

微生物学报 *Acta Microbiologica Sinica*
50(5):681-686; 4 May 2010
ISSN 0001-6209; CN 11-1995/Q
<http://journals.im.ac.cn/actamicrocn>

攀枝花市麻疯树根际土壤内生菌根菌分布特征

林静¹, 林强^{1*}, 庞德炳²

(¹ 四川省林业科学研究院, 成都 610081)

(² 四川雪宝顶自然保护区, 平武 622550)

摘要:【目的】研究天然麻疯树根际土壤中内生菌根菌孢子果密度, 揭示麻疯树根际土壤中内生菌根菌的分布特征, 为麻疯树育苗繁殖和栽植推广提供科学依据。【方法】采用随机采样的方法对攀枝花市仁和区天然麻疯树根际土壤中内生菌根菌孢子果数量进行调查, 确定了 20 个采样点, 采集了 20 个土根混合样, 利用解剖镜测定其孢子果密度, 再根据 1999 年林业行标测定样品中的水分含量, 养分含量等。【结果】天然麻疯树根际土壤采样从海拔 1025 m 开始, 直到 1500 m。土壤样品中均含有 AM 菌根菌孢子果, 且数量丰富的, 含量最高的土壤样品中 AM 菌根菌孢子果密度为 236 个/g 干土, 最小的密度为 9 个/g 干土, 平均密度为 80 个/g 干土。土样含水量在 4.01% - 13.39% 之间, 平均值为 6.79%, 与 AM 菌根菌孢子果含量正相关。有机质平均含量为 3.80 g/kg, 与 AM 菌根菌孢子果含量正相关。【结论】天然麻疯树根际土壤中均能检测出 AM 菌根菌孢子果, 且含量高, 但分布不均。它的密度随着海拔高度的升高逐渐降低, 随土壤含水量的增加而增加, 随土壤有机质含量的增加而增加。

关键词: 麻疯树; 根际土壤; 内生菌根菌

中图分类号: Q938.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0001-6209 (2010) 05-0681-06

内生菌根菌 (Endomycorrhizae) 存在于 80% - 90% 的植物中, 其中丛枝菌根菌 (Arbuscular mycorrhizas, AM) 是分布最广泛、最普遍的一类^[1-2]。现已发现内生菌根菌对植物有促进磷吸收的作用, 能促进生长, 增强抗逆性和抗病原菌和细菌感染等的作用^[3-7]。麻疯树 (*Jatropha curcas* L.) 又称小桐子, 属于大戟科 (Euphorbiaceae) 麻疯树属 (*Jatropha* L.) 植物, 是性能优良的生物柴油树种之一^[8]。近年来关于麻疯树作为生物能源等的研究报道屡屡出现^[9-10], 但对于麻疯树根际土壤中 AM 菌根的研究少有见报^[11]。天然麻疯树喜生长在干热河谷地带, AM 菌根菌可能为它吸收养分和改善水分微环境起到至关重要的作用, 但迄今尚缺乏研究。研究内生菌根菌在麻疯树根际土壤中的分布特

征, 具有重要的意义。本文通过随机采样的方法对攀枝花市天然麻疯树根际土壤中内生菌根菌进行调查, 分析探讨了麻疯树内生菌根菌孢子果数量及分布特征, 为麻疯树育苗繁殖和栽植推广提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

攀枝花市仁和区是攀枝花市的县级近效区, 地处攀西大裂谷。仁和区属于亚热带西段金沙江-龙川江岛状南亚热带半干热河谷季风气候区, 区境内日照时数为 2595.6 h/a、年均气温为 20.4℃、最冷月均温 12.5℃、7 月份平均气温 24.8℃、极端高温 38.4℃, 是四川省热量最丰富的地方之一, 全年无霜

基金项目: 麻疯树良种壮苗标准化快繁技术与示范 (2007BAD50B02)

* 通信作者。Tel: +86-28-80600186; Fax: +86-28-83229472; E-mail: morelcn@yahoo.com.cn

作者简介: 林静 (1983 -), 女, 四川省自贡人, 硕士, 主要从事林业生态工程及微生物等科研工作。E-mail: linjing121004@163.com

收稿日期: 2009-10-25; **修回日期:** 2010-01-24

期 290 - 330 d、年均降水量 589.3 mm。土壤以赤红壤为主。

1.2 采样方法

在仁和区沿天然麻疯树垂直分部区布点,采用 GPS 定位,综合考虑植物须根的分布范围和内生菌根菌的分布特征,选取攀西具有代表性地段的野生麻疯树根际土壤混合物为对象,采用多点混合法采样,共采集 20(0 - 20 cm 的表层土壤)土壤样本^[12]。由于麻疯树根系在空间分布上具有不均一性,所以多点采样,均匀混合成具有代表性的土壤样品(同一地点采 5 个麻疯树根际土壤样品,就地混合为一个样品,将混合后的土壤反复按四分法弃取,留下 2 kg 左右装入样品袋,贴上标签备用),采回的土样置于阴暗处,一部分不过筛,待测。一部分,过 60 目

筛,待测。

1.3 湿筛倾析法

1.3.1 检测方法:采用弓明钦等^[5]在《菌根研究与运用》中的内生菌根菌的筛分方法进行测定。称取 50.0 g 土壤样品于三角瓶中,加入一定量的去离子水浸泡 20 - 30 min,再放入震荡机中震荡 15 - 30 min,然后筛分、过滤。

1.3.2 土壤含水量的测定:参照 LY/T 1214-1999 测定,土壤全氮参照 LY/T 1228-1999 测定,土壤有机质参照 LY/T 1237-1999 测定。

1.4 观测方法

图 1 为过滤后,留滤纸上的孢子果。将盛有滤纸的培养皿放在解剖镜下进行观测,分格计数,计算菌根菌孢子果密度。

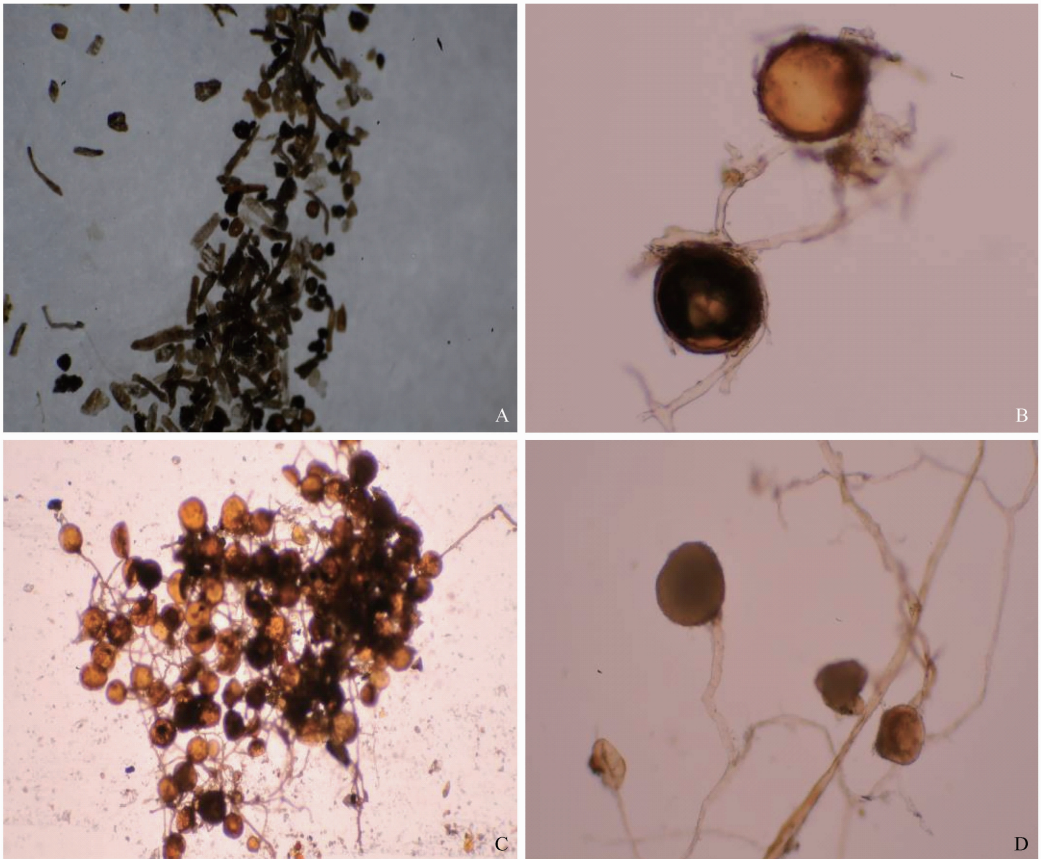


图 1 解剖镜中的内生菌根菌

Fig. 1 Endomycorrhizae in anatomical lens. A: Endomycorrhizae spore carps in the edge of filter paper (20 ×); B: Endomycorrhizae spore carps (250 ×); C: Endomycorrhizae spore carps group (30 ×); D: Endomycorrhizae spore carps and mycelium (250 ×).

1.5 数据处理

研究中所涉及的数据和图表由 Excel 2003 和 SPSS13 for windows 分析绘制^[13]。

2 结果和分析

2.1 麻疯树根际土壤 AM 菌根菌含量统计特征值

表 1 为麻疯树根际土壤样点的统计特征值。根

据天然麻疯树分布的特点,选择的采样点大多在沿河两岸或公路两旁。仁和区属于南亚热带半干热河谷季风气候区,旱季将持续 6 个月左右,采样时间正好处在干旱期,所以所有土样含水量都不高,在 4.01% - 13.39% 之间,平均值为 6.79%。采样从海拔 1025 m 开始,直到 1500 m 左右。研究结果表明天然麻疯树根际土壤中均含有 AM 生菌根菌孢子

果,且数量丰富的,但不同的采样点数量也存在很大差异。含量最高的土壤样品中 AM 菌根菌孢子果密度为 236 个/g 干土,最小的密度为 9 个/g 干土,平均密度为 80 个/g 干土。

表 1 样点统计特征值

Table 1 The statistical feature of samples

| Strains | Concentration of endomycorrhizae spore carps/(number/g dry soil) | Altitude /m | Soil moisture/% |
|---------|--|-------------|-----------------|
| Number | 20 | 20 | 20 |
| Mean | 80 | 1200 | 4.01 |
| Maximum | 236 | 1500 | 6.79 |
| Minimum | 9 | 1025 | 13.39 |

2.2 麻疯树根际土壤内生菌根菌孢子果密度与海拔高度的关系

由图 2 可见,天然麻疯树根际土壤中 AM 菌根

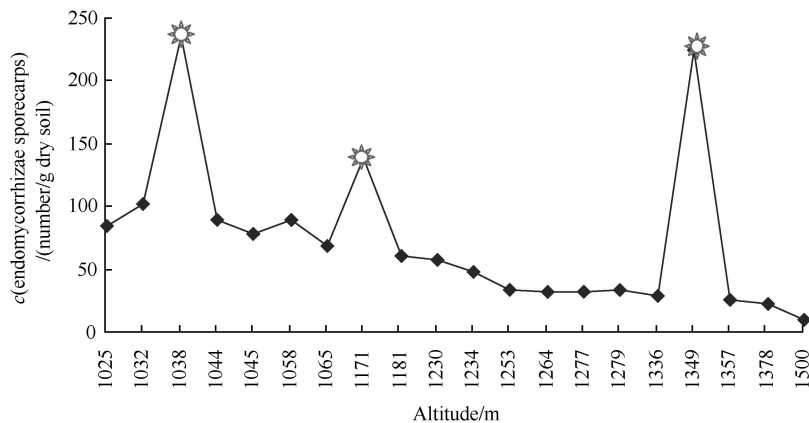


图 2 内生菌根菌孢子果密度与海拔高度的关系

Fig. 2 Relationship between altitude and concentration of endomycorrhizae spore carps.

经相关分析,内生菌根菌孢子果密度与土壤含水量在旱季时成正向的高相关,而且在 0.001 的水平上显著相关。回归方程为:

$$Y = -2.65 + 17.316X$$

其中 Y 表示内生菌根菌孢子果密度, X 表示土壤含水量。

T 检验的结果显示, $r^2 = 0.963$, $t(20) = -21.77$, $P = 0.000 < 0.001$, 回归系数即 $Beta = 0.982$, 说明对回归系数的检验达到了显著的水平,土壤含水量对内生菌根菌孢子果密度的回归显著。

2.4 麻疯树根际土壤内生菌根菌孢子果密度与土壤有机质含量的关系

图 4 反应出土壤内生菌根菌孢子果密度与土壤有机质含量的关系。采取的土壤样品中有机质平均含量为 3.80 g/kg, 氮平均含量为 0.16 g/kg, 碳/氮比在 15.91 - 35.39 之间。由图 A 可见,麻疯树根际土壤样品的内生菌根菌孢子果密度和土壤有机质含

菌在不同的海拔高度的密度分布不均。从整体趋势看,AM 菌根菌孢子果密度随海拔高度的增加逐渐降低。在海拔高度为 1038 m、1171 m 和 1349 m 时,AM 菌根菌的密度出现峰值,这可能与土壤微环境有关,具体原因还需要进一步的研究调查。

2.3 麻疯树根际土壤内生菌根菌孢子果密度与土壤含水量的关系

图 3 为麻疯树根际土壤内生菌根菌孢子果密度与土壤含水量的关系。内生菌根菌能帮助植物从土壤中吸收水分,土壤含水量是否能影响内生菌根菌的孢子果密度,本文做了初步调查。由于采样时间正处在旱季,表层土壤严重缺水,含水量超过 10% 的土壤样品只有两个。由图 A 可得,在缺水状态下 AM 菌根菌的孢子果密度随土壤含水量的增加而增加。

量一致的,即具有较高的土壤有机质的样品中含有较多内生菌根菌孢子果。相关性分析结果表明,两者在 $P = 0.01$ 的置信水平上相关性极显著 ($r = 0.633$)。可见土壤有机质含量是影响麻疯树根际土壤内生菌根菌分布的重要因素。

3 讨论

AM 菌根真菌对植物具有广泛的侵染性,大约 90% 以上的有花植物以及蕨类和苔藓植物都具有 AM 真菌,特别是温热带草本及阔叶木本植物多有从枝菌根^[14]。张美庆等^[15-16]将 AM 宿主植物分为野生和栽培两类,发现 AM 真菌各属在野生状态植物根区的出现率均高于栽培植物,但不同的种情况却有所不同。有学者也提出反对意见,丛枝菌根存在于 56% 的单子叶植物和 51% 的双子叶植物上^[17]。本研究采集天然麻疯树根际土壤检测的结果表明,天然麻疯树根际土壤中都能找到 AM 菌根

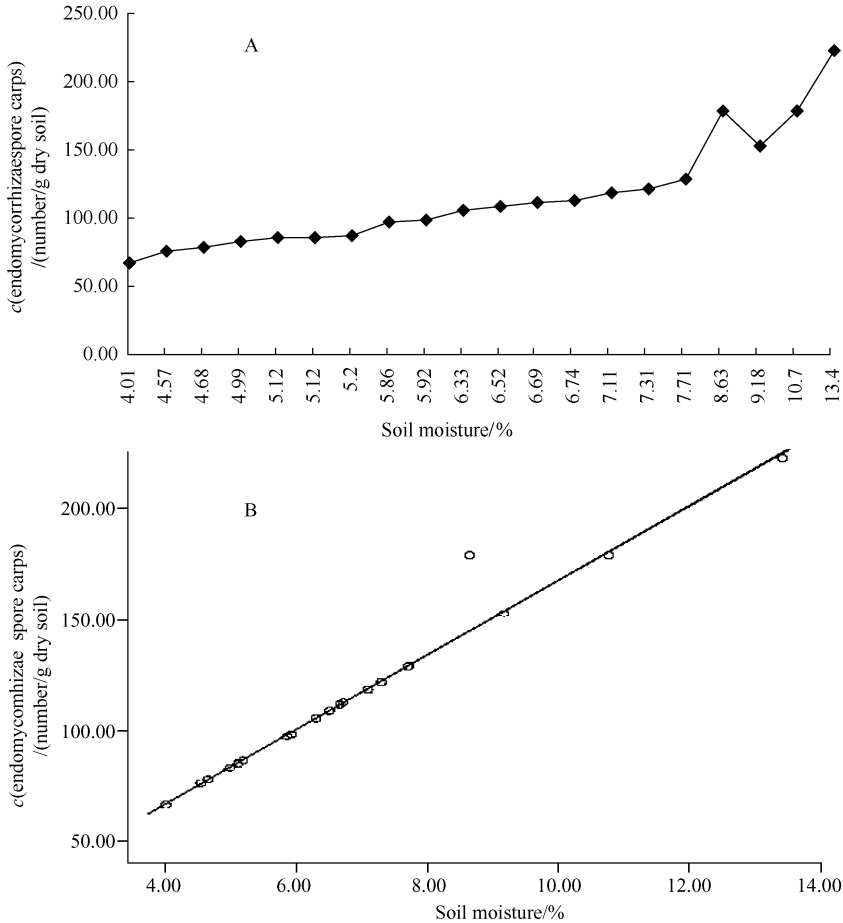


图3 内生菌根菌孢子果数量与土壤含水量的关系

Fig. 3 Relationship between soil moisture and concentration of endomycorrhizae sporecarps. A: Effect of soil moisture on concentration of endomycorrhizae sporecarps. B: Correlation analysis between concentration of endomycorrhizae sporecarps and soil moisture.

菌,且孢子果含量高,这与李建平等^[18-19]的研究结果一致。李建平等在研究中指出金沙江河谷地麻疯树根部 AM 的感染率为深度感染,麻疯树等植物对丛枝菌根可能具有一定的营养依赖性^[17]和生态依赖性。但天然麻疯树根际土壤中 AM 菌根菌的密度分布不均。本文首次对 AM 菌根菌的密度与海拔高度的关系进行研究,结果表明随着海拔高度的升高,AM 菌根菌含量有降低的趋势,这可能与 AM 菌根菌的耐受能力和麻疯树根际土壤中水热条件分布有关。

内生菌根菌是一类广泛分布,并与植物根部形成共生体系的绝对共生菌,离开宿主植物无法单独完成生活史^[20-21]。丛枝菌根的形成对宿主植物生长的促进在于它能增强植物从土壤中获取水分和养分的能力,并进一步改善植物的代谢机能,从而导致生长加快^[22-23]。近年来,丛枝菌根与植物水分关系的研究日益增多。研究表明,菌根真菌能够改善植物的水分状况,减轻水分胁迫带给宿主植物的危害,

提高植物的抗旱能力,促进植物生长^[24]。攀枝花市仁和区处于亚热带半干热河谷季风区,有长达 7 个月的旱季,采样时正处在缺水期,土壤水分含量低。结合土壤含水量和土壤养分的分析可以看出,在干旱条件下 AM 菌根菌孢子果数量的增加与土壤水分含量和土壤有机质的增加有关,这与盛敏等^[25]的研究一致。土壤因子能影响 AM 菌根菌的产孢量。在海拔高度为 1038 m、1171 m 和 1349 m 时,内生菌根菌的密度出现峰值,此时的土壤含水量和土壤有机质含量也较高。由此可得出,较之海拔高度,土壤含水量与土壤有机质对 AM 菌根菌产孢量的影响比较大。

4 结论

从初步的研究结果看,天然麻疯树根际土壤中 AM 菌根菌的含量高,但分布不均,它的密度随着海拔高度的升高逐渐降低。土壤含水量与 AM 菌根菌孢子果密度相关性极显著,土壤有机质与 AM 菌根

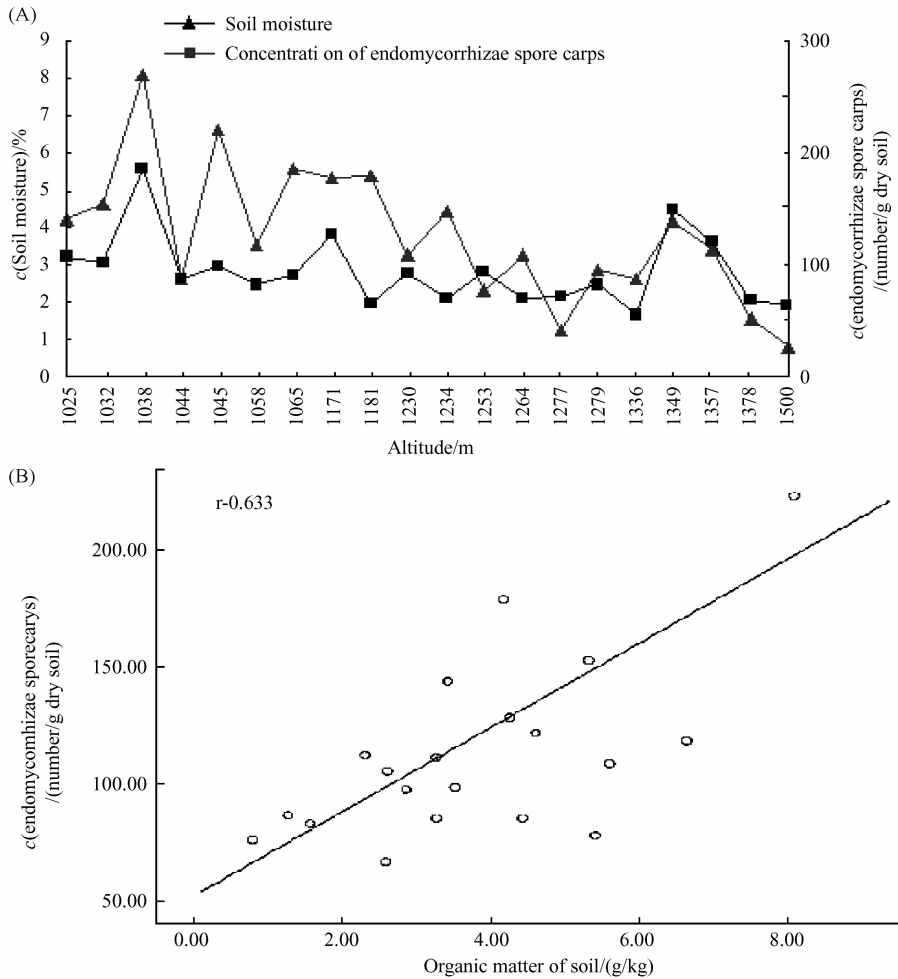


图4 内生菌根菌孢子果密度与土壤中有有机质含量的关系

Fig. 4 Relationship between organic matter of soil and concentration of endomycorrhizae spore. A: Effect of altitude on organic matter of soil and concentration of endomycorrhizae spore. B: Correlation analysis between concentration of endomycorrhizae spore and organic matter of soil.

菌孢子果密度相关性极显著。

参考文献

- [1] 刘永俊. 丛枝菌根的生理生态功能. 西北民族大学学报(自然科学版)(*Journal of Northwest Minorities University: Natural Science Edition*), 2008, 29(69): 54-59.
- [2] 刘建福, 张勇, 谢丽源, 等. 丛枝菌根真菌对澳洲坚果幼苗的生长效应. *热带作物学报(Chinese Journal of Tropical Crops)*, 2005, 26(3): 16-19.
- [3] Smith SE, Smith FA, Jakobsen I. Mycorrhizal fungi can dominate phosphate supply to plants irrespective of growth responses. *Plant Physiology*, 2003, 133: 16-20.
- [4] Rilling MC, Wright SF, Eviner V T. The role of arbuscular mycorrhizal fungi and glomalin in soil aggregation: comparing effects of five plant species. *Plant and Soil*, 2002, 238: 325-333.
- [5] 弓明钦, 陈应龙, 仲崇禄. 菌根研究及应用. 北京: 中国林业出版社, 1997, 223.
- [6] Bago B, Pfeffer P, Shachar-Hill Y. Could the urea cycle be translocating nitrogen in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *New Phytologist*, 2001, 149: 4-8.
- [7] Declerck S, Risede LM, Ruffykiri G, et al. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on severity of root rot of bananas caused by *Cylindrocladium spathiphylli*. *Plant Pathology*, 2002, 51: 109-115.
- [8] 国家林业局科学技术司, 中国林业科学研究院编. 麻疯树丰产栽培实用技术. 北京: 中国林业出版社, 2008, 62.
- [9] 罗长维, 李昆, 陈友, 等. 元江干热河谷麻疯树开花结实生物学特性. *东北林业大学学报(Journal of Northeast Forestry University)*, 2008, 36(5): 7-10.
- [10] 李远发, 梁葵华, 王凌晖. 麻疯树资源分布及其应用研究. *广西农业科学(Guangxi Agricultural Sciences)*, 2009, 40(3): 311-314.
- [11] 袁理春, 赵琪, 张克华, 等. 麻疯树根部内生真菌分离及鉴定. *西南农业学报(Southwest China Journal of Agricultural Sciences)*, 2009, 22(1): 95-98.

- [12] 孟繁荣, 等编著. 林木菌根学. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1996, 239.
- [13] SPSS 13.0 在生物统计中的应用. 厦门: 厦门大学出版社, 2006, 183.
- [14] Allen EB, Cunningham GL. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal on *Distichlis spicata* under three salinity levels. *New Phytologist*, 1983, 93: 227-236.
- [15] 张美庆, 王幼珊, 邢礼军. AM 真菌在我国东南沿海各土壤气候带的分布. 菌物系统 (*Mycosystema*), 1999b, 18(2): 145-148.
- [16] 王幼珊, 张美庆. VA 菌根真菌与宿主植物之间的相互选择性. 北京农业科学 (*Beijing Agricultural Sciences*), 1989, 6: 4-7.
- [17] Trappe JM, Phylogenetic and ecologic aspects of mycotrophy in the angiosperms from an evolutionary standpoint // Safir GK. ed. Ecophysiology of VA Mycorrhizal Plant, Boca Raton: CRC Press, 1987: 5-25.
- [18] 李建平, 李涛, 赵之伟. 金沙江干热河谷宾川、永胜段的丛枝菌根. 云南植物研究 (*Acta Botanica Yunnanica*), 2004, 26(2): 199-203.
- [19] 石兆勇, 陈志超, 张立运. 天山北坡丛枝菌根真菌多样性及地带性分布. 中国科学: D 辑 (*Science in China Series D*), 2006, 36(A02): 126-132.
- [20] Newman EI, Reddell P. The distribution of mycorrhiza among families of vascular plants. *New Phytologist*, 1987, 106: 745-751.
- [21] 杨宏宇, 赵丽莉, 贺学礼. 丛枝菌根在退化生态系统恢复和重建中的作用. 干旱区地理 (*Arid Land Geography*), 2005, 28: 836-842.
- [22] 刘润进, 王洪娴, 王森焱, 等. 菌根生物技术在城郊生态农业上的应用. 山东科学 (*Shandong Science*), 2006(6): 98-101.
- [23] 尹晓阳, 朱忠荣. 马尾松菌根化苗水分胁迫生理与耐旱性研究. 林业资源管理 (*Forest Resources Management*), 2008, 6(3): 63-67.
- [24] 戴梅, 王洪娴, 殷元元, 等. 丛枝菌根真菌与根围促生细菌相互作用的效应与机制. 生态学报 (*Acta Ecologica Sinica*), 2008, 28(6): 2854-2860.
- [25] 盛敏, 唐明, 张峰峰, 等. 土壤因子对西北盐碱土中 VA 菌根真菌的影响. 土壤学报 (*Acta Pedologica Sinica*), 2008, 45(4): 758-763.

Distribution of endomycorrhizae in *Jatropha* rhizosphere in Panzihua City

Jing Lin¹, Qiang Lin^{1*}, Debing Pang²

(¹ Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610081, China)

(² Sichuan Xuebaoding National Nature Reserve, Pingwu 622550, China)

Abstract: [Objective] Concentration of endomycorrhizae spores in *Jatropha* rhizosphere were detected in order to obtain the distribution characteristics of endomycorrhizae, for effective technical support in seedling, cultivation and afforestation of *Jatropha*. [Methods] Concentration of endomycorrhizae spores in *Jatropha* rhizosphere were studied by random sampling method in Renhe borough of Panzihua City. Then 20 samples of soil and root mixture from 20 sites were collected to measure the concentration of endomycorrhizae under microscope. We analyzed soil moisture and organic matter on the basis of The Forestry Industry Standard issued in 1999. [Results] Rhizosphere soil samples from 1025m to 1500m altitude in natural *Jatropha* contained abundant Arbuscular mycorrhizas (AM) fungi spore. The highest number of AM fungi spore was 236/g dry soil, the lowest was 9/g dry soil, the average was 80/g dry soil. Soil moisture samples correlated positively with the number of AM fungi spores. Similarly, organic matter of soil correlated positively with the number of AM fungi spores. [Conclusion] AM fungi spores could be detected in the rhizosphere soil of natural *Jatropha*, with high concentration and asymmetrical distribution. The spore concentration was inversely correlated with the altitude whereas positively correlated with moisture and organic matter in the soil.

Keywords: *Jatropha*; rhizosphere; endomycorrhizae; Arbuscular mycorrhizas

(本文责编:王晋芳)