

文章编号: 1001-1498(2008)04-0528-06

# 桉树工厂化育苗轻型基质筛选试验研究

谢耀坚<sup>1,3</sup>, 王军<sup>2</sup>, 彭彦<sup>1</sup>, 谭晓风<sup>3</sup>

(1. 国家林业局桉树研究开发中心, 广东 湛江 524022; 2. 北京市双秀公园, 北京 100088; 3. 中南林业科技大学, 湖南 长沙 410004)

**摘要:**应用南方种苗基地附近的农林废弃物为原料配制轻型基质,按照正交试验设计方法,开展了桉树扦插育苗的试验研究,重点研究了以蔗渣、椰糠、稻壳为主要成分的轻型基质对桉树扦插苗根系生根率、生根量、主根长、一级侧根发生值、总一级侧根长度等的影响,试验结果表明不同基质成分对桉树苗木生长指标影响显著:蔗渣对苗木生根率、稻壳对一级侧根发生值、蔗渣灰对总一级侧根长度分别起主导作用,椰糠及其与其它基质的交互作用对生根率、生根条数等影响较大,最后筛选出2种可在生产上推广应用的优良轻型基质配方,即:甘蔗渣 椰糠 稻壳 蔗渣灰为 1 2 1 0或 1 2 0 0。

**关键词:**桉树;育苗;轻型基质

中图分类号: S792.39

文献标识码: A

## Studies on Light Media for Cuttings Propagation of Eucalyptus

XIE Yao-jian<sup>1,3</sup>, WANG Jun<sup>2</sup>, PENG Yan<sup>1</sup>, TAN Xiao-feng<sup>3</sup>

(1. China Eucalypt Research Center, Zhanjiang 524022, Guangdong, China; 2. Beijing Shuangxiu Park, Beijing 100088, China;

3. Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, Hunan, China)

**Abstract:** In this research, the agricultural and forestry wastes were used to make light cultural media for *Eucalyptus* cuttings propagation. The light media mainly made from bagasse, coir, rice hull were tested. 5 indexes including survival numbers, rooting number, fiber root, longest root, total root length were measured while different media were used. 2 best formula of medium were recommended in *Eucalyptus* cuttings production: Formula 1, bagasse coir rice hull bagasse ashes = 1 2 1 0 (by volume), Formula 2, bagasse coir rice hull bagasse ashes = 1 2 0 0.

**Key words:** *Eucalyptus*; seedling; light media

桉树是世界著名的三大速生树种之一,具有适用性强、栽培周期短、木材产量高和用途广泛等优点,已成为我国南方发展速生丰产林的战略树种<sup>[1]</sup>。目前,全国桉树人工林面积已达 200 万  $\text{hm}^2$ 。我国桉树育苗规模宏大,年产量约为 8~10 亿株,绝大部分均为无性繁殖育苗。传统的育苗技术主要使用洁净土壤(黄心土或火烧土)作为基质,保水通气性能差,容易散落,不利于苗木根系生长,而且土粒密度大,搬运劳动强度大,运输成本高<sup>[2]</sup>。

林业发达国家从上世纪 50 年代开始就投入了大量的人力、财力对轻型基质进行研究,经过 20 多年的探索,认为泥炭藓、蛭石混合物是容器育苗的理想基质,从 70 年代中期开始在北美的一些容器苗圃广泛推广<sup>[3-4]</sup>。目前,国外基本不直接用土作育苗基质,而几乎全部采用轻型基质育苗<sup>[5]</sup>。我国较早使用的育苗基质主要是土壤,近代育苗开始出现了泥炭、膨化珍珠岩和膨化蛭石等轻型矿物质基质,随着材料科学的发展,又出现了岩棉、玻璃纤维和塑料

收稿日期: 2008-01-15

基金项目: 国家林业局“948”项目(2004-4-08)“现代化基地育苗综合调控技术引进”和“十一五”国家科技支撑课题(2006BAD24B0201)“桉树和相思速生丰产林培育关键技术研究”的部分内容

作者简介: 谢耀坚(1961—),男,湖南湘潭人,研究员。

泡沫等人工制造的轻型基质,近几年,中国林业科学研究院工厂化育苗研究中心等研制出半碳化、碳化基质、碳纤维以及泡沫基质,最近又开展了以农林废弃物为原料的系列轻型基质研究<sup>[6]</sup>。然而,目前我国在生产上大多数还是以传统的土壤基质育苗为主,桉树育苗更是 80%以上均采用黄心土或火烧土作基质。根据多年的桉树育苗经验,作者认为育苗的关键是育根。本项研究针对桉树育苗中遇到的实际问题,以南方种苗基地周边地区即广东省湛江地区附近的经济成本低廉的农林废弃物为原料,在南方国家级林木种苗示范基地开展桉树工厂化育苗轻型基质的配制、筛选和育苗效果试验研究,重点研究轻型基质对扦插苗根系发育的影响,为培育优质苗木及发展桉树人工林奠定关键技术基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 育苗容器

采用南方种苗基地从瑞典 BCC 公司引进的 S-81 苗盘,每个苗盘有  $9 \times 9 = 81$  个穴,每穴容积为  $100 \text{ cm}^3$ ,在每个穴的 4 个侧面有 3 条宽 0.3 cm 的侧缝,可以促进多余水分的排出和进行空气修根。

### 1.2 育苗基质原料

蔗渣:为当地糖厂的蔗糖生产中产生的甘蔗渣,在原地堆积经年,充分腐熟后晒干备用。

椰糠:从海南购进,已去除大部分椰丝,只有少量较短的椰丝,以不影响基质的装填为度。

稻壳:本地稻米生产厂购得,经堆放 3 个月 after 使用。

蔗渣灰:当地糖厂用甘蔗渣作锅炉燃料,燃烧后产生的灰渣,可直接利用。

### 1.3 试验的植物材料

桉树无性系广林 9 号 (GL9),为当前生产上使用的主要无性系,为尾叶桉和巨桉的杂种 (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake  $\times$  *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden),试验用插穗采自南方种苗基地采穗圃,要求健康粗壮,半木质化,节间比较均匀,长度 10 ~ 15 cm。保留上部 2 ~ 3 对叶片,剪去成熟叶的一半,以减少蒸腾,剪下的穗条放在盛有水的盆内,用 800 倍多菌灵消毒片刻,剪取后 4 h 内扦插到穴盘中。

### 1.4 扦插试验设计

试验采用的基质原料为蔗渣、椰糠、稻壳、蔗渣灰,每种因素选择 2 个水平,利用 L8(2<sup>7</sup>)正交试验

设计(表 1、表 2),在 S-81 型塑料苗盘上进行试验,每个处理 1 盘苗,4 个重复,共 324 株。试验于 2004 年 11 月进行。

表 1 扦插试验因素水平

水平	因素			
	甘蔗渣 (A)	椰糠 (B)	稻壳 (C)	蔗灰 (D)
1	1	1	0	1
2	2	2	1	0

注:表中数据为混合基质中加入原料的份数(体积)。

表 2 正交试验安排

基质(试验)编号	因素及水平			
	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	1	2	2
3	1	2	1	2
4	1	2	2	1
5	2	1	1	2
6	2	1	2	1
7	2	2	1	1
8	2	2	2	2

### 1.5 数据采集和数据分析

在试验进行至第 28 天时,对每个苗盘中已经生根的株数进行统计,对扦插苗生根率(%)、生根数、级侧根发生值、最长根(cm)、总级侧根长度(cm)等指标进行统计。级侧根发生值根据级侧根的长度和总量给以相应的分数,没有发生级侧根的计 0 分;有级侧根发生计 1 分;级侧根长度达到 0.5 cm,并且量比较多的计 2 分。以 EXCEL 和 DPS 统计软件进行方差等相关分析<sup>[7]</sup>。

## 2 试验结果与分析

### 2.1 基质对生根率的影响

由表 3 可以看出各基质苗间的成活率存在着明显的差异,最高的 3 号基质的平均生根株数达 67.50 株,生根率达到 83.33%,而最低的 7 号基质的平均生根株数只有 47.63 株,相应的生根率只有 58.8%。

经极差分析(表 4),各种基质对扦插成活率存在着不同的作用。基质中以蔗渣影响最大,蔗渣在水平 1 上的生根株数比水平 2 上生根株数高,说明在蔗渣的用量为 1 份的时候生根效果比较好。其它两个因素对于生根率影响很小。同时还可以从表中看出,交互作用 1 对生根也有着较为明显的影响,和蔗渣灰的影响相当。从各基质的生根率上来看,这可能是由于蔗渣和椰糠的交互作用引起的。进一步对正交设计

的成活率进行方差统计,由于试验误差自由度太小,发现来源各因素变异均不显著,为了提高假设检验的灵敏度,进一步对均方值 B 和 C 因素项较小的即  $F$  值小于 1 的变异项作为空闲因子,将其平方和与自由度和误差项的平方和自由度合并,作为试验误差平方和

的估计值 ( $SS_e$ ) 处理<sup>[7]</sup>,结果由表 5 所示,蔗渣 (A) 与之有关的交互作用的  $F$  值均达极显著水平;蔗渣灰 (D) 以及交互作用 3 的  $F$  值达显著水平。对于生根率,蔗渣和蔗渣灰的用量起到了主要的决定作用,这与上述极差分析结果一致。

表 3 基质对桉树扦插生根各项指标影响分析

基质 (试验) 编号	1	2	3	4	5	6	7	8
生根率 / %	60.44 b	61.81 b	67.50 a	63.69 b	61.25 b	52.88 d	47.63 e	56.44 c
平均生根条数	3.43	3.54	3.94	4.03	3.63	4.47	4.00	3.32
级侧根发生值	1.19	1.19	1.27	1.26	1.38	1.17	1.38	1.22
最长根 / cm	6.57 ab	6.06 abc	6.44 abc	6.71 ab	6.91 a	6.68 ab	7.16 a	5.74 c
总 级侧根长度 / cm	21.38 ab	20.02 ab	21.98 ab	23.62 ab	21.28 ab	27.49 a	24.86 ab	16.86 b

注:不同字母之间表示 Duncan 多重比较在 0.05 水平上差异显著。

表 4 不同基质中桉树扦插各项生根指标的极差分析

生根指标	处理水平	因素						
		A	B	AB - CD 交互作用 1	C	AC - BD 交互作用 2	BC - AD 交互作用 3	D
生根率 / %	1	63.36	59.09	56.58	59.20	59.31	60.45	56.16
	2	54.55	58.81	61.33	58.70	58.59	57.45	61.75
平均生根条数	1	3.73	3.77	3.57	3.75	3.79	3.60	3.98
	2	3.86	3.82	4.02	3.84	3.80	3.99	3.61
级侧根发生值	1	1.23	1.23	1.24	1.31	1.21	1.26	1.25
	2	1.29	1.28	1.27	1.21	1.30	1.25	1.27
最长根 / cm	1	6.44	6.55	6.38	6.77	6.36	6.48	6.78
	2	6.62	6.51	6.68	6.30	6.71	6.58	6.29
总 级侧根长度 / cm	1	21.75	22.54	20.78	22.38	21.93	20.78	24.34
	2	22.62	21.83	23.59	22.00	22.45	23.59	20.03

注:表中的 AB - CD 列中交互作用的表示甘蔗渣与椰糠的交互作用和稻壳与蔗渣的交互作用在一列上,其他类推。

## 2.2 基质对平均生根条数的影响

不同基质间平均生根条数存在明显的差异。生根条数最高的 6 号基质平均每株发根 4.47 条,而生根条数最少的 8 号基质平均发根只有 3.32 条。各基质的 级侧根发生值得分也有明显的差异。以 5 号和 7 号基质的侧根发生情况较好,而 6 号基质的侧根发生情况最差。在各基质对最长根长度的影响中,最长根长度以 7 号和 5 号最长,8 号基质苗的最长根长值最小。而不同基质中的总 级侧根长度值差异明显。最长的 6 号基质总 级侧根长度达到 27.49 cm,最短的 8 号基质仅有 16.86 cm。

对苗木生根条数影响最大的是蔗渣灰,极差达到 0.37,加入 1 份蔗渣灰比不加蔗渣灰的基质在生根条数上有明显的促进。而蔗渣,椰糠和稻壳的极差都较小,都是在较低的水平上对生根数的提高有益。进一步看各交互作用列的极差,发现在交互作用 1 和交互作用 3 的交互作用明显,二者的极差都超过各个单一基质,分别为 0.45 和 0.39。从 6 号基质的平均生根条数要明显多于 5 号基质看,交互

作用 1 的交互作用可能是由稻壳和蔗渣灰引起的。从 6 号基质的根数明显多于 7 号,7 号根数又明显多于 8 号基质中的根数来看,交互作用 3 的交互作用可能主要由椰糠和稻壳引起的。方差分析也表明稻壳和蔗渣对苗木生根条数影响显著 (表 5),同样方差分析表明交互作用 1 和交互作用 3 的交互作用很显著。

## 2.3 基质对 级侧根发生值的影响

各基质的 级侧根发生值得分有差异。以 5 号和 7 号基质的 级侧根发生情况较好,而 6 号基质的 级侧根发生情况最差。从极差分析可以看出,稻壳对于侧根的发生影响最大,极差为 0.10,是甘蔗渣和椰糠极差的将近 2 倍,而蔗渣灰的极差很小。方差分析也表明稻壳对须根发生影响最明显 (表 5),其次是其相关交互作用 2,再次是蔗渣,最后才是蔗渣灰。尽管如此,各因素对须根发生影响有限,方差分析表明均没有达到显著水平。

## 2.4 基质对最长根长度的影响

从表 3 看,不同基质苗在最长根长度上差异明显,Duncan 多重比较发现在 0.05 水平上差异显著。

极差分析可以看出(表 4),对最长根长度影响最大的是蔗渣灰和稻壳,这两者的极差分别为 0.49 和 0.47。相对的甘蔗渣和椰糠对最长根的长度影响较小。从各交互作用列来看,交互作用 1 和交互作用 2 的交互作用比较明显。方差分析表明蔗渣灰和稻壳也是影响最大因子,其次是交互作用 2 和交互作用 1。

2.5 基质对总 级侧根长度的影响

不同基质对总 级侧根长度影响也明显。同样

最长根长度一样,蔗渣灰对总 级侧根长度影响最大,在加入 2 份蔗渣灰时总 级侧根长度的极差为 4.31,这要远大于其它 3 个因素对总 级侧根长度的影响。但从交互作用列来看,交互作用 1 和交互作用 3 存在较明显的交互作用。从试验的数据来看,交互作用 1 可能是由稻壳和蔗渣灰引起的,而交互作用 3 可能是由椰糠和稻壳引起的。从方差分析看,各因素对其影响明显,但不显著。

表 5 正交设计方差分析

生根指标	变异来源	平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F 值	P 值
生根率	A	155.232 2	1	155.232 2	472.692 4	0.002 1
	B*	0.156 8	1	0.156 8		
	交互作用 1	45.125 0	1	45.125 0	137.408 6	0.007 2
	C*	0.500 0	1	0.500 0		
	交互作用 2	1.036 8	1	1.036 8	3.157 1	0.217 6
	交互作用 3	18.000 0	1	18.000 0	54.811 2	0.017 8
	D	62.496 2	1	62.496 2	190.305 1	0.005 2
	误差	0.656 8	2	0.328 4		
总和	282.547 0					
平均生根条数	A	0.028 8	1	0.028 8	9.216 0	0.093 5
	B*	0.006 1	1	0.006 1		
	交互作用 1	0.396 1	1	0.396 1	126.736 0	0.007 8
	C	0.016 2	1	0.016 2	5.184 0	0.150 5
	交互作用 2*	0.000 2	1	0.000 2		
	交互作用 3	0.296 4	1	0.296 4	94.864 0	0.010 4
	D	0.281 2	1	0.281 2	90.000 0	0.010 9
	误差	0.006 2	2	0.003 1		
总和	1.025 0					
级侧根发生情况	A	0.007 2	1	0.007 2	36	0.105 137
	B	0.005	1	0.005	25	0.125 666
	交互作用 1	0.001 25	1	0.001 25	6.25	0.242 238
	C	0.018 05	1	0.018 05	90.25	0.066 767
	交互作用 2	0.016 2	1	0.016 2	81	0.070 447
	交互作用 3*	0.000 2	1	0.000 2		
	D	0.000 45	1	0.000 45	2.25	0.374 334
	误差	0.000 2	1	0.000 2		
总和	0.048 35					
最长根	A	0.063 0	1	0.063 0	2.998 8	0.333 4
	B	0.003 6	1	0.003 6	0.171 9	0.749 8
	交互作用 1	0.183 0	1	0.183 0	8.709 7	0.208 0
	C	0.446 5	1	0.446 5	21.249 9	0.136 0
	交互作用 2	0.248 5	1	0.248 5	11.826 9	0.180 1
	交互作用 3*	0.021 0	1	0.021 0		
	D	0.485 1	1	0.485 1	23.086 9	0.130 6
	误差	0.021 0	1	0.021 0		
总和	1.450 8					
总侧根根长	A	1.522 5	1	1.522 5	5.341 9	0.260 0
	B	1.015 3	1	1.015 3	3.562 3	0.310 2
	交互作用 1	15.820 3	1	15.820 3	55.507 4	0.084 9
	C*	0.285 0	1	0.285 0		
	交互作用 2	0.535 6	1	0.535 6	1.879 3	0.401 2
	交互作用 3	15.708 0	1	15.708 0	55.113 4	0.085 2
	D	37.023 0	1	37.023 0	129.899 6	0.055 7
	误差	0.285 0	1	0.285 0		
总和	71.909 8					

\*表示把 F < 1 因子作为空闲列处理

### 3 小结与讨论

轻型基质用于扦插育苗的研究国内有少量报道。陈辉等<sup>[5]</sup>研究了以粉碎后的树皮为主要成分和以锯屑为主要成分两种轻型基质对马尾松容器育苗的影响,发现以树皮为主要成分的基质较其它基质表现更好,他们认为树皮为主要原料的基质系列较锯屑系列在苗期生长方面表现更优,这可能是由于粉碎后的树皮作为基质,除重量轻外,还具有较好的吸水和保水性能,有利于根系的穿透和吸收,同时又是各种追施养分的良好载体。徐建民等<sup>[8]</sup>对桉树扦插育苗基质研究表明,基质配方为 20%椰糠 + 78%红心土 + 2%火烧土是扦插育苗效果最好的基质,但这种基质仍然是以土壤为主要成分,实际上还不能算是轻型基质。王军等<sup>[9]</sup>研究了蔗渣、树皮、珍珠岩等作为基质在桉树育苗中的应用,结论为松树皮 蔗渣 黄心土 珍珠岩 = 5 2 2 4 的基质育苗效果最好。裘珍飞等<sup>[10]</sup>对马占相思 (*Acacia mangium* Willd.) 扦插育苗研究表明,以纯泥炭土基质为最好,这与大多数的研究结果一致,但在南方泥炭土往往成本太高。刘奕清<sup>[11]</sup>对尾巨桉试管苗移栽中基质配方研究表明,在五色土中添加木糠和泥炭土可较好地改善移栽基质的结构性能(疏松、通气、持水)和养分状况,有利于植株成活和生长发育,并可减轻质量,方便种苗长途运输。C. A. Offord等<sup>[12]</sup>用椰糠代替泥炭作为基质进行 *Pultenaea parviflora* 和 *Eucalyptus melliodora* Cunn. ex Schauer 的育苗试验,表明椰糠基质虽然在理化性质上与泥炭基质有较大变化,但对苗木生长的影响不显著,说明椰糠可以成功取代泥炭基质作为育苗基质。张建国等<sup>[6]</sup>报道了雪松 (*Cedrus deodara* (Roxb.) Loud.) 等近 100 个树种的轻基质网袋扦插育苗技术,对各树种的育苗过程以及抽样结果均有少量描述,为我国林木轻型基质扦插育苗提供了很好的参考。

本研究通过对生根株数的分析可知,在甘蔗渣的用量为 2 份和不使用蔗渣灰时可以获得较好的生根率。其它两种基质对于生根影响不大,在混合基质中可以在试验 1 水平和 2 水平上任意选取。通过对根条数的分析可知,加入 2 份蔗渣灰可以明显地促进根条数的增加,而其它 3 个因素对根条数的增加影响不明显。同时注意到稻壳和其它基质的交互作用对于根条数的增加有明

显的影响,甚至交互作用的极差要大于单一基质的影响。稻壳对于须根的发生影响最大,以不加入稻壳对须根的发生有利。甘蔗渣和椰糠对须根的发生影响相近,都是在加入 4 份时对须根的发生有利,而蔗渣灰的影响很小。椰糠和蔗渣灰的交互作用对须根发生也有明显的影响。蔗渣灰和稻壳对最长根长有明显的影响,以加入二份稻壳和二份蔗渣灰时的最长根长度较长。同时稻壳也显示出和蔗渣灰有明显的交互作用。在加入 2 份蔗渣灰时总侧根长度要明显增长。而稻壳在二个交互作用列上都显示出较为明显的作用。

在对各个指标的分析中都可以看出不同原料之间存在明显的交互作用,有的交互作用甚至比主效应还要强,这提醒我们在研究基质时要注意利用不同基质之间特性的互补性,合理配方,以提高基质对于植物固、液、气三相要求的满足能力。

在试验中部分地验证了交互作用的存在,并对一些交互作用作了分析,但由于各交互作用列存在着一定程度的混杂,因此要更加清晰的分析交互作用还需要进一步的试验。

通过各种不同原料在试验中的应用和对试验各个指标的分析表明,完全可以通过对湛江地区来源丰富的农林业剩余物进行一定处理后制成混合基质,供桉树的扦插育苗使用,并能够达到生产上的成活率要求。根据扦插生产上要求,最主要的指标是生根率,因此以生根率的影响因素为主,综合考虑其它指标及各基质在试验中的交互作用,配方蔗渣 椰糠 稻壳 蔗渣灰的比例为 1 2 1 0 或 1 2 0 0 的基质扦插育苗可获得好的苗木。

关于以上轻型基质扦插苗在造林后的生长表现,有待进一步研究。作者已经在这方面开展了一些工作,取得了初步结果,待整理分析后将另文发表。

#### 参考文献:

- [1] 谢耀坚. 科学发展桉树,为我国南方新农村建设作贡献[J]. 桉树科技, 2006, 23 (2): 55 - 57
- [2] 秦国峰, 吴天林, 金国庆, 等. 应用舒根型容器与半轻型基质培育马尾松苗的研究[J]. 林业科学研究, 1998, 11 (5): 491 - 497
- [3] Phipps H W. Growing media affect size of container grown red pine [C]. USDA For Serv Res Note NC-165, 1974: 1 - 4
- [4] Richard W T, Stephen E M. How to Grow Tree Seedlings in Contain-

- ers in Greenhouse [ C ]. General Technical Report RM-60. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Forest Service, US Department of Agriculture, 1979
- [ 5 ] 陈 辉,洪 伟,林先光,等.马尾松轻型基质容器育苗技术的研究 [ J ].福建林学院学报,1995,13(4):319 - 325
- [ 6 ] 张建国,王军辉,许 洋,等.网袋容器育苗新技术 [ M ].北京:科学出版社,2007
- [ 7 ] 唐启义,冯明光. DPS数据处理系统:实验设计、统计分析及数据挖掘 [ M ].北京:科学出版社,2007: 272
- [ 8 ] 徐建民,白嘉雨,温茂元,等.桉树扦插育苗容器和基质筛选试验研究 [ J ].热带林业,2000,28(2):45 - 50
- [ 9 ] 王 军,谢耀坚,彭 彦.桉树轻型基质育苗研究初报 [ J ].桉树科技,2005,22(1):29 - 36
- [ 10 ] 裘珍飞,曾炳山,李湘阳,等.马占相思优树组培苗扦插技术研究 [ J ].广东林业科技,2005,21(2):22 - 25
- [ 11 ] 刘奕清.尾巨桉试管苗移栽基质配方的研究 [ J ].林业科技,2005,30(4):5 - 7
- [ 12 ] Offord C A, Muir S Tyler J L. Growth of selected Australian plants in soilless media using coir as a substitute for peat [ J ]. Australian Journal of Experimental Agriculture, 1998, 38: 879 - 887

www.cnki.net