

香根草根际 AM 菌的感染特性

高丽霞¹, 陈羽², 仲崇录², 陈珍²

(1. 仲恺农业技术学院, 广东 广州 510225; 2. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州, 510520)

摘要:通过对不同种植时间、不同种植基质的香根草 *Vetiveria zizanioides* 分株苗、组培苗根际丛枝菌根 (AM 菌) 感染检测, 探讨了香根草对 AM 菌的感染特性。结果表明, 在消过毒的森林泥炭土中, 组培苗种植 12 个月感染率只有 20.0%, 感染强度低; 种植 22 个月只有 53.3%, 感染强度为中。分株苗种植在自然土壤中, 3 个月就有 AM 菌感染, 其感染率为 56.7%; 种植 22 个月感染率达到最高峰, 为 80.0%, 感染强度为中等; 种植时间为 33 个月时, 感染率不再增加, 但感染强度进一步增高。说明香根草根际 AM 菌的感染率和感染强度可能与苗源无关, 而与种植基质密切相关。

关键词: 香根草; 丛枝菌根; 根际; 分株苗; 组培苗

中图分类号: Q933

文献标识码: A

文章编号: 1001-0629(2007)08-0052-03

香根草 *Vetiveria zizanioides* 是一种独特的禾本科草本植物, 具有极强的生态适应能力, 其生长迅速, 根系发达, 既耐旱, 又耐淹。因其根系具有高抗拉强度和穿透力, 香根草已在中国华南、西南、华东等地广泛用于治理水土流失、固土护坡及生态修复工程中, 并已成为水土保持的先锋植物^[1,2]。此外, 香根草还被发现具有吸附重金属和清除有机污染物的功能。Truong 等^[3]的研究表明, 香根草茎叶中镉含量达到 48 mg/kg 时, 仍能正常生长, 这明显高于一般植物茎叶中 5~20 mg/kg 的含量。夏汉平等^[4]将香根草种植在尾矿和垃圾组成的混合基质上, 也发现香根草根系对锌、铜、铅 3 种重金属滞留率均在 50% 以上, 可加快尾矿的植被恢复。正因如此, 近几年香根草已被广泛地用于环境保护与重金属的植物修复中^[3-6]。

根际丛枝菌根 (AM 菌) 是土壤微生物的重要组成部分, 与植物形成共生后, 参与植物许多生理生化代谢过程, 能显著增加植物对土壤水分和矿质元素 (尤其是磷元素) 的吸收, 提高植物的抗逆性, 如增加植物抗旱、抗盐性, 促进植物的生长和发育, 在植物群落结构组成以及维持生态系统的物种多样性和稳定性等方面发挥着重要的作用^[7-11]。然而, 目前尚未见到有关 AM 菌感染香根草根系的报道。因此, 为了探讨香根草优良特征的内在机理, 以便能更好地将香根草应用于环

境治理与生物修复, 对香根草的根际进行了 AM 菌检测, 以期进一步了解 AM 菌与植物的抗逆相关性及其在退化土壤恢复中的生态学作用。

1 试验材料和方法

1.1 试验材料 试验材料均为香根草, 分 2 类, 一类是实地分株苗, 另一类是无菌组培苗, 均由广东省农科院提供。分株苗是利用香根草的分蘖特性进行分株繁殖, 方法是 3~5 个分蘖 1 束, 修剪根系至 5 cm 长, 地上部分 10 cm 高, 种植在农田土壤中; 无菌组培苗种植在黑色胶袋中, 基质为用甲醛消毒的泥炭土。种植后常规管理, 分别于 3、5、22、33 个月取样检测根系 AM 菌感染率。

1.2 检测材料取样及处理 分株苗取距地表 5~30 cm 土层中带根尖的须根, 组培苗从盆栽容器中取带根尖的须根。所取根样先用自来水冲洗干净, 晾干, 然后将根样剪成 1 cm 长的根段, 放入 FAA 固定液 (95% 乙醇 20 mL + 40% 甲醛 6 mL + 蒸馏水 40 mL) 中进行固定^[7], 并保存备用。

1.3 根样的染色 按 Hayman 介绍的方法^[8]对保存在 FAA 固定液中的香根草菌根样进行染色处理, 使 AM 菌着色以方便显微观测。

收稿日期: 2007-03-23

作者简介: 高丽霞 (1964-), 女, 辽宁鞍山人, 副研究员, 硕士, 主要从事植被生态恢复及植物抗逆性研究。
E-mail: sdmzx123@163.com

1.4 AM 菌感染检测 对染色处理的根样进行显微观测,菌根感染情况采用菌根分级标准进行统计^[7,12]。试验中每个样品取 30 个根段(每条 1 cm 长),观测每条根段上 AM 菌的侵染情况,记录感染根的段数,并根据公式计算感染率:

AM 菌感染率 = (有感染根的段数/被检查根的总段数) × 100%

AM 菌感染率分级标准^[7]: 1 级——受感染的营养根占观察总根数的 0~5%; 2 级——受感染的营养根占观察总根数的 6%~25%; 3 级——受感染的营养根占观察总根数的 26%~50%; 4 级——受感染的营养根占观察总根数的 51%~75%; 5 级——受感染的营养根占观察总根数的 76%~100%。

2 结果与分析

2.1 香根草无菌组培苗不同种植时间根际 AM 菌感染率 从表 1 中可以看出,香根草的组培苗种植在消过毒的森林泥炭中,3~5 个月内,检测 AM 菌感染率为 0,看不到菌丝;12 个月后,根系有少量穿出容器扎入地面,感染率为 20.0%,感染等级为 2 级,丛枝或泡囊极少,基本属于无感染;种植 22 个月后,感染率为 53.3%,真菌丛枝或泡囊数量较多,分布均匀,但尚未接种成片,感染强度为中等;种植 33 个月时,根系全部穿出容器扎入地面,感染率为 76.7%,感染等级提高到最高级 5 级,丛枝或泡囊很多,且已接种成片,感染强度达到最强。

表 1 香根草的组培苗在消毒泥炭土根际 AM 菌感染率

种植时间 (月)	感染根的段数 (段)	感染率 (%)	感染强度	感染等级
3	0	0		
5	0	0		
12	6	20.0	+	2
22	16	53.5	++	4
33	23	76.7	+++	5

注:“+”表示感染强度弱,即根样中的真菌的丛枝或泡囊数量很少,分布也稀疏;“++”表示感染强度中,根样中的真菌的丛枝或泡囊数量较多,分布均匀,但尚未连接成片;“+++”表示感染强度高,根样中的真菌的丛枝或泡囊密集分布,常常连接成片。下同。

2.2 香根草分株苗不同种植时间根际 AM 菌感染率 从表 2 中可以看出,香根草分株苗种植在自然农田土壤中,3 个月就有 AM 菌感染,其感染率为 56.7%,感染等级为 4 级,但感染强度较弱;种植 22 个月时感染率达到最高级 5 级,为 80.0%,真菌的丛枝或泡囊数量很多,分布均匀,但尚未连接成片,感染强度中等;种植时间为 33 个月时,感染率不再增加,但根样中的真菌丛枝或泡囊已连接成片,分布密集,感染强度增强,说明 AM 菌侵入根系时间足够长,孢子基本成熟,有孢子生成和脱落。

表 2 香根草分株苗在农田土壤中根际 AM 菌感染率

种植时间 (月)	感染根的段数 (段)	感染率 (%)	感染强度	感染等级
3	17	56.7	+	4
5	19	63.6	++	4
12	22	73.3	++	4
22	24	80.0	++	5
33	23	76.7	+++	5

香根草在生产及护坡等工程应用中,种植在土壤深厚肥沃的地方生长速度极快,而且香根草对磷的需求很高^[1-3,13,14]。这很可能是在肥沃的土壤中 AM 菌侵染速度快,感染率高,加速了根系对磷的吸收^[15],从而促进了香根草的生长。因此,建议在利用香根草恢复生态环境的工程应用中,在贫瘠的地方混拌 AM 菌菌种,同时多施磷肥,以加快香根草生长成篱速度,快速治理环境。

3 结论

3.1 香根草在自然条件下有 AM 菌感染。这亦可能是香根草对磷吸收量较大的主要原因。

3.2 香根草根际 AM 菌的感染率可能与苗源无关,而与种植基质密切相关。种植在自然的农田土壤中,3 个月根际 AM 菌感染率达到 56.7%,种植 22 个月后感染达到最高级;而种植在消毒过的森林泥炭中,根系在没有深入自然土壤中前,感染率基本为零,只有当种植一年后有少量根系穿入地下时才有极少量的侵染,22 个月后,根系大量穿出容器扎入地面,感染率

才达到 53.3%。说明森林泥炭经消毒后大量土壤微生物被杀死,包括内生 AM 菌。

3.3 香根草分株苗在种植初期根际 AM 菌感染率与种植时间成正相关,种植 2 年可即达到高峰。

参考文献

- [1] 夏汉平,敖惠修,刘世忠. 香根草生态工程应用于公路护坡的效益研究[J]. 草业科学,2002,19(1):52-56.
- [2] 张国发,姜旭红,崔玉波. 香根草研究进展[J]. 草业科学,2005,22(1):73-78.
- [3] 刘金祥,陈燕. 我国大陆惟一的大面积成群落分布的优良水土保持植物——香根草的用途与保护问题[J]. 草业科学,2002,19(7):13-16.
- [4] Truong P, Xia H P. Proceedings of the Third International Conference on Vetiver and Exhibition[C]. Beijing: China Agriculture Press, 2003.
- [5] 夏汉平,束文圣. 香根草和百喜草对铅锌尾矿重金属的抗性吸收差异研究[J]. 生态学报,2001,21(7):1121-1129.
- [6] 夏汉平,孔国辉,敖惠修,等. 4 种草本植物对油页岩矿渣土中铅镉的吸收特性比较试验研究[J]. 农村生态环境,2000,16(4):28-32.
- [7] 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.
- [8] Hayman D S. Endogone spore numbers in soil and vesicular-arbuscular mycorrhiza in wheat as influenced by season and soil treatment[J]. Trans. Br. Mycol. Soc., 1970, 54:56-63.
- [9] 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.
- [10] 何首林,方德华,王首生,等. 菌根真菌对茶树吸收磷、钾素的影响[J]. 核农学报,1997,11(1):45-48.
- [11] 姚青,冯固,李晓林. 不同作物对 VA 菌根真菌的依赖性差异[J]. 作物学报,2000,26(6):874-880.
- [12] 黄勤,唐振尧. 柑橘 VA 菌根的研究进展[J]. 园艺学报,1994,21(1):47-53.
- [13] 弓明钦,王凤珍,陈羽. 相思菌根的菌种筛选及其接种效应研究[J]. 林业科学研究,2000,13(3):268-273.
- [14] 夏汉平,卢雪琴. 香根草的栽培管理方法研究[J]. 草业科学,2003,20(7):69-73.
- [15] 王兆龙,殷朝珍,高红明,等. 内生真菌对草坪草抗逆形状的改良[J]. 草业科学,2005,22(1):66-68.

Study on AM fungi in rhizosphere of *Vetiveria zizanioides*

GAO Li-xia¹, CHEN Yu², ZHONG Chong-lu², CHEN Zhen²

(1. Zhongkai University of Agricultural and Technology, Guangzhou 510225, China;

2. Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Guangzhou 510520, China)

Abstract: We examined the characteristics of Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in the rhizosphere of *Vetiveria zizanioides* in different planting durations and growing medium treatments. Using sterilized forest peat as the growing medium, the infection rate of the tissue-cultured seedlings was only 20.0% and the infection strength belonged to the low grade one month after planting; the infection rate was 53.3%, and the infection strength was the middle grade 22 months after planting. Using natural farm soil as the growing medium, the infection rate of offset seedlings was 56.7% after planting for 3 months; its infection rate was up to 80.0% and infection strength was up to the middle grade 22 months after planting; the infection rate did not increase any more, but its infection strength further increased 33 months after planting. In summary, AMF infection rate in rhizosphere of *V. zizanioides* seemed not to have close relationship with seedling source, but it did have with growing medium.

Key words: *Vetiveria zizanioides*; arbuscular mycorrhizal fungus (AMF); rhizosphere; offset seedling; tissue-cultured seedling