

Pt菌根菌剂对巨尾桉生长的持续效应

黄宝灵 梁秀棠 钟文勇 马惠珍 陆晓

(广西大学林学院, 南宁 530001) (广西国营高峰林场, 南宁 530001)

摘要 探讨了 *Pisolithus tinctorius* 菌剂对巨尾桉 (*Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*) 林木生长的持续影响。结果表明: Pt 菌剂对树高生长的持续影响显著, 对立木单株材积的持续影响极显著, 而对直径生长的影响在造林前期极显著, 后期不显著; 菌根林造林成活率比对照林提高 15.76%, 保存率两者相差无几; 菌根林的蓄积量持续高于对照林; 菌根的投入产出比为 1:10.67, 经济效益显著。

关键词 菌根真菌; 彩色豆马勃; 巨尾桉

中图分类号 Q948.12

SUSTAINED EFFECTS OF MYCORRHIZAL FUNGUS *PISOLITHUS TINCTORIUS* ON THE GROWTH OF *EUCALYPTUS GRANDIS* × *E. UROPHYLLA*

Huang Baoling Liang Xiutang Zhong Wenying

(Forestry College, Guangxi University, Nanning 530001)

Ma Huizhen Lu Xiao

(Gaofeng Forest Farm, Guangxi, Nanning 530001)

Abstract Five grams pure mycorrhizal inoculum of *Pisolithus tinctorius* (Pt) was injected to each seeding of *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla* before transplanting for one month in experiment plots of Gaofeng Forest Farm near Nanning City, Guangxi. The sustained effect of Pt on the increments of plant growth height and tree volume were remarkable, being by 16.34% at the tree age of 3 months and 18.5% at tree age of 16 months, respectively, as compared to the control. The survival rate of seedlings after transplanting for 3 months was increased by 15.76% compared to the control, and the total increments of the tree volume were obvious either in young trees or in trees of harvest cutting. The economic profit from the forest would be ten times the cost of mycorrhizal investment.

Key words Mycorrhizal fungus; *Pisolithus tinctorius*; *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*

菌根技术在农林业上的应用日渐为人们重视, 其应用技术也日趋成熟^[1-4]。许多树种吸收根和根毛很少, 菌根真菌菌丝放大了林木吸收水肥的范围; 提高了对养分的吸收和利用、保存和循环; 有些菌根真菌耐干旱、高温、酸碱、贫瘠和有毒物质, 能提高林木抗逆性; 菌根结构象机械屏障可阻止病原菌的侵入, 菌根真菌分泌抗生素, 诱导林木产生植抗素抑制病原菌的侵入, 提高了林木的抗病性; 菌根在代谢过程中能分泌生长激素促进林木生根和生长^[5-9]。这说

明菌根真菌在人工林营建及森林生态系统的建立健全中起着重要的作用。但目前国内外的林木菌根研究工作侧重于苗木及幼林上的应用,关于菌根对林木生长的持续效应的研究报道甚少。本文以华南地区短周期工业用材林主要造林树种之一的巨尾桉为研究对象,从造林当年至林分主伐,对林木的直径、树高、立木单株材积及林分蓄积量等生长因子进行定位测定,探讨外生菌根菌剂对林木生长的持续效应。

1 材料和方法

试验区的自然条件概况 试验地设在南宁市郊国营高峰林场,低丘地貌,属南亚热带气候,高温多雨,年均气温 21.6℃,年降雨量 1000-1600 mm,年蒸发量 1693 mm。土壤为砖红壤性红壤。试验地的前茬为稀竹林草丛。

供试菌种 彩色豆马勃 (*Pisolithus tinctorius*) 纯菌剂 (简称 Pt), 由广西大学林学院生产。

苗木类型 巨尾桉 (*Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*) 组培营养杯苗,其中菌根造林用苗在苗木出圃前一个月在营养杯上打孔接入 Pt 纯菌剂 5 g/株,使形成菌根化苗。造林时苗木平均高 20-25 cm。

研究方法 设接种和不接种两个处理,在同一林斑内分两个大区造林,每处理造林面积为 3.67 hm²。从造林当年起,在接种和不接种区中分别设置三块标准固定样地,于造林当年至林分主伐每年分别测定胸径(造林当年测地径) 37-38 株,每处理共测 111-114 株;取 5 株平均木测树高(主伐时伐倒林木后再每木测高),并计算立木单株材积和林分蓄积量。主伐造材时求出林分出材量,计算经济效益。

造林措施 机耕穴植。1992 年 5 月造林,株行距 4 m × 1.5 m,每公顷密度 1666 株。每株施垃圾基肥 10 kg,造林当年每株追施碳酸氢二铵 0.1 kg、复合肥 0.2 kg;次年每株追施碳酸氢二铵 0.1 kg。造林当年秋季检查成活率,死苗者用同一来源的苗木补植。

2 试验结果

2.1 对林木高生长的持续影响

表 1 反映了菌根菌对林木高生长的持续影响情况。林分 3 月龄时,接种 Pt 菌剂的林分其林木高生长大于对照林 16.34%,经方差分析,两者差异达到极显著水平。从 16 月龄之后,两林分之间的差异有所下降,但仍达显著水平,而且这种差异一直维持到 58 月龄林分主伐时。这说明了 Pt 菌剂对巨尾桉林木高生长的影响是持续的。随着林分的郁闭,林分环境的改变,其持续效应影响不大。

2.2 对林木直径生长的持续影响

从表 2 可以看出, Pt 菌剂对巨尾桉直

表 1 Pt 菌对林木高生长的持续影响

Table 1 Sustained effect of Pt on the growth of plant height

树龄 Plant age (month)	处理 Treatment	平均树高值 Mean plant height (m)	提高 (%) Increment	F 值
3	Pt	1.43**	16.34	15.36
	Control	1.23		
16	Pt	10.08*	9.33	5.75
	Control	9.22		
30	Pt	13.74*	6.84	6.93
	Control	12.86		
42	Pt	15.56**	15.77	38.76
	Control	13.44		
58 主伐年龄	Pt	17.22**	6.96	11.11
	Control	16.10		

* 表示方差分析差异显著; ** 表示方差分析差异极显著,下同。

$F_{\alpha, 0.05} = 5.32$; $F_{\alpha, 0.01} = 11.30$

径生长的持续影响的情况与树高生长的情况不一样。在造林的头两年, 接种菌剂的林分直径的生长大于对照林, 经方差分析, 两者之间的差异达极显著水平, 而在30月龄之后, 两林分林木的胸径无显著性差异。说明随着林分的逐渐郁闭和森林生态系统的变化, 菌根的作用有所改变。

2.3 对立木单株材积生长的持续影响

由于立木单株材积受立木胸径、树高及树干形数三因子的共同影响, 因此菌根菌剂对立木单株材积生长的持续影响的情况与树高、直径的情况不尽一致。接种菌剂的林分, 其立木单株材积一直领先于对照林, 而且方差分析表明, 除个别年份差异为显著水平外, 其余年份差异均达极显著水平。这说明菌根菌剂对提高巨尾桉单株产量具有明显的促进作用(表3)。

表2 Pt菌对林木直径生长的持续影响

Table 2 Sustained effect of Pt on diameter growth

树龄 Plant age (month)	处理 Treatment	直径平均值 Mean diameter (cm)	提高(%) Increment	F值
3	Pt	2.48**	18.66	10.63
	Control	2.09		
16	Pt	6.64**	6.24	12.07
	Control	6.25		
30	Pt	8.45	-0.001	0.01
	Control	8.46		
42	Pt	9.65	1.15	0.43
	Control	9.54		
58 主伐年龄	Pt	9.91	-0.002	0.01
	Control	9.93		

$F_{\alpha 0.05}=3.87$; $F_{\alpha 0.01}=6.72$

表3 Pt菌对立木单株材积生长的持续影响

Table 3 Sustained effect of Pt on growth of individual tree volume

树龄 Plant age (month)	处理 Treatment	单株材积平均值 Mean tree volume (m ³)	提高(%) Increment	F值
16	Pt	0.01704**	18.50	20.00
	Control	0.01438		
30	Pt	0.03898*	6.79	7.50
	Control	0.03650		
42	Pt	0.05678**	18.25	63.67
	Control	0.04802		
58 主伐年龄	Pt	0.06804**	6.38	21.00
	Control	0.06396		

$F_{\alpha 0.05}=5.32$; $F_{\alpha 0.01}=11.30$

2.4 对林木保存率及林分蓄积量的持续影响

从表4得知, 菌根菌剂对提高造林成活率有明显的促进作用。接种菌剂的林分成活率为94.36%, 比对照林提高15.76%。但从保存率的情况来看, 两林分差异无几。

表4 Pt菌对林木保存率及林分蓄积量的持续影响

Table 4 Sustained effect of Pt on survival rate and volume

树龄 Plant age (month)	处理 Treatment	保存率 Survival rate		蓄积量 Volume	
		平均值(%) Mean	提高(%) Increment	平均值 Mean (m ³ hm ⁻²)	提高(%) Increment
3	Pt	94.36	15.76		
	Control	83.87			
16	Pt	99.2	-0.8	28.1615	17.55
	Control	100.0		23.9571	
30	Pt	98.3	-0.8	63.8367	5.93
	Control	99.1		60.2617	
42	Pt	98.3	-0.8	92.9874	17.29
	Control	99.1		79.2813	
58 主伐年龄	Pt	96.6	-0.8	109.5005	5.51
	Control	97.4		103.7869	

林分蓄积量取决于保存率与立木单株材积两因子。本试验结果说明, 菌根菌剂对巨尾桉林分蓄积量有持续影响, 16月龄时比对照林提高17.55%, 至主伐时仍提高5.51%。

2.5 菌根菌造林的经济效益分析

目前我国良种桉短周期工业用材林的主伐年龄为5-7年。本试验5年主伐, 造材时, 菌根林的木材出材量为 $105.4350 \text{ m}^3 \text{ hm}^{-2}$, 对照林为 $101.7885 \text{ m}^3 \text{ hm}^{-2}$, 菌根林每公顷净增木材为 3.6465 m^3 。若以每株苗木接种菌根菌成本为0.03元计, 每公顷的菌根投入为49.98元。而按广西1996年底桉树木材价格160.00元 m^3 计(已除税、费), 则菌根林比对照林每公顷净增产值为533.46元, 其投入产出比为1:10.67, 经济效益非常显著。

3 讨论

接种菌根造林能明显地促进幼林早期生长, 幼林的树高、胸径及立木单株材积的生长显著大于对照林。林木和土壤微生物之间密切的相互作用, 有利于形成控制森林生态系统和森林生产力的条件。

随着林分的郁闭, 林内环境因子的改变, 菌根的促进作用有所降低, 主要表现在林木胸径生长量与对照林之间趋于持平, 无显著性差异。这一方面可能与林分郁闭之后, 林木个体横向的营养空间受到限制, 而林木株间的竞争作用加大, 并逐步占居主导地位, 从而削弱了菌根的作用; 其次, 也可能由于在苗圃内接种菌根的苗木, 栽种到新的造林地后, 产生了菌根真菌的演替, 即原来人工接种苗木上的菌根真菌可能被造林地内的其它真菌所取代, 从而逐步削弱了原有菌根的作用^[10]。此外, 试验地并非真空地带, 造林后随着菌根的发育, 亦有可能将孢子扩散到不太远的对照林中, 导致对照林的林木感染, 从而促进对照林林木的生长。

虽然在林分主伐时, 菌根林的生长势趋于减缓, 但与对照相比, 菌根对林木生长的持续效应仍然是比较明显的, 这主要表现在林分的树高和立木单株材积在造林的后期仍显著大于对照林, 以至林分主伐时, 蓄积量及出材率亦均高于对照。说明人工接种的Pt菌在新造林地的环境里能够继续与林木维持良好的共生关系, 促进林木生长。

参考文献

- 1 雷增普. 中国外生菌根研究概况. 土壤学报, 1994, 增刊: 1-10
- 2 汪洪钢, 张美庆. 八十年代以来我国内生菌根研究概况. 土壤学报, 1994, 增刊: 11-20
- 3 张美庆. 国际菌根研究进展. 土壤学报, 1994, 增刊: 21-25
- 4 弓明钦, 王凤珍, 陈羽. 桉树外生菌根研究及进展. 土壤学报, 1994, 增刊: 127-233
- 5 Gardner J H, Malajczuk N. Reclamation of rehabilitate bauxite mined sites in Western Australia by mycorrhizal fungi. *Forest Ecology and Management*, 1987, 24:27-42
- 6 Harley J L, Smith S E. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, Toronto, 1983
- 7 Malajczuk N, Grove T S, Thomson B T et al. Ectomycorrhizas. In: *Microorganisms that Promote Plant Productivity*. Kluwer Press, Amsterdam, 1992
- 8 Slandis V. Hormonal relationship in mycorrhizal development. In: Marks G C, Kozlowski T T eds. *Ectomycorrhizae-Their Ecology and Physiology*. Academic Press, New York, 1973, 231-298
- 9 花晓梅. 林木菌根生物技术的研究和应用. 土壤学报, 1994, 增刊: 141-155
- 10 郭秀珍, 毕国昌. 林木菌根及应用技术. 北京: 中国林业出版社, 1989, 166-170