

黑木相思无性系早期选择^{*}

吴清¹ 曾炳山² 陈考科³ 裘珍飞²
范春节² 康汉华³ 陈祖旭²

(1. 广东省林业科技推广总站, 广东 广州 510173; 2. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520;
3. 嘉汉林业(广州)有限公司, 广东 广州 510613)

摘要 采用“五株优势木”法评选黑木相思(*Acacia melanoxylon*) 优树, 采集优树根蘖萌芽条进行扦插和组织培养繁殖无性系试验苗。采用随机区组试验设计, 在广东省紫金县苏区镇进行无性系测定, 利用黑木相思4 a 生的树高、胸径等观测数据进行无性系早期评价, 结果表明, 18 个参试无性系中有12 个无性系的树高生长或胸径生长显著优于对照($P < 0.05$), 可作为与试验点类似条件地区中试推广的无性系。

关键词 黑木相思; 无性系; 早期选择

中图分类号: S722.3⁺3 文献标识码: A 文章编号: 1006-4427(2014)06-0040-05

Early Selection of *Acacia melanoxylon* Clones

WU Qing¹ ZENG Bingshan² CHEN Kaoke³ QIU Zhenfei²
FAN Chunjie² KANG Hanhua³ CHEN Zuxu²

(1. Guangdong Province Forestry Science and Technology Extension Station, Guangzhou, Guangdong 510173, China;
2. Research Institute of Tropical Forestry Chinese Academy of Forestry, Guangzhou, Guangdong 510520, China;
3. Sino-Forest (China) Co. Ltd, Guangzhou, Guangdong 510613, China)

Abstract This paper deals with the clone selection of *Acacia melanoxylon* at Suqu town, Zijin county, Guangdong province. Plus trees were selected by the comparison of Five-Elite-Trees. Clonal seedlings were propagated by cutting and tissue culture, using root sprout of plus trees as materials. The experimental design of clone trial was random block design. Early clone evaluation was based on variation analysis of *DBH* and tree height at four years old. The results showed that the *DBH* growth or height growth of twelve clones were significantly bigger than that of the control, and these fine clones would be suitable for further large scale experiments and extension in the region with similar climate as the experiment site.

Key words *Acacia melanoxylon*; clone; early selection

黑木相思(*Acacia melanoxylon*) 为含羞草科(Mimosaceae) 金合欢属(*Acacia*) 乔木, 自然分布于澳大利亚南纬16°~43°的东部沿海地区, 从昆士兰经新南威尔斯、堪培拉、维多利亚一直往南延伸至塔斯马尼亚^[1]。黑木相思心材比例大、木纹美丽、材质好, 心材密度可达0.69 g/cm³, 弦向收缩率仅1.5%, 可用于制作高级家具、地板和贴面板^[2]。黑木相思的纤维形态较好, 长度在0.82~0.97 mm 之间, 略大于桉树木材^[3]。在众多的相思类树种中, 黑木相思木材的制浆、漂白、造纸及黑液回收综合性能均较优秀, 可用于制作高质量的纸浆^[4]。黑木相思是根系发达、根瘤丰富的固氮阔叶树种, 且林分凋落物量大, 种植黑木相思可有效促进贫瘠

* 基金项目: 嘉汉林业课题“黑木相思无性系选育”(2008—2011)。

第一作者: 吴清(1965-), 男, 高级工程师, 从事林业科技推广工作, E-mail: 13808829533@139.com。

通信作者: 曾炳山(1969-), 男, 研究员, 硕士生导师, 从事林木组培快繁与转基因研究, E-mail: b.s.zeng@vip.tom.com。

山地的地力恢复^[5-7]。

福建、广东、广西、湖南、江西、湖北、重庆等省区均引种过黑木相思,其中广东和福建两省引种较成功并发展迅速^[8-12]。黑木相思在推广栽培过程中也遇到一些问题:一是现有无性系分枝多和主干不明显;二是国内营造的人工林尚未大量结实,种子需要从澳大利亚引进,此外由于黑木相思分布范围广,较容易出现种源与气候条件不匹配的情况,导致了人工林生长不良和保存率低等现象。因此,尽快选育出适合广东省种植的优良无性系并扩繁推广显得尤为重要。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

第1个试验点位于广东省紫金县苏区镇,东经115°21′,北纬23°22′,海拔230 m,土壤类型为山地赤红壤,年降雨量为1 760 mm,年平均气温为20.5℃。第2个试验点位于广东省肇庆市北岭山林场,东经112°33′,北纬23°15′,海拔250 m,年降雨量1 612 mm,年平均气温22.1℃,土壤类型为山地赤红壤。

1.2 试验材料

以“五株优势木”法在广东、广西2个省内开展黑木相思优树选择,优树评选指标有树高、胸径、冠幅、枝下高、2/3冠幅以下的分枝数量与相对大小、树冠以下的树干弯曲数量、病虫害等;候选优树的树高和胸径必须大于优势木平均值的15%,粗分枝和弯曲数量则低于优势木平均值的30%才能入选,其它指标为参考指标。选出的6 a生黑木相思优树见表1。采集所选优树2~4 cm粗的根段进行根蘖繁殖,再采集根蘖萌芽条进行扦插和组培繁殖无性系试验苗。对照CK1为福建省漳州市组培中心提供的无性系SF1组培苗,对照CK2为黑木相思塔斯马尼亚种源的实生苗。

表1 黑木相思优树

优树所在地		优树编号	优树所在地		优树编号
始兴县深渡水瑶族乡		SR2~SR6	南宁市高峰林场		SR40、SR44
广州市天河区龙洞林场		SR7~SR11	从化市大岭山		SR45、SR46
梅州市梅江区西阳镇		SR12~SR24	广州市花都区梯面镇		SR47、SR49
台山市古兜山		SR25、SR28、SR29、SR33、SR34、SR37	东莞市大岭山		SR51、SR52、SR53
广州市增城区梳脑林场		SR38、SR39			

1.3 试验设计

黑木相思无性系试验林设于试验点1,采用随机区组设计,3个区组,18个无性系,对照为CK1、CK2,每个小区5个单株,2010年4月定植,株行距2 m×2 m。黑木相思无性系保存林设于试验点2,保存林分成2片,每片40个无性系,单株种植,2010年5月定植,株行距3 m×3 m。

1.4 数据调查与分析

造林后每年调查试验林植株树高、胸径、分枝数量和相对大小,同时对病虫害、风倒、风折等进行观察与统计。方差分析时,作为对照的塔斯马尼亚种源实生苗(CK2)因全部死亡而被剔除,因风折和风倒现象导致无法测定树高和胸径的部分参试无性系,其性状值以所在小区平均值代替,同时扣减相应个数的总自由度和误差项自由度^[13]。多重比较采用Q检验法。

2 结果与分析

2.1 无性系的保存率与适应性

苏区镇黑木相思无性系试验林4 a生时的测定结果见表2。由表2可知,4 a生时,试验林的平均保存率为82.0%,不同无性系的保存率差别较大,其中保存率为100%的无性系有SR22、SR24、SR53,而无性系SR12、SR45、SR2则分别只有46.7%、53.3%、73.3%,这些无性系保存率低的原因与造林成活率较低有关。对照CK2全部死亡,原因可能是塔斯马尼亚种源不适应广东省紫金县苏区镇6—8月的高温天气,因多数植株是在6—8月份间死亡,至2 a生时保存率已为0。北岭山林场无性系保存林的平均保存率为86.3%,2片

林分 40 个参试无性系每个均保存 1 株以上。

表 2 黑木相思无性系试验林 4 a 生的保存率、风倒率和风折率

无性系	保存率/%	风倒率/%	风折率/%	无性系	保存率/%	风倒率/%	风折率/%
SR2	73.3	0	27.3	SR15	86.700	0	0
SR3	80.0	0	8.3	SR16	93.3	0	0
SR5	80.0	0	25.0	SR21	86.7	0	0
SR6	93.3	28.6	7.1	SR22	100	6.7	0
SR8	93.3	21.4	0	SR24	100	13.3	0
SR9	93.3	28.6	7.1	SR45	53.3	0	0
SR10	93.3	14.3	14.3	SR49	93.3	21.4	0
SR12	46.7	28.6	0	SR53	100	20.0	0
SR13	93.3	0	0	CK1	93.3	21.4	0
SR14	86.7	0	7.7	CK2	0		

注:表中 CK2 植株到 2 a 生时已全部死亡,保存率为 0,故表中没有其他性状值。

从表 2 还可知,无性系试验林内 SR6、SR8、SR9、SR10、SR12、SR22、SR24、SR49、SR53、对照 SF1 (CK1) 共 10 个无性系存在一定的风倒率,变幅为 6.7% ~ 28.6%,主要是由 2013 年 9 月的“天兔”台风引起的;风倒植株全部位于试验林内 3 个滑坡处,未发现单独翻茺的风倒植株;而试验林发生滑坡可能是由于造林株行距 (2 m × 2 m) 较小,林地单位面积内植株多、根系浅而密集、林地表层土壤疏松,导致林木及其根系遭受台风时发生大幅度摇动,甚至携带大量雨水和土壤移动,最终导致滑坡。滑坡的土层厚度与根系分布深度一致,表明栽植密度大、植株根系浅而密集与滑坡存在较密切的关联。因此,本研究未将此次的风倒率作为无性系淘汰指标之一。

“天兔”台风危害后,无性系试验林内 SR2、SR3、SR5、SR6、SR9、SR10、SR14 共 7 个无性系发生风折,风折率为 7.1% ~ 27.3%。由于“天兔”台风登陆时风力大,登陆点广东省陆丰市湖东镇的最大阵风高达 60.7 m/s (17 级),试验点离台风登陆点较近,因此,试验林内发生的少量风折现象暂时不作为淘汰无性系的指标。但无性系 SR2 和 SR5 的风折率为 25.0% 和 27.3%,SR10 达到 14.3%,应作为抗风性较差的无性系予以淘汰。

观察表明,北岭山林场无性系保存林的部分无性系遭受了轻微的蝙蝠蛾 (*Hepialidae*) 危害,但未导致植株折断或死亡;其它病虫害尚未观测到。由于黑木相思在国内尚未像桉树那样大面积栽培,病虫害的抗性还有待进一步观察。

2.2 无性系的生长表现

由表 3 可知,在苏区镇黑木相思无性系试验林中,除无性系 SR5 外,其余参试无性系的平均树高均大于对照 CK1,其中 SR3、SR8、SR12 提高 20.5% ~ 25.6%,SR6、SR16 提高 33.3%,SR13、SR15、SR21、SR22、SR24、SR53 高出 41.0% ~ 47.4%,SR14 平均树高最大,高出对照 51.3%。除 SR45 无性系外,其余参试无性系的平均胸径均大于对照 CK1,其中 SR2 提高 21.2%,SR6、SR15、SR16 提高 29.4% ~ 32.9%,SR3、SR13、SR14、SR21、SR24 高出 41.2% ~ 47.1%,SR53 平均胸径最大,高出对照 55.3%。

方差分析结果表明 (表 4),4 a 生无性系的树高和胸径生长量在参试无性系间均存在极显著差异 ($P < 0.01$),但区组间均无显著差异。多重比较 Q 检验结果显示 (表 3),无性系 SR3、SR6、SR8、SR12、SR13、SR14、SR15、SR16、SR21、SR22、SR24、SR53 树高显著大于对照 CK1 ($P < 0.05$),无性系 SR3、SR6、SR13、SR14、SR15、SR16、SR21、SR24、SR53 胸径显著大于对照 CK1 ($P < 0.05$)。由于黑木相思主要用于制作板材,宜培育大径材,而本研究属于早期选择,因此设定淘汰率为 40%;由此可将树高或胸径显著大于对照 CK1 的无性系 SR3、SR6、SR8、SR12、SR13、SR14、SR15、SR16、SR21、SR22、SR24、SR53 作为早期选择的优良家系,并作为下一步中试和推广的主要材料。

由表 5 可知,在北岭山林场黑木相思无性系保存林中胸径排在前 11 位且树高表现也较好的无性系有

SR18、SR3、SR11、SR21、SR13、SR39、SR52、SR24、SR17、SR38、SR6, 其中无性系 SR18、SR11、SR39、SR52、SR17、SR38 未参加位于苏区镇的无性系试验,可作为下一步无性繁殖和无性系测定的材料。

表 3 黑木相思无性系试验林的树高和胸径

无性系	树高/m	胸径/cm	树高 增益/%	胸径 增益/%	无性系	树高/m	胸径/cm	树高 增益/%	胸径 增益/%
SR2	9.3	10.3	19.2	21.2	SR15	11.3 *	11.0 *	44.9	29.4
SR3	9.4 *	12.2 *	20.5	43.5	SR16	10.4 *	11.3 *	33.3	32.9
SR5	7.7	9.5	-1.3	11.2	SR21	11.5 *	12.1 *	47.4	42.4
SR6	10.4 *	11.2 *	33.3	31.8	SR22	11.0 *	10.1	41.0	18.8
SR8	9.8 *	10.1	25.6	18.8	SR24	11.4 *	12.0 *	46.2	41.2
SR9	9.4	9.1	20.5	7.1	SR45	8.3	7.9	6.4	-7.1
SR10	8.1	9.7	3.8	14.1	SR49	8.7	9.3	11.5	9.4
SR12	9.7 *	9.4	24.4	10.6	SR53	11.4 *	13.2 *	46.2	55.3
SR13	11.5 *	12.5 *	47.4	47.1	CK1	7.8	8.5		
SR14	11.8 *	12.1 *	51.3	42.4					

注:表中“*”表示树高或胸径值与 CK1 比较时差异显著($P<0.05$);树高和胸径增益是相对 CK1 的增益值。

表 4 黑木相思无性系试验林的树高和胸径方差分析

性状	变异来源	平方和	均方	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值
树高	无性系	1829.18	101.62	69.98	<0.001
	区组	12.14	6.07	4.18	>0.05
	总和	2150.66			
胸径	无性系	2176.34	120.91	43.76	<0.001
	区组	10.51	5.25	1.90	>0.05
	总和	2800.24			

表 5 黑木相思无性系保存林的树高和胸径

无性系	树高/m	胸径/cm	无性系	树高/m	胸径/cm	无性系	树高/m	胸径/cm
SR18	5.2	12.2	SR40	5.2	8.4	SR29	5.4	6.0
SR3	6.8	11.5	SR7	4.9	7.6	SR22	5.5	5.8
SR11	5.4	10.8	SR23	5.0	7.4	SR8	4.4	5.7
SR21	5.0	10.7	SR12	4.1	6.9	SR5	4.2	5.4
SR13	4.8	10.0	SR10	5.1	6.8	SR45	3.5	4.8
SR39	5.6	9.8	SR14	4.8	6.8	SR20	3.2	4.8
SR52	6.7	9.7	SR16	3.9	6.8	SR49	4.5	4.7
SR24	6.7	9.7	SR28	4.7	6.5	SR37	3.7	4.5
SR17	4.6	9.3	SR33	5.4	6.4	SR4	1.9	4.4
SR38	6.0	9.3	SR9	4.6	6.3	SR46	3.7	4.3
SR6	6.4	9.2	SR34	3.8	6.3	SR25	3.3	4.0
SR47	4.9	8.9	SR53	4.5	6.3	SR2	1.6	0.8
SR51	4.7	8.9	SR15	4.2	6.3			
SR44	4.8	8.5	SR19	3.5	6.2			

3 讨论

为确保选择结果的可靠性,林木无性系早期选择的最小年龄多为 1/3 主伐年龄^[14]。试验林 4 a 生时, SR3、SR13、SR14、SR21、SR53 等无性系的平均胸径即达 12 cm 以上,SR24 为 12 cm。因此,若以胸径 25 ~ 30

cm 作为判断主伐年龄的标准,则这些优良无性系的主伐年龄应该在 12 a 以内。根据陆葛等^[2]研究,黑木相思 9 a 生时,心材比例即可达到比较高的水平,此后心材比例随年龄的增加变化不大。因此,黑木相思优良无性系的主伐年龄可能在 9~12 a 之间。如果 9~12 a 即可主伐,则 4 a 生已经达到 1/3 的主伐年龄,本研究符合早期选择的年龄标准。当然,也有利用 2 a 生测定结果进行黑木相思无性系早期选择的报道^[15]。

早期选择的淘汰比例不宜过大,今后仍需根据后期生长、心材比例、材性、病虫害抗性等开展进一步的筛选。本研究主要依据方差分析结果,确定胸径或树高生长显著高于对照的无性系入选,无性系的淘汰率约为 40%,接近林木早期选择的常规淘汰比例^[16-18]。

黑木相思在中国报道的病害有由异色拟盘多毛孢(*Pestalotiopsis versicolor*)引起的叶状柄尖枯病,导致叶片光合作用面积受损,影响幼树的生长^[19-20]。另外,还有由煤炱菌(*Capnodium salicinum*)引起的煤烟病和由头孢藻(*Cephaleuros virescens*)引起的藻斑病^[19]以及苗期的白粉病^[21]。虽然上述病害均未达到成灾的程度,但会加大无性系栽培发生病虫害的风险,一旦单一栽培的无性系为某病虫害的易感品系,便容易造成毁灭性的灾害。因此,早期的无性系选择淘汰率不宜太高,应保留足够的基因资源筛选出病虫害抗性强的无性系。

根据澳大利亚黑木相思栽培技术手册的叙述,黑木相思的分枝与干形变化幅度大,在开阔地种植的单株会产生许多粗大分枝和形成宽大的冠幅,干形极差。但黑木相思又是干形调整能力非常强的树种,适当密植和空间竞争较强时,粗大分枝显著减少,可形成相当通直的干形。分枝多曾经是影响黑木相思无性系在中国推广栽培的主要原因之一。本研究正是因为考虑到分枝问题,一方面采用了 2 m×2 m 的株行距,但却引发了小型滑坡和风倒的问题;另一方面将 2/3 冠幅以下的分枝数量和分枝的相对径级作为优树的评选指标,只有粗大分枝数少的优树才能入选。研究结果表明,除 SR16 和 SR42 无性系外,无性系试验林内其余 16 个无性系的分枝状况得到了显著改善,粗分枝数量明显少于对照。因此,合理的栽培方法可能是采用 3 m×3 m 的较大株行距,再配合第 1、第 2 年的适当修剪整形,即可获得较好的干形。这一点应在今后的试验和推广中进一步验证。

参考文献

- [1] 潘志刚,游应天. 中国主要外来树种引种栽培[M]. 北京:科学技术出版社,1994:156-158.
- [2] 陆葛,杨林清,康汉华. 黑木相思株内木材基本材性变化与树龄关系的研究[J]. 广东林业科技,2011,27(4):37-40.
- [3] 陈诚,蒲俊文,姚胜,等. 五种相思树制浆适应性能研究[J]. 中华纸业,2009,30(17):80-82.
- [4] 刘光良. 相思属树(*Acacia* sp.)材性及制浆造纸适应性[J]. 林产化工通讯,1997(5):3-10.
- [5] Nicholas I, Brown I D. Blackwood—a handbook for Growers and Users[J]. Forest Research Bulletin,2002,225:10-13.
- [6] 何斌,韦善华,张伟,等. 黑木相思人工林营养元素生物循环特征[J]. 东北林业大学学报,2012,40(2):9-12,29.
- [7] 潘辉,黄石德,洪伟,等. 三种相思人工林凋落物量及其碳归还动态[J]. 福建林学院学报,2010,30(2):104-108.
- [8] 刘朝湖. 黑木相思引种栽培技术与经济效益分析[J]. 广东林业科技,2012,28(1):100-103.
- [9] 吴银兴. 黑木相思在福建仙游的生长表现[J]. 热带林业,2008,36(4):20-23.
- [10] 詹夷生. 耐寒相思及其在闽北的引种前景[J]. 福建林业科技,1999,26(3):59-62.
- [11] 娄利华,罗韧,谭名照. 三峡库区耐寒相思引种试验初报[J]. 四川林业科技,2002,23(1):67-69.
- [12] 周鸿彬,高本旺,高登梅,等. 相思类树种引种初报[J]. 湖北林业科技,2001(118):19-22.
- [13] 符伍儒,陈华豪. 数理统计[M]. 北京:中国林业出版社,1980.
- [14] 王明麻. 林木遗传育种学[M]. 北京:中国林业出版社,2001:165-166.
- [15] 罗锐,陈考科,曲保平,等. 黑木相思无性系生长表现及早期选择[J]. 广东林业科技,2012,28(5):57-61.
- [16] 任华东,姚小华,康文玲,等. 黑荆树种源和家系的遗传变异与早期选择[J]. 林业科学,2010,46(3):153-160.
- [17] 马常耕,周天相,徐根良. 杉木无性系生长的遗传控制和早期选择初探[J]. 林业科学,2000,36(专刊):62-69.
- [18] 李思广,张荣贵,蒋云东,等. 史密斯桉优良家系的早期选择研究[J]. 云南林业科技,2002,98(1):1-5.
- [19] 刘运华,韦继光,秦武明,等. 广西相思树病害的调查与防治[J]. 广西农业生物科学,2007,26(2):154-158.
- [20] 韦继光,秦武明,黄勇,等. 广西高峰林场相思树的真菌病害调查[J]. 菌物研究,2006,4(4):42-48.
- [21] 余美惠. 我国相思类树种主要病虫害现状及防治对策[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报,2008,21(3):37-38.