

尾叶桉优树选择标准研究^{*}

刘德浩 张卫华 张方秋 潘文 徐斌 朱报著

(广东省林业科学研究院, 广东 广州 510520)

摘要 以7个种源的194个尾叶桉家系试验林为材料,初选尾叶桉优树48株,优势木240株。综合评价尾叶桉选优标准为胸径、树高、材积分别超过5株优势木均值的10%、13%、17%,超过林分平均木均值的13%、16%、25%;确定干形、分枝均匀度为优树选择时需要考虑的2个主要形质指标。

关键词 尾叶桉; 优树; 标准

中图分类号: S722.3⁺³ **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-4427(2014)03-0014-05

Criteria for Selecting Superior Trees of *Eucalyptus urophylla*

LIU Dehao ZHANG Weihua ZHANG Fangqiu PAN Wen

XU Bin ZHU Baozhu

(Guangdong Academy of Forestry, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

Abstract Based on 194 families of *Eucalyptus urophylla* from 27 provenances, 48 superior trees and 240 dominant trees were collected. Through the comprehensive assessment, *E. urophylla* superior trees selection criteria were as follows: DBH, tree height, volume exceeded that of 5 dominant trees 10%, 13%, 17%, respectively, and exceeded the stand average tree 13%, 16%, 25%, respectively. The stem form and branch score were determined as two important morphological index for superior trees selecting.

Key words *Eucalyptus urophylla*; superior tree; criteria

尾叶桉(*Eucalyptus urophylla*)是优良的速生用材林树种,其材质优良、用途广泛,也是华南地区杂种桉的优异亲本材料,是培育新一代桉树优良杂种的骨干亲本^[1-2]。

优树是在相同立地条件下,与在该立地条件范围内的其它林木相比,综合性状相对优良的个体。优树选择是育种工作者在短期内进行林木遗传改良的重要手段之一;优良的林木育种材料来源于林分中优树的选择,而一套科学合理的选择方法,将直接影响优树的选择成本与选择效果^[3-4]。本项目通过研究3 a生尾叶桉的优树选择标准,为尾叶桉优树评定提供理论依据,也为尾叶桉无性系化和子代测定提供材料,如可以通过优树环割促萌为其组织培养提供优良的外植体材料^[5]。因此,优树选择对促进尾叶桉的高效利用和人工林经营水平的提高均有重要作用。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

选优林分位于广东省四会市大南山林场,地理位置为112°45'E, 23°22'N,属亚热带季风气候,年平均气

^{*} 基金项目:林业公益性行业科研专项(201104003-04, 201004009-7)。

第一作者:刘德浩(1988-),男,硕士,主要从事林木遗传育种方面的研究,E-mail:15013126056@139.com。

通信作者:张卫华(1977-),女,教授级高工,主要从事林木遗传育种方面的研究,E-mail:zwh523@sinogaf.cn。

温 21.3 ℃,年平均降雨量 1 803.6 mm,年平均日照 1 702.3 h,海拔 280 m,呈 25°缓坡。

1.2 试验材料

选优林分为 3 a 生的尾叶桉试验林,于 2008 年 8 月造林,造林材料来自 27 个种源的 194 个尾叶桉家系。采用随机完全区组设计,单株小区,50 次重复,株行距 2 m × 3 m。

1.3 选优及测定方法

2011 年 8 月,在相同立地条件下,选择无病虫害、长势良好、主干无分叉的最优单株作为候选优树,以待选优树为中心点,20 m 为半径,在样圆内选取 5 株生长、形质仅次于候选优树的优势木,然后对选出的 5 株优势木和候选优树,分别实测树高、胸径,根据综合评分法评估其干形、分枝均匀度、分枝角度、叶片密度值^[5-7]。分枝角度、干形等评价标准如下:(1)干形:主干通直圆满得 3 分,主干直、不圆满得 2 分,主干稍弯曲、不圆满得 1 分;(2)分枝均匀度:侧枝细小、匀称得 3 分,侧枝中等、无大枝得 2 分,有大枝、不匀称得 1 分;(3)分枝角度:与树干呈 90°夹角得 3 分,呈 60°夹角得 2 分,呈 30°夹角得 1 分;(4)叶片密度:叶片密得 3 分,叶片中等得 2 分,叶片稀疏得 1 分。

1.4 数据统计分析方法

1.4.1 数据的标准化 试验数据分析采用 SAS 软件进行分析。为了避免候选优树形质指标评价结果受到量纲和数量级的影响,首先计算出候选优树干形、分枝均匀度、分枝角度、叶片密度的最大值($X_{\max}$)和最小值($X_{\min}$),然后再按照标准化换算公式进行数据的标准化处理^[8]。标准化换算公式如下:

$$U = 1 - 0.9 \times (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (1)$$

(1)式中, U 为标准化后的指标值, X 表示候选优树各形质指标的实际测定值。

1.4.2 材积计算 尾叶桉单株材积计算公式^[3]如下:

$$V = 0.000060288 DBH^{2.1187} H^{0.6568} \quad (2)$$

(2)式中, V 为单株材积, DBH 为胸径, H 为树高;

1.4.3 配对 t 检验 t 检验计算公式如下:

$$t = \frac{\sum d/n}{\sqrt{[\sum d^2 - (\sum d^2/n)]}} \quad (3)$$

(3)式中, t 为差异显著性检验计算值, d 为候选优树与优势木平均值的差值, n 表示 t 检验的配对数^[9],本研究 $n=48$ 。

2 结果与分析

2.1 尾叶桉候选优树生长及形质指标

根据 5 株优势木法综合评选出 48 棵候选优树及 240 棵优势木,在 27 个种源的 194 个家系中,48 棵候选优树共涵盖了 17 个种源的 37 个家系。种源、家系入选率分别为 62.96% 和 19.07%。候选优树的生长及形质指标平均值见表 1。

2.2 尾叶桉候选优树生长、形质指标间的相关性分析

以 48 株尾叶桉候选优树为样本,对其树高、胸径、材积、干形、分枝均匀度、分枝角度、叶片密度 7 个性状进行相关性分析,结果见表 2。在树高、胸径、材积 3 个生长性状与干形、分枝均匀度等 4 个形质指标间,除树高与叶片密度、胸径与分枝均匀度相关性不显著外,其他性状两两之间均呈显著或极显著正相关;在干形、分枝均匀度、分枝角度、叶片密度之间,干形与分枝均匀度、分枝角度与叶片密度呈极显著正相关,分枝均匀度与叶片密度呈显著正相关外,其它性状间均没有显著相关。在树高、胸径和材积 3 个性状中,以材积和其他性状间的相关性最紧密,均为极显著正相关关系,同时材积也是林木生长过程的综合体现,较高的材积生长量是林木育种工作所追求的重要指标,因此,本研究选择材积作为尾叶桉优树选择的主要生长指标。

2.3 差异性 t 检验

配对 t 检验结果见表 3,查表可知 $t_{0.05}(48) = 2.01$,概率值 $P < 0.001$,表明 48 株候选优树的树高、胸径、材积与 240 株优势木、林分平均木存在极显著差异。候选优树的生长指标值极显著大于优势木及林分平均木,表明候选优树具有更高入选可能性^[10-11]。

2.4 优树生长标准的确定

表 1 入选优树生长、形质指标平均值

优树 编号	种源 编号	家系 编号	候选优树			5 株优势木均值			优树所在林分平均木		
			树高/m	胸径/cm	材积/m ³	树高/m	胸径/cm	材积/m ³	树高/m	胸径/cm	材积/m ³
1	13011	59	10.5	14.4	0.080	11.3	12.8	0.066	12.7	12.1	0.063
2	13011	59	11.7	13.2	0.072	10.9	12.4	0.060	10.4	12.2	0.056
3	13011	59	12.6	12.2	0.064	11.8	11.5	0.054	9.1	12.1	0.051
4	13011	60	10.0	12.2	0.055	8.8	12.4	0.046	9.3	10.8	0.040
5	13011	60	10.8	13.3	0.069	10.3	12.3	0.057	11.8	11.5	0.054
6	13011	59	9.3	12.6	0.056	10.4	13.2	0.047	10.6	11.1	0.047
7	13243	11	10.2	12.9	0.062	11.2	11.6	0.053	11.0	11.4	0.051
8	13243	13	10.4	13.7	0.072	11.7	12.2	0.061	11.7	11.8	0.057
9	13243	13	12.6	13.0	0.073	10.2	12.8	0.061	11.8	10.8	0.057
10	13243	13	10.5	12.4	0.059	13.2	10.8	0.051	9.0	11.8	0.048
11	14531	80	10.2	13.2	0.066	9.9	12.2	0.054	10.3	11.8	0.052
12	14531	67	10.3	13.8	0.073	12.8	11.9	0.061	9.6	12.6	0.057
13	14531	75	11.7	11.6	0.055	10.4	11.0	0.045	10.3	10.1	0.037
14	14531	78	12.3	12.8	0.069	12.7	11.6	0.058	11.6	11.7	0.055
15	14532	89	10.7	12.7	0.062	10.7	13.3	0.053	11.6	11.1	0.049
16	14532	89	11.3	11.9	0.056	10.0	11.4	0.047	10.6	11.1	0.047
17	14532	96	11.3	11.8	0.055	9.3	11.6	0.047	10.2	11.0	0.045
18	14532	89	10.5	13.3	0.068	10.0	12.4	0.057	12.1	11.4	0.054
19	14532	91	11.8	12.8	0.068	9.0	12.8	0.057	9.9	12.1	0.053
20	14532	94	12.1	13.0	0.071	10.2	12.6	0.059	9.8	12.4	0.056
21	17565	103	12.1	13.2	0.073	12.0	12.3	0.063	10.7	12.3	0.058
22	17565	102	11.6	12.3	0.061	10.3	11.8	0.052	10.3	11.5	0.049
23	17565	112	11.5	12.3	0.061	10.3	11.8	0.052	10.7	11.3	0.049
24	17565	110	11.5	12.6	0.064	10.1	12.1	0.054	9.5	12.0	0.051
25	17565	111	11.2	11.2	0.049	9.6	10.9	0.042	9.2	10.2	0.036
26	17565	97	12.1	12.9	0.070	11.6	12.1	0.059	10.5	12.1	0.056
27	17567	120	12.3	12.5	0.066	11.2	11.8	0.055	11.3	11.5	0.052
28	17567	122	10.8	12.4	0.060	9.2	12.2	0.052	9.8	11.5	0.048
29	17567	119	10.9	14.1	0.079	11.2	12.8	0.065	10.6	12.7	0.062
30	17831	131	12.6	13.9	0.084	11.5	13.1	0.070	12.3	12.6	0.067
31	17831	139	11.2	13.7	0.075	9.4	13.3	0.063	11.2	12.3	0.060
32	17832	159	11.7	12.7	0.066	9.7	12.4	0.056	11.2	11.6	0.053
33	17836	183	12.0	13.5	0.077	11.0	12.7	0.064	11.8	12.2	0.061
34	17836	187	13.0	14.3	0.091	12.6	13.9	0.084	12.8	12.7	0.070
35	17836	186	11.6	14.3	0.085	11.4	13.4	0.073	11.0	13.2	0.069
36	17837	14	11.3	13.5	0.074	11.4	12.5	0.063	13.5	11.5	0.059
37	17837	17	11.0	12.2	0.058	11.8	11.1	0.050	10.5	11.2	0.047
38	17837	18	11.2	11.8	0.055	9.6	11.4	0.046	10.2	10.6	0.041
39	17838	21	8.9	12.1	0.050	9.6	11.2	0.045	9.3	10.3	0.036
40	17841	42	11.7	14.6	0.089	11.3	13.9	0.078	11.6	13.0	0.069
41	17841	42	12.5	12.4	0.066	11.4	11.7	0.055	9.3	12.2	0.052
42	17843	54	9.5	10.5	0.039	9.7	10.4	0.038	10.0	9.9	0.035
43	20681	6	10.3	14.6	0.082	11.2	12.9	0.066	12.1	12.4	0.064
44	20682	5	12.0	14.1	0.084	10.5	13.2	0.067	12.3	12.5	0.066
45	20682	5	12.1	12.7	0.068	10.7	12.1	0.056	11.6	11.5	0.053
46	20684	3	10.3	13.0	0.064	10.6	11.9	0.054	10.2	11.7	0.051
47	20684	3	10.8	12.7	0.063	10.6	11.8	0.053	10.7	11.5	0.051
48	20687	4	11.3	13.5	0.074	11.7	12.4	0.063	10.9	12.3	0.059

表 2 候选优树生长、形质指标相关系数

	树高	胸径	材积	干形	分枝均匀度	分枝角度
胸径	0.164 **					
材积	0.441 **	0.953 **				
干形	0.106 **	0.100 **	0.120 **			
分枝均匀度	0.334 *	-0.031	0.068 **	0.295 **		
分枝角度	0.301 *	0.247 *	0.309 **	-0.028	-0.213	
叶片密度	0.058	0.154 *	0.149 **	-0.025	0.167 *	0.403 **

注：“*”表示显著相关($P<0.05$),“**”表示极显著相关($P<0.01$)。

表 3 候选优树与 5 株优势木、林分平均木的 t 值、标准值取值范围、生长标准 Δ 值比较

项目	t 值			标准值(Δ)取值范围/%			生长标准 Δ 值/%		
	树高	胸径	材积	树高	胸径	材积	树高	胸径	材积
与 5 株优势木平均值比较	14.27	12.72	9.34	10~15	10~15	20~30	13	10	17
与林分平均木比较	15.22	16.37	11.28	15~20	10~20	25~35	16	13	25

2.4.1 生长标准 Δ 值取值范围的确定 为了提高尾叶桉的优树选择效果,在选优过程中必须使用科学合理的评选方法,通过精准评价后在候选优树中评选出适当数量的优树。尾叶桉优树的评选是以 5 株优势木平均值或林分平均木均值(X)为基准,在此基础上再加上一个特定的数值(Δ)来确定, Δ 值一般以百分数表示,只要候选优树各性状指标值 $\geq(X+\Delta)$ 值就可入选^[8]。因此, Δ 值的准确计算是确保选择精度的前提。

5 株优势木各指标值和林分平均木各指标值按照 5% 的梯度进行 t 检验,并依次计算出 t 值,当计算出相隔 5% 的两个梯度的 t 值恰好有一个差异显著,而另一个差异不显著时,这两个梯度间的数值范围就是入选 Δ 值的取值范围^[8](表 3)。

2.4.2 生长标准 Δ 值的确定 在确定尾叶桉入选标准 Δ 值取值范围以后,在取值范围内使用相同的方法进行 t 检验,并将检验梯度降低到 1%,当两个检验梯度间的 t 值恰好有一个差异显著,另外一个差异不显著时,此时的 Δ 值即为优树生长指标入选的临界值。通过上述方法最终确定出与 48 株候选优树 3 项生长指标差异显著的确切临界值(Δ 值)(表 3)。由表 3 可知尾叶桉优树生长指标的入选标准为胸径超过 5 株优势木均值的 10% 或超过林分平均木均值的 13%,树高超过 5 株优势木平均树高的 13% 或超过林分平均木树高的 16%,材积超过 5 株优势木平均材积的 17% 或超过林分平均木材积的 25%。

2.5 形质标准的确定

尾叶桉候选优树形质指标主成分分析结果见表 4。由表 4 可知,第 1、第 2 主成分的累计贡献率已经达到 88.63%,所以只需要保留前 2 个主成分进行分析即可。在第 1 主成分中特征向量最大的是干形,其次为分枝均匀度,在第 2 主成分中分枝均匀度的特征向量最大。由此可见,影响尾叶桉候选优树形质指标的决定因子为干形和分枝均匀度^[12-13]。

表 4 候选优树形质指标主成分分析

变量名	主成分 1	主成分 2
干形	0.8736	0.0583
分枝角度	0.1428	0.4239
分枝均匀度	0.4538	0.6415
叶片密度	0.0459	0.1248

3 结论与讨论

3.1 优树是在特定的立地条件下,目标遗传性状表现比周边同种同龄群体更为优异的个体,通过量化处理

的目标性状为优树选择提供了可能,使优树选择具备了实际可操作性。

3.2 本研究设定尾叶桉优树入选标准为:胸径超过5株优势木均值的10%或超过林分平均木均值的13%,树高超过5株优势木平均树高的13%或超过林分平均木树高的16%,材积超过5株优势木平均材积的17%或超过林分平均木材积的25%。杨培华^[7]和吴际友等^[12]在油松(*Pinus tabulaeformis*)和桤木(*Alnus cremastogyne*)优树选择研究中发现,与平均木和林分总平均生长量相比,优树的生长性状值均有显著的提高,同时也验证了通过5株优势木法选优的可行性。本项目在上述研究方法的基础上,把形质指标也纳入到尾叶桉优树选择指标体系中,使选优结果更为合理、科学。

3.3 在尾叶桉选优试验林内,以5株优势木为对照评选出的48株候选优树的胸径、树高、材积达到优树入选标准的分别有36,33,17株,3项生长指标均达标的有10株;以林分平均木为对照评选出的胸径、树高、材积达标的分别有39,40,23株,3项生长指标均达标的有17株。除生长性状外,进行尾叶桉优树选择时,还应兼顾形质指标的筛选,重点应考虑干形和分枝均匀度2个形质指标。朱积余^[8]和晏姝等^[13]对红锥(*Castanopsis hystrix*)和南洋楹(*Albizia falcataria*)优树选择研究也表明,形质指标按贡献率大小排序时,干形和分枝均匀度都是优树选择应考虑的重要形质指标。

3.4 本研究同时兼顾了生长量与形质指标的选择,在形质指标评价标准确定的方法上运用了主成分分析法找出决定因子,从而确保了入选优树兼具有速生性和形质优良性。由于本研究确定的选优标准为尾叶桉优树入选的最低标准,因此在实际的选优过程中应适当提高各项指标值,以提高尾叶桉优树的选择强度,强化优树选择效果。

参考文献

- [1] Jacobs M R. 桉树栽培[M]. 罗马:联合国粮农组织,1981:622-626.
- [2] 潘志刚,游应天. 中国主要外来树种引种栽培[M]. 北京:北京科技出版社,1994:606-610.
- [3] 李淡清. 蓝桉、直干桉优树选择研究[J]. 林业科学,1990,26(2):167-173.
- [4] 陈建忠. 邓恩桉优树选择标准[J]. 福建林学院学报,2006,26(4):368-371.
- [5] 杨曾奖,徐大平,江松远. 桩径对尾叶桉萌芽更新的影响[J]. 广东林业科技,2001,17(4):6-9.
- [6] 王章荣,李玉科. 马尾松综合评分法选优标准的研究[J]. 林业科技通讯,1990(3):18-20.
- [7] 杨培华,郭俊荣,谢斌,等. 油松优树选择方法的研究[J]. 西北植物学报,2000,20(5):720-726.
- [8] 朱积余,蒋燧,潘文. 广西红锥优树选择标准研究[J]. 广西林业科学,2002,31(3):109-113.
- [9] 张懋高,尹嘉庆,董福美,等. 滇西地区云南松天然优良林分选择的研究[J]. 云南林业科技,1986(1):1-11.
- [10] 朱仁刚,邓桂香,范林元,等. 云南省膏桐优良单株选择初报[J]. 西南林学院学报,2007,27(2):27-29.
- [11] 魏润鹏,龙燕秋. 湿地松优树选择的研究[J]. 广东林业科技,1989,5(2):18-26.
- [12] 吴际友,龙应忠,童方平,等. 桤木优树选择研究[J]. 湖南林业科技,2004,31(6):10-12.
- [13] 晏姝,胡德活,韦如萍,等. 南洋楹优树选择标准研究[J]. 林业科学研究,2011,24(2):272-276.