

定西柠条 VA 菌根真菌特征及种类研究

王亚军, 唐 明, 迪丽努尔
(西北农林科技大学林学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 对从甘肃定西安定区采集的柠条 VA 菌根真菌进行分离, 共鉴定出 8 种 VA 菌根真菌: 缩球囊霉 (*Glomus constrictum* Trappe), 地球囊霉 (*Glomus geosporum* Gerdemann, J. W and J. M. Trappe), 集球囊霉 (*Glomus fasciculatu* Gerd. & Trappe emend. Walker & Koske), 两型球囊霉 (*Glomus dimorphicum* Boyetchko & Tewari), 微丛球囊霉 (*Glomus microaggregatum* Koske Gemma & Olexia), 苏格兰球囊霉 (*Glomus caledonium* (Nicol. & Gerd.) Gerd. & Trappe), 副冠球囊霉 (*Glomus coronatum* Giovannetti) 和巨大巨孢囊霉 (*Gigaspora gigantea* Gerd. & Trappe)。并对这 8 种 VA 菌根真菌的主要形态进行了描述, 分析了其侵染情况及结构特征。

关键词: VA 菌根真菌; 柠条; 甘肃定西
中图分类号: Q934 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)03-0215-04

菌根 (*mycorrhiza*) 是土壤中的菌根真菌菌丝与高等植物营养根系形成的一种联合体, 是自然界中一种普遍的植物共生现象。VA 菌根真菌 (*Vesicular - Arbuscular Mycorrhizal Fungi*) 即泡囊丛枝菌根真菌, 在分类学上属于接合菌亚门 (*Zygomycotina*) 接合菌纲 (*Zygomycetes*) 内囊霉目 (*Endogonaceae*)。其形成菌根的主要特征包括泡囊 (*Vesicles*)、丛枝 (*Arbuscules*)、菌丝 (*hyphae*)、孢子 (*Spores*) 等, 是菌根中最普遍的一种类型。世界上 80% 以上的陆生植物都能够与 VA 菌根真菌形成 VA 菌根。它的存在可以明显改善宿主植物对土壤中磷、锌、钙等多种矿质元素与微量元素的转化、吸收和输送, 以及促进激素和抗生素的生成和水分的吸收等。另外, VA 菌根对于提高宿主植物在不良环境下的抗御能力, 增强宿主植物对干旱、盐碱、重金属毒害及病害等的抗性有重大意义, 特别是在旱地造林中, VA 菌根对造林成活率起着重要作用^[1,2]。

柠条 (*Caragana korshinskii* Kom.) 是定西地区的主要造林树种, 又名柠条锦鸡儿、牛筋条, 是豆科锦鸡属多年生落叶灌木, 喜生于固定、半固定沙地, 在流动沙地、覆沙戈壁或丘间谷地、干河床边都能生长, 抗寒、耐热, 根系强大, 入土深, 能充分利用土壤深层水分, 抗旱性很强, 是防风固沙、保持水土的优良灌木。本文报导对该地区柠条根际的 VA 菌根真菌初步研究结果, 旨在为在旱地造林中开发应用旱地 VA 菌根真菌资源奠定基础。

1 材料与方法

1.1 标本采集

1.1.1 采集地概况

定西位于甘肃中部, 属温带半湿润和中温带半干旱区, 大陆性气候明显, 年平均气温 5.7~7.7℃, 年平均降雨量少于 400 mm, 主要集中在秋季, 全年日照时数 2500 h, 日照百分率 56%, 年平均气温 6.3℃。该地区干旱缺雨, 温差较大, 最长连续无降水日达 44 d 之久, 以春旱、伏旱最多, 春旱影响春季造林, 伏旱影响秋季植树。因此该地区适宜种草种灌木, 不适宜荒山大规模种乔木。

1.1.2 采集方法

在甘肃定西安定区采集柠条的根系, 采用五点采样法, 先除去 5 cm 厚的表层土, 然后挖 10~20 cm 深的土壤剖面, 剪取带有细根的根系, 将根系洗净后装入盛有 FAA 固定液的离心管中, 将根际土装入土壤盒中, 密封带回。

1.2 研究方法

将采回的根系剪成 0.5~1.0 cm 长的根段, 采用 Philips 和 Haymay 染色方法^[2,7]观察菌根形态特征和计算菌根真菌侵染率。用湿筛倾析法^[3]筛取根系土壤中 VA 菌根真菌的孢子, 分别用水、乳酚、棉兰、Melzer 试剂、PVLG (聚乙烯醇-乳酸-甘油) 和 PVL (聚乙烯醇-乳酸酚) 等为浮载剂制片^[4], 在光学显微镜下观察, 参照 Schenck 和 Perez (1988) 的“VA 菌根真菌鉴定手册”^[3]以及其它有关 VA 菌根

收稿日期: 2005-12-24
基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30225035)
作者简介: 王亚军 (1979-), 男, 甘肃定西人, 在读硕士, 主要从事菌根真菌的研究。

真菌鉴定的文献资料,对筛选的孢子进行鉴定。标本保存于西北农林科技大学林学院微生物研究室。

2 结果与分析

2.1 VA 菌根的结构特征

通过对柠条根系染色镜检发现,在被侵染的根系中,泡囊数量很多,未见丛枝结构,侵染率为 89.90%,侵染等级 5 级。泡囊形成于根内皮层细胞

间隙和细胞内,由主菌丝和分叉菌丝顶端膨大形成(图 1—3),在根内的分布不均匀,最多的根段中可达 132 个,形状多样,呈卵形、椭圆形、圆形或梨形(图 4—9),直径 25~100 μm ,主菌丝顶端膨大形成的泡囊较分菌丝上的大。菌丝在皮层细胞间隙和细胞内纵向生长,有部分菌丝侧向分支进入表皮细胞以及细胞间隙,无隔膜,主菌丝较宽为 8 μm ,分菌丝为 3~5 μm 。

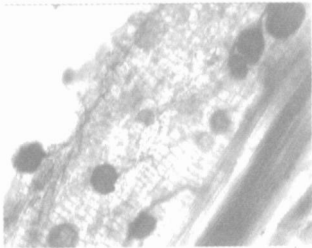


图 1

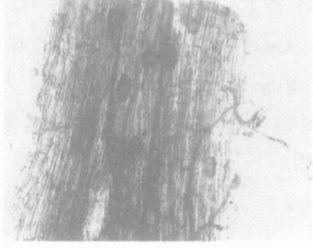


图 2

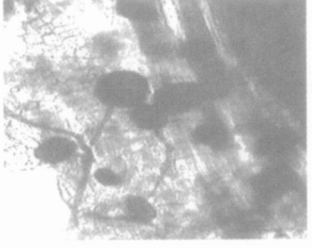


图 3

图 1—3 定西柠条侵染根段中泡囊的整体生长状况

Picture 1—3 the whole growing states of Vesicles in the infected root segment of Dingxi *Caragana Korshinkii* Kom

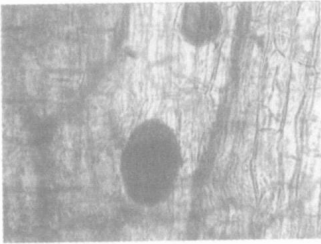


图 4(卵圆形)

Picture 4(ovate shape)

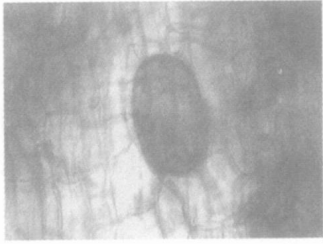


图 5(椭圆形)

Picture 5 (elliptic shape)

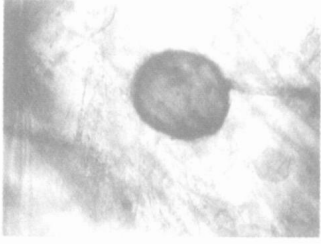


图 6(圆形)

Picture 6 (round shape)

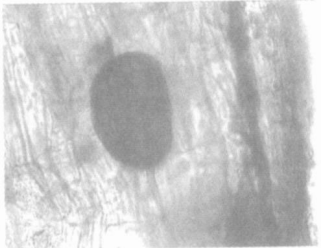


图 7(梨形)

Picture 7 (pyriform shape)

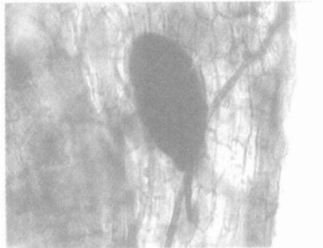


图 8(长椭圆形)

Picture 8 (long-elliptic shape)

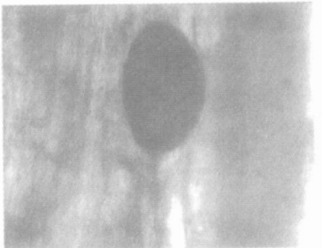


图 9(扁椭圆形)

Picture 9 (flat-elliptic shape)

图 4—9 定西柠条侵染根段中各种形状的泡囊

Picture 4—9 the different shapes of Vesicles in the infected root segment of Dingxi *Caragana Korshinkii* Kom

2.2 VA 菌根的真菌种类

采用湿筛倾析法分离 VA 菌根真菌孢子,在定西柠条根际土壤中鉴定出球囊霉(*Glomus* Tul.)和巨孢囊霉属(*Gigaspora* Gerdemann et Trappe) 2 属共 8 种 VA 菌根真菌,其种的特征如下:

2.2.1 缩球囊霉(*Glomus constrictum* Trappe)

孢子单生,红棕色、深红棕色到黑棕色,有的孢子颜色鲜艳,球形或椭圆形,直径 122~183 μm 。孢

壁单层,层状壁,5~11 μm ,孢壁外有时有碎屑物质,成熟时脱落。连点缢缩,宽度 12~23 μm ,内壁封闭或不封闭,仅留一狭小孔道,孔径 1~4 μm 。连孢菌丝在连点以下膨大至 16~34 μm ,颜色为淡黄色至黄棕色,有时连孢菌丝向孢子一侧弯曲。

标本号 DXNT—0503, DXNT—0504, DXNT—0505, DXNT—0508, DXNT—0513, DXNT—0518, DXNT—0530, DXNT—0534, DXNT—

0541, DXNT-0548

该种由方宇澄等于 1986 年报道为我国新纪录种^[8]。

2.2.2 地球囊霉 (*Glomus geosporum* Gerdemann, J. W and J. M. Trappe)

孢子单生于土中,球形、椭圆形或梨形,直径 130~200 μm ,深棕黄色、红棕色或深红棕色。孢壁厚 7~12 μm ,分 2~3 层;W₁ 无色,0.5 μm ,易脱落;W₂ 黄棕色或淡红棕色,层状,5.5~11 μm ;W₃ 淡黄色,厚 0.5~1 μm 。连孢菌丝淡黄色或淡黄棕色,菌丝宽 13~26 μm ,在连点处直或缢缩。连点宽 12~26 μm ,由壁封闭。

标本号:DXNT-0501, DXNT-0502, DXNT-0510, DXNT-0527, DXNT-0545, DXNT-0553, DXNT-0555

该种 1989 年由王平等报道为我国新纪录种^[8]。

2.2.3 集球囊霉 (*Glomus fasciculatu* Gerd. & Trappe emend. Walker & Koske)

厚垣孢子单生于土壤中,未发现孢子果。孢子椭圆至近椭圆形,95~212 μm ,黄色或黄棕色,孢壁厚 5~10 μm ,可分为三层;W₁ 透明易逝,0.5 μm ,不易观察到;W₂ 枯草黄色或淡黄色,层状壁,3~8 μm ;W₃ 淡黄色, ≤ 1 μm ,不易观察。连孢菌丝淡黄色或淡黄棕色,直形或扩张。连点处直形或小喇叭形,连点宽 14~32 μm ,连点孔开放。

标本号:DXNT-0515, DXNT-0523, DXNT-0540, DXNT-0554

该种 1986 年由吴继光等首次以“聚生球囊霉”报道为我国新纪录种^[8],1992 年张美庆以“集球囊霉”再次报道^[10],赵之伟于 1998 年也有报道^[13]。

2.2.4 两型球囊霉 (*Glomus dimorphicum* Boye-tchko & Tewari)

孢子两型,土中单生或丛生,单生孢子黄棕至红棕色,圆形或近椭圆形(85~127) $\mu\text{m} \times$ (90~135) μm ,孢壁三层;W₁ 透明或淡黄色,易逝壁,厚 0.5~1 μm ,成熟后脱落;W₂ 浅黄色,成熟后成红棕色,层状,厚 2.5~7 μm ;W₃ 膜状,紧贴 W₂,0.5 μm 。连孢菌丝浅黄至黄棕色,宽 12~26 μm 。连点有时略有缢缩,不封闭,宽 10~18 μm 。

标本号:DXNT-0544, DXNT-0549, DXNT-0551, DXNT-0552

该种 1998 年由王幼珊等报道为我国新纪录种^[12]。本实验中所鉴定的孢子与前人描述相比,孢子直径较大,其它描述一致。

2.2.5 微丛球囊霉 (*Glomus microaggregatum*

Koske Gemma & Olexia)

孢子成丛或团生于土壤中,孢子淡黄色至黄棕色,形状多样,以椭圆形居多(25~38) $\mu\text{m} \times$ (33~48) μm ,壁单层 1~2 μm ,偶有两层,每层厚 0.5~1 μm 。连孢菌丝与孢子同色,宽 1.5~3 μm ,壁厚 1 μm 。连点宽 3 μm ,封闭或不封闭,有时有隔或在连点下堵塞。

标本号:DXNT-0522

该种 1996 年由张美庆等报道为我国新纪录种^[11]。

2.2.6 苏格兰球囊霉 (*Glomus caledonium* (Nicol. & Gerd.) Gerd. & Trappe)

孢子单生,深黄色或黄色,球形、近球形或不规则形,直径 200~275 μm 。孢壁两层,总厚度 5~10 μm ,W₁ 非常淡的黄色,1 μm ;W₂ 枯草黄色,层状壁,4~9 μm 。连点直或呈小喇叭状,宽 24~41 μm ,距离连点处 15~18 μm 处有一横隔,隔厚 2~3 μm 。连孢菌丝较孢子颜色淡,宽 22~25 μm ,壁厚 3~4 μm 。

标本号:DXNT-0517, DXNT-0528, DXNT-0529, DXNT-0532

本种由吴继光等于 1986 年首次报道为我国新纪录种^[8]。

2.2.7 副冠球囊霉 (*Glomus coronatum* Giovannetti)

厚垣孢子单生于土中,淡红棕色至红棕色,球形或椭圆形,直径 142~165 μm ,孢壁两层;W₁ 无色,易逝壁, ≤ 1 μm ,成熟时脱落;W₂ 颜色较孢子深,层状壁,厚 5~10 μm 。连孢菌丝漏斗形,在连点处加宽至 21~33 μm ,连点处菌丝壁厚 2~11 μm ,自连点向下菌丝壁渐薄,菌丝减细至 15~17 μm ,壁厚 2~3 μm ,颜色变浅至黄色,连点孔开放。

标本号:DXNT-0509, DXNT-0512, DXNT-0519, DXNT-0521, DXNT-0539

该种由唐明等于 2004 年首次报道为我国新纪录种^[5]。

2.2.8 巨大巨孢囊霉 (*Gigaspora gigantean* Gerd. & Trappe)

孢子单生于土壤中,椭圆形 185 $\mu\text{m} \times$ 160 μm ,黄棕色。连点基部有一鳞茎状的胚柄状细胞,孢子端生于柄状细胞上。胚柄状细胞与孢子同色,近椭圆形,18 $\mu\text{m} \times$ 15 μm ,壁厚度不一,3~8 μm ,连点处最厚。孢子壁厚 6~7 μm ,两层;W₁ 淡黄棕色,易碎,厚 1.5~2 μm ;W₂ 黄棕色,厚 5 μm 。柄状细胞下端有连孢菌丝,黄色,宽 11 μm ,壁厚 3~4.5 μm 。

标本号:DXNT-0526

该种由吴继光等于 1986 年首次以“极大巨孢囊霉”报道为我国的新纪录种^[8,9], 后吴铁航 1995 年以“巨大巨孢囊霉”再次报道^[6]。

3 结论与讨论

甘肃定西柠条的菌根化程度很高, 其侵染率达 89.90%, 侵染等级属于 5 级, 在被侵染的根系中未见丛枝结构, 其原因是采样时间为七月中旬, 而根系中形成的丛枝结构存活期很短, 一般在形成后 1~3 个周内即开始萎缩分解^[4]。同时对柠条根际土壤中的 VA 菌根真菌进行分离, 发现存在大量的 VA 菌根真菌, 共鉴定出 8 种 VA 菌根真菌。

柠条作为干旱地区的重要土著灌木树种, 其优越的生态效应首先取决于其自身的生理特性, 同时根际土壤中大量的 VA 菌根真菌资源在提高柠条的抗逆性方面也扮演了重要的角色。柠条根际土壤中丰富的 VA 菌根真菌资源可作为 VA 菌根真菌菌剂生产中重要的菌种来源, 为其在荒山绿化、保土固沙发挥重要作用。

参 考 文 献:

[1] 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.

[2] 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.

[3] Schenck N C. Methods and principles of mycorrhizal research[J]. Amer. Phytopath. Soc. St. Paul MN, 1982, 1—80.

[4] 唐 明. 陕西林木菌根研究[M]. 西安: 西安地图出版社, 2000.

[5] 唐 明, 薛 翥, 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.

[6] 吴铁航, 郝文英, 林先贵. 红壤中 VA 菌根真菌(球囊霉目)的种类和生态分布[J]. 真菌学报, 1995, 14(2): 81—85.

[7] Phillips J M, Hayman D S. Improved procedures for clearing and staining parasitic and staining parasitic and vesicular-arbuscular Mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection[J]. Trans. Br. Mycol. Soc., 1970, 55: 158—161.

[8] 王发园, 林先贵, 周健民. 中国 AM 真菌的生物多样性[J]. 生态学杂志, 2004, 23(6): 149—154.

[9] 王淼焱, 刁志凯, 刘润进. 巨孢囊霉科真菌已知种及其分布特点[J]. 菌物研究, 2004, 2(3): 6—11.

[10] 张美庆, 王幼珊, 黄 磊. 我国北部的八种 VA 菌根真菌[J]. 真菌学报, 1992, 11(4): 258—267.

[11] 张美庆, 王幼珊, 王克宁, 等. 我国东南沿海的 VA 菌根真菌 II [J]. 真菌学报, 1996, 15(4): 241—246.

[12] 王幼珊, 张美庆, 王克宁, 等. 我国东南沿海的 VA 菌根真菌 IV [J]. 菌物系统, 1998, 17(4): 301—303.

[13] 赵之伟. 云南热带、亚热带蕨类植物根际土壤中的 VA 菌根真菌[J]. 云南植物研究, 1998, 20(2): 183—192.

A study on characters and species of vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi of caragana korshinkii Kom in Gansu Dingxi

WANG Ya-jun, TANG Ming, DI Linuer

(College of Forestry, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 8 species were obtained from the study of VAM fungal resources in Gansu Dingxi. They were *Glomus constrictum* Trappe; *Glomus geosporum* Gerdemann, J. W and J. M. Trappe; *Glomus fasciculatu* Gerd. & Trappe emend. Walker & Koske; *Glomus dimorphicum* Boyetchko & Tewari; *Glomus microaggregatum* Koske Gemma & Olexia; *Glomus caledonium* (Nicol. & Gerd.) Gerd. & Trappe; *Glomus coronatum* Giovannetti; *Gigaspora gigantean* Gerd & Trappe; The main morphological characters of the eight species were described. The infectious intensity of AMF and the characters of mycorrhizal structure were analyzed.

Keywords: VA mycorrhizal fungi; *Caragana Korshinkii* Kom; Gansu Dingxi