), *Glomus* (*G. mosseae*, *G. aggregatum*, *G. geosporum*, *G. versiforme* and *G. caledonium*), *Scutellospora* (*S. heterogama*) and *Gigaspora* (*G. gigantea* and *G. margarita*).

**Key words:** ginkgo; VA mycorrhizal fungi; *Sclerocystis*; *Glomus*; *Scutellospora*; *Gigaspora*