桉树科技　2020,37(2):40-44
EUCALYPT SCIENCE & TECHNOLOGY

DOI:10.13987/j.cnki.askj.2020.02.07

桉树嫁接技术研究

李丽芳，罗成龙，玉首杰，赵英伟，彭智邦，李蔷薇，兰俊，王建忠*

(广西国有东门林场，广西 扶绥 532108)

摘要：以广西国有东门林场桉树高世代育种群体优良家系的优良单株为采穗母树，研究树种、嫁接季节、嫁接方法、砧木苗龄、接穗成熟度等 5 个因素对桉树嫁接成活的影响。结果表明：桉树嫁接成活率在树种、嫁接季节、嫁接方法、砧木苗龄、接穗成熟度等差异极显著。不同树种嫁接的成活率依次为园角桉>赤桉>尾叶桉>粗皮桉>巨桉。以尾叶桉为例，不同季节嫁接成活率依次为春季(57.2%)>秋季(48.9%)>冬季(36.1%)>夏季(25.0%)；劈接成活率高于切接；1 a 生砧木嫁接成活率高于 0.5 a 生砧木；不同砧木高度嫁接成活率排名为 20 cm>10 cm>30 cm，半木质化绿枝嫁接成活率最高，为 68.3%。嫁接成活率的影响因素是综合的，其中最主要的是砧木与接穗的亲合力。

关键词：嫁接；桉树；矮化；成活率

中图分类号：S723.2　　**文献标识码**：A

Study on *Eucalyptus* Grafting Technology

LI Lifang, LUO Chenglong, YU Shoujie, ZHAO Yingwei, PENG Zhibang, LI Qiangwei, LAN Jun, WANG Jianzhong

(*Guangxi Dongmen State-owned Forest Farm, Fusui 532108, Guangxi, China*)

Abstract: Using good families of *Eucalyptus* from advanced generations breeding populations as scion mother trees at Dongmen, a study was undertaken to examine the effect of species, grafting methods, seeding age, rootstock height, season of grafting and scion maturity on the survival and performance of grafted stock. The results showed that survival rate varied significantly among species, season of grafting, grafting methods and scion maturity. The survival rate of different species was *E. tereticornis* > *E. camaldulensis* > *E. urophylla* > *E. pellita* > *E. grandis.* In *E. urophylla* the survival rate depended on season of grafting with spring (57.2%) > autumn (48.9%) > winter (36.1%) > summer (25.0%). The survival rate of split grafting was higher than that of cut grafting. Using 1-year old sapling rootstock provided higher survival rates than 0.5-year old sapling rootstock. Survival also varied with root stock height, with 20 cm > 10 cm > 30 cm for subsequent survival of grafts. The survival rate of half lignified green branch grafting was the highest (68.3%). It was concluded that factors influencing survival of grafted stock are numerous, though the most important factor is the affinity between rootstock and scion.

Key words: grafting; *Eucalyptus*; dwarf; survival rate

桉树(*Eucalyptus*)是速生丰产的优良树种[1]，其经营周期短，木材和副产品利用广泛，是优良旋切板及纸浆用材树种[2]。桉树分布在我国云南、广东、广西、海南、福建、四川等地[3-5]，种植面积超过 546.74 万 hm^2，仅次于巴西和印度[6]。自 1982 年起，东门林场从澳大利亚、巴西等国家引进 174 个桉树种源，从中选育出了大量的优良家系[7-8]。近些年来广西造林主推优良无性系仍为尾巨桉“DH32”系列无性系，其主要原因是桉树遗传改良进度缓慢，桉树试验林中优树树体高大，传统搭建竹架开展杂交育种，高空作业风险较大，导致许多优良家系基因未得到充分利用。目前桉树的矮化手段主要有嫁接、药物处理、截顶等[9]。嫁接是桉树矮化最常用的方法，它可保存桉树优良基因并使其得到利用，能降低植物生长高度和缩短植物生长周期，进一步缩短育种周期[10]。桉树矮化种子园的建立可以促进高世

基金项目：广西创新驱动发展基金项目(桂科 AA17204087-3)
作者简介：李丽芳(1985－)，女，本科，工程师，主要从事桉树组培、扦插等技术研究，E-mail：284794202@qq.com
＊通信作者：王建忠(1985－)，男，硕士，高级工程师，主要从事桉树遗传改良及无性系开发研究，E-mail：379760245@qq.com

代育种进程，严格控制授粉，增强育种效果，为桉树育种提供优质的种质资源。

作物果树和蔬菜的嫁接技术已十分成熟，如黄瓜(*Cucumis sativus*)[11]、苹果(*Malus pumila*)[12]、芒果(*Mangifera indica*)[13]等，但用材树种特别是桉树的嫁接报道较少。刘俊涛等[14]研究了芽接、劈接、皮接等方法对千年桐(*Vernicia montana*)嫁接成活率的影响；王伟等[15]对比了对接法和劈接法对桉树嫁接成活率的影响，发现对接法的成活率更高；曾奇等[10]采用马尔对接法嫁接了尾叶桉(*E. urophylla*)、韦塔桉(*E. wetarensis*)和巨桉(*E. grandis*)，而成活率仅为13.5%。由于当前的研究仅局限于单一因素对嫁接苗成活率的影响，或是单一研究嫁接成活后的生理变化，对桉树嫁接技术的系统研究未见报道，因此，本研究从树种、季节、嫁接方法、砧木苗龄、接穗成熟度等因素探讨桉树嫁接成活率，形成一套实用的桉树嫁接技术，以期为桉树矮化育种和种子园建立提供专业技术指导。

1　材料与方法

1.1　试验材料

1.1.1　嫁接工具和嫁接材料

枝剪、嫁接刀、刀片、75%酒精、嫁接膜(封口膜)、无菌塑料袋等。

1.1.2　砧木

将尾叶桉、巨桉、赤桉(*E. camaldulensis*)、粗皮桉(*E. pellita*)和园角桉(*E. tereticornis*)优树种子播种，待苗木长出2～3对真叶时开始移苗至无纺布育苗杯(8 cm ×10 cm)，并在荫棚中培养，当苗木高30～50 cm，地径达0.5～1.0 cm时进行嫁接。选取生长健壮、主干单一、根系发达的植株作为砧木。

1.1.3　接穗

优树来自尾叶桉、巨桉、粗皮桉、园角桉、赤桉高世代育种群体优良家系的优良单株各10株。采用高空采样器(16 m) 从优树上采集中上部半木质化1 a或0.5 a生、生长健壮的枝条，以有花蕾或种子的枝条为佳，枝条采集后浸泡放至盛有清水的容器带回实验室，在枝条上剪取直径0.5 cm、长6～10 cm，带2～3个饱满叶芽的茎段做为接穗，嫁接工作在当天完成。

1.2　试验方法

1.2.1　嫁接方法

嫁接方法主要有劈接和切接两种。

1.2.2　嫁接管护

嫁接后立即搬入定时喷淋塑料温棚，根据气候和温度变化而调整喷洒次数，喷头确保喷洒均匀，确保所有植株湿润，棚内湿度保持90%以上，温度最大保持在26℃。

1.3　试验设计

设置树种、季节、砧木和接穗等处理，研究不同处理对嫁接成活率的影响。每处理设3个重复，每个重复嫁接60株，嫁接完成40 d后，调查嫁接的成活率，以嫁接韧皮部接合良好，愈伤组织的形成较明显作为嫁接成活的标准。具体处理如下：

(1) 树种

以尾叶桉、巨桉、粗皮桉、园角桉、赤桉等5种桉树为嫁接对象。

(2) 季节

选择合适的嫁接季节是成活的关键，采用劈接方式，以尾叶桉同家系的接穗和砧木分别在春季(3－5月)、夏季(6－8月)、秋季(9－11月)、冬季(12－2月)各嫁接一次，以对比研究出最佳的嫁接季节。

(3) 砧木

选用0.5 a生和1 a生的砧木，高度分别10、20、30 cm。

(4) 穗条

选用褐色老枝、木质化绿枝、半木质化绿枝等不同成熟度穗条进行嫁接。

1.4　数据处理

采用EXCEL软件进行数据统计分析，利用SPSS24.0进行显著性分析。

2　结果与分析

2.1　树种对嫁接成活率的影响

由表1可知，东门地区不同桉树树种的嫁接成活

率差异极显著(P=0.000<0.01)，桉树嫁接平均成活率为44.9%，其中园角桉嫁接平均成活率最高为77.2%，其次为赤桉、尾叶桉、粗皮桉，嫁接成活率最低的是巨桉，仅为12.2%。这是由不同树种间的遗传生理特性所决定的。

表 1 不同树种的嫁接成活率 %

穗条/树种	砧木/树种	重复			平均嫁接成活率
		I	II	III	
尾叶桉	尾叶桉	43.3	51.7	38.3	44.4B
巨桉	巨桉	11.7	8.3	16.7	12.2C
园角桉	园角桉	85.0	68.3	78.3	77.2A
粗皮桉	粗皮桉	41.7	35.0	38.3	38.3B
赤桉	赤桉	56.7	51.7	48.3	52.2B
平均成活率		—	—	—	44.9

注：同列数据后大写字母表示 P<0.01，下同。

2.2 季节对嫁接成活率的影响

表2的数据表明，尾叶桉在不同季节嫁接成活率呈现出极显著差异(P=0.003<0.01)。尾叶桉嫁接全年平均成活率为41.8%，不同季节嫁接成活率排名依次为春季(3－5月)>秋季(9－11月) > 冬季(12－2月) > 夏季(6－8月)，嫁接成活率分别为57.2%、48.9%、36.1%和25.0%。由于东门地区冬季较寒冷，夏季气温过高，嫁接主要在春季和秋季进行，温度适宜，易于愈伤组织形成。

表 2 不同季节的尾叶桉嫁接成活率 %

季节	重复			平均嫁接成活率
	I	II	III	
春季(3－5 月)	51.7	61.7	58.3	57.2A
夏季(6－8 月)	23.3	36.7	15.0	25.0B
秋季(9－11 月)	48.3	56.7	41.7	48.9A
冬季(12－2 月)	36.7	40.0	31.7	36.1AB

2.3 嫁接方法与成活率的关系

不同嫁接方法尾叶桉嫁接成活率有显著差异(表3)。劈接方法嫁接成活率是切接方法的2倍。劈接方法使接穗和砧木的嫁接口结合牢固，形成层可紧密接触，有利于促进愈伤组织形成，从而提高嫁接成活率。

表3 不同嫁接方法的尾叶桉嫁接成活率 %

嫁接方法	重复			平均嫁接成活率
	I	II	III	
劈接	56.7	63.3	48.3	56.1
切接	21.7	33.3	28.3	27.8

2.4 砧木苗龄对嫁接成活率的影响

不同苗龄砧木尾叶桉嫁接成活率呈现出极显著差异(表4)。尾叶桉嫁接1 a生砧木比0.5 a生砧木成活率高，1 a生砧木木质化程度相对适宜、苗木生长健壮、根系发达，营养贮存充足，可提高嫁接成活率。

表 4 不同苗龄砧木的尾叶桉嫁接成活率 %

砧木苗龄/a	重复			平均嫁接成活率
	I	II	III	
0.5	31.7	38.3	28.3	32.8
1	46.7	51.7	58.3	52.2

2.5　砧木高度对嫁接成活率的影响

从表5可知，不同高度砧木的尾叶桉之间嫁接成活率呈现出极显著差异(P=0.009<0.01)。各砧木高度嫁接成活率排名为20 cm>10 cm>30 cm，嫁接成活率分别为57.8%、48.9%和27.8%。20 cm是最适砧木高度，接穗与砧木切削面大小较一致，形成层接触面积大，有利于成活。

表 5　不同高度砧木的尾叶桉嫁接成活率　　%

砧木高度/cm	重复			平均嫁接成活率
	I	II	III	
10	41.7	46.7	58.3	48.9AB
20	48.3	68.3	56.7	57.8A
30	28.3	31.7	23.3	27.8C

2.6　穗条成熟度对嫁接成活率的影响

从表6可知，不同成熟度的尾叶桉穗条其嫁接成活率呈现出极显著差异(P=0.009<0.01)。采用半木质化绿枝嫁接成活率最高，为68.3%；其次为木质化绿枝，嫁接成活率为45.0%；而老枝嫁接成活率最低，仅为21.7%。由于半木质化绿枝组织细胞活性较强，愈伤组织形成快，因此成活率较高，而木质化枝与老枝的木质化程度高，愈伤组织形成慢。

表 6　不同成熟度尾叶桉穗条的嫁接成活率　　%

穗条成熟度	重复			平均嫁接成活率
	I	II	III	
半木质化绿枝	75.0	63.3	66.7	68.3A
木质化绿枝	50.0	38.3	46.7	45.0B
褐色老枝	26.7	15.0	23.3	21.7C

3　结论与讨论

不同桉树树种具有不同的遗传特性，导致其嫁接成活率差异明显。东门地区桉树嫁接平均成活率为44.9%，其中园角桉嫁接平均成活率最高为77.2%，其次为赤桉、尾叶桉、粗皮桉，嫁接成活率最低的为巨桉，仅为12.2%。本研究嫁接平均成活率高于曾奇等[10]的研究(13.5%)，但嫁接成活率最低的树种均为巨桉，与本研究的结果一致，说明巨桉的接穗与砧木的亲和性较低，不利于伤口愈合，降低了成活率。影响嫁接成活率的因素是综合的，包括嫁接季节、嫁接技术、接穗成质量等。最重要的影响因素是砧木与接穗亲合力，亲合力好的接穗与砧木其遗传性相近，能够相互融合形成统一的代谢过程而成为新植株[16]。

外界环境也是影响嫁接成活率的主要因素之一，如光照、湿度、温度等[17-18]。本研究定时喷淋塑料温棚，根据气候和温度变化而调整喷洒次数，喷头确保喷洒均匀，确保所有植株湿润，棚内湿度保持90%以上，温度最高保持在26℃左右。在温棚中，接穗和砧木处于适宜的温湿环境下，可增加嫁接口形成层细胞生长分化和分裂速度，促进愈伤组织形成，从而提高嫁接成活率。

研究发现，嫁接时采用IAA、IBA、NAA等外源生长调节剂处理砧木与接穗的接合部位，可促进愈伤组织形成，加速伤口愈合，提高嫁接成活率[19]。高博等[20]采用BTA处理葡萄(*Vitis vinifera*)嫁接砧木，显著提高了成活率，今后桉树嫁接也可借鉴此类方法处理。

参考文献

[1]　王豁然.桉树生物学概论[M].北京:科学出版社,2010.

[2]　祁述雄.中国桉树[M].北京:中国林业出版社,2002.

[3]　王豁然,姜景民,仲崇禄.澳大利亚树木引种指南[M].北京:科学出版社,2017.

[4]　杨章旗.广西桉树人工林引种发展历程与可持续发展研究[J].广西科学,2019,26(4):355-361.

[5]　石忠强,蒋云东,周志忠,等.云南桉树研究现状和存在的问题[J].西部林业科学,2015,44(1):152-156.

[6]　国家林业和草原局.中国森林资源报告(2014－2018)[M].北京:中国林业出版社,2019.

[7]　张磊,熊涛,王建忠,等.广西东门林场桉树无性系选育研究概述[J].桉树科技,2015,32(1):45-49.

[8]　曹加光,陈少雄,罗建中.植物矮化和桉树矮化育种研究进展[J].桉树科技,2007,24(2):28-30.

[9]　曹加光,陈少雄,罗建中.桉树矮化育种技术利用[J].林业实用技术,2008(2):10-12.

[10]　曾奇,刘丽婷,莫晓勇.桉树矮化人工杂交技术研究初报

[J].中南林业科技大学学报,2015,35(4):65-71.

[11] 吴乾兴,肖春雷,黄庆文,等.不同南瓜砧木嫁接对黄瓜生长、产量及蜡粉的影响[J].广东农业科学,2019,46(7):32-37.

[12] 王颖达,刘志,张广仁,等.3 种嫁接方法对‘寒富’苹果矮化中间砧苗生长的影响[J].中国果树,2020(1):92-94.

[13] 段元杰,杨玉皎,孟富宣,等.果树嫁接亲和性的早期鉴定研究进展[J].江西农业学报,2018,30(9):43-48.

[14] 刘俊涛,张华卿,王瑞辉,等.千年桐春季嫁接成活的影响因素[J].经济林研究,2019,37(4):199-203.

[15] 王伟.桉树花粉贮藏及控制授粉技术研究[D].北京:中国林业科学研究院,2009.

[16] GOLDSCHMIDT E E.Plant grafting: new mechanisms, evolutionary implications[J].Frontiers in Plant Science, 2014, 5:1-9.

[17] LEE K M, LIM C S, MUNEER S, et al. Functional vascular connections and light quality effects on tomato grafted unions[J].Scientia Horticulturae,2016, 201: 306-317.

[18] 赵锋亮.长期夜间亚低温和长期昼间亚高温对茄子生长发育的影响[D].郑州:河南农业大学,2008.

[19] 郑碧娟,苏丽芳,陈世品,等.外源激动素对油茶芽苗砧嵌合体愈合的效应[J].福建农林大学学报(自然科学版),2014,43(2):146-150.

[20] 高博,陈佰鸿,毛娟,等.外源生长调节剂及抹芽处理对葡萄硬枝嫁接成活率及新梢生长的影响[J].甘肃农业大学学报,2018,53(6):114-120.