

AM 真菌对 4 个印度橡胶榕彩叶栽培种的接种效应研究

陆耀东, 田雪琴*, 张学平

(佛山市林业科学研究所, 广东 佛山 528000)

摘要: 通过对黑金刚、花金刚、红关公、巴西榕 4 个印度橡胶榕彩叶栽培品种袋苗的 AM 真菌感染率、依赖度和生长量、生物量指标及根长的测定得出, 处理植株根部感染率分别为 90%、75%、65%、85%, 均高出对照 65% 以上; 它们对 AM 真菌的依赖性 (MD) 分别为 386.85%、203.45%、213.29%、331.01%, 黑金刚、巴西榕对菌根具有高强度依赖性, 花金刚、红关公具中强度依赖性; 接种 AM 真菌有利于促进这 4 种植物根部形成菌根, 并对其生长量及生物量的增加具有明显的增效作用。

关键词: AM 真菌; 印度橡胶榕彩叶栽培种; 接种效应

中图分类号: S718.81

文献标识码: A

Effects of AM Fungi Inoculated on Four Coloured-Leaf Varieties

LU Yaodong, TIAN Xueqin*, ZHANG Xueping

(Foshan Institute of Forestry, Foshan 528000 Guangdong China)

Abstract The inoculant effectiveness of AM fungi on seedlings of four colored-leaf varieties of *Ficus elastica* was tested. The results showed that the infection rate of 'Decora burgundy', 'Decora tricolor', 'Decora', 'Variegata' were 90%, 75%, 65%, 85%, which increased by more than 65% comparing to that of the controls, and the MD of the four varieties were proved to have intensive dependence on AM. The results also suggested that inoculating AM fungi could greatly enhance the four varieties forming AM in their root system and have significant effectiveness on their growth and biomass.

Key words AM fungi; the colored-leaf varieties of *Ficus elastica*; inoculant effectiveness

印度橡胶榕的 4 个彩叶栽培品种黑叶橡胶榕 (*Ficus elastica* cv. 'Decora Burgundy' 黑金刚)、美叶橡胶榕 (*Ficus elastica* cv. 'Decora tricolor' 花金刚)、红肋橡胶榕 (*Ficus elastica* cv. 'Decora' 红关公)、斑叶橡胶榕 (*Ficus elastica* cv. 'Variegata' 巴西榕) 具有叶大而美, 新芽、嫩叶颜色艳丽, 抗大气污染能力强的特点, 是居室、会议厅、办公场所等室内绿化装饰以及公园、庭院、街道绿化的常用观叶植物。

泡囊丛枝菌根 (*Arbuscular mycorrhiza* AM) 真菌广泛存在于自然界中, 易侵染多数高等植物根部, 并与这些植物根系形成共生体, 扩大根的吸收面积, 增强植物对水分和磷、铜、锌等矿质元素的吸收, 改善植物营养状况, 增强植物的抗病性及抗逆性, 促进植物快速、健康生长, 从而提高林木、作物等的产量和质量^[1~6]。随着城市化、工业化进程的加快, 城市污染日益严重, 城市环境容量日益紧张, 城市土壤碱性

收稿日期: 2006-08-07

基金项目: 佛山市科技发展专项资金项目 (03020081)

作者简介: 陆耀东 (1969—), 男, 林业高级工程师, 佛山市林科所副所长。

* 通讯作者 Corresponding author

化、盐化导致水分和养分丧失,植物赖以生存的城市环境受到严重破坏,这些因素直接影响着绿化树种的生长;而生物技术是提高绿化苗木生存质量及抗性一个直接而现实的重要途径之一。近年来许多专家、学者对 AM 真菌在农作物、果树、林木上的接种效应进行了研究和报道,AM 菌剂在农林生产中的应用日趋受到重视,但目前 AM 真菌对绿化树种的接种效应研究少有报道,对上述 4 种植物尚未见报道。

参试的 4 个印度橡胶榕彩叶栽培品种观赏性强、抗污性好,是热带南亚热带不可多得的优良彩叶绿化植物,在园林绿化上具有良好的应用前景,因而研究它们在 AM 真菌接种作用下的增益效果具有重要的社会、生态及经济价值。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

苗木:参试苗木为黑金刚、花金刚、红关公、巴西榕的组培苗,具 4~8 片真叶,高 3~4 cm。

菌剂:菌种为球囊霉真菌 (*Glomus mosae* Gerdemann et Trappe),是从三叶草 (*Trifolium pratense* Linn) 根系分离所得,通过单孢分离培养,并制成 AM 菌剂待用。菌种和菌剂均由华南农业大学林学院森保教研室提供。

基质土:将黄心壤土与泥炭土按 76%:24% 混匀,用相当基质土质量 1% 的甲醛溶液消毒后配制而成。

育苗容器:规格为 8 cm × 13 cm (直径 × 高) 的营养塑料袋。

1.2 试验方法

试验设计:2005 年 5 月进行接种试验,试验期 10 个月。供试苗木每种均设接种与对照 2 种处理,每个处理 3 个重复,每重复接种 10 株,每株接种 10 g 菌剂;每个重复对照 10 株,不施放菌剂;接种和对照间设隔离行;苗木统一置于阴棚内,保证水分、气温、光照条件一致。

接种方法:将基质土装入营养袋 50%~70% 体积后,放入 10 g 菌剂,稍混匀,将小苗移入袋中,使苗木根部与菌剂充分接触,再填满基质土,振实,浇透水。

生长量测定:包括苗高、基径和根长。苗木移入营养袋后即进行苗高、基径本底调查,然后隔 2 个月调查 1 次,共 6 次;根长则结合感染率的测定进行,对每树种各处理各单株剥去营养袋,清水浸泡洗净

根部,晾干,注意保留完整植株及根系,测定各单株根系长度。

生物量测定:将清洗干净的完整植株分地上、地下部分,然后分别称干、鲜质量。

感染率测定:结合最后 1 次生长量测定,在每个树种的接种和对照中随机分别抽取 10 株,从每株苗木根部随机取 3 条营养根剪成长 2 cm 的根段,混匀后从中拣取 30 条,应用常规染色法进行根段染色,在高倍光学显微镜下检验每树种处理和对照的菌根感染情况,并计算感染根段百分率^[7]。

菌根依赖度 (MD)^[7] 计算:

$$MD = DW_1 / DW_2 \times 100\%$$

式中: DW_1 为处理植株干质量, DW_2 为对照植株干质量。

1.3 数据处理方法

采用 Microsoft excel 和 SAS 软件进行数据整理和统计分析,利用 SAS 对各生长量、生物量指标测定结果进行显著性分析 ($\alpha = 0.05$)^[8]。

2 结果与分析

2.1 参试苗木的 AM 真菌感染率和依赖性

对参试植株根段进行常规染色——镜检显示:接种植株多数根段皮层细胞显现出 AM 真菌特有的泡囊结构特征,见图 1。由表 1 可见:黑金刚、花金刚、红关公、巴西榕根部侵染率分别为 90%、75%、65%、85%,均比对照高 65% 以上。试验结果表明,接种 AM 真菌明显地促进了参试印度橡胶榕彩叶栽培组苗木根部形成菌根,其感染率由高到低排列为:黑金刚、巴西榕、花金刚、红关公。

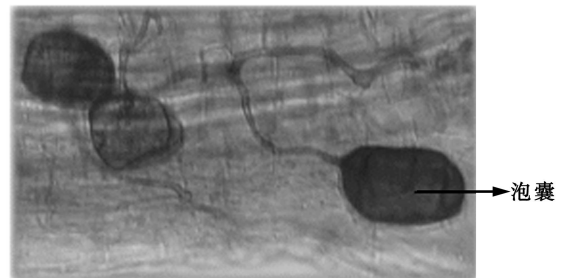


图 1 黑金刚接种植株根表细胞 AM 真菌形态与结构

表 1 4 个印度橡胶榕彩叶栽培组苗木根部 AM 真菌感染率及菌根依赖度

项目	处理	黑金刚	花金刚	红关公	巴西榕
感染率 %	对照	10	10	0	15
	接种	90	75	65	85
菌根依赖度 %		386.85	203.45	213.29	331.01

根据已有研究的分级标准, 植物对菌根的依赖度可分为 3 级: $MD \geq 300\%$ 时为高强度依赖性, $MD \geq 200\%$ 时为中等强度依赖性, $MD \geq 100\%$ 时为弱依赖性或无依赖性^[9-10]。对 4 个印度橡胶榕彩叶栽培种的菌根依赖度进行分析, 由表 1 可见: 黑金刚、巴西榕对 AM 菌根的依赖度分别达 386.8%、331.01%, 对 AM 菌根均具有高强度依赖性; 而花金刚、红关公则分别为 203.4%、213.29%, 对 AM 菌根具有中等强度的依赖性; 这 4 种植物对 AM 菌根的依赖性都较高, 其强弱顺序为: 黑金刚、巴西榕、红关公、花金刚, 这与感染率呈正相关, 但不具有明显的线性关系。

2.2 AM 真菌对参试苗木苗高、基径生长的影响

由图 2~5 可看出: 在整个试验期, 4 个印度橡胶榕彩叶栽培种苗木接种 AM 真菌后, 其苗高、基径生长量均大于对照, 接种植株生长势明显强于未接种植株。试验初期, 接种植株与对照的苗高、基径几乎无差异, 但随着接种时间的增加, 除红关公基径生长外, 接种植株与对照的苗高、基径生长差异越来越大, 表明增益效果越来越明显; 黑金刚、花金刚、巴西榕的苗高、基径在接种第 10 个月时达最大增益效应, 而红关公的苗高在接种第 10 个月时达最大增益效应, 基径在接种第 8 个月时达最大增益效应。

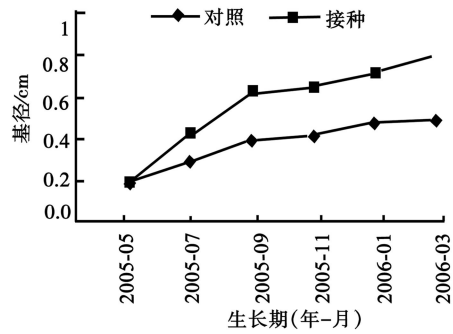
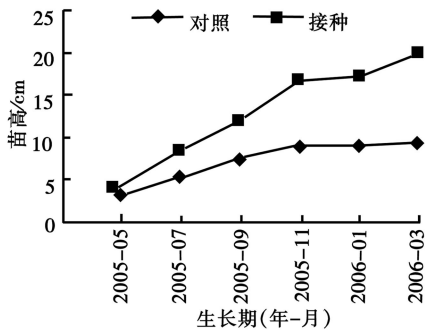


图 2 黑金刚连续生长趋势图

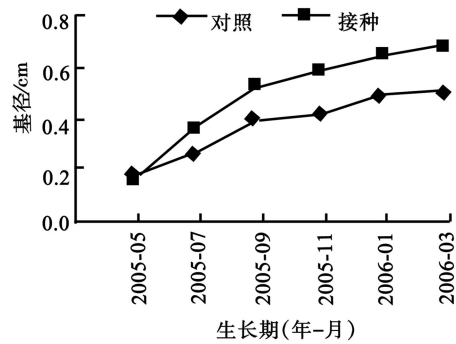
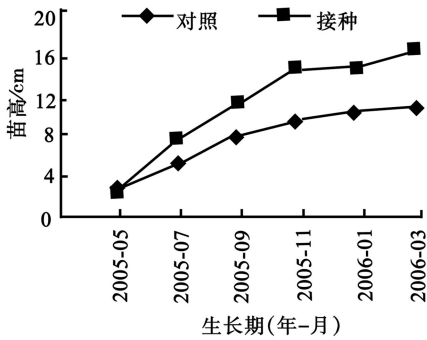


图 3 花金刚连续生长趋势图

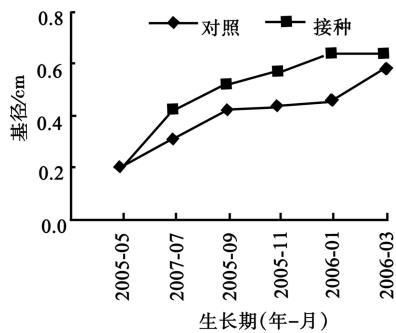
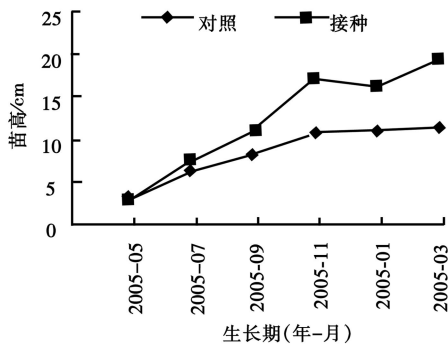


图 4 红关公连续生长趋势图

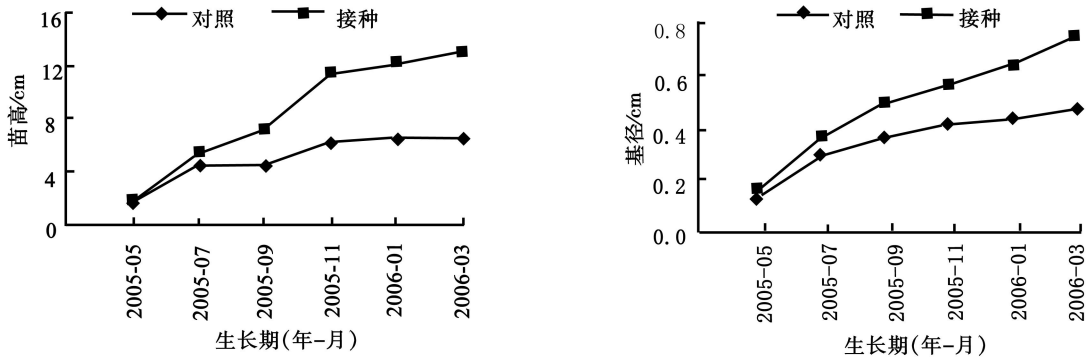


图 5 巴西榕连续生长趋势图

对 4 个印度橡胶榕彩叶栽培种接种 AM 真菌后的苗高、基径和根长进行了差异显著性分析, 结果 (表 2) 表明: 在苗高生长上, 黑金刚、花金刚、红关公、巴西榕的处理与对照间均达极显著差异; 在基径生长上, 黑金刚、花金刚、巴西榕的处理与对照间达极显著差异, 而红关公的处理与对照间差异不显著; 在根长生长上, 黑金刚的处理与对照间达极显著差异 ($p < 0.01$), 花金刚、巴西榕的处理与对照间达显著差异 ($p < 0.05$), 红关公的处理与对照间差异不明显 ($p > 0.05$)。可见, AM 真菌对参试的 4 个印度橡胶榕彩叶栽培种苗的各生长量指标均具有较好的接种效果, 其中, 根长指标差异显著性强弱顺序与感染率完全一致。

表 2 4 个印度橡胶榕彩叶栽培种接种 AM 菌生长量差异显著性检验

树种	苗高		基径		根长	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
黑金刚	-6.12	< 0.0001	-8.12	< 0.0001	-3.28	0.0044
花金刚	-3.40	0.0016	-5.19	< 0.0001	-2.22	0.0399
红关公	-5.35	< 0.0001	-1.44	0.1573	-0.97	0.3467
巴西榕	-7.21	< 0.0001	-7.21	< 0.0001	2.35	0.0371

2.3 AM 真菌对参试苗木生物量的影响

对 4 个印度橡胶榕彩叶栽培种的生物量进行差异显著性分析, 结果 (表 3) 表明: 接种 AM 真菌后, 处理与对照相比, 黑金刚、花金刚、红关公的地上部分、地下部分、全株干质量均达极显著差异 ($p < 0.01$), 巴西榕的地上部分干质量达极显著差异 ($p < 0.01$), 而地下部分干质量、全株干质量达显著性差异; 接种 AM 真菌对这 4 种植物的生物量具有明显的增益效应。

表 3 4 个印度橡胶榕彩叶栽培种接种 AM 菌生物量差异显著性检验

树种	地上干质量		地下干质量		全株干质量	
	T 值	P 值	T 值	P 值	T 值	P 值
黑金刚	-6.50	< 0.0001	-6.35	< 0.0001	-6.79	< 0.0001
花金刚	-3.75	0.0016	-3.13	0.0061	-3.73	0.0017
红关公	-4.63	0.0002	-3.29	0.0070	-4.25	0.0005
巴西榕	-3.01	0.0076	-2.10	0.0505	-2.83	0.0110

3 结论与讨论

(1) 接种 AM 真菌后, 参试树种对 AM 真菌的感染率明显提高, 同一树种接种处理的感染率比对照均高出 4 倍以上, 表现出较强的 AM 真菌感染力; 参试树种对 AM 菌都有较高的依赖度, 而感染率的大小和依赖度强弱顺序有所差别。

(2) 接种 AM 菌后, 随着时间的增加, 参试树种处理与对照间的生长差距基本呈扩大的趋势 (图 2 ~ 5)。差异显著性检验结果表明: 黑金刚、花金刚、巴西榕处理和对照间的苗高、基径生长差异均达极显著水平, 红关公处理与对照间苗高生长差异达极显著水平; 黑金刚、花金刚和巴西榕处理与对照间根长差异达显著性水平; 4 个参试树种处理与对照间的生物量差异均达显著性水平以上。总体上, 接种 AM 菌对参试树种的生长均有明显的增效作用。试验过程中观察记录也表明, 接种 AM 真菌可以使参试树种苗木色泽更加亮丽, 苗木更加壮实, 病虫害率降低 30% ~ 70%。试验证明了接种 AM 真菌不仅能促进黑金刚、花金刚、红关公、巴西榕的生长, 而且能提高苗木质量和抗逆性, 对优化这些植物品种的繁育栽培措施具有重要的价值。

(3) 试验过程中参试树种处理与对照间的生长曲线逐步拉大, 但由于试验期较短, 处理与对照间是否继续保持这种趋势, 差异最大值是否已出现或往

后出现,何时平缓或者会否出现减缩现象,有待于下一步观测。

(4) 由于试验后期试验苗木根部穿袋,导致在 AM 真菌感染率测定中,黑金刚、花金刚、巴西榕的对照植株根系也受到轻度侵染,但处理植株的感染率仍远高于对照植株,说明外界环境中的 AM 真菌并没有对试验造成很大影响,表明自然情况下虽然它们都具有感染 AM 真菌的能力,但接种处理更能促进菌根感染;红关公对照的根系不受侵染,接种处理感染率最低,根长差异显著性不明显,表明 AM 真菌对红关公的侵染力相对较低。参试树种对 AM 菌的感染率和依赖度有差异,这可能来源于各参试树种根系发达程度和根系形态的不同。

参考文献:

[1] 吴志刚,郭兰萍,黄璐琦,等. 接种 VA 菌根对苍术生长发育影响的初步观测 [J]. 中药研究与信息, 2005, 7(11): 27~ 28

- [2] 贺忠群,贺超兴,张志斌,等. 不同基质接种丛枝菌根真菌对番茄生长及 PAL、PPO 酶活的影响 [J]. 农业工程学报, 2005, 21(增): 169~ 172
- [3] 齐国辉,刘素台,吴会军. VA 菌根真菌与植物共生的生理效应研究现状及进展 [J]. 河北林果研究, 1999, 14(2): 180~ 184
- [4] 马琼,黄建国. 菌根及其在植物吸收矿质元素营养中的作用 [J]. 吉林农业科学, 2003, 28(2): 41~ 43
- [5] 张勇,陈羽,李国际,等. 山地木麻黄菌根菌的筛选和接种效应的研究 [J]. 林业科学研究, 2006, 19(3): 342~ 346
- [6] 周再知,梁坤南,马华明,等. 桃棕苗期接种丛枝菌根菌效应研究 [J]. 林业科学研究, 2006, 19(6): 756~ 760
- [7] 陈应龙,弓明钦,王凤珍,等. ECM 和 VAM 菌混合接种对尾叶桉生长效应的研究 [J]. 林业科学研究, 1998, 11(5): 481~ 487
- [8] 黄少伟,谢维辉. 实用 SAS 编程与林业试验数据分析 [M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2001
- [9] 弓明钦,王凤珍,陈羽,等. 西南桦对菌根的依赖性及其接种效应研究 [J]. 林业科学研究, 2000, 13(1): 8~ 14
- [10] 林先贵,郝文英. 不同植物对 VA 菌根的依赖性 [J]. 植物学报, 1989, 31(9): 721~ 725